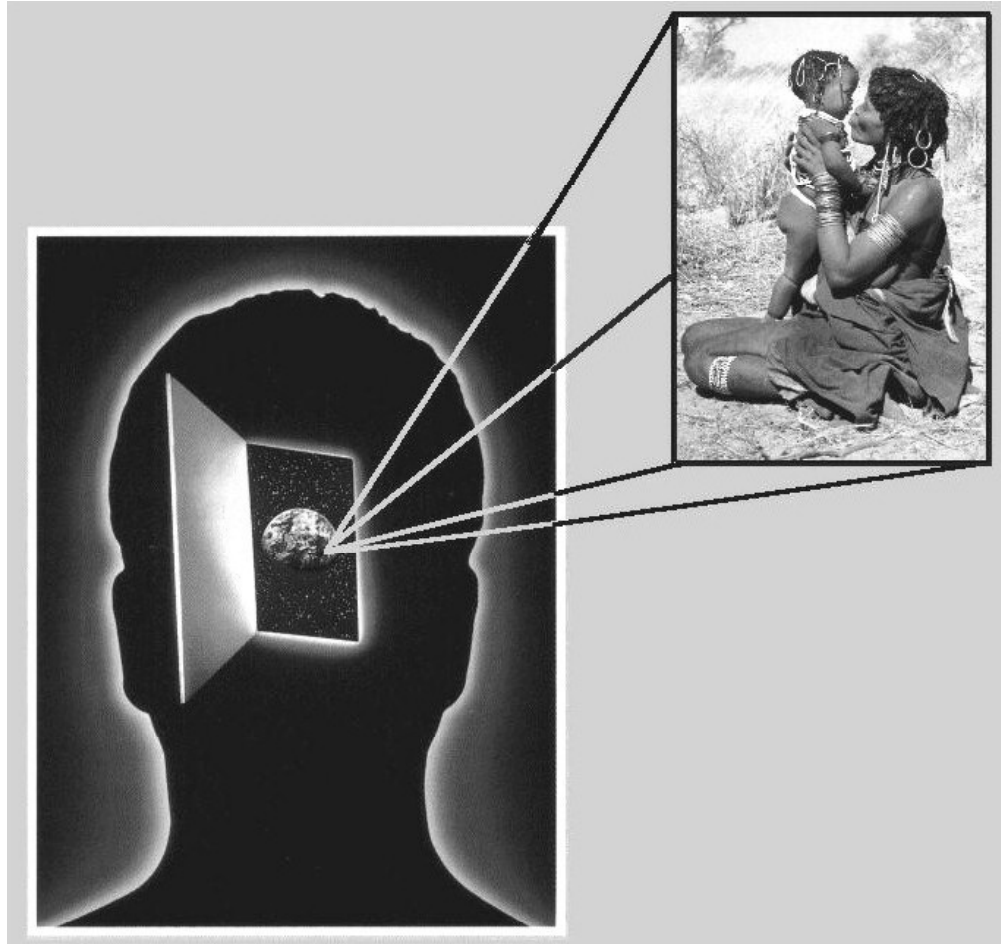


Herbert Paukert



Wege zum ICH

Grundlagen der Psychologie

Herbert Paukert

WEGE ZUM ICH

Grundlagen der Psychologie

(Version 9.1, 2020)

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Kopien daraus bedürfen der Einwilligung des Autors.

Eigenverlag
<http://www.paukert.at>

FBDS-Druck, Wien

ISBN 978-3-200-08051-5

Vorwort

Diese überarbeitete und erweiterte Neuauflage des Lehrbuches „*Ein Fenster zum ICH*“ (erschienen 1999 im öbv-hpt-Verlag) gliedert sich nun in zwei eigenständige Lehrbücher, in eine Somatologie („*Wege zum KÖRPER*“) und in eine Psychologie („*Wege zum ICH*“). Das hier vorliegende Buch beschreibt die menschliche Psyche aus der Sicht einer naturwissenschaftlichen Psychologie unter Berücksichtigung der aktuellen neurobiologischen Erkenntnisse. In insgesamt 30 Kapiteln werden die wichtigsten Bereiche der Psychologie dargestellt. Die Seele (Psyche) kann nur im Zusammenhang mit dem Körper (Soma) verstanden werden, wofür ein somatologisches Grundwissen notwendig ist.

Mithilfe der funktionellen magnetischen Resonanztomographie (fMRT) und mithilfe der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) besitzt die Neurobiologie Werkzeuge, mit denen beeindruckende Bilder von jenen Gehirnregionen erzeugt werden können, welche bei bestimmten Erlebnissen und Verhaltensweisen aktiv sind. Damit wurden neue Erkenntnisse über die Funktionsweise des Gehirns gefunden, auf die ausführlich Bezug genommen wird.

Die Psyche ist eine *emergente Systemeigenschaft des Gehirns*. Sie ist das Resultat von informationsverarbeitenden Prozessen in komplexen Netzwerken aus Milliarden von Nervenzellen. Die meisten dieser Prozesse laufen unbewusst ab, und nur ein geringer Teil davon wird bewusst erlebt. Die bewussten Erlebnisse (Wahrnehmungen, Gedanken, usw.) werden in der äußeren Rinde des Großhirns (Neocortex) erzeugt. Triebe und Emotionen bilden den Kern der menschlichen Persönlichkeit. Sie entstehen bewusst oder unbewusst im so genannten limbischen System, einem ausgedehnten Bereich des Gehirns, welcher sich mit seinen verschiedenen Teilbereichen von der Basis des Großhirns bis in den Hirnstamm erstreckt.

Um *Emergenz* zu veranschaulichen, seien beispielsweise drei Stäbe betrachtet. Nur wenn die drei Stäbe die Seiten eines Dreiecks bilden, ergeben sich ein Flächeninhalt und eine Winkelsumme. Sie sind Systemmerkmale des Dreiecks, nicht aber der einzelnen Stäbe. Die Lichtung eines Waldes ist auch kein Merkmal der einzelnen Bäume, sondern ist in deren Anordnung begründet. Das Ganze ist mehr als seine Einzelteile. Diese *Übersummativität* ist mit *Emergenz* gemeint. Sie ist das Resultat der Anordnung und der Beziehungen der einzelnen Elemente des Systems. Die *Psyche* erscheint so als eine emergente Systemeigenschaft des Gehirns.

Durch Interaktion des Gehirns mit seiner Umwelt hat sich die menschliche Psyche evolutionär entwickelt - von einfachen Reflexen für die Reizbeantwortung über unbewusste instinktive Handlungen für die Lebenserhaltung bis zu den begriffsbildenden neuronalen Netzen in der Großhirnrinde, wodurch Denken als Probehandeln möglich wird. Das Denken erzeugt im Gehirn ein Modell seiner Umwelt.

Das Gehirn kann sogar ein Modell von sich selbst entwerfen (*Selbstreflexion*). Das funktioniert aber nur dann, wenn es mit anderen Gehirnen kommunizieren kann. Erst durch die Wahrnehmung der Reaktionen der Anderen ist es dem Gehirn möglich ein Selbstbild zu entwickeln.

Mithilfe der Sprache kann das Wissen an Andere weitergegeben und auch auf materiellen Datenträgern gespeichert werden. Dadurch wird das subjektive Wissen zum *objektiven Geist* und zur Grundlage der Kultur.

Grundsätzlich kann die menschliche Existenz auf *vier Ebenen* betrachtet werden: der biologischen, der psychologischen, der soziologischen und der kulturellen. Zwischen diesen vier Ebenen bestehen viele wechselseitige Beziehungen, insbesondere zwischen Körper und Seele. Darüber handelt dieses Buch.

Unser Wissen gleicht einer Kugel im Raum. Ihre Oberfläche ist die Grenze zum Unbekannten und Unerforschten. Mit jeder Erweiterung unserer Wissenskugel, vergrößert sich auch diese Grenzfläche. So ergibt sich der paradoxe Sachverhalt, dass, je mehr wir zu wissen vermeinen, wir umso schmerzlicher erkennen müssen, wie wenig wir eigentlich wissen.

Dieses Bild einer Wissenskugel erlaubt aber noch eine zweite Interpretation. Nicht die wechselhaften Erscheinungen an der vordergründigen Oberfläche sind von Bedeutung, sondern die hintergründigen, verborgenen Strukturgesetze. Erst das tiefere Verständnis der versteckten Beziehungen und Bindungen ermöglicht dem Schachspieler die richtige Einschätzung der sichtbaren Figurenstellung am Spielbrett. Genauso kann das Wissen um die Gesetzmäßigkeiten der Biologie und der Psychologie zu einem besseren Verständnis und einer differenzierteren Beurteilung menschlicher (Lebens-) Situationen führen. Vielleicht kann dadurch auch unser Verhalten am Spielbrett des Lebens in günstiger Art und Weise beeinflusst werden. Der Autor hofft, mit diesem Buch dem Leser einen möglichst umfassenden Einblick in die Hintergründe von Körper und Seele zu vermitteln. Er hofft auch, dass die Lektüre des Buches zu mehr wissender Achtsamkeit vor dem Leben und der Natur beiträgt.

Das vorliegende Buch ist jenen gewidmet, welche an einer naturwissenschaftlichen Psychologie interessiert sind – insbesondere Schülern, Studenten, Lehrern und Menschen in Sozialberufen. Gerade bei diesen ist für ihre tägliche Arbeit ein fundiertes psychologische Hintergrundwissen wichtig.

Zuletzt möchte sich der Autor bei Frau Mag. *Susanne Holböck* bedanken – ohne ihre Mithilfe wäre das Buch wohl nicht zustande gekommen. Dank gebührt auch Herrn Mag. *Wolfgang Götz* für die genaue Durchsicht des somatologischen Teils und Herrn Univ. Prof. Dr. *Giselher Guttmann* für seine freundliche Unterstützung. Bedanken möchte sich der Autor noch bei Herrn *Andreas Hamminger* und bei der Firma *FBDS* für die vielen Hilfestellungen bei der Drucklegung des Buches.

Wien, im Winter 2018.

Geleitwort

Wenn die „*Wege zum Ich*“ mit dem Untertitel „*Grundlagen der Psychologie*“ versehen werden, dann hat der Autor *Herbert Paukert* offensichtlich nicht nur eine Wanderung in den Kerngebieten dieses Faches vor, sondern will auch durch alle Nachbarbereiche streifen, in welche die Psychologie oftmals ohne scharfe Grenzen übergeht. Ist sie doch auch aus ihnen hervorgegangen, wenn wir bedenken, dass selbst der als Begründer der Psychologie gefeierte *Wilhelm Wundt* zum Doktor der Medizin promoviert wurde, ehe er mehr als drei Jahrzehnte später das erste *Institut für experimentelle Psychologie* gründete. Selbst ein „echter“ Psychologe wie *Theodor Erismann*, welcher uns den Zauber der Umkehrbrillen bescherte, hatte in Zürich zunächst bei *Albert Einstein* Physik studiert, ehe er sich der Psychologie zuwandte.

Der Autor führt den Leser mit erkennbarer Liebe zur zusammenschauenden Vollständigkeit durch alle zentralen Bereiche der Psychologie. Er stellt aber auch angrenzende Inhaltsgebiete vor, in denen solide Kenntnisse mit großer Genauigkeit und Sorgfalt vermittelt werden. Sollte sich ein Leser auf die Suche nach einem bestimmten einschlägigen Inhalt begeben, so wird er ihn mit Sicherheit auf diesem abwechslungsreichen „*Weg zum Ich*“ finden.

Univ. Prof. Dr. *Giselher Guttman*

Über den Autor

Herbert Paukert wurde 1945 in Wien geboren. Dort absolvierte er Studien in den Fächern Philosophie, Psychologie, Mathematik, Physik, Chemie und Informatik. Neugier und Interesse waren sehr weit gestreut, so besuchte er u.a. Vorlesungen über Mathematik bei *Edmund Hlawka*, über formale Logik bei *Curt Christian*, über Sprachphilosophie bei *Friedrich Kainz*, über Chemie bei *Hans Tupy*, über Informatik bei *Helmut Schauer*, über Psychologie bei *Hubert Rohrer* und *Giselher Guttman*.

Nach seinem Studium unterrichtete er als Lehrer an verschiedenen Schulen in Wien, u.a. als Fachkoordinator für Mathematik am Polgargymnasium, wo er gemeinsam mit *Gerald Kurz* den Oberstufen-Schulversuch „*Informatik*“ begründete. Im Jahr 1985 erhielt er eine Berufung an das Pädagogische Institut in Wien, wo er zehn Jahre lang als Dozent in der Lehrerfortbildung tätig war. Im Jahr 1995 erfolgte die Herausgabe von zwei Informatik-Lehrbüchern („*Vom Bit zum Programm*“ und „*Programmieren in Pascal*“, Manz-Verlag). 1999 folgte dann die Herausgabe eines Psychologie-Lehrbuches („*Ein Fenster zum Ich*“, öbv-htp-Verlag). Er programmierte das multimediale Autorensystem „*PAUMEDIA*“ und betreibt auch eine Homepage www.paukert.at, wo Lernmaterialien und Lernhilfen für Schüler und Lehrer kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Inhaltsverzeichnis

[1] Grundwissen „Somatologie“	Seite 13
[1.1] Biologie der Zelle	Seite 14
[1.2] Hauptsysteme des Organismus	Seite 21
[1.3] Nervensystem und Gehirn	Seite 22
[1.4] Die optische Wahrnehmung	Seite 40
[1.5] Das vegetative Nervensystem	Seite 50
[1.6] Das Immunsystem	Seite 52
[1.7] Das Hormonsystem	Seite 54
[1.8] Die Stressreaktion	Seite 57
[1.9] Psychosomatik	Seite 60
[1.10] Psychoneuroimmunologie (PNI)	Seite 64
[1.11] Die Selbstheilung	Seite 67
[1.12] Die Neurowissenschaften	Seite 69
[2] Die menschliche Psyche	Seite 71
[2.1] Ein Modell der Psyche	Seite 71
[2.2] Der Weg zum Bewusstsein	Seite 73
[2.3] Bewusst, Vorbewusst, Unbewusst	Seite 74
[2.4] Das Elektroenzephalogramm	Seite 75
[3] Die Wahrnehmung	Seite 77
[3.1] Die verschiedenen Sinnesempfindungen	Seite 77
[3.2] Akute und chronische Schmerzen	Seite 78
[3.3] Gesetze der Wahrnehmungspsychologie	Seite 81
[4] Gedächtnis und Lernen	Seite 83
[4.1] Habituation und Sensibilisierung	Seite 83
[4.2] Die verschiedenen Arten des Gedächtnisses	Seite 83
[4.3] Das mechanische Lernen	Seite 84
[4.4] Die klassische Konditionierung	Seite 84
[4.5] Die instrumentelle Konditionierung	Seite 85
[4.6] Konditionierung von Emotionen	Seite 86
[4.7] Systematische Desensibilisierung	Seite 87
[4.8] Lernen durch Nachahmung	Seite 87
[4.9] Das Langzeitgedächtnis	Seite 88
[4.10] Gedächtnis und Gehirnstrukturen	Seite 89
[5] Das Denken	Seite 92
[5.1] Das Problemlösen	Seite 92
[5.2] Die Begriffsbildung	Seite 93
[5.3] Deduktion und Induktion	Seite 94
[5.4] Eine Denkaufgabe	Seite 95

[6] Die Sprache	Seite 96
[6.1] Die Funktionen der Sprache	Seite 96
[6.2] Die pragmatische Sprachebene	Seite 98
[6.3] Die syntaktische Sprachebene	Seite 98
[6.4] Die semantische Sprachebene	Seite 101
[6.5] Sprache und Sozialverhalten	Seite 102
[6.6] Sprache und Gehirnstrukturen	Seite 104
[6.7] Vorschulische Sprachentwicklung	Seite 109
[6.8] Die Macht der Wörter	Seite 110
[6.8.1] Malende Laute	Seite 110
[6.8.2] Verführende Metaphern	Seite 111
[6.8.3] Emotionale Wörter	Seite 112
[6.8.4] Die Heilkraft der Wörter	Seite 113
[7] Instinkte und Triebe	Seite 114
[7.1] Instinktives Verhalten	Seite 114
[7.2] Regelkreise	Seite 117
[7.3] Der Schlaftrieb	Seite 118
[7.4] Hunger und Durst	Seite 119
[7.5] Der Sexualtrieb	Seite 122
[7.6] Das Bindungsbedürfnis	Seite 124
[7.7] Aggressives Verhalten	Seite 124
[8] Die Interessen	Seite 127
[9] Die Süchte	Seite 128
[9.1] Die Wirkung von Suchtmitteln	Seite 128
[9.2] Grundlagen der Suchtprävention	Seite 129
[10] Die Gefühle	Seite 130
[10.1] Beschreibung der Gefühle	Seite 130
[10.2] Einteilung der Gefühle	Seite 131
[10.3] Der Schaltkreis der Furcht	Seite 134
[10.4] Die Zentren der Lust	Seite 136
[10.5] Die Kontrolle der Affekte	Seite 137
[10.6] Emotionale Gesichtserkennung	Seite 138
[11] Der Wille und seine Freiheit	Seite 140
[11.1] Entscheidungen und Einstellungen	Seite 140
[11.2] Qualia, Selbstwahrnehmung, Willensfreiheit	Seite 142

[12] Grundbegriffe der Statistik	Seite 146
[12.1] Eindimensionale Statistik	Seite 146
[12.2] Zweidimensionale Statistik	Seite 147
[12.3] Die Normalverteilung	Seite 148
[12.4] Grundbegriffe der Faktorenanalyse	Seite 149
[12.5] Beurteilende Statistik	Seite 150
[13] Psychologische Tests	Seite 151
[13.1] Beobachten, Messen, Skalieren	Seite 151
[13.2] Axiome der klassischen Testtheorie	Seite 152
[13.3] Die Testentwicklung	Seite 154
[13.4] Die Testkonstruktion	Seite 155
[13.5] Die Testeichung	Seite 157
[13.6] Die Testkontrolle	Seite 158
[13.7] Testsysteme und Testprofile	Seite 159
[13.8] Die probabilistische Testtheorie	Seite 161
[13.9] Die psychologische Diagnose	Seite 163
[14] Die Intelligenz	Seite 164
[14.1] Faktoren der kognitiven Intelligenz	Seite 164
[14.2] Das Berliner Intelligenzstrukturmodell	Seite 164
[14.3] Emotionale und soziale Intelligenz	Seite 165
[14.4] Kompetenzen	Seite 166
[14.5] Geschichte der Intelligenzmessung	Seite 167
[14.6] Vererbung und Umwelt	Seite 169
[14.7] Vier Denksportaufgaben	Seite 170
[15] Die Persönlichkeit	Seite 173
[15.1] Faktoren der Persönlichkeit	Seite 173
[15.2] Persönlichkeitsbeschreibungen	Seite 174
[15.3] Eigenschaften und Typologien	Seite 175
[15.4] Das Ichbewusstsein	Seite 177
[16] Die sechs psychoneuralen Grundsysteme	Seite 179
[16.1] Die Stressverarbeitung	Seite 179
[16.2] Das Beruhigungssystem	Seite 180
[16.3] Das Belohnungssystem	Seite 180
[16.4] Das Bindungssystem	Seite 181
[16.5] Die Impulskontrolle	Seite 182
[16.6] Realitätsprüfung und Risikobewertung	Seite 183

[17] Entwicklungspsychologie	Seite 184
[17.1] Kindheit und Kindererziehung	Seite 185
[17.2] Das Entwicklungsmodell von Erikson	Seite 191
[17.3] Der Sozialisierungsprozess nach Piaget	Seite 193
[17.4] Die Intelligenzentwicklung nach Piaget	Seite 194
[17.5] Autorität und Erziehung	Seite 195
[17.6] Neurobiologische Aspekte der Entwicklung	Seite 196
[18] Sozialpsychologie	Seite 198
[18.1] Das Konzept der sozialen Rollen	Seite 198
[18.2] Die öffentliche Meinung	Seite 198
[18.3] Formen der menschlichen Gemeinschaft	Seite 199
[18.4] Psychologie der Gruppe	Seite 200
[18.5] Das Johari-Fenster	Seite 204
[19] Psychopathologie und Psychotherapie	Seite 205
[19.1] Das Vulnerabilitäts-Stress-Modell	Seite 205
[19.2] Hauptursachen psychischer Störungen	Seite 205
[19.3] Klassifikation psychischer Störungen	Seite 206
[19.4] Klassifikation psychotherapeutischer Verfahren	Seite 209
[19.5] Einteilung und Wirkung von Psychopharmaka	Seite 210
[19.6] Neurobiologie und Psychotherapie	Seite 213
[20] Die Psychoanalyse von Sigmund Freud	Seite 216
[20.1] Die Trieblehre	Seite 217
[20.2] Das Persönlichkeitsmodell	Seite 218
[20.3] Die Neurosenlehre	Seite 220
[21] Behaviorismus und Kognitivismus	Seite 223
[21.1] Der Behaviorismus	Seite 223
[21.2] Die klassische Verhaltenstherapie	Seite 224
[21.3] Die sozial-kognitive Psychologie	Seite 224
[21.4] Die emotional-kognitive Psychologie	Seite 227
[21.5] Die Therapien von Beck und Ellis	Seite 231
[21.6] Die kognitive Verhaltenstherapie	Seite 232
[21.7] Die neurolinguistische Programmierung	Seite 234
[22] Die Logotherapie von Viktor Frankl	Seite 236
[23] Psychotherapeutische Schulen	Seite 240
[23.1] Psychodynamische Therapien	Seite 240
[23.2] Humanistische Therapien	Seite 241
[23.3] Soziosystemische Therapien	Seite 241

[24] Das integrative ABCDE-Modell	Seite 242
[25] Grundbegriffe der Schematherapie	Seite 244
[25.1] Die Grundbedürfnisse	Seite 244
[25.2] Was ist ein Schema?	Seite 244
[25.3] Maladaptive Schemata	Seite 244
[25.4] Die drei Bewältigungs-Modi	Seite 245
[25.5] Die Kind- und Eltern-Modi	Seite 247
[25.6] Die Schematherapie	Seite 248
[25.7] Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS)	Seite 249
[26] Beispiele psychischer Störungen	Seite 252
[26.1] ADHS	Seite 252
[26.2] Burnout	Seite 254
[26.3] Angst	Seite 256
[26.4] Depression	Seite 261
[26.5] Schizophrenie	Seite 264
[26.6] Demenz	Seite 266
[27] Placebos und Nocebos	Seite 269
[27.1] Der Placebo-Effekt	Seite 269
[27.2] Der Nocebo-Effekt	Seite 271
[27.3] Evidenzbasierte Medizin	Seite 273
[Anhang A] Erziehung und Schulbildung	Seite 275
[A.1] Grundprozesse der Kindesentwicklung	Seite 275
[A.2] Verschiedene Erziehungsstile	Seite 276
[A.3] Erziehungsprobleme in der heutigen Zeit	Seite 277
[A.4] Was ist eine „richtige“ Erziehung?	Seite 278
[A.5] Allgemeine Leitlinien der Schulbildung	Seite 279
[A.6] Gedanken zum Mathematikunterricht	Seite 283
[A.7] Psychosoziale Aspekte von Lernstörungen	Seite 284
[Anhang B] Intelligenz- und Persönlichkeitstests	Seite 286
[B.1] Ein Test zur kognitiven Intelligenz	Seite 286
[B.2] Ein Test zur emotionalen Intelligenz	Seite 295
[B.3] Ein einfaches Polaritätsprofil	Seite 299
[B.4] Ein dreifaktorieller Persönlichkeitstest	Seite 300
[Anhang C] Logik und Wissenschaft	Seite 302
[C.1] Deduktives Denken und formale Logik	Seite 302
[C.2] Hypothesenbildung und Wissenschaft	Seite 322
Schlusswort	Seite 326
Quellennachweis	Seite 328

[1] Grundwissen „Somatologie“

Eine ausführliche Einführung in die Anatomie und Physiologie des menschlichen Organismus findet man in dem Lehrbuch „*Wege zum KÖRPER*“, welches von der Homepage des Autors www.paukert.at heruntergeladen werden kann. Zur übersichtlichen Information ist nachfolgend der gesamte Inhalt der Somatologie aufgelistet.

Die biologische Basis

- Die Entwicklung des Lebens
- Aufbau und Stoffwechsel der Zellen
- Der globale Kreislauf der Energie

Die Hauptsysteme des Organismus

- Das Knochensystem
- Das Muskelsystem
- Das Verdauungssystem
- Das Ausscheidungssystem
- Das Fortpflanzungssystem
- Kreislaufsystem und Atmungssystem
- Immunsystem und Infektionsabwehr
- Das Hormonsystem

Nervensystem und Gehirn

- Neuronen und Neurotransmitter
- Transmitter und ihre Rezeptoren
- Neuronale Netze
- Das zentrale Nervensystem
- Gehirn und Großhirn
- Sensorik und Motorik
- Sinnesorgane - Tore zur Welt
 - Schmecken und Riechen
 - Die Hautsinne
 - Der Schmerz
 - Der Hörsinn
 - Der Gleichgewichtssinn
 - Der Sehsinn
- Das limbische System
- Das vegetative Nervensystem
- Stress und Psychosomatik
- Psychoneuroimmunologie

Gesundheit und Krankheit

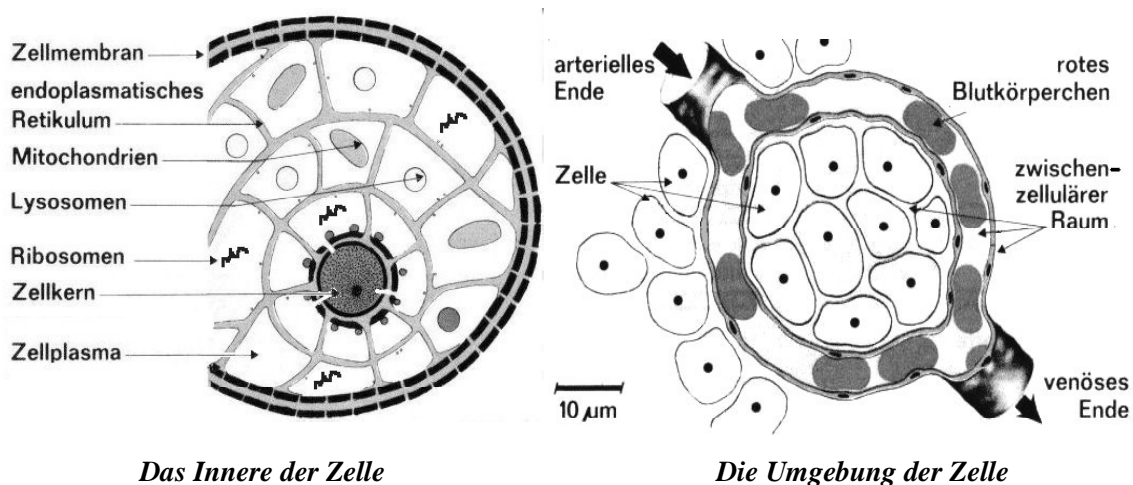
- Säulen der Gesundheit
- Häufige Krankheiten

Im vorliegenden Kapitel werden aus der Somatologie einige für die Psychologie wichtige Bereiche verwendet. Schwerpunkte sind die Zelle, das Nervensystem, das Gehirn, der Sehsinn, das Hormonsystem, das Immunsystem, Stress, Psychosomatik und Psychoneuroimmunologie.

[1.1] Biologie der Zellen

[1.1.1] Aufbau und Stoffwechsel der Zellen

Die Bausteine des Organismus sind die *Zellen*. Diese haben im Laufe der Entwicklung hochspezialisierte Funktionen übernommen (Muskelzellen zur Bewegung, Nervenzellen zur Signalübertragung, Drüsenzellen zur Sekretion, usw.). In der Grundstruktur bestehen sie aus einer *Zellmembran*, die sie von der Umgebung abgrenzt und im Inneren aus dem *Zellplasma* mit verschiedenen Zellorganellen (Ribosomen, Mitochondrien, usw.) und dem *Zellkern* mit seinen Chromosomen, die aus Desoxyribonukleinsäure-Molekülen (DNS) bestehen. Einige wichtige Bestandteile der Zelle sind im Folgenden dargestellt.



Das Innere der Zelle

Die Umgebung der Zelle

Der Zellkern ist die Steuerzentrale der Zelle. Er enthält in seinen Chromosomen die DNS verpackt und damit das genetische Erbgut.

Die Ribosomen sind die Proteinfabriken. Auf ihnen werden unter der Kontrolle der DNS die Aminosäuren zu Proteinen (Eiweiß) verknüpft.

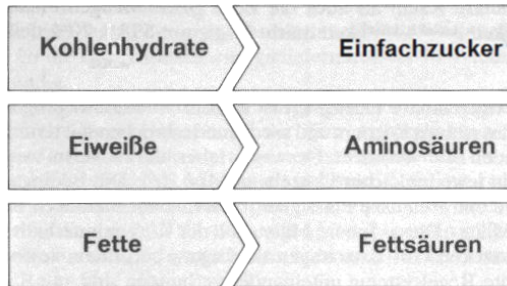
Die Mitochondrien sind die Energiekraftwerke der Zellen. In ihnen findet die Verbrennung (Oxidation) organischer Stoffe mithilfe des molekularen Sauerstoffes statt, wobei Energie freigesetzt wird.

Die Lysosomen sind kleine von einer Hülle umschlossene Zellareale, in denen aufgenommene Fremdstoffe mit Hilfe von Enzymen (Biokatalysatoren) abgebaut werden.

Das endoplasmatische Retikulum produziert und transportiert eine Vielzahl von chemischen Stoffen im Zellplasma. Der angeschlossene **Golgi-Apparat** sortiert und verteilt dann die Stoffe im Zellplasma.

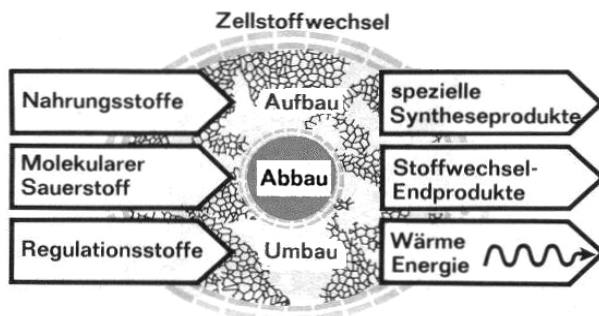
Die Zellmembran schließlich ist die Schutzhülle der Zelle. Sie grenzt das Plasma von der Umgebung ab. Durch Kanäle in der Membran erfolgt der Stofftransport zwischen Zellplasma und den kapillaren Blutgefäßen im zwischenzellulären Raum. Der Transport erfolgt entweder passiv ohne Energieverbrauch entsprechend dem Konzentrationsgefälle der Stoffe (Diffusion) oder auch aktiv mit Energieverbrauch entgegen dem Konzentrationsgefälle (Ionenpumpe). Unter Osmose versteht man die Diffusion von Wasser durch halbdurchlässige Membrane.

In 95% aller chemischen Stoffverbindungen in der belebten Natur kommen insgesamt nur sechs Elemente vor: Sauerstoff (O), Wasserstoff (H), Stickstoff (N), Kohlenstoff (C), Schwefel (S) und Phosphor (P). Dazu kommen noch fünf wichtige Ionen - als Salze bzw. Elektrolyte im Wasser (H₂O) gelöst: K⁺ (Kalium), Na⁺ (Natrium), Ca²⁺ (Calcium), Mg²⁺ (Magnesium) und Cl⁻ (Chlor). Daraus werden komplexe Verbindungen aufgebaut, die selbst wieder Bestandteile unserer Grundnahrungstoffe sind: die Aminosäuren der Eiweiße (Proteine), die Fettsäuren der Fette (Lipide) und die einfachen Zucker der Kohlenhydrate (Saccharide). Schließlich müssen auch noch die Ribonukleinsäuren (RNS) und Desoxyribonukleinsäuren (DNS) erwähnt werden.



Jeder Stoffwechsel braucht Stoffe. Die Nahrungstoffe werden durch den Mund aufgenommen. Dort beginnt bereits die Verdauung, die dann im Magen und Darm fortgesetzt wird. Dabei werden mit Hilfe von Enzymen *Kohlenhydrate in Zucker*, *Eiweiße in Aminosäuren* und *Fette in Fettsäuren* aufgespalten.

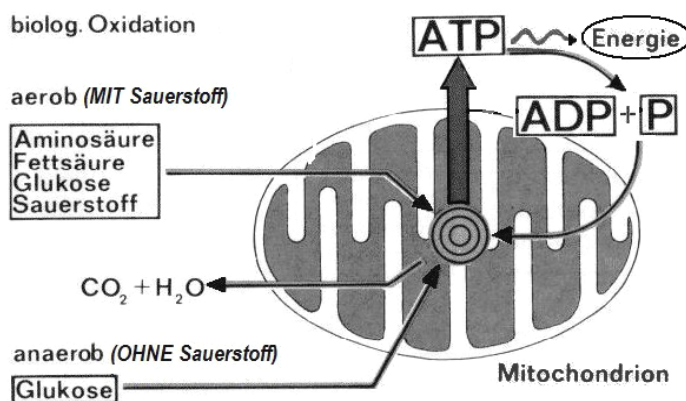
Über den Blutweg werden dann diese Grundstoffe zu den Zellen transportiert. Im Zellplasma läuft der biochemische Stoffwechsel ab. Beim **Baustoffwechsel** werden Moleküle zerlegt und aus ihren Bestandteilen wieder neue aufgebaut. Damit er reibungslos funktioniert, muss ihm Energie zugeführt werden. Diese Energie liefert der **Betriebsstoffwechsel** (Energiestoffwechsel) der Zelle. Die Aufnahme der Betriebsstoffe (vor allem von Zucker aus dem Blut) erfolgt durch die Zellmembran. Ihre Verbrennung mit Sauerstoff in den Mitochondrien des Zellplasmas wird als **biologische Oxidation** bezeichnet und liefert weiter verwertbare chemische Bestandteile und zusätzlich frei werdende Energie. Die biologische Oxidation besteht aus einer mehrstufigen Kette von vielen Einzelreaktionen, wobei verschiedene Regulationsstoffe (Enzyme) mitwirken. Die wichtigsten Reaktionsabläufe sind die **Glykolyse**, der **Citratzyklus** und die **Atmungskette**.



Der chemische Abbau von Traubenzucker (Glukose) wird als **Glykolyse** bezeichnet. Diese kann mithilfe von Sauerstoff (aerobe Oxidation) bis zur Brenztraubensäure (Pyruvat) ablaufen oder ohne Sauerstoff (anaerobe Gärung) bis zur Milchsäure (Laktat). Die Glykolyse und auch der Abbau von Fettsäuren und von Aminosäuren münden in den **Citratzyklus** (Zitronensäurezyklus), wo die stufenweise Umformung und Zerlegung von kohlenstoffhaltigen Säuren unter Abspaltung von Kohlendioxid CO₂ erfolgt. Ein zentrales Zwischenprodukt im zellulären Stoffwechsel ist die aktivierte Essigsäure (Acetyl-Coenzym-A), die einerseits als Ausgangspunkt für verschiedene Molekülsynthesen dient (Fettsäuren, Transmitterstoffe, Steroidhormone, Gallensäuren, usw.). Andererseits wird die aktivierte Essigsäure in der anschließenden **Atmungskette** mit Hilfe von Sauerstoff unter Abgabe von Energie in die Endprodukte Kohlendioxid CO₂ und Wasser H₂O zerlegt, welche dann ausgeschieden werden.

Aufnahme, Zerlegung und Ausscheidung von Substanzen kennzeichnen den Betriebsstoffwechsel. Alle diese biochemischen Reaktionen laufen unter Mitwirkung spezifischer Biokatalysatoren (Enzymen) ab, von denen weit über 2000 bekannt sind. Beispielsweise ist das wichtige Coenzym NADH zuständig für den Elektronentransport im Energiestoffwechsel.

Die bei der **biologischen Oxidation** frei werdende Energie wird zur Synthese von Adenosin-triphosphat (ATP) aus Adenosindiphosphat (ADP) und Phosphorsäure (H_3PO_4) verwendet. Das **ATP-Molekül** als Zwischenspeicher der biochemisch freigesetzten Energie kommt in vielfältiger Weise zum Einsatz. Durch die hydrolytische Aufspaltung (d.h. mittels Wassermolekülen) von ATP in ADP und Phosphorsäure wird die gespeicherte Energie wieder abgegeben und für unterschiedliche Aufgaben verwendet: für den aktiven Stofftransport durch die Zellmembran (Ionenpumpen mit Hilfe von Transportproteinen), für die chemische Synthese von Molekülen, für die Erregung von Nervenzellen, für die Kontraktion von Muskelzellen, usw.



Die Abbildung zeigt die Energiegewinnung durch die biologische Oxidation. ATP-Moleküle wirken dabei als Energiespeicher.

Dem Organismus liegt der komplexe Mikrokosmos seiner Zellen zu Grunde. Zellen sind offene Systeme, in denen ständig Materie umgeformt, Energie freigesetzt und gebunden wird. Dabei ist die Erhaltung stationärer Gleichgewichte der Stoffkonzentrationen lebensnotwendig, beispielsweise das Säure-Base-Gleichgewicht oder der Zuckergehalt im Blut. Die ständig auftretenden Störungen dieser Gleichgewichtszustände werden durch komplizierte Regulations-Mechanismen ausgeglichen. Leben besteht daher in einer dauernden *Erhaltung von Fließgleichgewichten*.

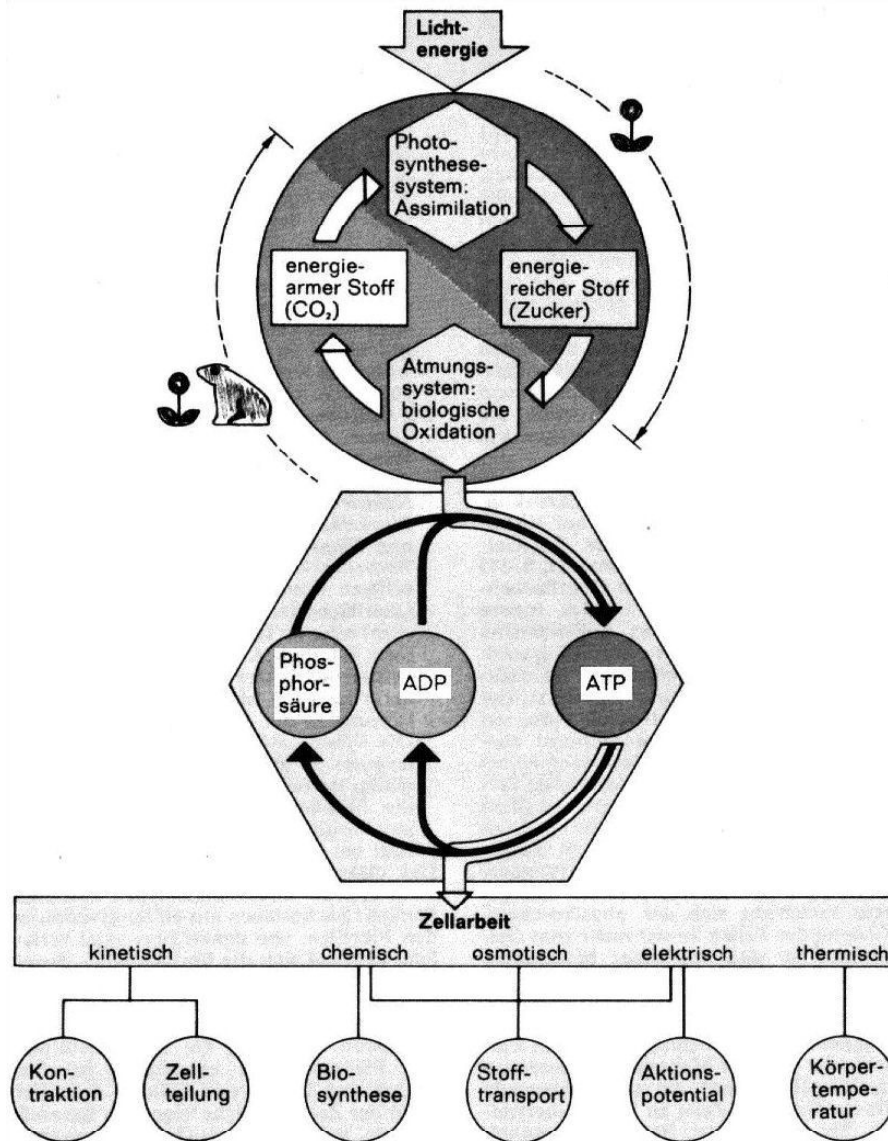
[1.1.2] Der globale Kreislauf der Energie

Der zelluläre Stoffwechsel eines einzelnen Organismus ist eingebettet in den globalen Stoffwechsel der Natur. Dieser kann als Kreisprozess aufgefasst werden:

Bei der unter Lichtenergie in den Pflanzen ablaufende **Photosynthese** wird Zucker ($C_6H_{12}O_6$) aus Wasser (H_2O) und Kohlendioxid (CO_2) gewonnen, wobei auch Sauerstoff (O_2) freigesetzt wird. Zur Lichtabsorption ist dabei der grüne Blattfarbstoff (Chlorophyll) unentbehrlich. Die Photosynthese besteht aus einer Abfolge komplizierter chemischer Reaktionen, die unter Mitwirkung mehrerer Katalysatoren abläuft.

Mit der Nahrungsaufnahme gelangt der Zucker in den tierischen Organismus. Der Sauerstoff wird eingeatmet. Im Blut werden die Stoffe zu den Zellen transportiert. In den Zellen wird durch die **biologische Oxidation** der Zucker mit Hilfe von Sauerstoff verbrannt. Die frei werdende Energie wird im ATP-Molekül gespeichert und für die verschiedenen Formen der Zellarbeit verwendet (Nervenerregung, Muskelkontraktion, Stoffsynthese, Transport, Zellteilung, usw.). Als Endprodukte des zellulären Stoffwechsels werden wiederum Wasser und Kohlendioxid und einfache Stickstoffverbindungen in die Natur ausgeschieden, und der globale Kreislauf der Energie kann wieder von Neuem mit der **Photosynthese** beginnen.

Die Abbildung zeigt eine schematische Darstellung des energetischen Zusammenspiels von individuellem Organismus und umgebender Natur:



Photosynthese: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Energie} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
 Kohlendioxid + Wasser + Energie \rightarrow Zucker + Sauerstoff

Biologische Oxidation: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Energie}$
 Zucker + Sauerstoff \rightarrow Kohlendioxid + Wasser + Energie

[1.1.3] Der genetische Code

Die *unbelebte Welt* ist der Bereich von Raum und Zeit, in dem Anhäufungen von Materie vorkommen, die ihrerseits aus Atomen und Molekülen bestehen. Im Laufe der *Erdgeschichte* bildeten sich durch die gegenseitigen Wechselwirkungen der Moleküle immer komplexere chemische Stoffklassen. Neben den festen Stoffen, welche das Land bildeten, entstanden die flüssigen Urozeane und die gasförmige Uratmosphäre.

In der Uratmosphäre entstanden aus einfachen Molekülen wie Wasser, Methan und Ammoniak bei Energiezufuhr (Sonne, Blitz) neue Moleküle wie Aminosäuren. Diese wurden in die mineral-salzreichen Urozeane geschwemmt und bildeten dort weitere Moleküle. Aus dem bereits sehr komplexen chemischen Geschehen entwickelten sich die **Zellen** mit neuen Funktionsmerkmalen des **Lebens** (Vermehrung, Wachstum, Bewegung). Im Zellkern wurde sogar eine Datenbank für die in der Entwicklungsgeschichte verwirklichten Merkmale eingerichtet - die **Erbanlagen**.

Die molekulare Trägersubstanz der Erbanlagen (**Gene**) ist die Desoxyribonukleinsäure (DNS). Die verdrehten Doppelstränge der DNS bestehen aus Desoxy-Ribose-Zucker, Phosphatresten und genau **vier** stickstoffhaltigen Basen: Adenin, Thymin, Guanin, Cytosin. Aus elektrochemischen Gründen können nur bestimmte basische Stoffe einander gegenüber liegen. Die komplementären Basenpaarungen (A-T und G-C) verbinden die beiden Stränge, so dass eine leiterförmige Spirale (Doppelhelix) entsteht. Wird durch bestimmte Enzyme ein solcher DNS-Doppelstrang aufgetrennt, dann können sich an die entsprechenden Basen eines Einzelstranges frei herumschwimmende, komplementäre Bruchstücke anlagern. Dadurch bildet sich wieder ein neuer DNS-Doppelstrang, der identisch mit dem Ausgangsmolekül ist. Durch diese *identische Reduplikation (Replikation)* können solche Makromoleküle gleichartig aufgebaute Tochtermoleküle erzeugen. Die DNS wird oft auch als DNA bezeichnet (A = acid).

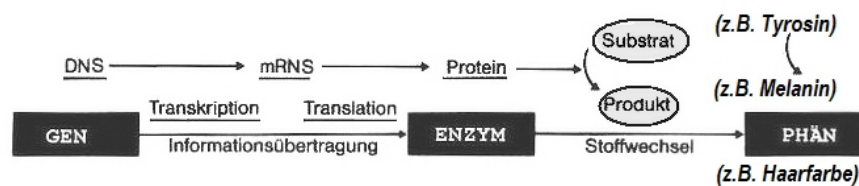
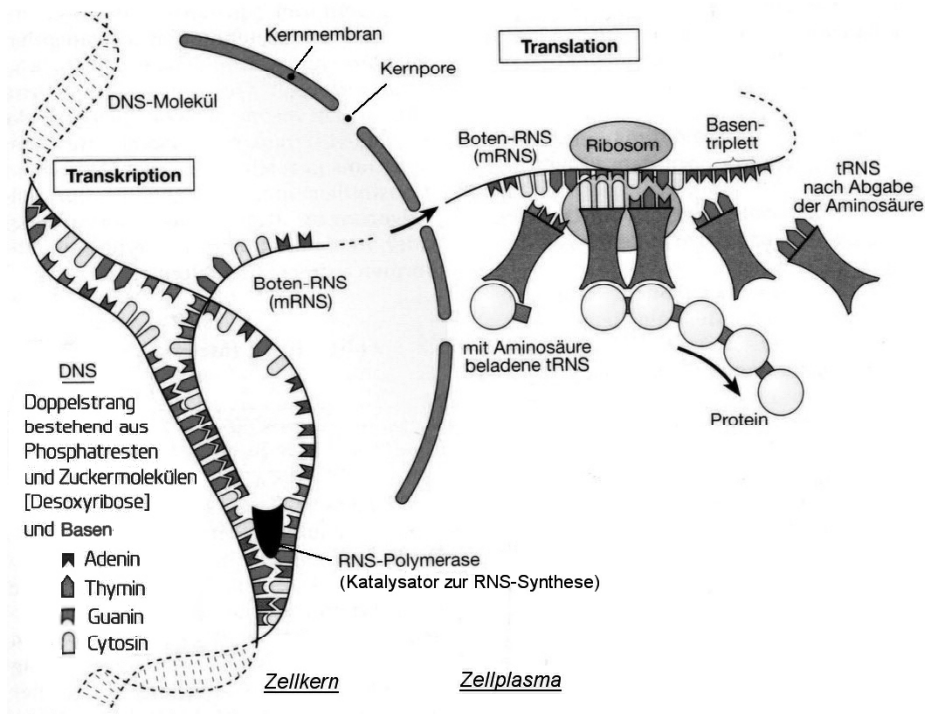
Das molekulare Gerüst eines Nukleinsäure-Stranges besteht aus Sequenzen von so genannten Nukleotiden, die ihrerseits jeweils aus einer Base (A, T, G, C), einem Zucker (Ribose) und einem Phosphatrest bestehen. In der Basensequenz der Nukleinsäuren ist die komplette Information für die Verknüpfung von verschiedenen Aminosäuren zu Eiweißmolekülen (Proteinen) verschlüsselt. In dem Zusammenhang spricht man auch vom *genetischen Code*. Unter einem **Gen** versteht man einen Abschnitt des DNS-Moleküls, welcher für die *Biosynthese* eines Proteins verantwortlich ist. Die Proteine sind die wichtigsten chemischen Stoffe unseres Körpers und bestimmen seine äußeren Erscheinungsmerkmale (**Phäne**).

Die wichtigste Funktion der DNS-Moleküle ist ihre steuernde Mitwirkung bei der Bildung von Eiweißen (Proteinen) durch gezielte Verknüpfung von Aminosäuren. Die DNS-Doppelstränge befinden sich in 46 Kernfäden (**Chromosomen**) der Zellkerne. Beim Vorgang der **Transkription** werden sie ab einer Startposition bis zu einer Endposition mit Hilfe bestimmter Enzyme aufgetrennt. Von diesem Abschnitt wird mittels komplementärer Basenpaarung aus Nukleotidstücken eine Kopie erzeugt, die so genannte Messenger-Ribonukleinsäure (mRNS). Die RNS (Ribonukleinsäure) unterscheidet sich von der DNS (Desoxyribonukleinsäure) in ihrer Struktur nur geringfügig. Dann schließt sich der DNS-Doppelstrang wieder und die mRNS wandert aus dem Zellkern in das Zellplasma. Damit ist die Transkription beendet.

Im Zellplasma erfolgt an eigenen Einrichtungen (Ribosomen) der Vorgang der **Translation**. Dabei steuern jeweils drei Basen der mRNS (Basentriplett, Codon) die Anheftung einer bestimmten Aminosäure. Der Aminosäuretransport erfolgt mit Hilfe einer Transfer-RNS (tRNS), die auf der einen Seite über komplementäre Basenpaarungen an die mRNS andockt und auf der anderen Seite mit einer Aminosäure beladen ist. Nach der Verknüpfung der Aminosäuren löst sich die tRNS sowohl von der Aminosäure als auch von der mRNS. Übrig bleibt dann eine Kette von Aminosäuren, d.h. ein bestimmtes Protein. Damit ist die Translation beendet.

Die Proteine ihrerseits werden als *Baustoffe* für Zellstrukturen oder als *Enzyme* (Vermittlerstoffe, Katalysatoren) für weitere chemische Reaktionen verwendet. Die Enzym-Proteine bestehen aus langen Ketten von Aminosäuren, die sich durch Faltungen zu komplizierten räumlichen Strukturen anordnen. Die Enzyme wirken als Biokatalysatoren auf die Stoffwechselfvorgänge in der Zelle, wodurch bestimmte Merkmalsstrukturen aufgebaut werden können.

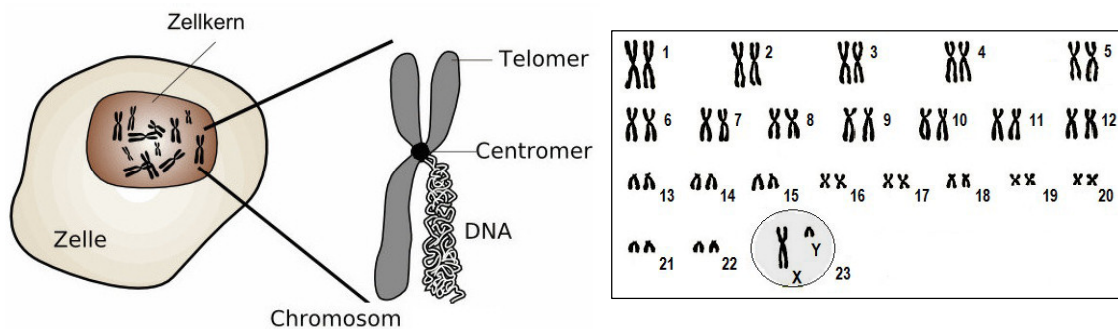
Die folgende Abbildung zeigt die genetische Steuerung der **Biosynthese** eines Proteins, die aus Transkription und Translation der DNS besteht. Sie wird auch als **Genexpression** bezeichnet.



Eine wesentliche Leistung der Zellen besteht in ihrer Fähigkeit sich in zwei Tochterzellen zu teilen. Der zentrale Mechanismus ist dabei die identische Reduplikation der DNS, wodurch die Erbinformation weitergegeben wird. Durch **Zellteilung** wird erst Wachstum und Regeneration (d.h. Ersatz von Zellen) möglich. Auf diese Weise werden Gewebe und Organe gebildet. Dabei ist die **Zelldifferenzierung** ein entscheidender Ablauf in der embryonalen Entwicklung eines Individuums. Sämtliche Baupläne eines Lebewesens sind in den DNS-Strängen im Zellkern enthalten, und bei der Zelldifferenzierung werden durch Regulationsprozesse die entsprechenden Gene ein- bzw. ausgeschaltet. Anzumerken ist, dass nur etwa 10% der DNS codierende Gene sind. Der Rest (etwa 90%) übernimmt regulative Funktionen. Weiters ist anzumerken, dass oft mehrere Gene an einem Phän beteiligt sind (Polygenie), oder auch ein Gen an mehreren Phänen.

Bei der Befruchtung verschmelzen Eizelle und Samenzelle und damit auch ihre genetischen Informationen. Durch fortwährende Zellteilung bildet sich daraufhin das Blastoderm, ein Zellhaufen mit über 100 000 Zellen. Durch Wanderung und Anheftung der Zellen kommt es zur Einstülpung des Blastoderms, zur Gastrulation, wobei sich drei Zellplatten herausbilden (Keimblätter): Ektoderm, Entoderm und Mesoderm. In diesem Stadium der Keimesentwicklung setzt nun der Mechanismus der **embryonalen Induktion** ein. Darunter versteht man die Koordination der ortsabhängigen Differenzierung und Spezialisierung der Zellen. Dabei werden Signalstoffe erzeugt, welche auf die Zellen einwirken können. Durch diese Prozesse entwickeln sich aus den Keimblättern die Primitivorgane. Am Ende der Entwicklung steht das Lebewesen mit seinen verschiedenen Organen.

Die Desoxyribonukleinsäure wird mit Proteinen (Histonen) zu einem Makromolekül-Komplex verpackt. Dieser wird *Chromosom* (Kernfaden) genannt. Die menschlichen Zellen enthalten in ihren Kernen 46 Chromosomen, die als Paare einander gegenüber liegen. Die menschlichen Zellen besitzen unterschiedliche Chromosomen, welche mit 1, 2, 3, ... 22, X und Y bezeichnet werden. Die ersten 22 Chromosomen sind doppelt vorhanden. Im letzten Chromosomenpaar hingegen können nur die zwei Chromosomenkombinationen XX oder XY auftreten. Diese Chromosomen sind geschlechtsbestimmend. Die XX-Kombination bestimmt den weiblichen Organismus, das XY-Paar den männlichen Organismus. Ein Chromosom besteht in der Regel aus zwei identischen Längshälften (Chromatiden), die durch ein Centromer-Protein verbunden sind. Die Enden des Chromosoms heißen Telomere.

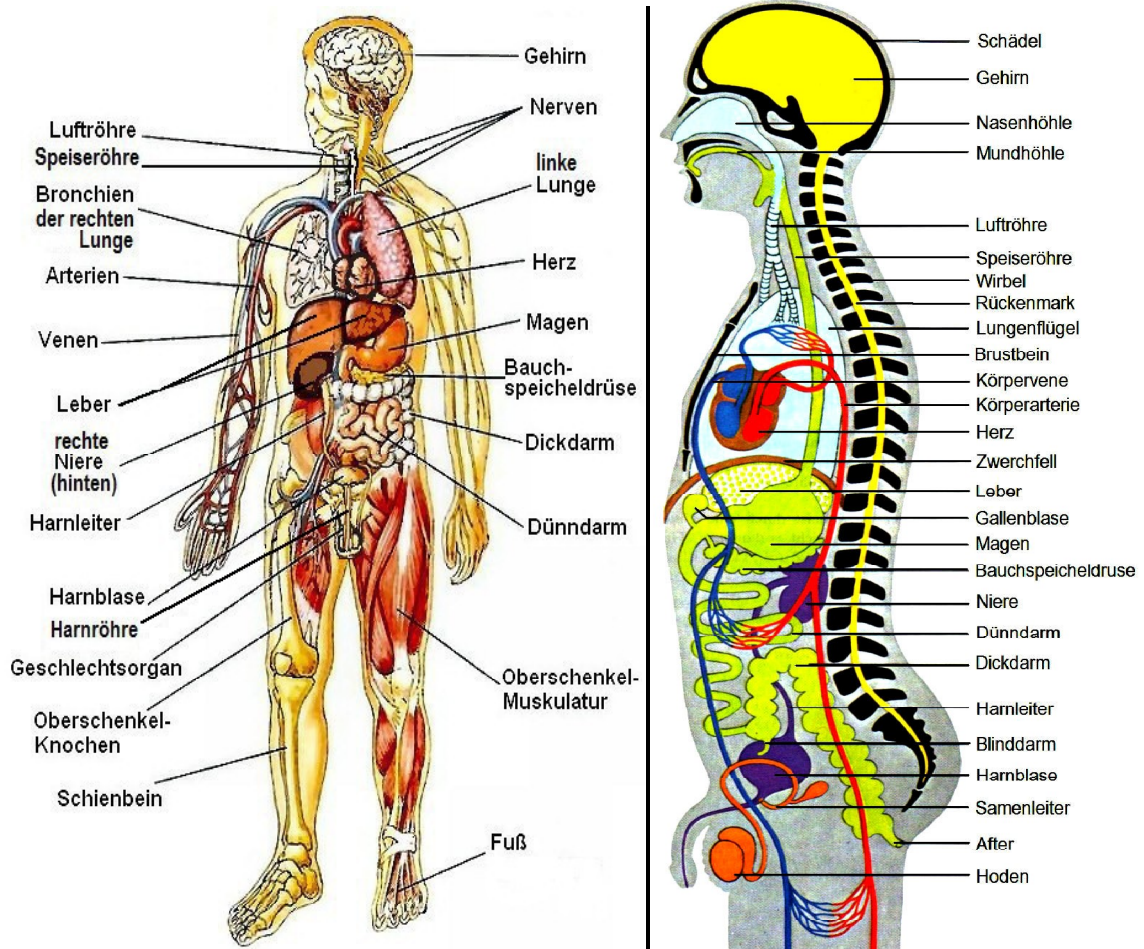


Weil der ganze Chromosomensatz paarig angelegt ist, nennt man ihn „diploid“. Er besteht aus 46 Chromosomen und enthält etwa 24000 Gene. Ein einfacher Chromosomensatz aus nur 23 Chromosomen heißt „haploid“. Die meisten Körperzellen besitzen einen diploiden Chromosomensatz. Keimzellen erhalten jedoch durch Reduktionsteilungen (Meiosen) der diploiden Urkeimzellen einen haploiden Chromosomensatz. Samenzellen besitzen dabei entweder ein Y- oder ein X-Chromosom. Eizellen hingegen haben ein X-Chromosom. Bei der Befruchtung verschmelzen die Samenzellen mit den Eizellen, wodurch nur die Kombinationen XY (männlich) oder XX (weiblich) möglich sind. Die durch fortgesetzte Teilungen (Mitosen) entstehenden Körperzellen erhalten dabei diploide Chromosomenpaare mit je einem mütterlichen und einem väterlichen Chromosom. Dadurch ist jeder Mensch geprägt durch die Erbinformationen (Gene), die ihm seine Eltern mitgegeben haben.

Jeder Mensch ist eingebettet in die Natur. Seine embryonale Entwicklung (Ontogenese) spiegelt einzelne Phasen der stammesgeschichtlichen Entwicklung (Phylogenese) wider. Aus dem Einzeller nach der Befruchtung wird ein Vielzeller und nach neun Monaten ein menschliches Lebewesen. Das der Stammesgeschichte zu Grunde liegende Prinzip formulierte *Charles Darwin* (1859) in seiner *Evolutionstheorie*, wonach nur jene Strukturen überleben, welche am besten an die jeweiligen Umweltbedingungen (den Außenraum) angepasst sind. Der Motor der Stammesgeschichte sind *Mutationen* (echte Genveränderungen) und *Selektionen* (natürliche Auslesen).

Die Idee, dass die Eigenschaften des Organismus durch das bei der Geburt vererbte Genmaterial unveränderbar bestimmt sind, war ein lang gehegtes Dogma der Biologie. Neue Forschungen zeigen jedoch, dass selbst schwache chemische Umwelteinflüsse zwar nicht die Gene verändern können, aber sie können bestimmen, wann und in welchem Ausmaß welche Gene ein- und ausgeschaltet werden (*epigenetische Regulation*). Geregelt wird der Zugriff auf die Gene zunächst durch das Anheften oder Ablösen kleiner chemischer Moleküle an das Chromosomengerüst; z.B. binden sich Methylgruppen an bestimmte Stellen des DNS-Moleküls und hemmen dort die Aktivität des Genabschnitts. So wird die Genexpression epigenetisch gesteuert. So können frühkindliche Erfahrungen bei Kindern epigenetische Veränderungen (z.B. im Stresshormonsystem) verursachen, welche dann von diesen Kindern an die nächste Generation weitergegeben werden.

[1.2] Hauptsysteme des Organismus



Knochen und Muskeln:

Mund, Magen, Dünndarm:

Bauchspeicheldrüse:

Leber:

Dickdarm, Nieren, Lungen, Haut:

Geschlechtsorgane:

Blutkreislauf, Herz:

Lungen:

Immunsystem, Lymphsystem:

Hormonsystem:

Nervensystem, Gehirn:

Stützung und Haltung des Körpers und Ausführung unbewusster und bewusster Bewegungen. Aufnahme und Verdauung der Grundnahrungsstoffe Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße und Aufnahme von Vitaminen, Spurenelementen und Wasser (H₂O). Produktion von Verdauungsenzymen und Produktion des Hormons Insulin, welches den Blutzucker senkt. Abbau, Umbau, Aufbau von Stoffen und Entgiftung. Ausscheidung von Abfallstoffen. Fortpflanzung und Ausscheidung. Transport der Stoffe im Organismus, wobei das Herz als Pumpe für das Blut arbeitet. Einatmen von Sauerstoff (O₂) und Ausatmen von Kohlendioxid (CO₂). Abwehr von schädlichen Fremdkörpern. Steuerung von vitalen, vegetativen Prozessen mithilfe von speziellen Botenstoffen (Hormonen). Kommunikation mit der Umwelt über Sinnesorgane. Kontrolle des gesamten Körpers und seiner Organe. Das Gehirn ist der Sitz von Psyche und Bewusstsein.

Die Lebensenergie

Unter Energie versteht man ganz allgemein die Fähigkeit Arbeit zu verrichten. Verzichtet man auf religiöse oder mythologische Spekulationen, dann kann die Quelle unserer Lebensenergie nur in den Energie liefernden biochemischen Prozessen liegen. Die lebenden Zellen arbeiten wie Energie transformierende Fabriken. Die *synchrone Arbeit* vieler Zellen eines Gewebes bewirkt eine nach außen hin beobachtbare und messbare Aktivität. Direkt beobachtbar ist der Aktivitätszustand des Organismus vor allem in vier Bereichen:

- *Atemtätigkeit (Frequenz, Tiefe)*
- *Herz-Kreislauf-System (Puls, Blutdruck)*
- *Peristaltik des Darmes*
- *Spannungszustand der Skelettmuskulatur*

Die *Lebensenergie* ist keine eigenständige mystische Kraft, sondern sie ist der Sammelbegriff für die synchrone Arbeit unserer Zellen. Synchronisation und Regulation erfolgen durch die Signalsysteme des Nerven- und Hormonsystems, aber auch des Immunsystems. Unter Lebensenergie wird oft auch die *Selbstheilungskraft* des Organismus verstanden (siehe Kapitel [1.11]).

[1.3] Nervensystem und Gehirn

Das Nervensystem besteht aus dem somatischen und dem vegetativen System.

Das *somatische Nervensystem* kontrolliert die Kommunikation mit der Umwelt und gliedert sich in zwei Bereiche, dem *sensorischen* und dem *motorischen System*. Dazwischen liegen assoziative Nervengeflechte, die der reinen Informationsverarbeitung dienen. Zusätzlich wird noch zwischen einer zentralen Informationsverarbeitung (Gehirn, Rückenmark) und einer peripheren Informationsverarbeitung im Körper unterschieden. Im Gehirn, der obersten Instanz des Nervensystems, werden die Psyche und ihr Bewusstsein erzeugt. Das *sensorische System* besteht aus den Sinnesorganen (Rezeptoren, Sensoren) und den von der Peripherie zur Zentrale führenden (afferenten) Nerven. Es dient somit zur Aufnahme und zur Verarbeitung von äußeren Reizen. Das *motorische System* besteht aus den von der Zentrale zur Peripherie führenden (efferenten) Nerven und den Muskeln (Effektoren). Es dient der Steuerung der Bewegungen.

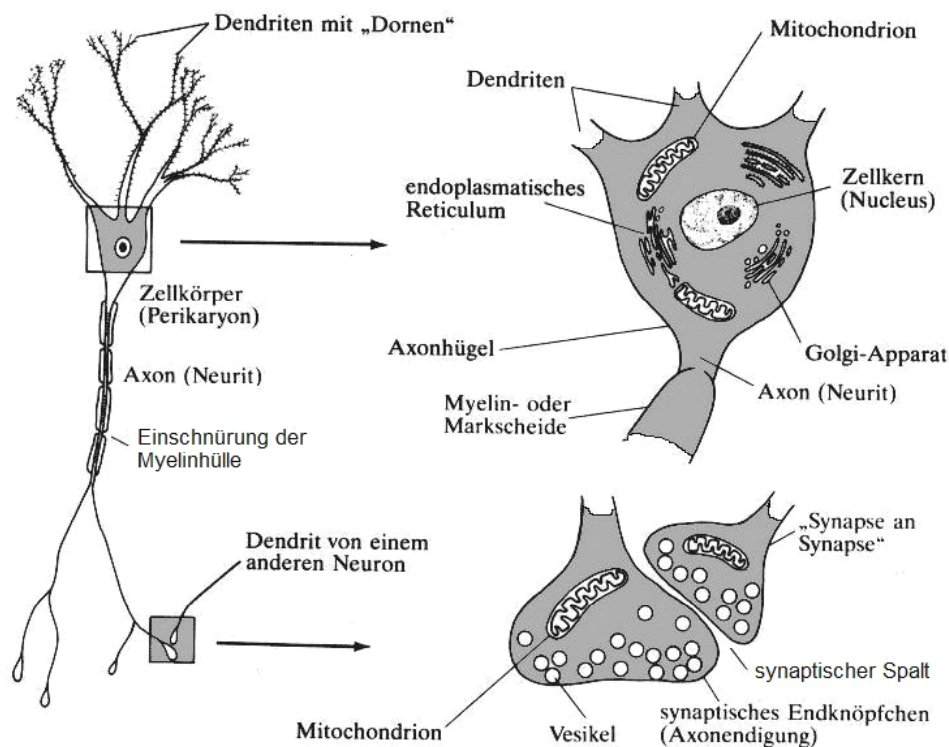
Das *vegetative Nervensystem* steuert und koordiniert die Funktionen der inneren Organe (Verdauung, Atmung, Herzrhythmus, usw.). Es besteht aus zwei gegensätzlich wirkenden Anteilen, *Sympathikus* (Anspannung) und *Parasympathikus* (Entspannung).

[1.3.1] Neuronen und Neurotransmitter

Die *Bauelemente* des Nervensystems sind die *Neuronen* (Nervenzellen mit ihren Ausläufern). Ein Neuron enthält die eigentliche Nervenzelle, viele zuleitende Fortsätze (Dendriten) und nur einen wegleitenden Fortsatz (Neurit, Axon). Der Neurit ist von einer mit Einschnürungen versehenen Schutzschicht (Myelin- oder Markscheide) umhüllt. Die Nervenzelle besteht aus dem *Zellkern* und dem *Zellplasma*. In bestimmten Teilen des Plasmas (Zellorganellen) werden wichtige chemische Stoffwechselfvorgänge durchgeführt. Der Zellkern enthält in seinen Kernfäden (Chromosomen) die Erbanlagen (Gene) des Lebewesens.

Die Neuronen können sich über ihre Ausläufer zu so genannten neuronalen Netzen verbinden, die bestimmte Aufgaben erfüllen. Die Information, die in den Nervenzellen erzeugt und dann in den Nerven weitergeleitet wird, besteht aus *elektrochemischen Erregungsvorgängen*. Die Kontaktstellen zwischen zwei Neuronen heißen *Synapsen*. Diese unterteilt man in präsynaptische Membran, synaptischen Spalt und postsynaptische Membran.

In der Abbildung sind im Inneren der Zelle einzelne Strukturen (Zellkern, Mitochondrien, usw.) dargestellt. Die Blasen (Vesikel) an den synaptischen Endknöpfen enthalten *Transmitterstoffe*, welche die Übertragung elektrischer Signale von einem Neuron auf ein anderes ermöglichen.

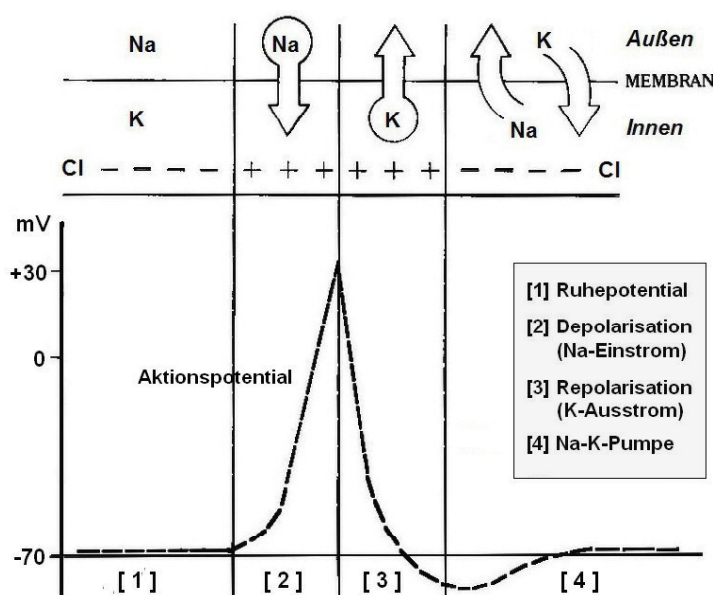


Bei einem elektrochemischen Erregungsvorgang entsteht an der Membran einer Nervenzelle durch Ionenverschiebungen eine elektrische Spannung (Aktionspotential) zwischen Außen und Innen der Zelle. Diese pflanzt sich sprunghaft (saltatorisch) entlang des Neurits fort, d.h. von einer Einschnürung in der Myelinhülle zur nächsten. Wird dabei eine Nervenendigung erreicht, dann kommt es dort zur Freisetzung von chemischen *Neurotransmittern*, die durch den synaptischen Spalt diffundieren. Die Neurotransmitter können sich an entsprechende Rezeptormoleküle in der Membran einer benachbarten Nervenzelle binden, so dass dort Ionenkanäle geöffnet werden und ein neues Aktionspotential entsteht. Die weitergeleitete Information ist dann in der zeitlichen Aufeinanderfolge der Aktionspotentiale verschlüsselt (Frequenzmodulation).

Die eigentlichen klassischen Transmitter sind: Acetylcholin und die Aminosäuren Glutamat, Glycin und die Gamma-Amino-Buttersäure (GABA). Die Monoamine Dopamin, Noradrenalin, Adrenalin, Serotonin regulieren als Neuromodulatoren die eigentlichen Transmitter. Daneben gibt es noch weitere, modulierend wirkende Neuropeptide wie die Endorphine und Enkephaline. Diese opiumähnlichen Moleküle (endogene Opiate) bewirken unmittelbar keine Leitfähigkeitsänderungen in den synaptischen Membranen, sondern beeinflussen Intensität und Dauer der Wirkung der eigentlichen Transmitter.

Aktionspotential und Erregungsübertragung

Die Nervenzelle ist von ihrer Umgebung durch eine *Membran* abgegrenzt. Auf Grund einer bestimmten Verteilung von Ionen (vor allem Natrium und Kalium) besteht zwischen Innenraum und Außenraum eine elektrische Spannung (Ruhepotential, ca. -70 mV). Die Membran enthält Kanäle von verschiedener Breite, durch welche selektiv bestimmte Ionen hinein oder hinaus wandern können. Durch die Ionenverschiebungen ändert sich die elektrische Spannung zwischen Innen- und Außenraum der Zelle. Die Spannungsänderung (*Aktionspotential*, ca. +30 mV) wird nun entlang der Nervenfortsätze weitergeleitet. Dann werden die Ionen in umgekehrter Richtung bewegt (Ionenpumpe) und das Ruhepotential wiederhergestellt. Die Energie für diese Ionenpumpe liefert das ATP-Molekül (Adenosintriphosphat). Den ganzen Vorgang nennt man eine *elektrochemische Erregung*. Er dauert ca. eine Millisekunde.

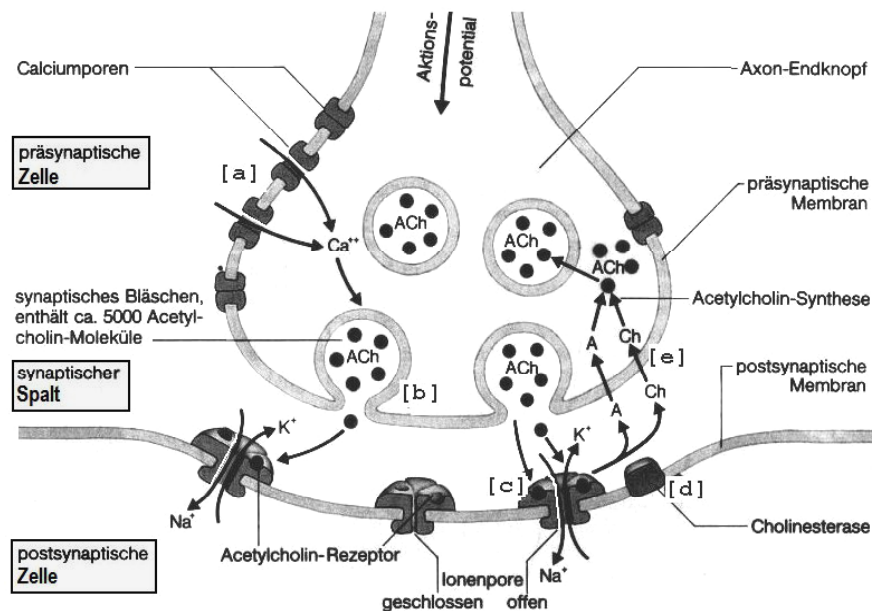


Erreicht ein Aktionspotential die präsynaptische Membran eines Neurons, dann werden dort die Transmitter-Moleküle freigesetzt, welche den Spalt überqueren und sich an Rezeptor-Moleküle an der postsynaptischen Membran eines benachbarten Neurons anheften. Dadurch öffnen oder schließen sich selektiv Membrankanäle in denen der Einstrom der Ionen stattfindet. Somit steuern die Transmitter die Weiterleitung der elektrischen Signale – entweder erregend (exzitatorisch) oder hemmend (inhibitorisch). Ob es zu einer Erregung oder zu einer Hemmung kommt, hängt nicht nur vom Transmitter ab, sondern auch vom Rezeptor.

Bei der *schnellen erregenden synaptischen Übertragung* (exzitatorisch) öffnen die Rezeptoren Na-Kanäle. Natrium strömt ein und verursacht eine gewisse Depolarisation (das heißt, das lokale Membranpotential wird weniger negativ). Diese erregende Reaktion (EPSP, exzitatorisches postsynaptisches Potential) ist abgestuft und in ihrer Stärke davon abhängig, wie viele Rezeptoren bzw. Kanäle aktiviert wurden. Sind ausreichend viele Rezeptoren in Tätigkeit versetzt (Summationseffekt), dann wird das Membranpotential im Anfangsteil der Nervenfasern, wo sie den Zellkörper verlässt, depolarisiert. Sobald die Aktionspotentialschwelle (Generatorpotential) bei den hier befindlichen Natriumkanälen erreicht ist, entsteht ein postsynaptisches Aktionspotential, das sich dann entlang der Nervenfasern weiter fortpflanzt. Der Transmitter **Glutamat** (GLUT) ist das Arbeitspferd unter den schnellen erregenden Neurotransmittern.

Bei der *schnellen hemmenden synaptischen Übertragung* (inhibitorisch) steuern die Rezeptoren gewöhnlich geschlossene Chlorid-Kanäle. Sie öffnen die Kanäle, Chloridionen strömen ein und hyperpolarisieren die Zellmembran (ihr Potential wird also negativer als das Ruhepotential). Dieses inhibitorische postsynaptische Potential (IPSP, ca. -80 mV) verhindert das Erreichen des Schwellwertes zur Erzeugung des Aktionspotentials, sodass keine Signalfortpflanzung erfolgt. Der Transmitter **Gamma-Amino-Buttersäure** (GABA) ist das Arbeitspferd unter den schnellen hemmenden Neurotransmittern.

Gelangt ein Aktionspotential in der Nervenfasern an eine Synapse, dann kommt es dort zu einer Erregungsübertragung auf das benachbarte Neuron. Das elektrochemische Geschehen soll am Beispiel einer exzitatorischen Synapse mit **Acetylcholin** (ACh) als Neurotransmitter beschrieben werden, wobei das Acetylcholin in der Nervenendigung aus Acetyl-Coenzym-A (Acetyl-CoA) und Cholin gebildet und in den Vesikeln (Blasen) gespeichert wird. ACh ist der meist erforschte Neurotransmitter, u.a. vermittelt er die Erregungsübertragung zwischen Nerven und Muskeln.



- [a] Wenn ein Aktionspotential die Endigung erreicht, dann öffnen sich die zuvor geschlossenen Calciumkanäle und lassen Calciumionen Ca^{2+} einströmen.
- [b] Dies bewirkt, dass die Vesikel mit der präsynaptischen Membran verschmelzen und dann ACh-Moleküle in den synaptischen Spalt entlassen.
- [c] Der freigesetzte Transmitter bindet sich an spezifische ACh-Rezeptoren auf der postsynaptischen Membran am benachbarten Neuron und löst dort die Öffnung von Membrankanälen aus. Viele Na^+ -Ionen strömen ins Zellinnere und wenige K^+ -Ionen nach außen. Dadurch wird ein postsynaptisches Aktionspotential aufgebaut und die Erregungsleitung fortgesetzt.
- [d] Der Transmitter ACh wird dann an den Membranrezeptoren durch das Enzym Acetylcholinesterase (AChE) sofort zu Acetat (A) und Cholin (Ch) abgebaut.
- [e] Diese Produkte werden zuletzt von der präsynaptischen Nervenendigung aufgenommen und anschließend zur neuerlichen Synthese von Acetylcholin verwendet.

Anmerkung: Für die Transmitter gibt es an der präsynaptischen Membran zusätzliche Autorezeptoren. Über diese kann ein freigesetzter Transmitter bei Erreichung einer bestimmten Verteilungsdichte seine eigene Freisetzung hemmen (negative Rückkopplung).

Acetylcholin (ACh) ist der selektive Transmitter an der neuromuskulären Endplatte zwischen Nervenfasern und Muskelzelle und an bestimmten anderen peripheren Synapsen des autonomen Nervensystems (zum Beispiel im Herzen). Er kann als der am gründlichsten untersuchte und wohl bekannteste Transmitter gelten. 1924 entdeckte *Otto Loewi* in einem klassischen Experiment der Neurobiologie das Acetylcholin und klärte damit die Frage, ob die synaptische Übertragung vom Vagusnerv zum Herzmuskel (und auch an anderen Synapsen) elektrischer oder chemischer Natur ist. Loewis Experiment - ein Modell dafür, wie einfach ein Versuch sein kann - verdient es, genau beschrieben zu werden. Der Vagusnerv ist einer der größeren Nerven, die das Herz kontrollieren. Aus einem Frosch kann man ihn und das Herz herauspräparieren und in einer Schale mit so genannter Ringerlösung am Leben halten. Diese Lösung ähnelt in ihrer Salzzusammensetzung dem Blut. Eine elektrische Reizung des Vagus, ob im lebenden Tier oder an einem isolierten Herzen in einem Gefäß, verlangsamt den Herzschlag. Loewi reizte den Vagus eines in Ringerlösung überführten Herzens viele Male und löste jedesmal eine Senkung der Herzfrequenz aus. Anschließend entnahm er der Schale mit dem stimulierten Herzen etwas Lösung und gab sie in eine andere Schale mit einem zweiten Froschherzen. Auch dieses Herz schlug daraufhin langsamer. Das Experiment bewies, dass die synaptische Übertragung mit Hilfe eines chemischen Transmitterstoffes abläuft.

Es gibt zwei Haupttypen von ACh-Rezeptoren, von denen die einen erregend auf die Skelettmuskulatur einwirken (nicotinerge Rezeptoren) und die anderen u.a. den Herzmuskel hemmend beeinflussen (muscarinerge Rezeptoren). Am Beispiel von ACh wird klar, dass es weniger der Transmitter ist, der die "Botschaft" bei der synaptischen Übertragung vermittelt, sondern der jeweilige Rezeptor.

Über ACh-Bahnen im Gehirn weiß man weitaus weniger. Die Zellkörper der wichtigsten ACh-Bahn des Gehirns befinden sich im Nucleus basalis (ihre Fasern ziehen in weite Teile der Großhirnrinde) und in den Septumkernen (deren Fasern zum Hippocampus ziehen). In den Gehirnbahnen übt ACh keine schnellen synaptischen Wirkungen aus (so wie es dies an den Muskeln tut), sondern ruft eher *langsame synaptische Effekte* über zusätzliche Vermittlerstoffe (*second messengers*) hervor. Bei der langsamen und schnellen synaptischen Übertragung gleichen sich die ersten Schritte bis einschließlich zu dem Moment, in dem sich der Überträgerstoff an die Rezeptormoleküle der postsynaptischen Membran anlagert. Doch dann trennen sich ihre Wege. *Langsame Rezeptoren* sind nicht direkt an Ionenkanäle gekoppelt. Sie aktivieren stattdessen so genannte G-Proteine, die ihrerseits Vermittlerstoffe im Inneren der Zelle aktivieren. Beispielhaft für ein solches System ist die (durch ein G-Protein vermittelte) Umwandlung von ATP in cAMP (d.h. Aufspaltung von Adenosintriphosphat in das zyklische Adenosinmonophosphat und einen Phosphatrest). Erstens wird dadurch Energie frei, und zweitens wirkt cAMP dann als second messenger für die Phosphorylierung eines Proteins, d.h. die Verbindung eines Proteinmoleküls mit einem Phosphatmolekül. Dadurch wird das Protein als Enzym aktiv und beschleunigt einen bestimmten biochemischen Prozess im intermediären Stoffwechsel der Zelle.

Weitere gut untersuchte Neurotransmitter des Gehirns sind die zwei Monoamine **Dopamin** und **Noradrenalin**. Sie werden in den Zellen aus Tyrosin hergestellt, einer Aminosäure, die gewöhnlich in der Nahrung vorkommt. Tyrosin wird zunächst in L-Dopa, dann in Dopamin, schließlich in Noradrenalin und zuletzt in **Adrenalin** umgewandelt. Welches Endprodukt - ob Dopamin, Noradrenalin oder Adrenalin - entsteht, hängt davon ab, welche Enzyme in der Zelle vorliegen. Es gibt drei wichtige dopaminerge Nervenbahnen im Gehirn. Eine befindet sich im Hypothalamus im Zwischenhirn, eine andere erstreckt sich von der so genannten "Substantia nigra" im Mittelhirn zu den Basalganglien des Großhirns, eine weitere verläuft vom Hirnstamm zur Großhirnrinde und zu anderen Vorderhirnstrukturen.

Bei der *Parkinson*-Krankheit (Schüttellähmung) gehen dopaminhaltige Zellen in der "Substantia nigra" zu Grunde. Die Symptome der Erkrankung sind Ausdruck der daraus resultierenden verminderten Dopaminübertragung in den Stammganglien und Basalganglien. Injiziert man den Patienten L-Dopa, das sich im Gehirn in Dopamin umwandelt, dann verbessert sich ihr Zustand.

Das dopaminerge System, welches auf das Vorderhirn hinzielt (projiziert), spielt eine wichtige Rolle bei der schweren Geisteskrankheit *Schizophrenie*. Im Allgemeinen blockieren Substanzen, die schizophrene Symptome lindern, dopaminerge Synapsen im Gehirn. Viele Forscher vertreten so die Ansicht, Ursache der Schizophrenie sei eine Überaktivität des mesolimbischen Dopaminsystems in der Tiefe des Großhirns und eine kompensatorische Unteraktivität im Vorderhirn.

Fast alle *noradrenergen* Bahnen des Gehirns entspringen im "Locus coeruleus", einer kleinen Nervenzellansammlung im Hirnstamm, und entsenden ihre Fasern zu praktisch allen Vorderhirnstrukturen. Das Noradrenalinssystem reguliert das Aktivierungsniveau (*ARAS*, aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem) und wirkt auch an der Konsolidierung des Gedächtnisses mit.

Serotonin ist ein weiterer Neurotransmitter, der in den Zellen aus einer in der Nahrung vorkommenden Aminosäure hergestellt wird, dem Tryptophan (in Bananen reichlich vorhanden). Serotonin wird wie Dopamin und Noradrenalin zur chemischen Klasse der Monoamine gezählt. Die Zellkörper der serotonergen Bahnen im Gehirn befinden sich hauptsächlich in den Raphe-Kernen des Hirnstammes. Ihre Fasern ziehen zum Hypothalamus im Zwischenhirn und zu den Vorderhirnstrukturen des Großhirns.

Bei schwerer *Depression* spielen die noradrenergen und serotonergen Bahnen eine entscheidende Rolle. Im Allgemeinen lassen sich schwere depressive Zustände durch Substanzen günstig beeinflussen, welche die Aktivität noradrenerger und serotonerger Bahnen im Gehirn erhöhen oder verstärken. Allerdings gelingt es diesen Substanzen kaum, die Symptome der bipolaren Störung zu lindern, bei der sich depressive und manische Phasen abwechseln. Patienten mit bipolarer Störung sprechen jedoch auf Lithium gut an.

Alle diese für das psychische Wohlbefinden offenbar entscheidenden Neurotransmittersysteme des Gehirns wirken über den langsamen Übertragungsmechanismus der "second messenger". Interessanterweise machen sie nur wenige Prozent der gesamten Nervenüberträgerstoffe im Gehirn aus. Die schnellen Transmitter wie Glutamat und GABA kommen sehr viel häufiger vor und sind viel weiter verbreitet. Die langsamen synaptischen Wirkungen dauern einige Zehntelsekunden und dienen häufig der Modulation der schnellen Transmitterwirkungen. So dämpfen beispielsweise so genannte Opiate an den Synapsen im Rückenmark die Schmerzübertragung mittels Glutamat. Der Nachweis von Nervenzellrezeptoren im Gehirn, die auf Opium und seine Abkömmlinge - Morphin und Heroin - ansprechen, ist ein verblüffendes Forschungsergebnis der neueren Zeit. In der Folge stieß man auf *Hirnopiate*, d.h. von Nervenzellen und Hypophyse (Hirnanhangdrüse) hergestellte Substanzen, welche auf die Rezeptoren einwirken und sehr ähnliche Effekte wie Morphin hervorrufen: Sie lindern Schmerzen und lösen angenehme Empfindungen aus. Die Hirnopiate sind allesamt Peptide (Ketten von Aminosäuren) und entstammen drei Superhormonfamilien, deren Aufbau von den Genen der entsprechenden Zellen gesteuert wird. Diese riesigen Eiweißmoleküle werden gespalten, um dann drei viel kleinere opiumähnliche Peptide hervorzubringen: *Endorphine*, *Enkephaline* und *Dynorphine*. Enkephaline findet man in Nervenzellen, welche zum langsamen Schmerzsystem gehören.

Die Wirkung vieler *Medikamente* beruht darauf, dass sie den natürlichen Botenstoffen nachgebaut werden und Rezeptormoleküle besetzen. Die *agonistischen Medikamente* erzielen die gleiche Wirkung wie die Botenstoffe. *Antagonisten* besetzen die Rezeptoren und blockieren sie ohne eine Wirkung zu erzielen, wodurch die natürlichen Botenstoffe ausgeschaltet sind.

[1.3.2] Neuronale Netze

Ein Neuron ist idealisiert ein einfaches Schaltelement, das viele Eingangssignale X_i (Inputs) in nur ein Ausgangssignal Y (Output) umwandelt. Die Signale sind digitalisiert, d.h. 0 = KEIN Signal und 1 = EIN Signal. Der Index i bezeichnet die i -te Synapse von insgesamt n Inputleitungen. Die Verbindungsstärke einer Synapse mit einem Neuron ist durch die Anzahl der chemischen Transmitterspeicher und Rezeptor-Moleküle gegeben. Man nennt sie Synapsengewicht W_i .

Das Neuron bildet die gewichtete Summe aller Inputs $S = \sum (W_i * X_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$. Dann wird diese Summe mit einem internen Schwellenwert G verglichen.

Ist $S < G$, dann bleibt das Neuron stumm, sein Outputsignal ist 0.

Ist $S = G$ oder $S > G$, dann feuert das Neuron, sein Outputsignal ist 1,
d.h. an seiner Membran entsteht ein Aktionspotential.

Neuronale Netze (Netzwerke) bestehen grundsätzlich aus Neuronen (Nervenzellen mit Ausläufern) und aus deren Synapsen (Kontaktstellen). Eingangs-Neuronen nehmen Signale aus der Außenwelt auf. Dann folgt die Schicht der Zwischen-Neuronen (Interneuronen), wo die Signalverarbeitung stattfindet. Zuletzt folgt die Schicht der Ausgangs-Neuronen, welche die Resultate der Signalverarbeitung repräsentieren.

Lernen bedeutet eine Änderung des neuronalen Netzes, d.h. es ändern sich nachhaltig die *Verbindungsstärken* der Synapsen an den beteiligten Neuronen und es können auch zusätzliche Synapsen entstehen. Es können sogar neue Neuronen gebildet werden (*Neurogenese*). Damit ändern sich die Vernetzungsdichte und die gesamte *Outputleistung* des Netzes.

Beim Lernen im neuronalen Netz werden bestimmte Eingangssignale zu bestimmten Ausgangssignalen umgeformt. Es kann zusammenfassend durch die so genannte **Hebbsche Lernregel** beschrieben werden: Wenn zwei miteinander verbundene Neuronen oftmals gleichzeitig aktiv sind, dann wird die synaptische Verbindung zwischen ihnen stärker („*what fires together, wires together*“, „*use it or lose it*“). Der Verlauf der synaptischen Verbindungsstärken in der Umgebung eines Neurons wird durch die so genannte Nachbarschaftsfunktion beschrieben. Dabei stellt sich ein gewinnendes Neuron heraus, das immer stärker als seine Nachbarn aktiv ist („*the winner takes it all*“).

Grundsätzlich werden zwei Lernarten unterschieden:

[1] **Überwachtes oder angeleitetes Lernen (d.h. mit einem äußeren Trainer)**

[2] **Nicht überwachtes oder selbstorganisierendes Lernen (d.h. ohne Trainer)**

Beim **angeleiteten Lernen** erfolgt durch einen Trainer ein *Feedback*, d.h. eine Rückmeldung zur Minimierung der Fehler, so dass der tatsächliche Output schrittweise einem erwünschten Output angeglichen wird.

In **selbstorganisierenden Netzen** passen sich die Synapsenstärken schrittweise den einlangenden *Inputmustern* an. Die stummen und feuernden Neuronengruppen im Netz werden zu einem Abbild der Inputmuster, so dass gleiche Inputreize immer dieselben Neuronengruppen erregen. Die Neuronen repräsentieren dann eine *Landkarte* (map) der Reizumwelt.

Dabei kommt es auf der neuronalen Eigenschaftskarte zu einer Reduzierung der Dimensionalität des Eigenschaftsraumes. Aus der Reizvielfalt werden nur einige wenige Haupteigenschaften extrahiert - das sind diejenigen, in denen die Inputmuster am deutlichsten variieren. So erregen auch *ähnliche Inputreize* dieselben Neuronengruppen. Diese *Abstraktionsleistung* ermöglicht erst die Bildung von Kategorien (d.h. von Begriffen wie „schwer“, „leicht“, „rund“, „eckig“, usw.).

Durch die Häufigkeit der Darbietung des gleichen Inputs wird das ihn repräsentierende Areal im neuronalen Netz vergrößert. Diese *Neuroplastizität* lässt sich bei professionellen Gitarrespielern oder auch bei Blinden, die häufig mit ihren Fingern in der Blindenschrift lesen, nachweisen. Die grafische Darstellung der aktiven sensorischen Areale für die entsprechenden Finger in der hinteren Zentralwindung der Gehirnrinde (Cortex) mit Hilfe moderner bildgebender Verfahren hat folgende zwei Ergebnisse gezeigt: Erstens baut sich der Cortex zeitlebens gemäß den von ihm verarbeiteten Inputs um, und zweitens erfolgt der cortikale Umbau besonders ausgeprägt in jüngeren Lebensjahren, d.h. die Lerngeschwindigkeit sinkt mit zunehmendem Alter.

Die neuronalen Netze erkennen Muster, sie sind zu Abstraktionsleistungen fähig. Selbstorganisierende Netzwerke extrahieren Regelmäßigkeiten aus Inputmustern und bilden sie nach Häufigkeit, Ähnlichkeit und Wichtigkeit auf Eigenschaftskarten ab. Zusätzliche Zwischenschichten repräsentieren als Arbeitsgedächtnis den zeitbedingten Kontext eingegebener Information.

Die menschlichen Gehirne sind *Regel-Erkennungs-Maschinen*. Lernen funktioniert nur dann optimal, wenn wichtige Bedingungen erfüllt sind:

- **Langsam und schrittweise.**
- **Regelmäßig mit klaren und gut unterscheidbaren Inputmustern.**
- **Feedbacks sollten ohne Zeitverzögerung, aber sparsam eingesetzt werden.**
- **Positives Feedback (Belohnung) ist effektiver als negatives (Bestrafung).**

[1.3.3] Das zentrale Nervensystem (ZNS)

Der überwiegende Teil der etwa 200 Milliarden Neuronen des zentralen Nervensystems befindet sich im Gehirn, das ca. 1,3 kg wiegt. Dabei kann eine Nervenzelle bis zu 10 000 Synapsen aufweisen, so dass vielschichtige Netzwerke entstehen. Die Zellen selbst erscheinen als graue, ihre Fortsätze als weiße Substanz.

Das ZNS besteht oben aus dem *Gehirn* in der Schädelhöhle und setzt sich nach unten durch das Hinterhauptsloch der Schädelbasis in das *Rückenmark* im Wirbelkanal der Wirbelsäule fort. Im interzellulären Raum befinden sich neben Blutgefäßen noch so genannte *Gliazellen*, die für bestimmte Nervenfasern isolierende Hüllschichten (Markscheiden) produzieren und chemische Synthesen ausführen. Die Gliazellen umkleiden auch die Blutgefäße und tragen so zur Blut-Hirn-Schranke bei, die verhindert, dass viele Substanzen (z.B. Antibiotika) ins Gehirn gelangen.

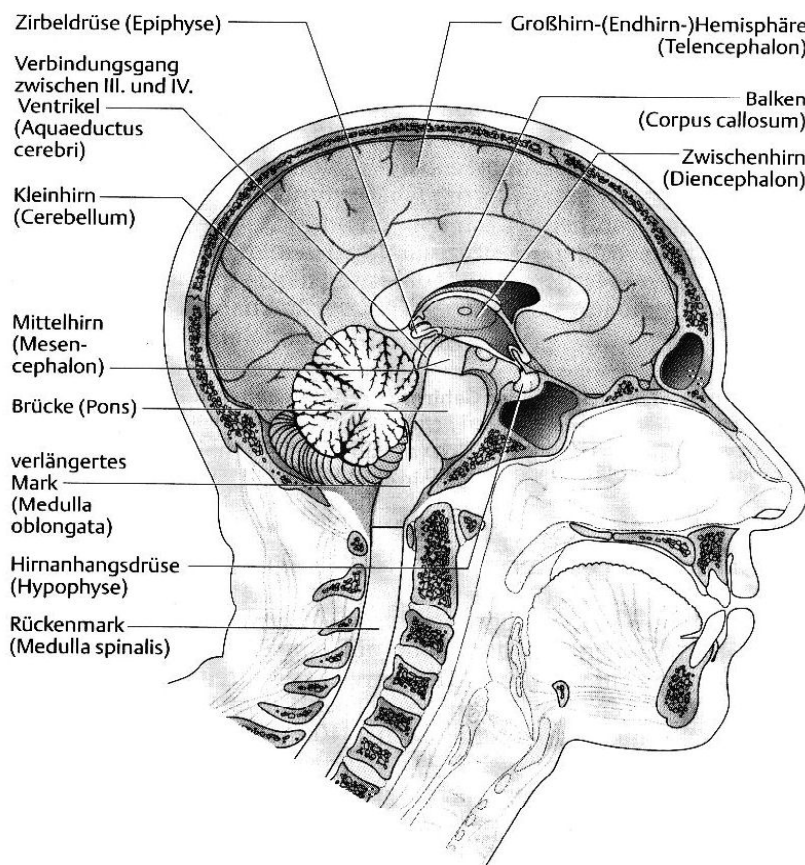
Das Nervengewebe wird geschützt durch *drei Hirnhäute*. Im Spalt zwischen den beiden inneren Häuten befindet sich die *Hirnflüssigkeit* (Liquor cerebrospinalis), die in den vier *Hirnkammern* (Ventrikeln) gebildet wird und als Stoßdämpfer dient. Die Flüssigkeit wird durch die venösen Blutgefäße resorbiert. Die Blutversorgung des Gehirns erfolgt frontal über die zwei Kopfarterien (arteria carotis) und dorsal über die zwei Wirbelarterien (arteria vertebralis).

Das Gehirn ist grundsätzlich in zwei Hälften (*Hemisphären*) geteilt, wobei jede für die gegen-einander Körperhälfte zuständig ist. Alle afferenten (zuleitenden) und efferenten (wegleitenden) Nervenbahnen kreuzen im Gehirn auf die Gegenseite.

Unter einem Kern (nucleus) versteht man eine abgrenzbare Ansammlung von Nervenzellen, der eine bestimmte Funktion zugeordnet ist. Im gesamten Gehirn hat man viele solche Kerngebiete lokalisiert. Dies geschieht häufig durch elektrische Reizung mit dünnen, vorsichtig eingeführten Stahlelektroden und anschließender Beobachtung der Reaktionen. Mithilfe der funktionellen Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT) und mit der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) können grafische Bilder von aktiven Gehirnregionen dargestellt werden.

Der entwicklungsgeschichtlich ältere *Hirnstamm* wird in Zwischenhirn, Mittelhirn und Brücke unterteilt. Das darunter liegende *verlängerte Rückenmark* geht in das *Rückenmark* über. Das dahinter liegende *Kleinhirn* dient der Koordination der Körpermotorik. Das darüber liegende, entwicklungsgeschichtlich jüngere *Großhirn* gliedert sich in das weiße Mark innen und die graue Rinde (Cortex) außen. Die folgende Grafik zeigt ein Querschnittsbild des gesamten Gehirns.

Großhirn - Hirnstamm und Kleinhirn - verlängertes Mark - Rückenmark



wichtige Begriffe

zentral = im Zentrum
 peripher = am Rand
 cranial = oben
 caudal = unten
 dorsal = hinten
 ventral = vorne
 (frontal = vorne)
 dexter = rechts
 sinister = links
 medial = mittig
 lateral = seitlich

afferent (sensorisch)
 = zum Zentrum hin

efferent (motorisch)
 = vom Zentrum weg

Die vier Hauptfunktionen des Nervensystems

(1) **Verbindung mit der Welt:** Aufnahme, Verarbeitung, Beantwortung von Reizen. Das entspricht der sensorischen, zentralen und motorischen Informationsverarbeitung. Bemerkenswert ist, dass sensorische Funktionen zumeist dorsal (hinten), jedoch motorische Funktionen zumeist ventral (vorne) zu finden sind.

(2) **Sitz des Bewusstseins:** Im Gehirn, insbesondere in der Großhirnrinde.

(3) **Sitz der Emotionalität:** Im Gehirn, insbesondere im limbischen System.

(4) **Regulation der Organätigkeit:** Vor allem durch das vegetative Nervensystem.

Das Großhirn (Telencephalon)

Außen befindet sich die graue, aus Nervenzellen bestehende *Großhirnrinde* (Cortex) und innen das weiße, aus Nervenfasern bestehende *Großhirnmark*. Die beiden Hirnhälften werden durch den *Balken* verbunden. In der Tiefe liegen innen auch die großen Kerngebiete der *Basalganglien*, der Streifenkörper (Striatum) und der bleiche Kern (Pallidum), die für die Bewegungskontrolle wichtig sind. Vom Großhirn abwärts ziehen die langen Projektionsbahnen durch Hirnstamm und Rückenmark in den Körper. Im Großhirn befinden sich auch die erste und zweite Hirnkammer.

Das Zwischenhirn (Diencephalon)

Unterhalb des Großhirns befindet sich das Zwischenhirn. In der Mitte liegt die dritte Hirnkammer, und seitlich dorsal befinden sich die beiden *Thalami* (Sehhügel). In diese strahlen die afferenten sensorischen Fasern von den Sinnesorganen ein und werden in den Thalamus-Kernen umgeschaltet.

Am Boden der dritten Hirnkammer liegt der so genannte *Hypothalamus* mit seinen vegetativen Steuerzentren für Temperaturregelung, Sexualität, Lust, Hunger und Durst. An den Hypothalamus schließen die zwei Hormondrüsen *Epiphyse* und *Hypophyse*. Das Zwischenhirn ist die Schnittstelle zwischen dem somatischen Nervensystem, dem vegetativen Nervensystem und dem Hormonsystem.

Das Mittelhirn (Mesencephalon)

Die dritte Hirnkammer setzt sich hier nach unten als schmaler Gang fort. Ventral (vorne) liegt das *Tegmentum* (Haube) mit seinen motorischen Ursprungskernen von einigen Hirnnerven und dorsal (hinten) liegt das *Tectum* (Vierhügelplatte). In das Tectum strahlen Seitenäste von afferenten Bahnen ein und dessen Kerne sind für optische und akustische Reflexe verantwortlich. Weitere sehr bedeutsame Areale sind die motorischen Zentren, vor allem die *Stammganglien* des schwarzen und roten Kerns (Nucleus niger und Nucleus ruber). Sie sind den Basalganglien des Großhirns (Striatum und Pallidum) nachgeschaltet und steuern über absteigende Bahnen die unbewusste Körpermotorik. Dieses System wird extrapyramidal motorisch genannt (*EPM*) - im Gegensatz zur willkürlichen Motorik, welche von den motorischen Zentren des Cortex und über die absteigende Pyramidenbahn kontrolliert wird.

Die Brücke (Pons)

Der schmale Gang im Mittelhirn erweitert sich nach unten zur vierten Hirnkammer. Auf deren Boden liegt die Rautengrube, an die sich zur Hirnbasis hin eine kräftige Auftreibung anschließt. Diese Brücke enthält wichtige Kerne, welche der Verbindung von Großhirn und Kleinhirn dienen (Großhirn - Kleinhirn - Bahnen). Unterhalb der Brücke liegt das verlängerte Mark.

Das Kleinhirn (Cerebellum)

Das Kleinhirn liegt hinter der Brücke unter dem Hinterhauptsappen des Großhirns und gliedert sich außen in eine graue Rinde und innen in ein weißes Mark. Die Kleinhirnschenkel verbinden das Kleinhirn mit dem Mittelhirn, der Brücke und dem verlängerten Mark. Die Neuronen des Kleinhirns erhalten über afferente Fasern sensorische Meldungen vom benachbarten Gleichgewichts-Sinnesorgan und von den Sehnen-Rezeptoren der Körpermuskulatur. Nach deren Verarbeitung werden motorische Erregungen erzeugt, die zur Regulation des Muskeltonus und der Feinregulation der gesamten Körpermotorik dienen. Beeinträchtigungen oder Ausfälle von Kleinhirnkernen führen zu Bewegungsstörungen (Kleinhirntaxien).

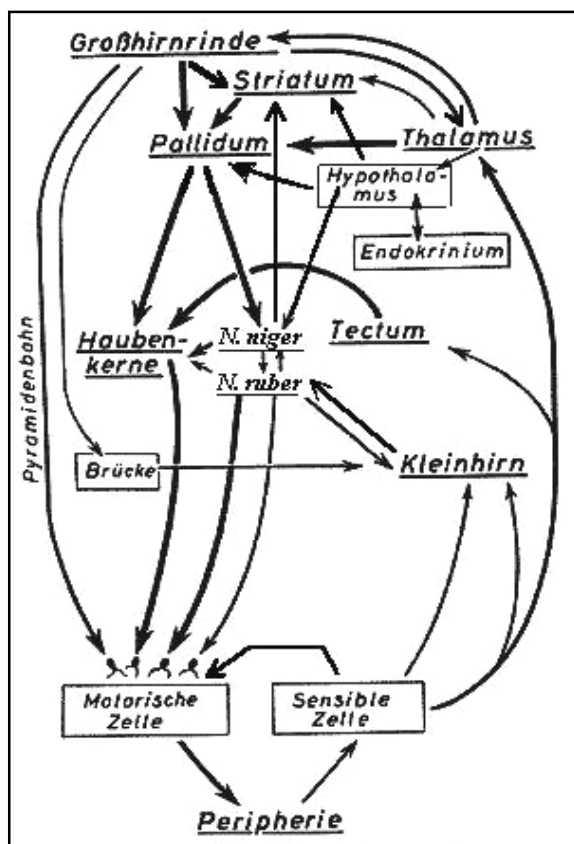
Das verlängerte Mark (*Medulla oblongata*)

Neben den zum Hirnstamm aufsteigenden und zum Rückenmark absteigenden Bahnen enthält das verlängerte Mark wichtige Kerngebiete von Hirnnerven, aber auch *Steuerzentren* für das vegetative Nervensystem (Atemzentrum und Kreislaufzentrum). Ein sehr interessantes Gebiet ist die *formatio reticularis (ARAS)*, aufsteigendes, retikuläres Aktivierungssystem). Dieses verstreute Netzwerk versorgt die Großhirnrinde mit unspezifischen Erregungen und steuert so den Wachheitszustand (von tiefster Bewusstlosigkeit bis zur hellwachen Aufmerksamkeit).

Aus dem Gehirn treten im Gebiet des Hirnstammes und des verlängerten Markes *12 Hirnnerven-Paare*, welche sensorische, motorische und vegetative Anteile aufweisen (für jede Körperhälfte ein Nerv). Diese innervieren vor allem verschiedene Bereiche des Gesichtsschädels, z.B. der Sehnerv, der Augenmuskelnerv, der dreiästige Trigeminus, usw. Der zehnte Hirnnerv (N. vagus) entspringt im verlängerten Mark. Er innerviert vegetativ (parasymphatisch) die inneren Organe.

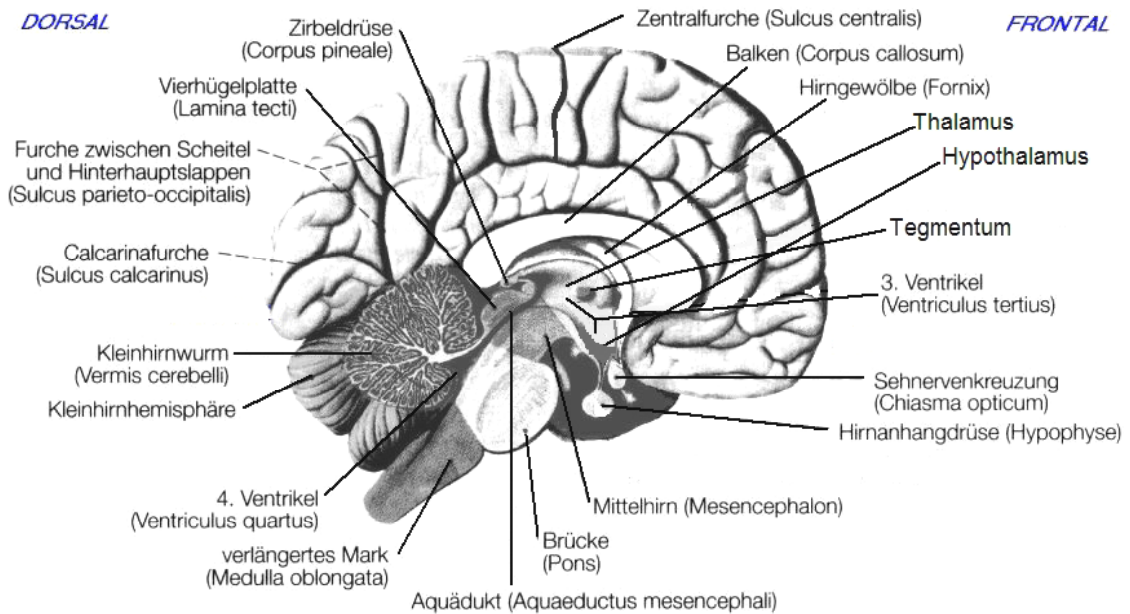
Das Rückenmark (*Medulla*)

Die Wirbelsäule ist das zentrale Stützskelett des Rumpfes und besteht aus 32 Wirbeln und den dazwischenliegenden Bandscheiben, die als Stoßdämpfer wirken. Innerhalb der Wirbelsäule befindet sich im Wirbelkanal das Rückenmark. Aus dem Rückenmark treten beidseitig durch die Zwischenwirbellöcher in der Wirbelsäule *31 Körpernerven-Paare*. Die unteren Rückenmarksnerven vereinigen sich zum Ischiasserv. Er innerviert Haut und Muskeln der Beine. So wie das Gehirn ist auch das Rückenmark durch drei Hirnhäute geschützt (harte Hirnhaut, Spinnwebhaut, weiche Hirnhaut). Zwischen den inneren Häuten liegen Blutgefäße und die Hirnflüssigkeit.



- **Großhirnrinde**
(motorisch – sensorisch)
- Basalganglien
(Striatum, Pallidum, ...)
- **Zwischenhirn**
(Thalamus, Hypothalamus, ...)
Endokrinium = Hormonsystem
- **Mittelhirn**
(Tectum, Tegmentum, ...)
- Stammganglien
(N. niger, N. ruber, ...)
- **Brücke, Kleinhirn**
- **Verlängertes Mark**
- **Rückenmark**
- **Körperperipherie**

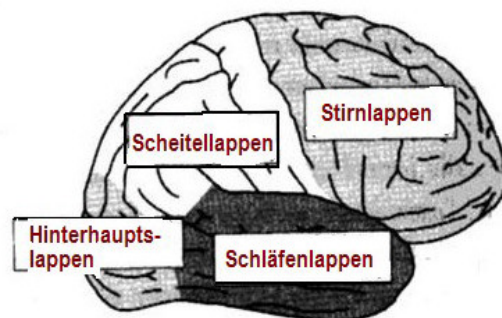
[1.3.4] Gehirn und Großhirn



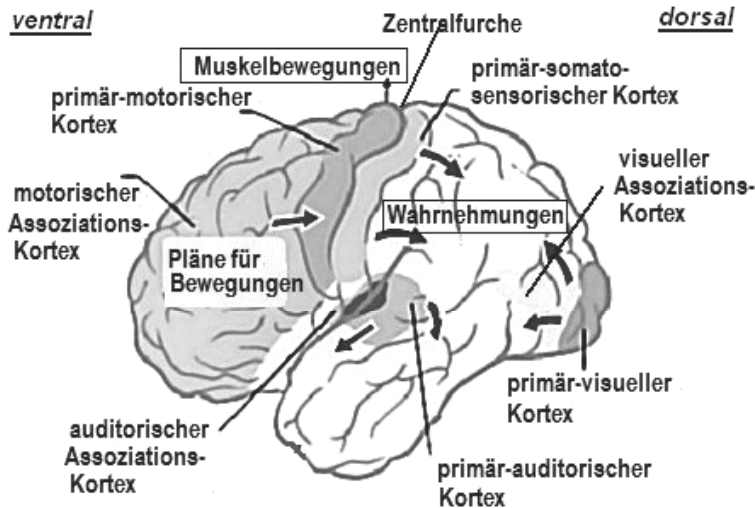
Von außen betrachtet scheint die Hauptmasse des Gehirns aus den beiden Großhirnhemisphären (linke und rechte Großhirnhälfte) zu bestehen, welche die übrigen Teile so überwölben, dass diese von oben und von der Seite kaum sichtbar sind. Beide Hemisphären sind durch die *Längsfurche* (Fissura longitudinalis cerebri) getrennt, die bis zu den querlaufenden Fasermassen des *Balkens* (Corpus callosum) herunterreicht. Der Balken enthält die Verbindungsbahnen der beiden Hirnhälften. Sprache und analytisches Denken sind bei den meisten Menschen in der *linken Hemisphäre* des Großhirns lokalisiert. Die *rechte Hemisphäre* hingegen ist dann auf andere Funktionen spezialisiert - auf räumliche Orientierung, auf Musikalität, auf emotional besetzte Erlebnis- und Verhaltensweisen. Bei Rechtshändern liegen die Sprachzentren fast immer in der linken Hirnhälfte. Zur Feststellung der sprachdominanten Hirnhälfte gibt es verschiedene Tests.

Die Oberfläche der Großhirnrinde ist durch Furchen (Sulcus) in Windungen (Gyrus) gegliedert. Diese Faltung bewirkt eine deutliche Vergrößerung der aktiven Oberfläche. Die großen Lappen der Rinde (Stirnlappen, Scheitellappen, Hinterhauptslappen und zwei Schläfenlappen) werden durch tiefe Furchen begrenzt. Zwischen Stirnlappen und Scheitellappen verläuft die *Zentralfurche* (Sulcus centralis). Dahinter liegt die hintere Zentralwindung (Gyrus postcentralis), davor die vordere Zentralwindung (Gyrus präcentralis). Die gesamte Körperfläche mit ihren einzelnen Teilen ist in der hinteren Zentralwindung sensorisch, in der vorderen Zentralwindung hingegen motorisch repräsentiert (Homunculus-Projektionen).

- Stirnlappen (Lobus frontalis)
- Scheitellappen (Lobus parietalis)
- Schläfenlappen (Lobus temporalis)
- Hinterhauptslappen (Lobus occipitalis)

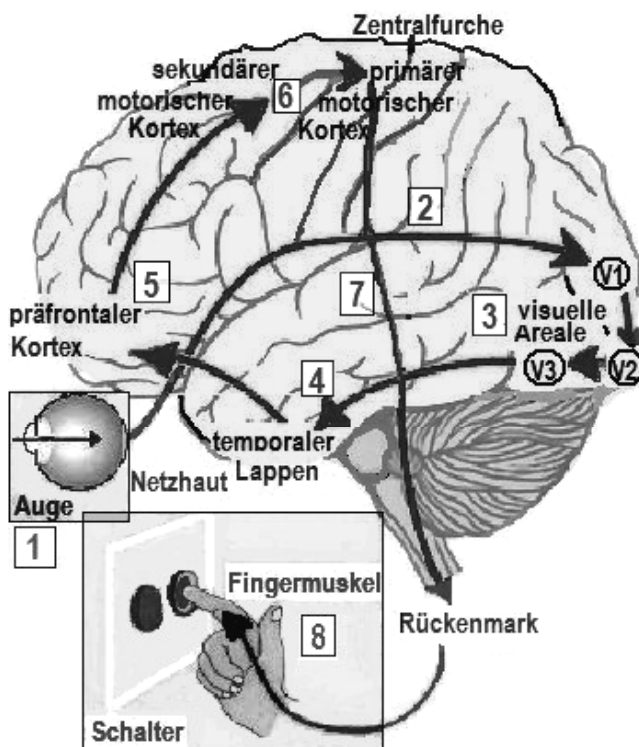


*Schematischer Überblick über die Großhirnrinde mit ihren Rindenfeldern.
In der Mitte liegt die Zentralfurche mit vorderer und hinterer Zentralwindung.*



- Primäre sensorische Felder sind Endpunkte der afferenten, sensorischen Nerven. Sie liegen dorsal.
- Primäre motorische Felder sind Startpunkte der efferenten, motorischen Nerven. Sie liegen ventral.
- Die sekundären Felder dienen der Speicherung und der Assoziation. Hier sind Erinnerungen und auch Muster für komplexe Handlungen abgespeichert.

Informationsfluss in der Großhirnrinde bei einer motorischen Reaktion der Finger, welche durch eine visuelle Wahrnehmung ausgelöst wird.



- 1 Ein optischer Reiz trifft auf das menschliche Auge und erzeugt eine elektrochemische Erregung in der Netzhaut.
- 2 Weiterleitung im Sehnerv zu den visuellen Arealen (V1, V2, ...) im Hinterhauptlappen.
- 3 Dort kommt es zur Assoziation mit Erinnerungen und zu einer bewussten Wahrnehmung.
- 4 Weiterleitung der Signale zum Schläfenlappen.
- 5 Im Stirnlappen wird dann die bewusste Entscheidung zu einer Bewegung gefällt.
- 6 Weiterleitung über sekundäre motorische Rindenfelder zu den primären motorischen Feldern für die entsprechenden Finger.
- 7 Die Signale werden dann über die Pyramidenbahn zu den Finger Muskeln geleitet.
- 8 Dort erfolgt die Bewegung.

Einige wichtige primäre sensorische und motorische Rindenzfelder:***1. Primäres Sehzentrum***

- Ort : Sulcus calcarinus im Hinterhauptslappen
Funktion : Umsetzung von Erregungen des Sehnervs in bewusste, optische Empfindungen
Ausfall : Rindenblindheit (trotz Funktionstüchtigkeit von Auge und Sehnerv)

2. Primäres Hörzentrum

- Ort : Heschlsche Querwindung im Schläfenlappen
Funktion : Umsetzung von Erregungen des Hörnervs in bewusste, auditive Empfindungen
Ausfall : Rindentaubheit (trotz Funktionstüchtigkeit von Ohr und Hörnerv)

3. Primäre Hautsensibilität

- Ort : Abschnitte des Gyrus postcentralis hinter der Zentralfurche
Funktion : Umsetzung von sensorischen Erregungen in bewusste Hautempfindungen
Ausfall : Empfindungslosigkeit in den entsprechenden Projektionsgebieten

4. Primäre willkürliche Körpermotorik

- Ort : Abschnitte des Gyrus präcentralis vor der Zentralfurche
Funktion : Bewusste Erzeugung von motorischen Erregungen für Muskelbewegungen
Ausfall : Bewegungsstörungen bestimmter Muskelgruppen (Apraxien)

Einige wichtige sekundäre Rindenzfelder (Assoziationsfelder):***1. Optisches Assoziationsfeld***

- Ort : Gyrus angularis, hinten im Schläfenlappen
Funktion : Engramme (Erinnerungsspuren) von visuellen Signalmustern
Ausfall : Alexie, Unfähigkeit zu Lesen

2. Auditives Assoziationsfeld

- Ort : Wernikesche Sprachregion, hinten im Schläfenlappen
Funktion : Engramme von akustischen Signalmustern
Ausfall : Sensorische Aphasie, Unfähigkeit zum Wortverstehen

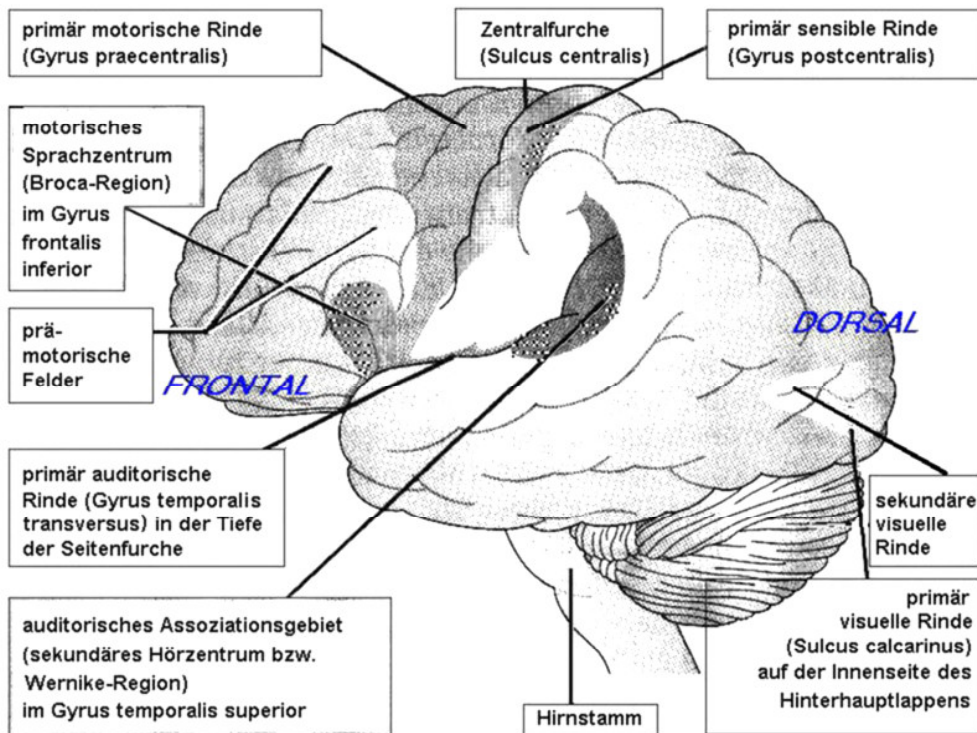
3. Sprachmotorisches Assoziationsfeld

- Ort : Brocasche Sprachregion, seitlich hinten im Stirnlappen
Funktion : Engramme von motorischen Wort- und Satzmustern
Ausfall : Motorische Aphasie, Unfähigkeit zum sinnvollen Sprechen

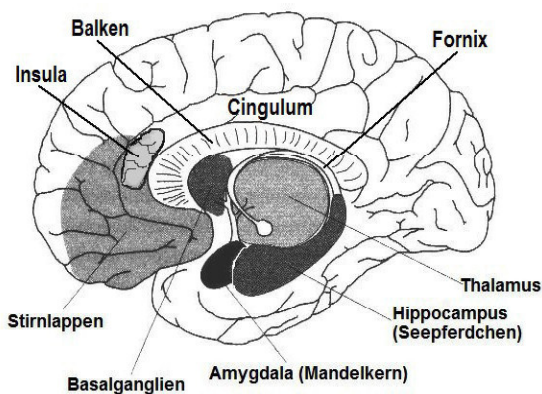
4. Schreibmotorisches Assoziationsfeld

- Ort : Vor dem Gyrus präcentralis
Funktion : Engramme von koordinierten Schreibbewegungen der Hände
Ausfall : Agraphie, Unfähigkeit zum sinnvollen Schreiben

Der komplexe Bau des Zentralnervensystems ist am Beispiel der Großhirnrinde besonders eindrucksvoll zu veranschaulichen. Die Rindensubstanz besteht aus sechs oberflächenparallelen, gut abgrenzbaren *Schichten*, die sich durch Art und Anordnung der Nervenzellen und Nervenzellfortsätze unterscheiden (z.B. die großen Pyramidenzellen). Die Anteile dieser Schichten in den einzelnen Arealen der Hirnrinde sind unterschiedlich, was auch verschiedenen Funktionen der Rinde entspricht. So heben sich Rindenfelder strukturell und funktionell voneinander ab.



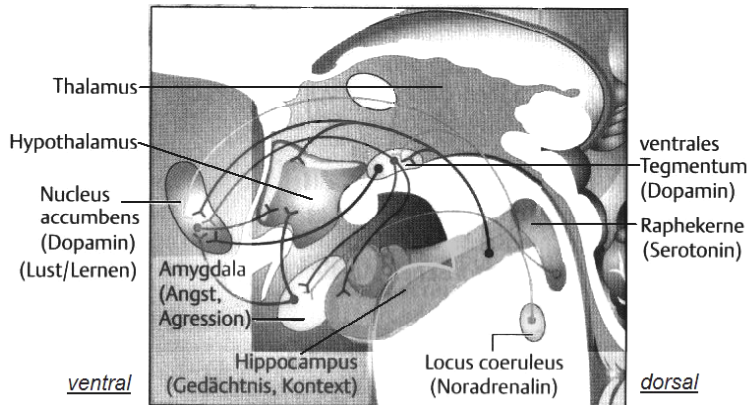
[1.3.5] Das limbische System



Von der Basis des Großhirns bis in den Hirnstamm erstreckt sich das **limbische System**. Es beginnt oben mit den schläfenseitigen insulären Rinden und den cingulären Rinden, die den Balken saumförmig umgeben. Darunter liegen die Amygdala (der Mandelkern) und der Hippocampus (das Seepferdchen). Dann folgen Kerne im Zwischenhirn und der Thalamus und der Hypothalamus. Das limbische System steuert u.a. triebhafte und emotionale Funktionen, die von den Arealen des Stirnlappens kontrolliert werden können. Die Grafik zeigt einen Querschnitt durch das Gehirn.

Individuen mit Stirnhirnläsionen zeigen auffällige *Störungen im Sozialverhalten* und eine *allgemeine Antriebslosigkeit*, aber auch *Störungen der Aufmerksamkeit*.

Das limbische System kann grob in drei Funktionsebenen gegliedert werden: eine untere, eine mittlere und eine obere Ebene. In jeder Ebene befinden sich lokalisierbare Kerne, die bestimmte neuropsychische Funktionen erfüllen. Diese Kerne können durch Nervenfasern miteinander reziprok verbunden sein, aber auch mit den höheren Zentren in der Großhirnrinde so wie mit vegetativen Steuerzentren im Hirnstamm. Die Grafik zeigt einige wichtige Kerngebiete.



Der *Locus coeruleus* ist Teil des noradrenergen Wachheitssystem.

Die *Raphekerne* sind Teile des serotonergen Beruhigungssystem.

Nucleus accumbens und *ventrales Tegmentum* sind Teile des dopaminergen Belohnungssystems.

Die untere Funktionsebene

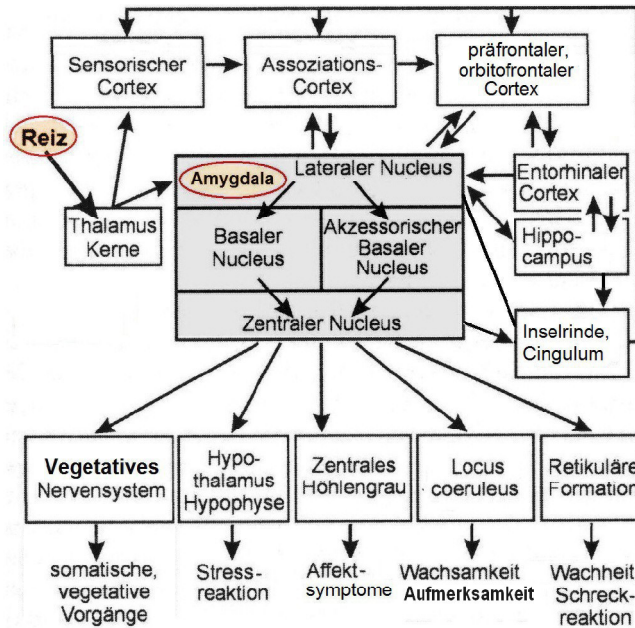
In der unteren Ebene liegen die Regulationszentren von lebenswichtigen vegetativen Funktionen (Durst, Hunger, Sexualität, usw.). Hier erfolgt auch die Auslösung und Steuerung von angeborenen Verhaltensweisen wie Erstarren, Flucht, Aggression, Stressregulation und von elementaren Affekten wie Angst, Zorn, Freude, Trauer. Diese Funktionen bedingen die grundlegenden Eigenschaften der Persönlichkeit, die als angeborenes Temperament bezeichnet werden. Die wichtigsten Gebiete befinden sich im **Hypothalamus** mit seinen Steuerzentren für vitale Triebe und vegetative Funktionen und auch für die oberste Hormondrüse (**Hypophyse**).

Die mittlere Funktionsebene

Die mittlere Ebene ist die Ebene der emotionalen Konditionierung und Prägung, welche vorrangig im Rahmen der frühkindlichen Bindungserfahrungen stattfinden. Dabei beginnt das Kleinkind unter Anleitung der primären Bezugsperson (Mutter) seine Gefühlswelt zu differenzieren und die Gefühle von Anderen zu verstehen (Entwicklung einer „Theory of Mind“). Es wird die Basis der nichtverbalen emotionalen Kommunikation gelegt. Das Kind erfährt lustvolle Belohnungen und bildet entsprechende Belohnungserwartungen, welche dann die Grundlagen der infantilen egozentrischen Motivation bilden. („Ich will alles, und zwar sofort!“). Alle diese Geschehnisse prägen die Persönlichkeit. In der mittleren limbischen Ebene erfolgt die emotionale Bewertung von Wahrnehmungen. Wichtige Hirnareale sind **Amygdala** und **Hippocampus**.

Die obere Funktionsebene

Die obere Ebene umfasst die limbischen Areale der Großhirnrinde. Hierzu gehören der **cinguläre Cortex** und der **insuläre Cortex**. Die Aktivität dieser Zentren ist die Grundlage der bewusst erlebten Gefühle und Motive, aber auch von Prozessen der Sozialisierung und Erziehung. Eine wichtige Verbindung besteht zum Stirnhirn (**präfrontaler und orbitofrontaler Cortex**), welches Kontrollimpulse an das limbische System sendet (kognitive Affektkontrolle). Hier bilden sich die Fähigkeiten zu Impulshemmung, Belohnungsaufschub, Frustrationstoleranz und auch zum sozialen Mitgefühl (Empathie).



Ausgangspunkt ist ein Sinnesreiz, der über den Thalamus zum primär-sensorischen Cortex geleitet wird.

Der Reiz wird zuerst emotional im Amygdala-Hippocampus-System verarbeitet, wobei der entorhinale Cortex als Übergangsareal im medialen Schläfenlappen fungiert. Dann entstehen in der Inselrinde und im Cingulum entsprechende Gefühle.

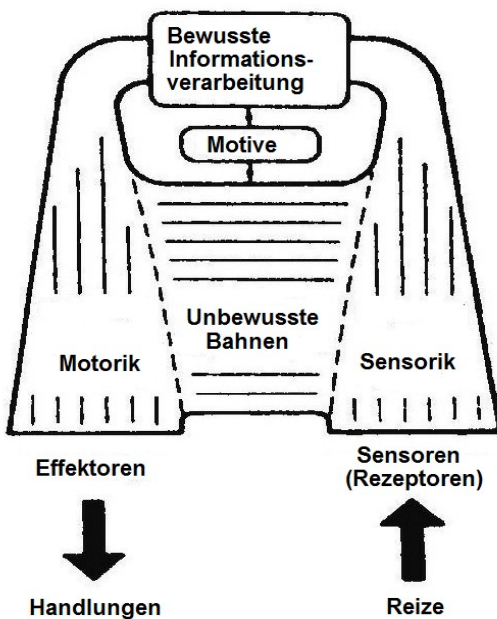
Parallel dazu erfolgt eine kognitive Verarbeitung im Cortex des Großhirns. Über den präfrontalen und den orbitofrontalen Cortex werden die emotionalen Impulse kontrolliert.

Die Endpunkte sind vegetative und hormonelle Reaktionen.

(modifiziert aus „Wie das Gehirn die Seele macht“ von Gerhard Roth, Seite 84.)

Den beschriebenen drei Ebenen des limbischen Systems steht in der Großhirnrinde das **System der kognitiv-sprachlichen Fähigkeiten** als vierte Persönlichkeitsebene gegenüber. Hier werden die Wahrnehmungen, die Erinnerungen, die Vorstellungen und die Gedanken bewusst erlebt und auch die willkürlichen Handlungen bewusst geplant.

[1.3.6] Sensorisches und motorisches System



Grundsätzlich gibt es 3 Arten von Neuronen:

(a) *Sensorische Neuronen.* Die Zellen liegen direkt außerhalb des Rückenmarks in den hinteren Nervenwurzeln. Sie erhalten ihre Signale von den Sinnesorganen und leiten sie weiter ins ZNS.

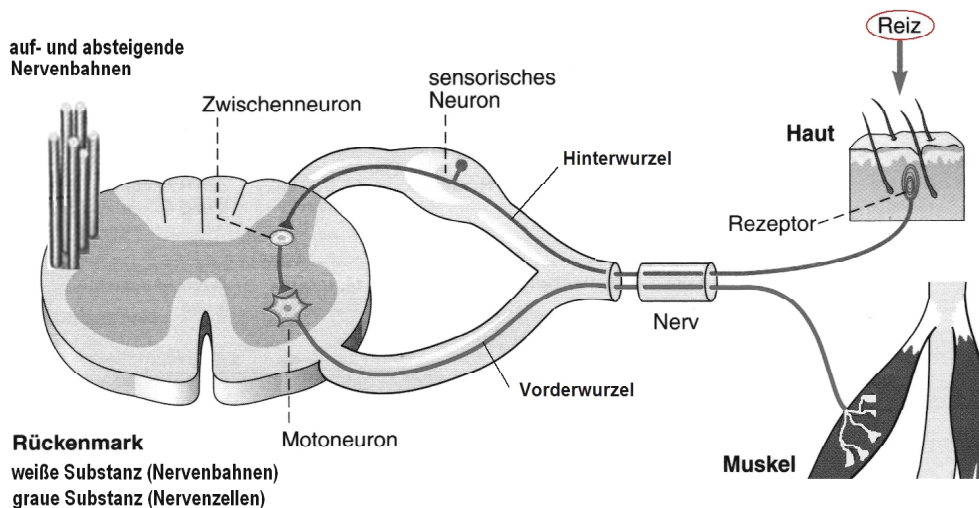
(b) *Motorische Neuronen.* Sie befinden sich in verschiedenen Regionen von Gehirn und Rückenmark. Ihre Axone ziehen zu den Muskeln und steuern dort über motorische Endplatten die Kontraktion der Muskelfasern.

(c) *Interneuronen* sind zwischen sensorischen und motorischen Neuronen geschaltet und machen 90% der Nervenzellen aus. In ihnen kommt es zur spezifischen Verarbeitung der Signale (verstärkend oder abschwächend). Sie sind als Zwischenschichten in neuronalen Netzen zu finden.

Das sensorische Nervensystem leitet die Signale von den Sinnesorganen in der Körperperipherie auf afferenten Nervenbahnen über das Rückenmark und den Hirnstamm bis in die primären sensorischen Felder der Großhirnrinde (*Cortex*). Dort entstehen bewusste Sinnesempfindungen. Eine wichtige Zwischenstation vor dem Cortex ist der *Thalamus* (Sehhügel) im Zwischenhirn, der mit vielen anderen Hirnteilen verbunden ist.

Das motorische Nervensystem mit seinen Motoneuronen steuert die Kontraktion der Muskelfasern der quergestreiften Skelettmuskulatur. Die **bewusste Zielmotorik** hat ihren Ursprung in der *vorderen Zentralwindung* der Großhirnrinde, wo die einzelnen Körperbereiche des Menschen repräsentiert sind, und wo die dicke *Pyramidenbahn* beginnt, welche über das Rückenmark zur Muskulatur zieht.

Die **unbewusste Stütz- und Haltemotorik** wird mit Reflexen über Kleinhirn und Rückenmark reguliert. Reflexe laufen sowohl im somatischen wie auch im vegetativen Nervensystem automatisch zwischen Haut, Muskeln und Eingeweide ab. Berührt man beispielsweise eine heiße Herdplatte, erfolgt ein *kuti-motorischer* Schutzreflex, der in den Schmerzsinneszellen der Haut beginnt und in der Armmuskulatur endet.



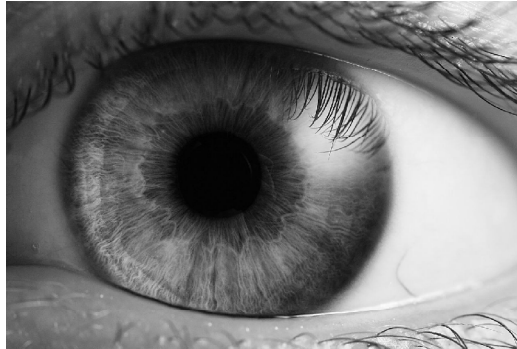
Bei *Eigenreflexen* finden der auslösende Reiz und die Reflexantwort im selben Organ statt (z.B. beim Kniescheibensehnen-Reflex). Bei *Fremdreflexen* sind reizaufnehmendes und reagierendes Organ verschieden (z.B. beim Lidschluss-Reflex). Die wichtigsten Reflexe sind Schutzreflexe und Ernährungsreflexe (z.B. der Schluckreflex).

Erlernte Automatismen (Laufen, Klavierspielen, usw.) und die gesamte **unwillkürliche Körpermotorik** werden über *extrapyramidale Bahnen* (EPM) gesteuert. Zum extrapyramidalen System zählt man das Kleinhirn und die *Stammganglien* (Nucleus niger und Nucleus ruber). Diese liegen im Mittelhirn und sind den *Basalganglien* des Großhirns (Striatum, Pallidum) nachgeschaltet. Die Basalganglien und Stammganglien sind gegenseitig doppeläufig verknüpft, so dass höher liegende Kerne tiefer liegende aktivieren und die tiefer liegenden Kerne höher liegende hemmen können. Bei der *motorischen Schüttellähmung* (Parkinson-Krankheit) kommt es zum Ausfall dopaminhaltiger Neuronen im *Nucleus niger*, wodurch die dämpfende Wirkung auf die Körpermotorik vermindert ist. Künstliche Gaben von L-Dopa, einer chemischen Vorstufe des Transmitterstoffes Dopamin, können die Krankheitssymptome mildern.

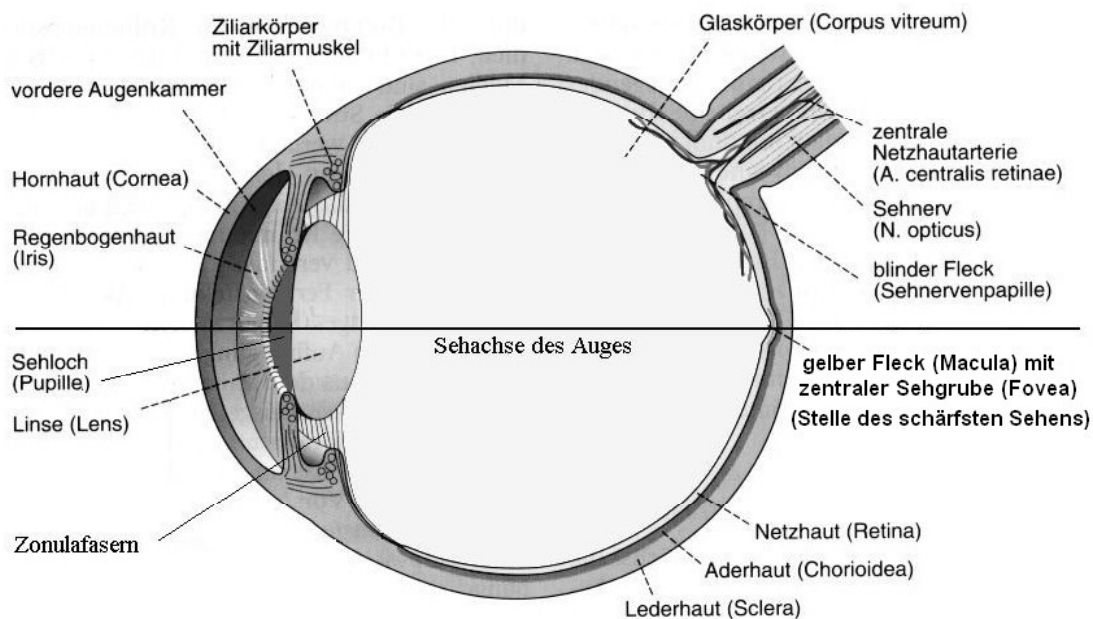
Neben der quergestreiften Skelettmuskulatur gibt es noch die **glatte Muskulatur** als Wandauskleidung von Blutgefäßen und inneren Hohlorganen. Ihre Steuerung erfolgt autonom über das **vegetative Nervensystem**. Das gilt auch für die autonome, quergestreifte Herzmuskulatur.

[1.4] Die optische Wahrnehmung

Die optische Wahrnehmung liefert den größten Anteil an Information über die Welt in der wir leben. Zur optischen Wahrnehmung werden folgende Organe benötigt: das **Auge** mit seinen Hilfseinrichtungen (Lidern, Tränenapparat, Muskeln), der **Sehnerv** mit seinen Schaltneuronen im Zwischenhirn (seitliche Kniehöcker im Thalamus) und schließlich die optischen Projektionsfelder im Hinterhauptslappen der **Großhirnrinde**. Diese Teile sollen im Folgenden ausführlich besprochen werden.

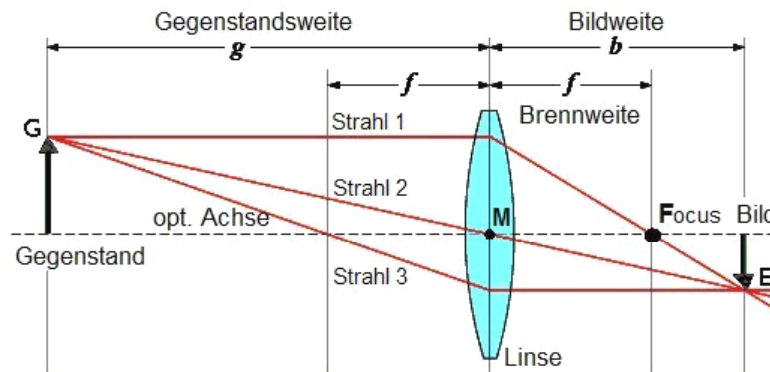


Der im Fettgewebe der knöchernen Augenhöhle liegende Augapfel, der einen Durchmesser von 24 mm hat, kann durch sechs quergestreifte Muskeln (4 gerade und 2 schräge) in alle Richtungen des Raumes bewegt werden. Außen wird der Augapfel durch die beiden Lider umgeben, welche von zwei zusätzlichen Muskeln (Lidheber und Lidschließer) gesteuert werden. Zum Tränenapparat gehört die seitlich oben liegende Tränendrüse, welche durch den Parasympathikus innerviert wird (Nervus lacrimaris) und mit ihrer Flüssigkeit die Vorderfläche des Auges befeuchtet und reinigt. Im Innenwinkel der Lidspalte befinden sich Tränenausführgänge, welche in den Tränensack und weiter in den unteren Nasenraum münden. Die Lider sind innen von einer dünnen Bindehaut (Conjunctiva) überzogen, die mit dem Augapfel verwachsen ist.

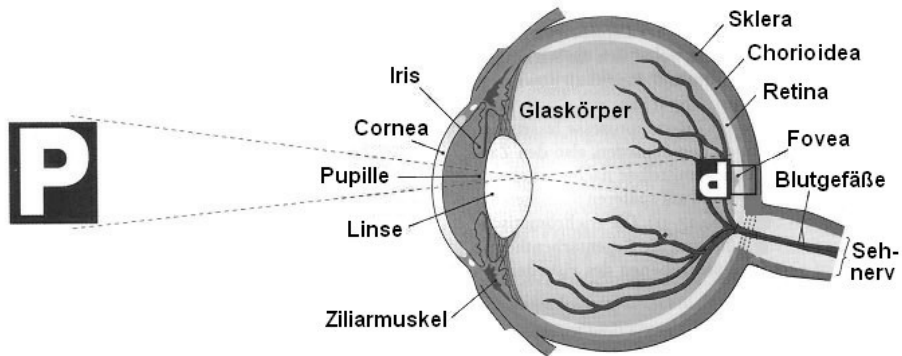


Die adäquaten (passenden) Reize für das Auge sind elektromagnetische Wellen von Frequenzen zwischen 400 und 750 Billionen Hertz. Die beiden Grenzwerte des sichtbaren Lichtbereiches werden als untere und obere Qualitätsschwellen bezeichnet. Die verschiedenen Frequenzen lösen verschiedenen Farbbeimpfindungen aus, von rot bis violett. Die Lichtintensität (Helligkeit) wird durch die Anzahl der auftreffenden Photonen (Lichtpartikeln) gesteuert. Es genügen bereits einige wenige Photonen, um eine Sinnesempfindung auszulösen. Jedenfalls ist das Auge ein sehr empfindliches Sinnesorgan, das nur aus einem sehr engen Ausschnitt des elektromagnetischen Spektrums Reize aufnehmen und verarbeiten kann. Die etwa 120 Millionen lichtempfindlichen Sensoren (Rezeptoren) liegen in der Netzhaut am Augenhintergrund, wo die empfindlicheren **Stäbchenzellen** für die Hell-Dunkel-Wahrnehmung und die gröberen **Zapfen** für die Farbwahrnehmung zuständig sind. Bei einer Farbwahrnehmung unterscheidet man **Farbton** (Frequenz), **Sättigung** (Reinheit des Frequenzgemisches) und **Helligkeit** (Intensität).

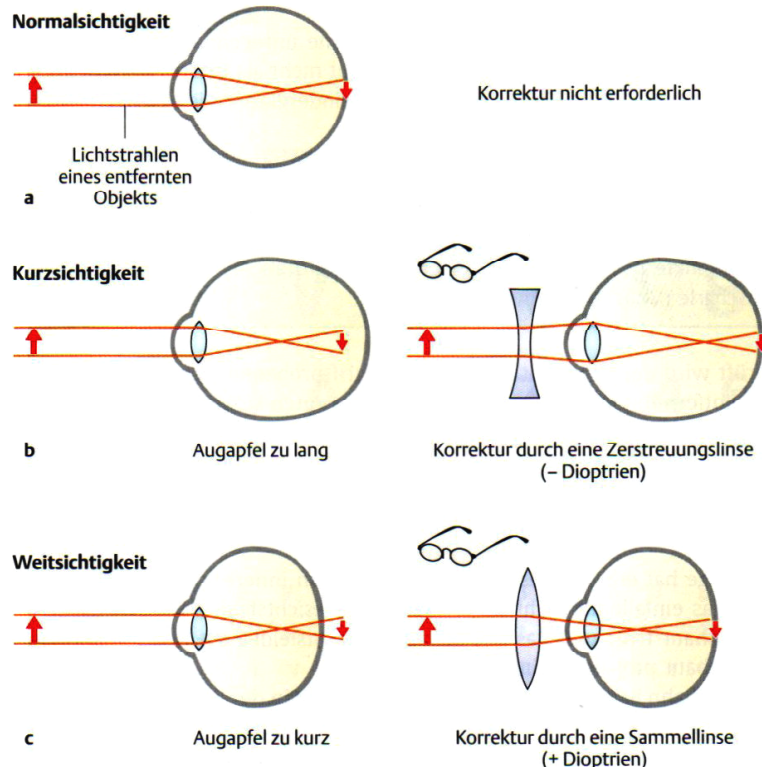
Die durchsichtige Augenlinse wirkt wie die Linse einer Kamera. Durch ihre konvexe (kugelige) Form werden die eintreffenden Lichtstrahlen aus ihrer geraden Bahn zur Linsenachse hin abgelenkt (gebrochen). Die Stärke dieser Lichtbrechung hängt von der Krümmung und einer Stoffkonstanten (Brechungskoeffizient) der Linse ab. Je stärker ihre Krümmung ist, umso stärker ist auch die Lichtbrechung. Unter der Brennweite (f) einer Linse versteht man jene Entfernung vom Linsenmittelpunkt, in der sich alle parallel einfallenden Lichtstrahlen nach ihrer Brechung zu einem Punkt (Brennpunkt, **Focus**) vereinigen. Diese Brennweite hängt somit von der Linsenkrümmung ab. Bei einer maximal abgeflachten Linse (d.h. bei geschlossenen Augen) beträgt die Brennweite 17 mm, was dann dem Abstand des Linsenmittelpunktes (M) von der Oberfläche der Netzhaut entspricht. Ihr Kehrwert ($1/f$) wird als die natürliche Augenbrechkraft (Dioptrie, dpt) bezeichnet ($0,017 \text{ m} = 59 \text{ dpt}$). Die von einem Gegenstand vor der Linse ausgehenden Lichtstrahlen durchlaufen die lichtbrechenden Schichten des Auges (Hornhaut, Kammerwasser, Linse und Glaskörper). Sie erzeugen dann hinter der Linse ein seitenverkehrtes, umgekehrtes Bild. Zwischen Gegenstandsweite (g), Bildweite (b) und Brennweite (f) besteht folgender Zusammenhang: $1/g + 1/b = 1/f$ (Linsengleichung).



Ein Gegenstand wird nur dann scharf wahrgenommen, wenn sein Bild **genau** auf die Netzhaut fällt. Je näher der Gegenstand an das Auge rückt, umso mehr muss sich die Linse krümmen, damit sein Bild immer scharf auf die Netzhaut projiziert wird. Diesen Anpassungsvorgang an die jeweilige Gegenstandsweite nennt man **Akkommodation**. Er wird durch das automatische Zusammenspiel des parasympathisch innervierten Ziliarmuskels, der Zonulafasern und der Eigenelastizität der Linse bewirkt. Bei stärkster Akkommodation nimmt die Brechkraft der Linse um etwa 11 dpt zu (Akkommodationsbreite eines normalen 30-jährigen Menschen). Dazu kann der Akkommodationsnahpunkt g_0 mit der Linsengleichung ermittelt werden: $59 + 11 = 70 \text{ dpt}$, d.h. $f = 1/70 = 0.014 \text{ m} = 14 \text{ mm}$, $b = 17 \text{ mm}$, $1/g_0 + 1/17 = 1/14$. Daher ist $g_0 = 80 \text{ mm}$.



Infolge einer im Alter immer schwächer werdenden Linsenelastizität nimmt die Akkommodationsbreite ab, und es kommt zur **Altersfehsichtigkeit**, wobei das Sehen in die Ferne ungestört ist, jedoch zum Nahsehen (Lesen) eine Sammellinse (Lesebrille) vorgeschaltet werden muss. Neben der Altersfehsichtigkeit können auch angeborene Fehler der Augapfelform Fehlsichtigkeiten verursachen. Normalerweise ist der Linsenmittelpunkt von der Netzhautoberfläche 17 mm entfernt. Ist dieser Abstand zu lang, dann fällt das projizierte Gegenstandsbild vor die Netzhaut und man spricht von **Kurzsichtigkeit**. Ist hingegen der Augapfel zu kurz, dann kommt das Bild hinter der Netzhaut zu liegen und man spricht von **Weitsichtigkeit**. In beiden Fällen wird der Gegenstand unscharf wahrgenommen. Im ersten Fall erfolgt die Korrektur durch eine vorgeschaltete Zerstreuungslinse (konkav), im zweiten durch eine Sammellinse (konvex).

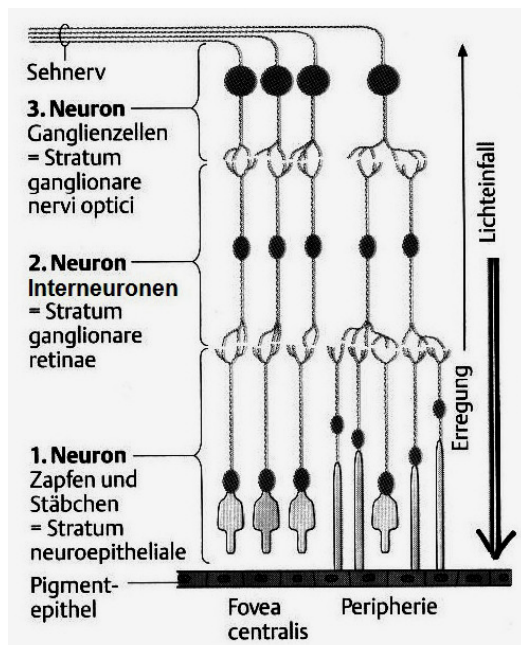


Weitsichtigkeit (Hyperopie) und Kurzsichtigkeit (Myopie).

a Normalsichtigkeit. b bei zu langem Augapfel (Kurzsichtigkeit) Korrektur mit Zerstreuungslinsen (- Dioptrien). c Bei zu kurzem Augapfel (Weitsichtigkeit) Korrektur mit Sammellinsen (+ Dioptrien).

Unter der **Sehschärfe** (Visus) versteht man das räumliche Auflösungsvermögen des Auges. Das ist jener Winkel, den die Sehstrahlen von zwei benachbarten Punkten einschließen, die gerade noch getrennt wahrgenommen werden. Im Normalfall ist das $1/60$ von einem Grad. Das entspricht $0,30$ mm in einer Entfernung von 1 m.

Unter der **Adaption** versteht man die automatische Anpassung des Auges an die jeweiligen Lichtverhältnisse. Diese wird durch zwei verschiedene Mechanismen bewirkt. **Erstens** wird durch Verengung der Pupille die einfallende Lichtmenge abgeschwächt (Blendenwirkung). Die Regenbogenhaut (Iris) ist ein Geflecht von glatten Muskeln. Die zirkulären, parasympathisch innervierten Fasern verengen die Pupille. Die radiären, sympathisch innervierten Fasern erweitern die Pupille. Die Regenbogenhaut steuert somit Blende und Tiefenschärfe. **Zweitens** erfolgt bei Verringerung der Helligkeit eine Umschaltung der Lichtaufnahme von den Zapfenrezeptoren auf die Stäbchenrezeptoren. Die sehr lichtempfindlichen Stäbchen reagieren nur auf Hell-Dunkel-Reize, während die gröberen Zapfen für die Farbinformationen zuständig sind. Das erklärt, warum in der Dämmerung keine Farben mehr wahrgenommen werden können. Die Zapfen liegen dichter in der zentralen Sehgrube, die Stäbchen häufen sich an der Peripherie.



Die **Netzhaut** (Retina) hat **drei Zellschichten**:

- Eine vordere Schicht aus Ganglienzellen, deren Neuriten den Sehnerv bilden.
- Eine mittlere Schicht aus Zwischenneuronen (unterschiedliche Interneuronen).
- Eine hintere Schicht aus lichtempfindlichen Photorezeptoren (Zapfen und Stäbchen).

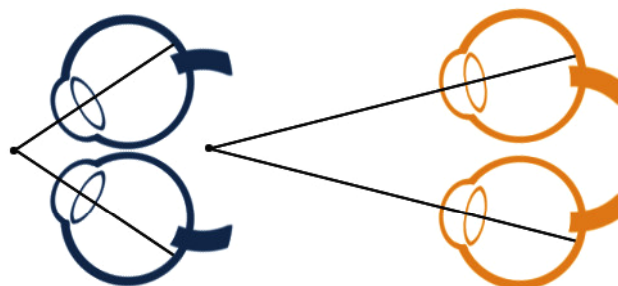
Kurioserweise muss das einfallende Licht die Schichten der Nervenfasern und Zellen passieren, um auf die Photorezeptoren im hinteren Bereich der Netzhaut zu treffen. Dadurch wird das Sehen sogar verbessert, weil sich im Auge die Menge an störendem Streulicht verringert, welches Zapfen und Stäbchen erreicht.

Stäbchen und Zapfen sind die Rezeptoren, welche die Lichtreize in elektrochemische Erregungsprozesse umwandeln. Im Folgenden soll diese Transformation genauer erklärt werden. Die Rezeptorzellen enthalten Farbstoffe (Pigmente), die aus dem einfachen Molekül **Retinal** und verschiedenen Varianten des komplexen Moleküls **Opsin** bestehen. Retinal ist ein Abkömmling von Vitamin **A**, Opsin ist ein Protein. Zusammen bilden sie das Rhodopsin. Treffen Lichtpartikel (Photonen) auf eine Rezeptorzelle, dann ändert sich die chemische Struktur des Rhodopsinmoleküls über mehrere Zwischenstufen bis zum **Metarhodopsin II**. Später spaltet sich das Molekül in Retinal und Opsin, um dann aus diesen Bausteinen erneut aufgebaut zu werden. Das Molekül Metarhodopsin II steuert über einen Second-Messenger-Mechanismus die Ausschüttung des Transmitters **Glutamat**. Der Überträgerstoff Glutamat aktiviert die **bipolaren Zwischenneuronen**, welche den Rezeptorzellen nachgeschaltet sind. Diese Interneuronen verarbeiten die erhaltenen Signale und leiten sie an die **retinalen Ganglienzellen** in der dritten Neuronenschicht der Netzhaut weiter. Die Neuriten der Ganglienzellen bilden den Sehnerv, der ins Gehirn zieht.

Von den Zapfen-Rezeptorzellen in der untersten Schicht der Netzhaut kennt man drei verschiedene Arten, welche jeweils unterschiedliche Varianten des Rhodopsinmoleküls in ihren Membranen enthalten. Der erste Typ reagiert auf die Frequenz des **roten** Lichtes, der zweite Typ auf **grünes** Licht und der dritte Typ auf **blaues** Licht. Die Stärke der einzelnen Grundfarben wird durch die Entladungshäufigkeit der entsprechenden Zapfen-Zellen bestimmt. Jedenfalls erhält das Gehirn drei verschiedene Farbinformationen über Rot (R), Grün (G) und Blau (B) in verschiedener Intensität. Daraus setzt es dann die entsprechende additive Mischfarbe zusammen.

Mehrere Lichtrezeptoren und die nachgeschalteten Zwischenneuronen projizieren ihre Signale auf **eine** retinale Ganglienzelle. Jenen Netzhautbereich, von dem eine Ganglienzelle Impulse erhält, nennt man deren **rezeptives Feld**. Es gibt zwei Arten von rezeptiven Feldern: Solche, die ein erregendes Zentrum und ein hemmendes Umfeld aufweisen (ON-Zentrum / OFF-Umfeld, d.h. die nachgeschaltete Ganglienzelle feuert dann am stärksten, wenn auf ihr rezeptives Feld ein heller Fleck mit dunklem Rand abgebildet wird) und andere, welche ein hemmendes Zentrum und ein erregendes Umfeld haben (OFF-Zentrum / ON-Umfeld). Die retinalen Ganglienzellen werden also besonders durch Reizkontraste aktiviert. Außerdem können drei Typen von retinalen Ganglienzellen (X, Y, W) unterschieden werden. X- und Y-Zellen besitzen einfache rezeptive Felder obiger Art und unterscheiden sich nur im zeitlichen Erregungsverhalten während einer Stimulation; X-Zellen reagieren dauernd gleich stark, Y-Zellen hingegen zuerst stark und dann immer schwächer. Die W-Ganglienzellen wiederum haben rezeptive Felder, welche empfindlich auf Bewegungen der Lichtreize in bestimmten Richtungen reagieren, d.h. **orientierungsselektiv** sind. Diese besonderen Leistungen sind auf die Wirkung von Interneuronen in der Zwischenschicht der Netzhaut zurückzuführen.

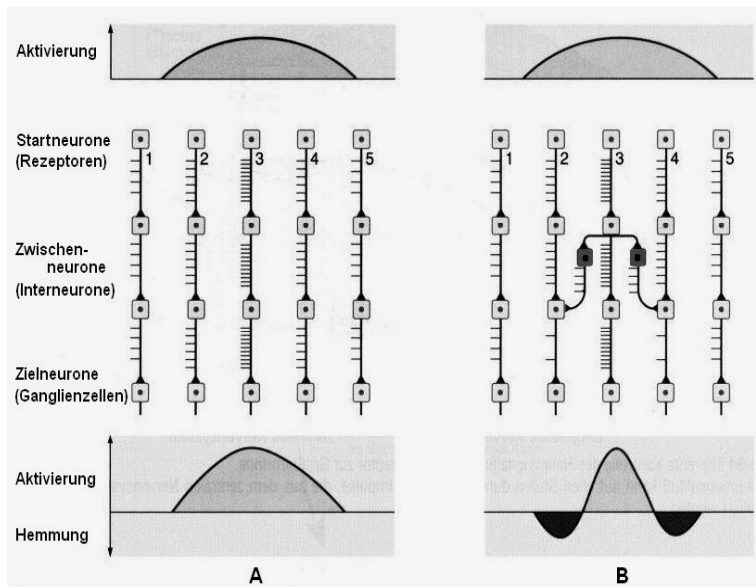
Das **räumliche Sehen** schließlich kommt hauptsächlich durch das Zusammenspiel beider Augen zu Stande (binokulares Sehen). Netzhautstellen, die in beiden Augen in derselben Richtung und Entfernung vom so genannten gelben Fleck liegen (Schnittpunkt der Augenachse mit der Netzhaut, also der Bereich des schärfsten Sehens), heißen korrespondierend. Nur wenn die zwei Bilder eines Gegenstandes auf korrespondierende Netzhautstellen in den beiden Augen fallen, entsteht ein einheitlicher Sinneseindruck - andernfalls Doppelbilder. Wird nun ein Gegenstand fixiert, sodass die beiden Augenachsen zu ihm hin konvergieren, dann fallen seine Bildpunkte auf korrespondierende Netzhautstellen. Für die Bilder von Objekten, welche vor oder hinter dem fixierten Gegenstand liegen, trifft das nicht mehr zu. Sie weichen von den korrespondierenden Punkten ein wenig seitlich ab (Querdisparation). So entsteht der Eindruck der **räumlichen Tiefe**.



Wird ein bestimmter Punkt beim zweiäugigen (binokularen) Sehen fixiert, dann werden beide Augen muskulär so bewegt, dass sich ihre optischen Achsen immer im fixierten Punkt treffen (**Konvergenz**). Je näher der fixierte Punkt rückt, desto stumpfer wird der von den Sehachsen eingeschlossene Winkel (die Augen wenden sich nach innen). Dieser Konvergenzwinkel wird vom Gehirn automatisch registriert und als Maß für die **Entfernung** des Punktes ausgewertet.

Eine weitere wichtige Tatsache ist, dass die Erregungspotentiale in der Netzhaut den verursachenden Lichtreiz überdauern (**retinale Nacherregung**). Bietet man dem Auge mehr als sechzehn verschiedene Einzelreize pro Sekunde hintereinander dar, so verschmelzen die ausgelösten Rezeptorpotentiale, und es entsteht ein kontinuierlicher Eindruck (Film!).

Eine interessante Wirkung der Interneuronen in der Zwischenschicht der Netzhaut ist die so genannte **laterale Inhibition**. Ein erregter Rezeptor wirkt über die horizontalen Zwischenzellen hemmend auf die direkt benachbarten Rezeptoren. Angenommen optische Reize regen einen größeren Bereich von Rezeptoren derart an, dass die Reizintensität von der Mitte zum Rand hin abnimmt. Dann werden die schwächer erregten Zellen, die am Rand liegen, von ihren stärker erregten Nachbarn im Innern des Bereiches entsprechend intensiver gehemmt und somit in ihrer Erregung noch zusätzlich abgeschwächt. Dieser Mechanismus führt dazu, dass an den Grenzen von Hell und Dunkel das Dunkle noch dunkler und das Helle noch heller erscheint. Der Kontrast wird verschärft, die Konturen werden hervorgehoben. Man bezeichnet diesen Mechanismus daher auch als **Kontrastverschärfung**.



Verschieden starke Reize erregen die Rezeptoren.

Die Erregungsstärken in der Neuronenkette sind durch die Zahl der Querstriche auf den Nervenfasern angezeigt. Das entspricht der Frequenz der Aktionspotentiale.

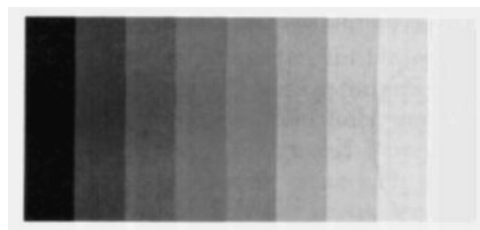
Inhibitorische Zwischenneurone bewirken eine gehemmte Aktivierung der nachgeschalteten Neuronen.

Dadurch entsteht dann eine Kontrastverschärfung im Erregungsmuster.

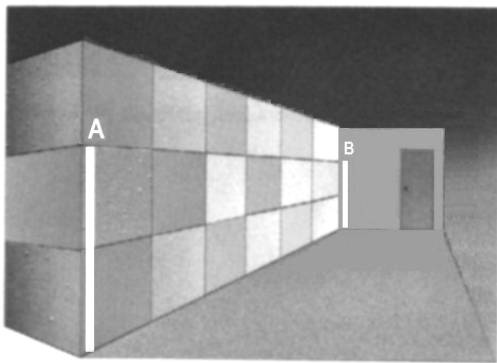
(A) Neuronenkette ohne inhibitorische Interneurone

(B) Neuronenkette mit inhibitorischen Interneuronen (die zwei dunklen Zellen)

Die unten stehende Abbildung zeigt anschaulich die Kontrasterscheinung auf der Grundlage der lateralen Inhibition: Bei jedem Streifen sieht der linke Rand heller aus als der rechte Rand, obwohl der ganze Streifen gleichmäßig grau getönt ist. Die Streifenränder liegen nahe bei den angrenzenden dunkleren oder helleren Feldern und sind somit stärker der Kontrastbildung unterworfen als der innere Bereich des Streifens.



Dieses Prinzip scheint nicht nur in der Wahrnehmung zu gelten. Auch unser Denken zeigt die Tendenz, Unterschiede zu verstärken. Man spricht dann in diesem Zusammenhang von einer **intellektuellen Kontrastverschärfung**. Dies betrifft sowohl die rein deskriptive Beschreibung der Welt mithilfe der Sprache, als auch die ethische Bewertung von Tatsachen. Ein Satz wie „Der Wanderer hat den Hügel erreicht“ entwirft das Bild eines Hügels mit fest bestimmbar Grenzen. Wo aber fängt ein Hügel an, und wo hört er auf? Auch die suggestive Unterscheidung zwischen guten und bösen Mitmenschen ist sehr oft eine Überzeichnung und nicht gerechtfertigt. Hat nicht jeder Mensch sowohl ethisch wertvolle als auch weniger wertvolle Eigenschaften? Der Grund für solche Kontrastverschärfungen ist wohl darin zu suchen, dass dadurch die Welt vereinfacht und die Orientierung in dieser vereinfachten Welt erheblich erleichtert wird. So wird Sicherheit erzeugt.



Entfernt sich ein Gegenstand ($A \rightarrow B$), so wird sein Netzhautbild kleiner, worauf die zweidimensionale Darstellung des Raumes (Perspektive) beruht.

Trotzdem wird jeder Gegenstand immer in der gleichen Größe erlebt. Kein Objekt schrumpft, wenn es sich fortbewegt. Das Gehirn gleicht somit die von der Sehdistanz abhängigen Veränderungen der Netzhautbilder aus. Diese **Größenkonstanz** ist eine Korrektur der visuellen Wahrnehmung durch die Erfahrung.

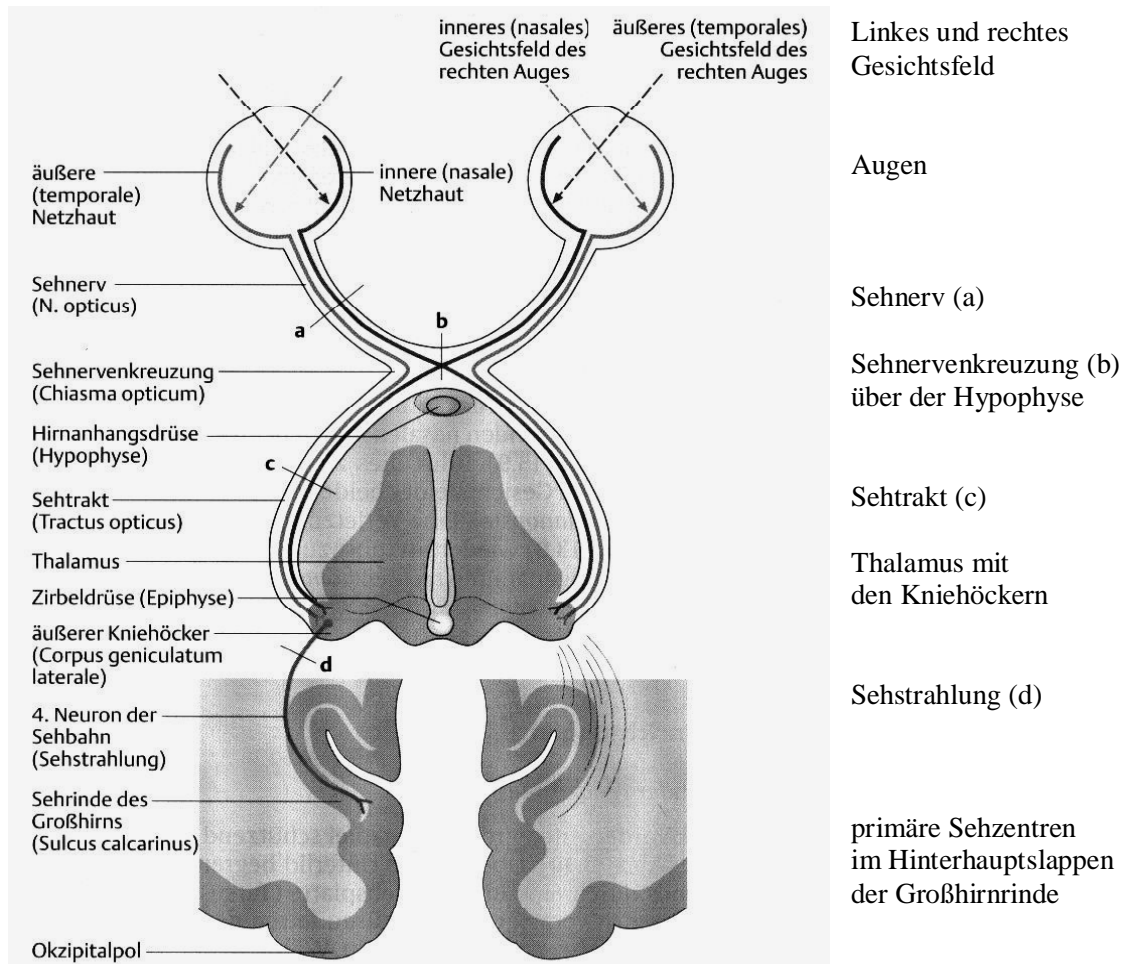
Unvollständige bzw. fehlende visuelle Sinnesempfindungen aus kleinen Teilen des Gesichtsfeldes (so genannte **Skotome**) werden durch das Gehirn ergänzt. Beispielsweise befinden sich an der Austrittsstelle des Sehnervs in der Netzhaut keine Rezeptoren (blinder Fleck). Trotzdem erscheint dort kein Loch in der Welt, sondern es findet eine den benachbarten Umgebungsreizen entsprechende **Wahrnehmungsergänzung** statt. Die bisherige Erfahrung, Ergänzungs- und Kontrastprozesse, Entfernungsmessungen, räumliche Tiefenwahrnehmungen unter Verwendung der Perspektive sind wesentliche Faktoren, die zur **Wahrnehmung einer geschlossenen Gestalt** beitragen.

Beim visuellen Abtasten eines vorgegebenen Reizmusters wechseln sich Fixationsperioden und rasche Augenbewegungen (**Sakkaden**) hintereinander ab, wobei die Augen vor allem durch Konturen, Konturenunterbrechungen und Konturenüberschneidungen festgehalten werden. Diese ausgezeichneten Stellen sind für die Wahrnehmung von Gestalten von erheblicher Bedeutung. So werden beispielsweise bei der Betrachtung eines Gesichtes besonders Augen und Mund wesentlich häufiger angesehen als andere Gesichtsstellen.

Die neuronalen Grundlagen von **Gestalten** liegen in der synaptischen Verstärkung von Nervenbahnen im Gehirn. Wenn bestimmte Reizmuster häufig (räumlich oder zeitlich) simultan auftreten, dann führen synaptische Verstärkungen zu einer bevorzugten Vernetzung entsprechender Neuronen (**neuronalen Ensembles**). Damit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für eine korrelierte elektrische Entladung aller beteiligten Zellen. Durch eine, auf solche Art verbundene Neuronengruppe wird die visuelle Gestalt des Reizmusters in der Sehrinde repräsentiert. Wenn später nach der Bildung eines Zellenensembles nur ein Teil des Musters dargeboten wird, dann entlädt sich das gesamte Ensemble, was sich subjektiv als **Wahrnehmungsergänzung** der unvollständigen Gestalt niederschlägt.

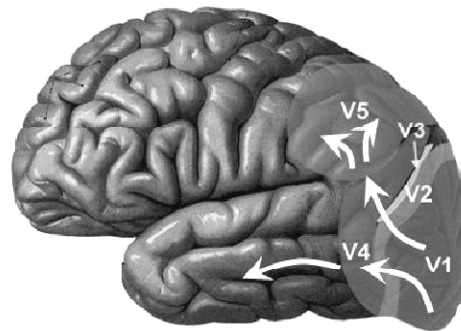
Die Sehbahn und die Sehrinde

Die Neuriten der retinalen Ganglienzellen verlassen im blinden Fleck als gebündelter Sehnerv die Netzhaut. Der Sehnerv enthält ca. eine Million Fasern. Im Chiasma Opticum (Sehnervenkreuzung) ordnen sich die Nervenfasern so um, dass nur die nasenseitigen zur gegenüberliegenden Hirnhälfte weiterziehen, während die schläfenseitigen Fasern zur gleichen Hirnhälfte umbiegen. Durch diese **Halbkreuzung** gelangt die gesamte optische Information der rechten Hälfte des Gesichtsfeldes in die linke Gehirnhälfte und umgekehrt. Die solcherart geordneten Fasern des Sehnervs ziehen zunächst in die **seitlichen Kniehöcker** des Thalamus im Zwischenhirn. Dort werden sie über Synapsen auf Zwischenneurone umgeschaltet. Die Kniehöcker im Thalamus bestehen aus sechs Schichten von Neuronen, wobei auf Grund der Halbkreuzung des Sehnervs die erste, vierte und sechste Schicht des linken Kniehöckers Information von der linken Hälfte der rechten Netzhaut und die zweite, dritte und fünfte Schicht Information von der linken Hälfte der linken Netzhaut erhalten. Benachbarte Zellen in diesen Schichten bekommen ihre Signale auch von benachbarten rezeptiven Feldern in der Netzhaut. Beim rechten Kniehöcker ist es genau umgekehrt, er erhält nur Informationen von den rechten Netzhauthälften der zwei Augen.



Um die beiden Gesichtsfelder getrennt zu testen, kann der Daumen vor das Gesicht gehalten und dann mit einem offenen und einem geschlossenen Auge angesehen werden. Beim Wechsel zwischen den Augen erfolgt eine deutliche Verschiebung des Daumens (Daumensprung).

Vom seitlichen Kniehöcker des Thalamus im Zwischenhirn ziehen die Nervenfasern weiter in den Hinterhauptslappen der Großhirnrinde (Cortex). Die Sehrinde ist in verschiedene **Felder** (Areale) gegliedert. Das primäre Sehfeld wird mit **V1** bezeichnet, weil dort die Sehbahn vom Thalamus direkt einstrahlt. Vom Feld V1 werden die Signale in die angrenzenden sekundären Felder V2, V3, V4, V5, V6 weiter geschaltet. Diese visuellen Regionen weisen eine vollständige Projektion von der Netzhaut auf (d.h. eine **Landkarte** des gegengleichen Gesichtsfeldes) und erfüllen spezifische Aufgaben bei der visuellen Informationsverarbeitung. Wenn man einen kleinen Lichtkegel auf jeden einzelnen rezeptiven Bereich der Netzhaut richtet, dann reagiert ein entsprechender Bereich des jeweiligen visuellen Areales in der Hirnrinde.



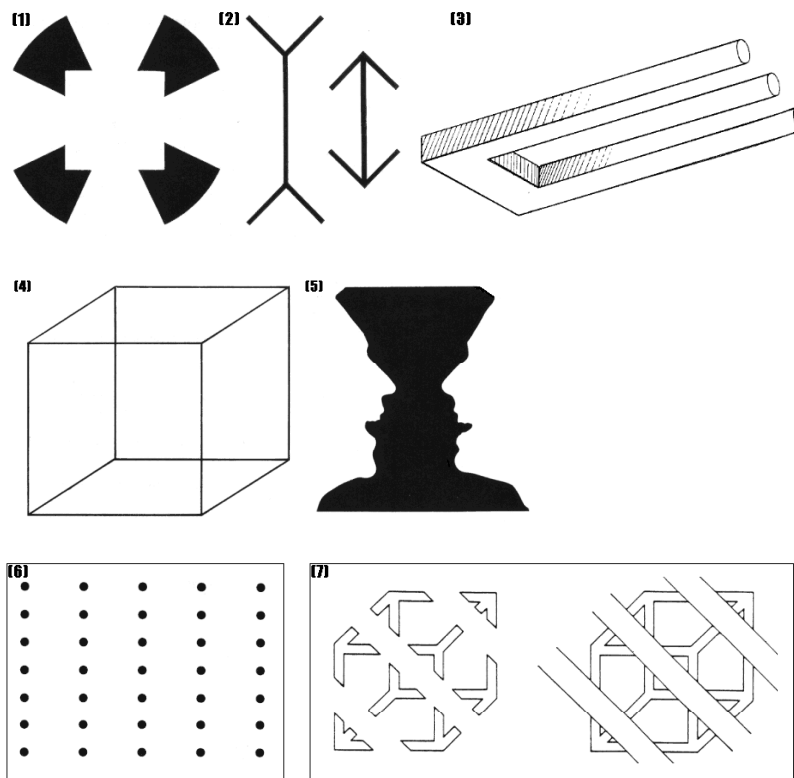
Die beiden Neurobiologen *David Hubel* und *Torsten Wiesel* lieferten eine große Fülle von Forschungsergebnissen über die Art und Weise, wie die Zellen in den einzelnen Feldern der Sehrinde die Gestalt eines sichtbaren Gegenstandes verschlüsseln. Von großer Wichtigkeit dabei war die Entdeckung, dass die Zellen in der Sehrinde in **vertikalen Säulen** angeordnet sind, in denen man zumindest **sechs horizontale Schichten** unterscheiden kann. Zunächst münden alle Fasern von einem seitlichen Kniehöcker in die vierte Schicht des primären Rindenfeldes V1. Den einfachen Empfangszellen sind komplexe Ganglienzellen in den angrenzenden Schichten nachgeschaltet, welche sich als Detektoren von Kanten, Ecken und Winkeln spezialisiert haben. So erfüllt jede dieser Schichten eine bestimmte Funktion. Schiebt man in den verschiedenen Feldern der Sehrinde eine Mikroelektrode senkrecht zur Hirnoberfläche in die Tiefe, so trifft man in jeder Säulenschicht auf Zellen, die auf Kantenverläufe mit der gleichen räumlichen Orientierung reagieren. Die Neuronen einer anderen Säule sprechen auf geometrische Linien mit einer anderen Orientierung an.

Solche Säulen werden als **orientierungsselektiv** bezeichnet. Daneben gibt es aber auch Säulen, welche **farbselektiv** sind. Ein kleiner Netzhautbereich projiziert immer auf eine kleine Rindenregion. Innerhalb dieser Region gibt es die verschiedenen vertikalen Säulen, deren Zellen auf räumlich unterschiedlich orientierte Lichtreize oder auf verschiedene Farbsignale reagieren. Viele experimentelle neurobiologische Untersuchungen haben bestätigt, dass die verschiedenen visuellen Rindenfelder auf sehr unterschiedliche Funktionen spezialisiert sind: Beispielsweise Areal **V2** auf **statische Konturen**, Areal **V3** auf **bewegte Konturen**, Areal **V4** auf **Farbwahrnehmung**, Areal **V5** auf **räumliche Tiefe**, usw. Aus klinischen Berichten über Patienten, die Schädigungen des visuellen Areals V4 erlitten hatten, geht hervor, dass deren Farbwahrnehmung stark beeinträchtigt ist, nicht aber die Fähigkeit, Formen und Bewegungen zu erkennen.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass fast die Hälfte der Großhirnrinde der Verarbeitung von visuellen Signalen dient. Zur Wahrnehmung von Bildern werden die visuellen Signale zuerst in der primären Sehrinde registriert und dann in der sekundären Sehrinde analysiert und interpretiert. Die Verarbeitung erfolgt in drei parallelen Stufen (elementares Sehen, Raumerkennung und Objektwahrnehmung) in verschiedenen Abschnitten der Sehrinde.

Optische Täuschungen und Gestaltwahrnehmungen

Die folgenden Abbildungen demonstrieren Täuschungen, Mehrdeutigkeiten und unterschiedliche Gestaltbildungen in der visuellen Wahrnehmung.

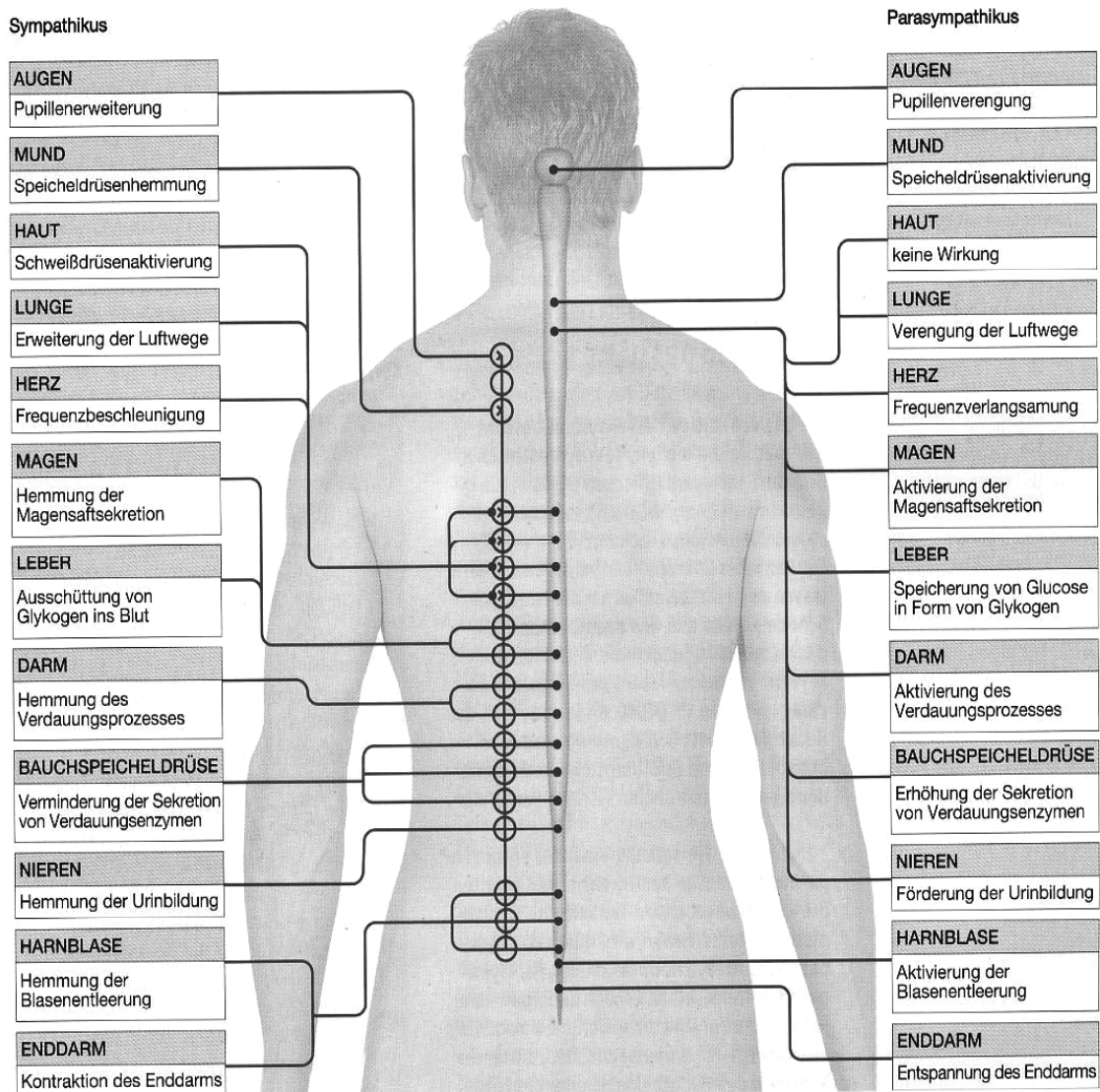


Erklärungen:

- [1] Diese Reizanordnung erzeugt illusorische Konturen (ein scheinbar hellweißes Quadrat).
- [2] Die Richtung der Pfeile in den Endpunkten der beiden vertikalen Strecken vermittelt den Eindruck unterschiedlicher Streckenlängen (obwohl die beiden Strecken gleich lang sind).
- [3] Diese zweidimensional gezeichnete Figur erzeugt einen unmöglichen dreidimensionalen Eindruck.
- [4] Beim längeren Hinschauen ändert sich die räumliche Lage bzw. die Kantensichtbarkeit des Würfels sprungartig. Die visuelle Wahrnehmung liefert also mehrdeutige Interpretationen.
- [5] Entweder sieht man eine Vase oder zwei Gesichtsprofile (Mehrdeutigkeit).
- [6] Die näher liegenden Punkte des Rasters werden zu vertikalen Linien zusammengefasst. Gestaltbildend wirkt hier offenkundig die gegenseitige Nähe.
- [7] Die kontinuierlichen parallelen Linien im rechten Bild werden als zusammengehörig erlebt und vermitteln den Eindruck von vordergründigen Balken, welche einen Würfel im Hintergrund verdecken.

[1.5] Das vegetative Nervensystem

Das vegetative Nervensystem reguliert autonom die Tätigkeit der inneren Organe. Eine wichtige Steuerzentrale ist der Hypothalamus. Das vegetative Nervensystem besteht aus zwei Gegenspielern, dem Sympathikus und dem Parasympathikus. Die Abbildung zeigt die Wirkungen des vegetativen Systems auf einzelne Organe.



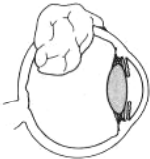





Der *Sympathikus* ist der Nerv der Spannung und Unruhe (er fördert u.a. die Kreislauffunktionen, "fight or flight"). Wichtige Ursprungszellen liegen im Rückenmark und seine Fasern verlaufen über den Grenzstrang neben dem Rückenmark.

Der *Parasympathikus* hingegen ist der Nerv der Entspannung und Ruhe (er fördert u.a. die Verdauungsfunktionen, "feed or breed"). Wichtige Ursprungszellen liegen im Hirnstamm und im craniosakralen Rückenmark.

Im Gegensatz zu den motorischen Neuronen des zentralen Nervensystems können vegetative Signale in den Zielzellen sowohl anregend (exzitatorisch) als auch hemmend (inhibitorisch) wirken. Die Reaktion der Zielzelle hängt vom jeweiligen Erfolgsorgan ab. Im **Sympathikus** vermittelt der Transmitter **Acetylcholin** die Erregungsleitung in den Nervenfasern. Die Signalübertragung auf die Zielzellen wird durch **Adrenalin** und vor allem durch **Noradrenalin** bewirkt.

Je nach Zielorgan wirkt das **Noradrenalin** entweder hemmend oder anregend auf die Membranrezeptoren der Zielzellen. Man kennt verschiedene Bautypen von solchen Rezeptoren (α - und β -Rezeptoren). Diese können durch Medikamente gezielt besetzt und damit der natürliche Transmitter von seinem Bindungsort verdrängt werden. Dadurch entfällt seine spezifische Wirkung. Ein so genannter β -Blocker vermindert beispielsweise die Sympathikuswirkung auf den Herzmuskel. So kann die Schlagfrequenz gesenkt und eine Überlastung des Herzens vermieden werden. Medikamente, welche die Wirkung des Sympathikus senken, heißen Sympathikolytika. Medikamente, welche seine Wirkung steigern, heißen Sympathikomimetika.

Im **Parasympathikus** wird an allen Synapsen die Erregungsübertragung durch **Acetylcholin** bewirkt. Die Auslösung hemmender oder anregender Aktionspotentiale in den Zielzellen ist vom jeweiligen Erfolgsorgan abhängig (organspezifisch), d.h. von der Bauart der dort befindlichen Membranrezeptoren. Auch hier hat die medizinische Forschung entsprechende Parasympathikolytika und Parasympathikomimetika entwickelt.

	Parasympathikus	Sympathikus
	Tränendrüse Sekretion	
	Auge M. dilatator pupillae M. sphincter pupillae M. ciliaris	Kontraktion (Pupillenverengung) (α_1) geringe Relaxation
	Herz Sinusknoten AV-Knoten Myokard (Kontraktilität) Koronararterien	Frequenzabnahme Erregungsabnahme Abnahme (nur im Vorhof) Frequenzzunahme (β_1) Erregungszunahme (β_1) Zunahme (Vorhof und Ventrikel) (β_1) Vasokonstriktion (α_1)
	Leber Gallenblase	Glykogenolyse (β_2) Relaxation
	Pankreas Exokrine Sekretion Insulinausschüttung	Zunahme geringe Abnahme (α_1) Hemmung (α_2)
	Magen-Darm-Trakt Peristaltik Schließmuskeln Sekretion	Motilitätszunahme Erschlaffung Zunahme Motilitätsabnahme (α_2 / β_2) Kontraktion (α_1) Abnahme oder kein Effekt
	Harnblase Detrusor M. sphincter internus	Kontraktion Erschlaffung (gering) (β_2) Kontraktion (α_1)

Die Abbildung zeigt übersichtsmäßig die Wirkungen von Sympathikus und Parasympathikus auf einige Organe (mit den α - und β -Rezeptoren für die entsprechenden Transmitter).

[1.6] Das Immunsystem

Ohne ein funktionsfähiges Abwehrsystem sind wir nicht lebensfähig; wir würden der Vielzahl von Parasiten und Krankheitserregern, die in unseren Organismus eindringen und sich dort vermehren, erliegen. Das Immunsystem ist ein äußerst flexibles System und besteht aus verschiedenen spezialisierten Zellen, die untereinander mithilfe von Botenstoffen Informationen austauschen.

Die Immunzellen sind eigentlich *weiße Blutkörperchen* (Leukozyten). Sie werden im Knochenmark gebildet und durchlaufen anschließend verschiedene Reifungs- und Prägungs-Stationen. *Fresszellen* und *Lymphozyten* bewegen sich dann in Blut- und Lymphbahnen durch den Körper und halten sich in hoher Konzentration in den Lymphknoten, den Mandeln, der Thymusdrüse, der Milz, im lymphatischen Gewebe des Darms, so wie in der Haut und den Schleimhäuten auf.

Die Immunzellen haben die Fähigkeit zwischen körpereigenen und körperfremden Zellen zu unterscheiden. So können sie auf ihrer Reise durch den Körper fremde Organismen aufspüren und vernichten. Die Unterscheidung zwischen *selbst* und *fremd* wird durch charakteristische Molekülstrukturen der Zelloberfläche ermöglicht. Alle gesunden Körperzellen eines Menschen tragen auf ihrer Oberfläche dieselbe, für diesen Menschen charakteristische Markierung. Dieser "Gewebeverträglichkeitskomplex" (Haupthistokompatibilitätskomplex, MHC) ist nur bei ein-eiigen Zwillingen identisch und bei nahen Verwandten ähnlich. Der MHC umfasst mehrere Klassen von Proteinen, die ihrerseits von bestimmten Genen im Zellkern erzeugt werden.

Alle Körperzellen müssen dem Immunsystem ständig dieses molekulare Passbild zeigen, um als *selbst* erkannt und nicht angegriffen zu werden. Alles, was diese körpereigene Markierung nicht aufweist, wird von den Immunzellen als *fremd* erkannt und angegriffen. Auf Grund der andersartigen Passform der Zelloberfläche können aber nicht nur Eindringlinge aufgespürt werden, sondern auch infizierte, abgestorbene und falsch reproduzierte Körperzellen (z.B. Krebszellen).

Damit unser Immunsystem effektiv funktioniert, muss eine große Zahl von verschiedenen Molekülen, Signalstoffen und Zellen in einer fein abgestimmten Art und Weise zusammenwirken. Um den Organismus zu schützen, haben sich verschiedene spezialisierte Abwehrzellen herausgebildet, die als Team kooperieren.

Zwei Grundformen der Abwehrtätigkeit lassen sich unterscheiden: eine *unspezifische Abwehr*, die von den Fresszellen (Phagozyten, Makrophagen) ausgeführt wird; und eine *spezifische Abwehr*, welche von den T-Lymphozyten und B-Lymphozyten geleistet wird.

Was geschieht, wenn ein Krankheitserreger durch Verletzungen der Haut oder über die Atemwege in den Organismus eindringt? Die Gefährdung des Organismus hängt von der Anzahl der eingedrungenen Erreger ab, und davon, ob sie dem Immunsystem schon bekannt sind, aber auch davon, wie funktionsfähig das Abwehrsystem ist. Das Immunsystem kann zum Beispiel durch schlechte Ernährung (zu viel Zucker und zu viel Fett, Vitaminmangel und Mineralstoffmangel), Umweltgifte, ein Übermaß an Sonnenbestrahlung, eine Infektion oder ein allgemein schlechtes Befinden des Menschen geschwächt sein. Ist das Immunsystem geschwächt, kommt es vor, dass Erreger nicht oder erst verspätet aufgefunden und vernichtet werden, so dass diese Erreger Zeit haben, dem Körpergewebe Schaden zuzufügen. Auch zur Entstehung von Krebs, vermutet man, trägt eine Schwäche der Immunüberwachung bei.

In der Regel werden eindringende Krankheitserreger zuerst von patrouillierenden Fresszellen gefunden und angegriffen.

Sind die *Fresszellen* durch die Vielzahl von Erregern überfordert oder sind ihnen die Erreger unbekannt, so präsentieren sie diese den *T-Helferzellen*, die dann ihrerseits andere Immunzellen stimulieren, vor allem die *B-Lymphozyten*. Dringt in den Organismus ein schon bekannter Erreger ein, dann können mittels B-Gedächtniszellen und Plasmazellen innerhalb kurzer Zeit passende *Antikörper* gebildet werden, welche sich an den Erreger heften und ihn blockieren. Dann sind die Killer- und Fresszellen in der Lage, Fremdorganismen rasch zu erkennen und zu beseitigen, bevor diese körpereigenes Gewebe erheblich schädigen. Die Antikörper sind besondere Proteine, die auch *Immunglobuline (Ig)* heißen.

Wird das Abwehrsystem mit unbekanntem Erregern (*Antigene*) konfrontiert (z.B. Grippeviren), so dauert es einige Tage bis sie von T-Helferzellen analysiert worden sind, so dass die B-Zellen unter ihrer Anleitung mittels Signalstoffen (Zytokinen) dann Gedächtniszellen und Plasmazellen produzieren. Die Plasmazellen erzeugen die passenden *Antikörper*. In dieser Zeit können die Viren ungehindert in Körperzellen eindringen, sich vermehren und Schaden anrichten. Killer- und Fresszellen können erst mit ihrem Abwehrkampf beginnen, wenn passende Antikörper ausgeschüttet worden sind. Die Antigene sind meistens Proteine, die sich auf den Oberflächen von Fremdkörpern oder infizierten Körperzellen befinden. Die Antikörper heften sich an diese Antigene und ermöglichen den Killer- und Fresszellen die chemische Auflösung der Fremdkörper.

Um die inzwischen sehr große Anzahl von Erregern und infizierten Körperzellen zu vernichten, müssen viele Immunzellen aktiviert und zum Ort der Infektion gerufen werden. Bei diesem Abwehrkampf können die Lymphknoten anschwellen, begleitet von Fieber und Schwächung.

Sind schließlich alle Krankheitserreger und infizierten Körperzellen aufgefunden und beseitigt, geben die *T-Hemmzellen* das Signal zur Beendigung des Kampfes. Die Immunzellen und der gesamte Organismus kehren in einen Ruhestand zurück und regenerieren sich. Kampftrümmer werden von den Fresszellen beseitigt (Eiterbildung), verletzte Teile des Körpergewebes erneuert und Immunzellen neu gebildet. Wird der Organismus später wieder mit diesem Virus konfrontiert, ist der Virus den Abwehrzellen schon bekannt und wird gezielt und schnell beseitigt; der Körper ist immun geworden.

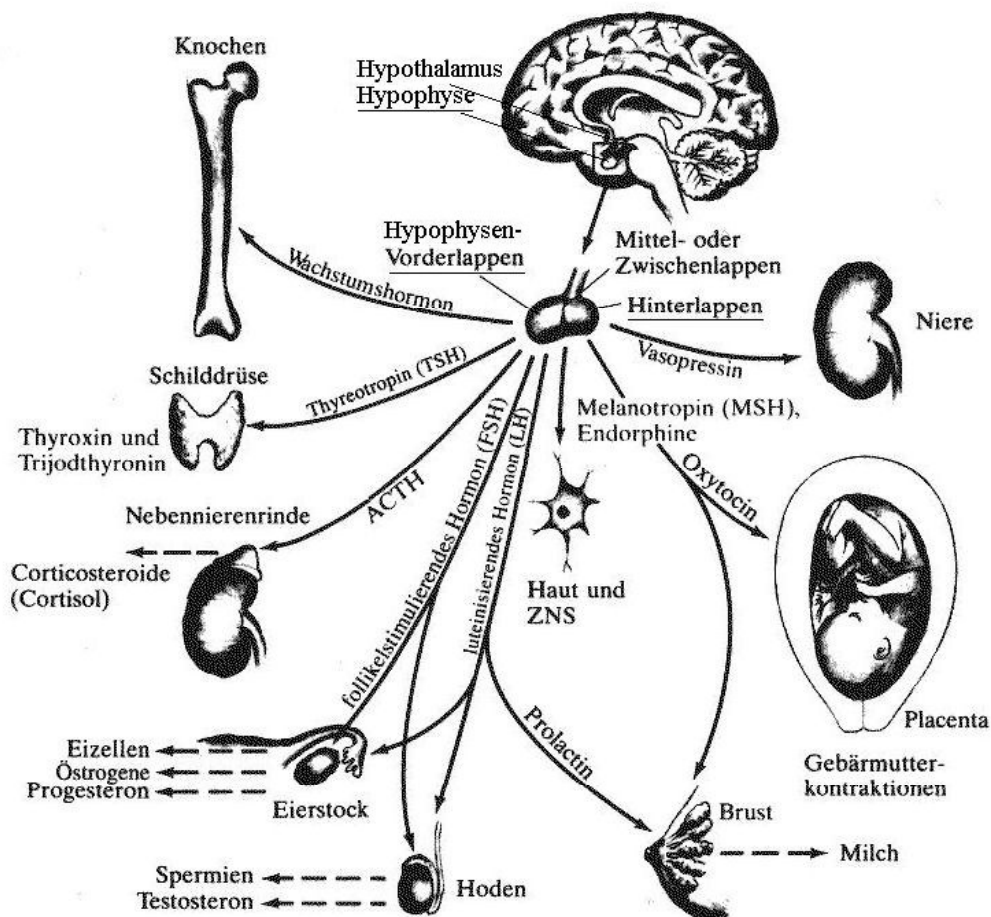
Impfungen trainieren das Immunsystem für die Auseinandersetzung mit gefährlichen Krankheitserregern. Dabei wird das Abwehrsystem mit dem Erreger in einer abgeschwächten Form konfrontiert, lernt ihn kennen, entwickelt spezifische Antikörper und wird gegen ihn immun. Diese erworbene aktive Immunität kann mitunter jahrelang erhalten bleiben.

Das Lymphsystem ist ein Teil des Immunsystems. Es gliedert sich in die lymphatischen Organe und das Lymphgefäßsystem. Die aus den Blutkapillaren austretende Lymphflüssigkeit (Lymphe) dient auch dem Stofftransport zu und von den Körperzellen. Das Lymphgefäßsystem beginnt in der Körperperipherie mit den Lymphkapillaren, welche sich zu größeren Lymphgefäßen vereinigen. In diesen sind die Lymphknoten als Filterstationen integriert, die der Verbreitung der Lymphozyten dienen. Die Lymphgefäße sammeln sich in den Lymphstämmen, die in das Venensystem einmünden. Neben der Zirkulation der Lymphozyten erfolgt über das Lymphsystem auch der Abtransport von interzellulärer Flüssigkeit (Gewebswasser).

Die unterschiedlichen lymphatischen Organe dienen der Differenzierung und Vermehrung der Lymphozyten. In Knochenmark und Thymus erfolgt die Bildung der T- und B-Lymphozyten aus ihren Vorläuferzellen. In den sekundären lymphatischen Organen (Mandeln, Milz, Lymphknoten) werden beim Zusammentreffen von Antigenen mit immunkompetenten Lymphozyten spezifische Immunreaktionen ausgelöst. Milz und Knochenmark sind auch bei der Bildung, der Speicherung und dem Abbau von defekten Blutzellen beteiligt.

[1.7] Das Hormonsystem

Die Hirnanhangdrüse (*Hypophyse*) im Zwischenhirn ist die oberste Hormondrüse, welcher die meisten anderen Hormondrüsen untergeordnet sind. Die Hypophyse ihrerseits wird vom *Hypothalamus* kontrolliert. Die Abbildung zeigt eine schematische Übersicht des Hormonsystems.



Übersicht über das Hormonsystem

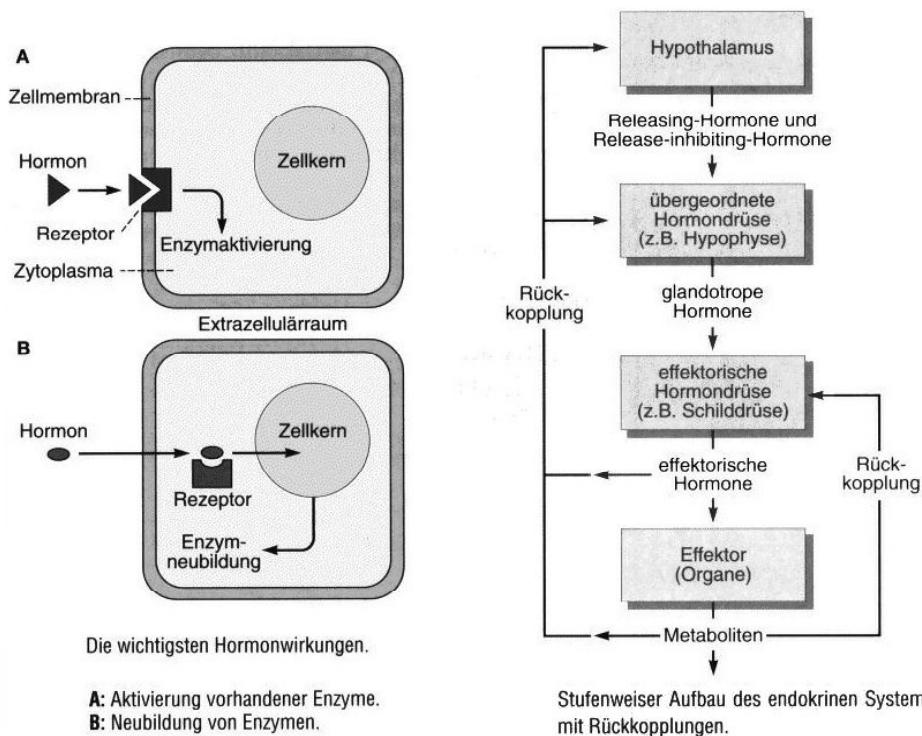
Beispiel: Das AdrenoCorticoTropin (ACTH) der Hypophyse wirkt auf die Nebennierenrinde.

Die Nebennierenrinde produziert das CORTISOL, das in der Leber die Umwandlung von Eiweiß in Zucker fördert und außerdem entzündungshemmend wirkt.

Hormone sind chemische Botenstoffe, welche in Senderzellen erzeugt werden und dann über den Blutweg auf Empfängerzellen einwirken. Die Steuerung erfolgt nach dem *Regelkreisprinzip* (Feedback): Das Hormon regt die Empfängerzelle zur Produktion eines bestimmten Wirkstoffes an. Dieser gelangt über das Blut zurück zur Senderzelle und hemmt dort die weitere Erzeugung des Hormons. Das führt wiederum dazu, dass die Empfängerzelle weniger Wirkstoff produziert.

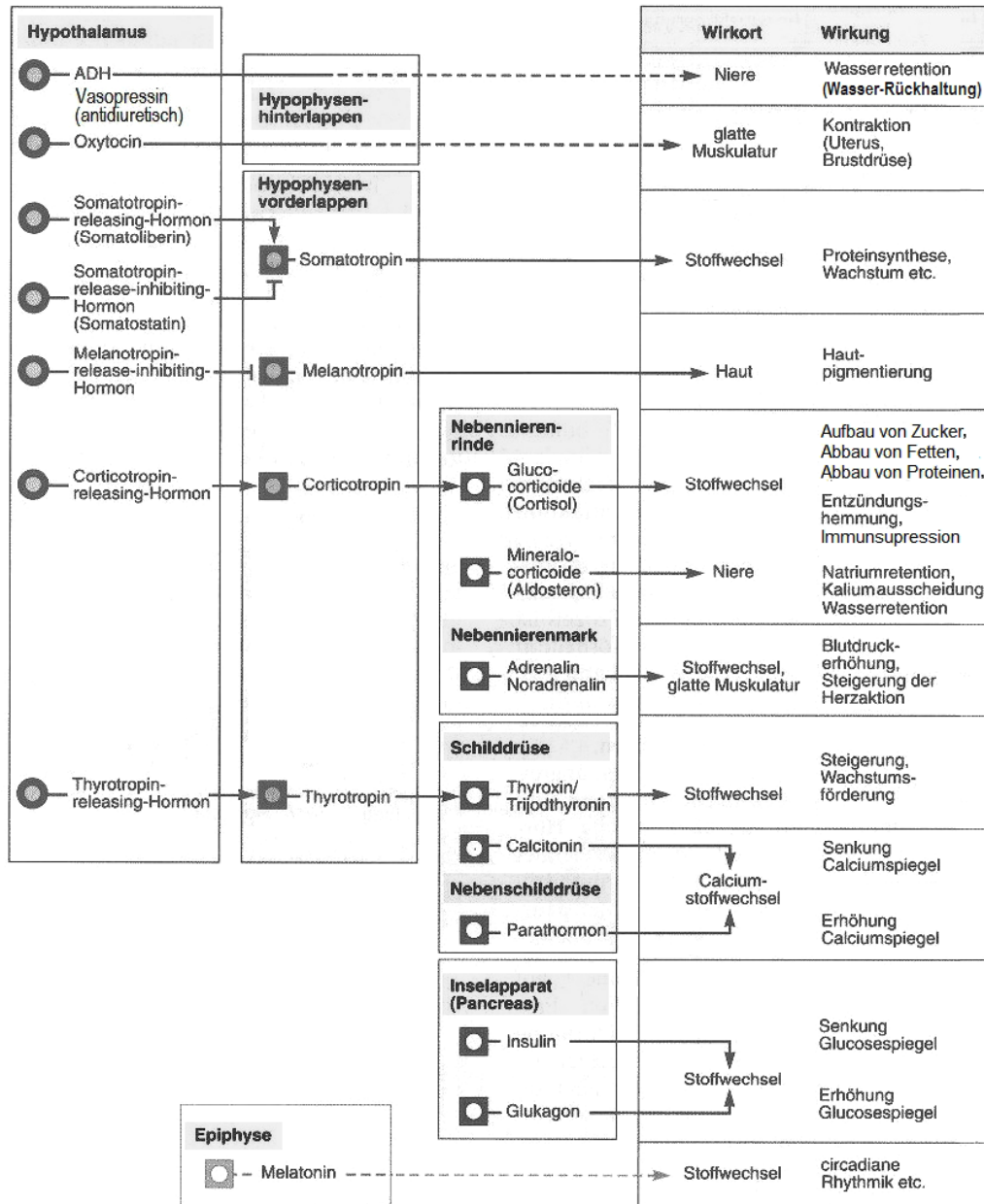
Beispiel: Der Hypothalamus steuert mit Releasing-Faktoren und Release-Inhibiting-Faktoren die Hormonproduktion der Hypophyse. Das Hypophysenhormon Thyreotropin (TSH) veranlasst die Schilddrüse das Hormon Thyroxin zu produzieren, welches stoffwechselsteigernd und wachstumsfördernd wirkt. Das Thyroxin wirkt aber auch zurück auf Hypothalamus/Hypophyse und bremst dort die TSH-Ausschüttung, wodurch dann die Thyroxin-Produktion reduziert wird.

Hormone werden meist in umschriebenen Zellverbänden, den endokrinen Drüsen, gebildet. Dort gelangen die Hormone in den Kreislauf und verteilen sich dann mit dem Blut im gesamten Organismus und somit in allen Geweben. Ihre Wirkung entfalten sie jedoch nur an den Zellen, die über entsprechende Rezeptoren verfügen. So entsteht die gezielte Hormonwirkung, d.h. eine funktionelle Zuordnung von Hormondrüsen und Zielzellen (Effektorzellen). Diesen Mechanismus nennt man auch Schlüssel-Schloss-Reaktion, wobei das Hormon mit dem Schlüssel und der Rezeptor mit dem Schloss verglichen werden. Durch die Verbindung von Hormonen mit Rezeptoren der Zielzellen können grundsätzlich zwei verschiedene Reaktionsketten ausgelöst werden. In **Zelle A** aktiviert die Hormon-Rezeptor-Verbindung an der Zellmembran ein schon vorhandenes Enzym, das auf zelleigene Enzymsysteme einwirkt. Die endgültige Hormonwirkung besteht an solchen Zielzellen häufig in einer Formänderung (Kontraktion glatter Muskelzellen). In **Zelle B** findet die Hormon-Rezeptor-Verbindung im Inneren der Zelle statt und löst die Herstellung von neuen zellspezifischen Enzymen aus (Enzyminduktion). An diesem Prozess ist der Zellkern mit seiner Erbinformation (DNA) beteiligt.



Dem Hormonsystem liegt also ein stufenförmiger Aufbau mit funktionellen Abhängigkeiten zwischen den Stufen zu Grunde: **Hypothalamus - Hypophyse - effektorische Hormondrüsen**. Die wichtigste übergeordnete Hormondrüse ist die **Hypophyse**, deren Hormone glandotrope Hormone (auf Drüsen wirkende Hormone) heißen. Die Produktion und die Ausschüttung dieser Hormone werden wiederum von spezifischen Substanzen des **Hypothalamus** gesteuert. Dieser aktiviert über Releasing-Factors oder Releasing-Hormone (freisetzende Hormone) bzw. hemmt über Release-Inhibiting-Factors oder Release-Inhibiting-Hormone (die Freisetzung hemmende Hormone) die Hypophyse. Ansteigende Konzentrationen von effektorischen Hormonen bzw. Stoffwechselprodukten im Blut hemmen den Hypothalamus, wodurch dann die Hormonproduktion gedrosselt wird (**negatives Feedback**). Umgekehrt aktivieren fallende Konzentrationen von effektorischen Hormonen im Blut den Hypothalamus und damit die Hormonproduktion.

Die Übersichtstafel enthält alle wichtigen Hormone – ausgenommen der Sexualhormone (FSH, LH, Östrogen, Progesteron, Testosteron).

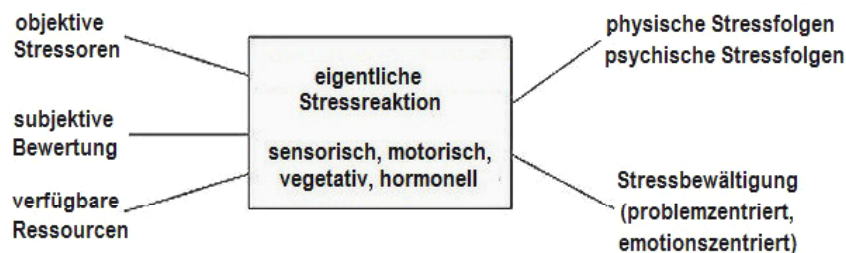


Für die hormonelle Steuerung der **Sexualfunktionen** gilt: Hypothalamus und Hypophyse regeln die Samenzellenreifung (Spermatogenese) in den Hoden des Mannes und die Eizellenreifung (Oogenese) in den Eierstöcken der Frau. Das so genannte follikelstimulierende Hormon (FSH) des Hypophysenvorderlappens fördert direkt die Keimzellen-Bildung und -Reifung. Es ist, wie auch die anderen hypophysären Hormone, bei beiden Geschlechtern gleich. Ein weiteres auf die Keimdrüsen wirkendes Hormon des Hypophysenvorderlappens ist das luteinisierende Hormon (LH). LH und auch FSH werden als Gonadotropine bezeichnet, weil sie auf die Geschlechtsdrüsen (Gonaden) wirken. Das Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH) des übergeordneten Hypothalamus steigert Produktion und Freisetzung der Gonadotropine in der Hypophyse.

[1.8] Die Stressreaktion

Unter **STRESS** versteht man eine starke Belastung des Organismus. Die Stressursachen, auch *Stressoren* genannt, können in physische und psychische eingeteilt werden. Die Antwort des Organismus auf solche Belastungssituationen besteht in verschiedenen Anpassungsreaktionen zur Wiederherstellung des durch Stressoren gestörten Gleichgewichtes (Homöostase).

Die verschiedenen Folgen der Stressreaktion hängen nicht nur von den eigentlichen Stressoren ab, sondern auch von anderen Bedingungen, den Moderatorvariablen. Dazu zählt man vor allem die *subjektive Bewertung* des Stressors und auch die *Ressourcen*. Das sind jene Mittel, welche für die Stressbewältigung jeweils zur Verfügung stehen, beispielsweise die medizinische Versorgung, die soziale Unterstützung und auch persönliche Kompetenzen wie Belastungstraining oder Entspannungstechniken.



Häufige Stressoren: physische Bedrohungen, Verletzungen, Katastrophen, Krankheiten, zeitliche Hetze, optische Überreizung, Lärm, hässliche Umgebung, Gedränge, große Lebensveränderungen, kleine alltägliche Ärgernisse, Verlust, Tod, erlebte Hilflosigkeit, Erwartungsenttäuschungen (Frustrationen), Mobbing, akute oder chronische Konflikte, soziale Isolation.

Wenn im Experiment viele Ratten in einem engen Käfig eingesperrt werden, dann steigt die Konzentration der Hormone des Nebennierenmarkes (*Noradrenalin* und *Adrenalin*) im Blut auf das 10- bis 20-fache der Normalwerte. Auch die *Cortisol*-Ausschüttung der Nebennierenrinde ist deutlich erhöht. Dadurch wird eine Notfallreaktion des Körpers bewirkt (z. B. Beschleunigung der Herz-/Kreislauffähigkeit und Erhöhung des Blutzuckerspiegels zur Energielieferung).

Die gleichen vegetativen und hormonellen Veränderungen treten bei Menschen im Straßenverkehr auf, wenn sie schnell und häufig überholend mit dem Auto fahren.

Als weiteres Beispiel sei der *Schulstress* angeführt, den Schüler oftmals als sehr belastend erleben. Zu den objektiven Stressoren zählen dabei hohe Leistungsanforderungen, strenge Prüfungen und hochgesteckte Erwartungen durch das Elternhaus. Diese wirken besonders dann belastend, wenn es auch zur subjektiven Überbewertung schulischer Leistungsbeurteilung und Benotung kommt. Hilfreiche Ressourcen zur Stressbewältigung sind die verständnisvolle Unterstützung durch die Eltern (emotionszentriert), eine fachliche Nachhilfe (problemzentriert) und entspannender Ausgleich durch Sport oder ein Hobby.

Die Stressreaktion ist in der Natur durchaus biologisch sinnvoll: In Notsituationen wird eine erhöhte Freisetzung von Energiestoffen veranlasst, was zu einer effektiveren motorischen Reaktion (Kampf oder Flucht) führt. Die motorische Abreaktion braucht und verbraucht die freigesetzten Stoffe. Unsere zivilisierte Gesellschaft verhindert jedoch diese Aktivitäten. So ist der gestresste Autofahrer in seinem fahrenden Auto bewegungsuntätig eingesperrt. Bedrohten Ratten fehlt im Käfig die Fluchtmöglichkeit. Andauernder Stress und die zivilisationsbedingte Hemmung der motorischen Abreaktion bewirken, dass die verstärkte Freisetzung der Energiestoffe (Zucker, Fette) und die erhöhte Herz-/Kreislauffähigkeit dem Organismus schaden (*negative Stressfolgen*).

Das Stress-Modell von Hans Selye (modifiziert)

(1) Die Alarmphase

Die *Stressoren* verursachen im Cortex und im limbischen System eine erhöhte Erregung. Eine Signalfut strömt zum *Hypothalamus* im Zwischenhirn. Von hier aus wird dann einerseits das *sympathische vegetative Nervensystem* stimuliert (Erhöhung der Pulsfrequenz und der Atemtätigkeit, Anregung des Nebennierenmarkes), und andererseits wird vom Hypothalamus über die Hypophyse das *Hormonsystem* aktiviert (Anregung der Nebennierenrinde).

(2) Die Widerstandsphase

Die Anregung des Nebennierenmarks durch den Sympathikus bewirkt eine vermehrte Ausschüttung von *Adrenalin* und *Noradrenalin*. Durch das Hormon *Adrenalin* kommt es zu einer deutlichen Steigerung der Herzaktivität, einer Erhöhung des Blutdrucks und zur Mobilisierung der Fett- und Zuckerreserven.

Die Nebennierenrinde hingegen wird durch das Hypophysenhormon ACTH stimuliert und schüttet *Cortisol* aus. Das Cortisol (ein Glukocorticoid-Hormon) aktiviert die Bildung von Kohlenhydraten, erhöht die Freisetzung von Zucker als Energielieferant, beeinflusst den Wasser- und Elektrolythaushalt und wirkt immunsuppressiv und entzündungshemmend. Notfallreaktion über die so genannte **HPA-Achse**: Hypothalamus (H) – Hypophyse (P) – Nebennierenrinde (A).

(3) Die Erschöpfungsphase (d.h. Aufbrauch der Ressourcen)

Beispiele von negativen Stressfolgen

Verminderung der psychischen Leistungsfähigkeit

Das Hormon Noradrenalin zeigt eine direkte, inhibitorische Wirkung auf die Synapsen im Hippocampus, die für das Gedächtnis wichtig sind. Zusätzlich schädigen hohe Dosen von Glukocorticoid-Hormonen (Cortisol aus der Nebennierenrinde) die Zellen des Hippocampus. Der Stress wird zur Ursache der so genannten *affektiven Gedächtnishemmung*.

Gastritis und Magengeschwüre

Die vermehrten Stresshormone bewirken eine verstärkte Säure-/Enzymproduktion in der Magenschleimhaut. Salzsäure und Pepsin greifen die Magenschleimhaut an (der Magen verdaut sich selbst). Folgen sind Gastritis (Entzündungen der Schleimhaut) und Ulcus (Geschwürbildungen). Dieser Prozess wird verstärkt, wenn bereits eine Infektion mit dem *Helicobacter pylori* vorliegt.

Arteriosklerose (Verengung, Verhärtung, Verkalkung der Arterien)

Erhöhte sympathische Erregung verstärkt die Wandspannung bestimmter Blutgefäße. Fettmoleküle bleiben an der Wand hängen. Es kommt dann dort zur Ablagerung von Blutplättchen, Fibrin und auch Kalzium. Die Blutgefäße verengen sich dadurch und werden unelastisch und hart. Als Folge dieser Arteriosklerose kann es zum Verschluss von Blutgefäßen und zur Unterversorgung nachfolgender Gewebeteile kommen (z.B. Gehirnschlag, Angina pectoris, d.h. Enge der Herzkranzgefäße, Herzinfarkt). Anzeichen von Arteriosklerose ist ein geringer Unterschied zwischen diastolischem und systolischem Blutdruck (wegen mangelnder Elastizität der Gefäßwände).

Herzinfarkt

Die Herzkranzgefäße (Coronargefäße) werden durch Arteriosklerose verengt. Durch zusätzliche vegetative Verkrampfung (erhöhte sympathische Erregung) bei psychischer Aufregung oder physischer Anstrengung kann es zum Verschluss von Herzkranzgefäßen kommen, und so zu mangelhafter Versorgung des Herzmuskels. Die Folgen sind ein ganzer oder teilweiser Ausfall der Herzfunktion und das Absterben (Nekrose) von Gewebeteilen des Herzmuskels.

Schwächung der Immunabwehr

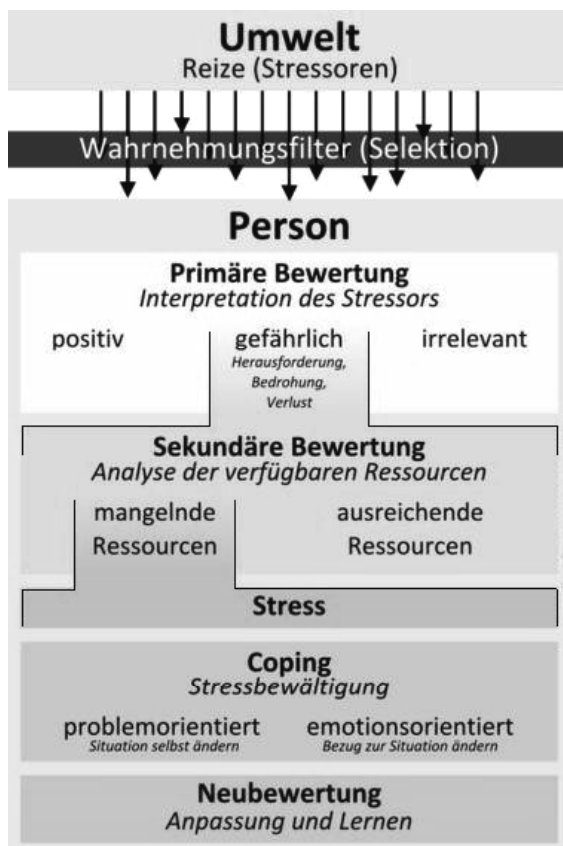
Das Nebennierenmark-Hormon Adrenalin bewirkt langfristig eine Reduzierung der Lymphozytenaktivität. Die Glukocorticoide (Cortisol) aus der Nebennierenrinde führen an den meisten Immunzellen zu einer Hemmung ihrer Immunfunktionen. Sie wirken immunsuppressiv.

Viele Untersuchungen zeigen, dass die Stressauswirkungen nicht nur von der *objektiven*, äußeren Situation abhängen, sondern vielmehr auch davon, wie das Individuum die (bedrohliche, gefährliche) Situation *subjektiv* erlebt. So können neue Herausforderungen (sportliche oder berufliche Aufgaben) als positiver Stress durchaus lustvoll erlebt werden (*Eustress* anstelle von *Disstress*). Die wesentlichen Aspekte dabei sind *Einsicht*, *Kontrolle* und *Sicherheit*.

Je weniger ein Individuum in eine möglicherweise gefährliche Situation Einsicht hat und je weniger es darauf Einfluss nehmen kann, umso angstvoller, unsicherer und belastender wird die Situation erlebt. Ein Mangel an Wissen und an Kontrolle widerspricht dem natürlichen Streben nach Sicherheit und Geborgenheit. Diese *subjektiv erlebte Hilflosigkeit* bewirkt eine deutliche Verstärkung des Stress und seiner negativen Folgen.

Auch muss zwischen *akutem Stress* (Notfallreaktion) und *chronischem Stress* unterschieden werden. Die *posttraumatische Belastungsstörung (PTBS)* nach sehr starken traumatischen Ereignissen (Krieg, Flugzeugabsturz, Vergewaltigung, usw.) kann nach Wochen oder Monaten in ein chronisches Leiden übergehen.

Das Stress-Modell von Richard Lazarus



Stress-Reize werden wahrgenommen und negativ (gefährlich, bedrohend) bewertet. Nur dann, wenn keine Abwehr-Ressourcen ausreichend zur Verfügung stehen, werden sie emotional belastend als Stress erlebt.

Bei der *Bewältigung von Stress* (coping) werden zwei Formen unterschieden:

Bei der *problemzentrierten* Bewältigung stehen die Problemlösung und die Beseitigung der Stressursachen im Mittelpunkt.

Bei der *emotionszentrierten* Bewältigung wird versucht, nicht die Stresssituation, sondern die daraus folgenden Gedanken und Gefühle zu verändern. Nicht die Dinge, sondern die Einstellung zu den Dingen werden geändert – durch Entspannungstechniken und/oder durch Neubewertung der Situation.

Hilfreich ist dabei immer die Unterstützung durch die Umwelt (*social support*). Einsame Menschen sind stets gefährdeter als sozial verankerte Menschen.

[1.9] Psychosomatik

Unter *Gesundheit* versteht man das körperliche und seelische Wohlbefinden. *Krankheit* kann ganz allgemein als ein Fehlen von Gesundheit definiert werden. Die Ursachen für ein nicht vorhandenes Wohlbefinden sind vielfältig:

- *durch Unfälle oder durch Schadstoffe verursachte Verletzungen*
- *durch Erreger (Bakterien, Viren) bedingte Infektionskrankheiten*
- *vererbte Krankheiten*
- *durch psychosoziale Belastungen erzeugte organische Funktionsstörungen*

Interessant ist die Statistik der *häufigsten Todesursachen*. Die bedeutendste Todesursache in der westlichen Industriegesellschaft ist der ungesunde Lebensstil der Menschen. Übergewicht, falsche Ernährung, Rauchen, erhöhter Alkoholkonsum, Autofahren ohne Sicherheitsgurt, ein wahlloser Geschlechtsverkehr ohne Schutz und ein stressreiches Leben - alle diese Faktoren spielen eine wichtige Rolle bei Herzkrankheiten, Krebs, Schlaganfällen, Aids, usw. Schätzungen zufolge ist fast die Hälfte aller Todesfälle das Resultat von ungesunden Lebensgewohnheiten.

Die *Psychosomatik* beschäftigt sich mit den Wechselwirkungen von psychischen Befindlichkeiten, sozialen Situationen und körperlichen (somatischen) Zuständen. Unter einer psychosomatischen Krankheit im engeren Sinne versteht man eine Erkrankung, die unter belastenden psychosozialen Lebenssituationen verschiedener Art auftreten kann. *Was kränkt, macht krank*. Solche kritische Lebensereignisse sind: Tod, Erkrankung, Verlust eines geliebten Menschen, Scheidung, Trennung, Mobbing, Kündigung, Unfall, usw.

Von zentraler Bedeutung für das Zusammenspiel von Psyche und Soma sind:

- *die Großhirnrinde (bewusstes Erleben, Kognition)*
- *das limbische System (Gefühle, Emotionen)*
- *das vegetative Nervensystem (Sympathikus, Parasympathikus)*
- *das endokrine System (Hormone)*
- *das Immunsystem (Infektionsabwehr)*

Konflikte und Stress bewirken immer eine erhöhte intrapsychische Anspannung. Die Blockierung der Abfuhr nervöser Erregungsenergie und das Ausbleiben einer entspannenden Reaktion führen dann zu psychosomatischen Symptomen. Hinter diesen Symptomen steht zumeist kein echter organischer Defekt. Sie sind durch Fehlsteuerungen des vegetativen Nervensystems und des Hormonsystems bedingte Funktionsstörungen der Organtätigkeit, welche als Reaktionen auf psychosoziale Belastungssituationen auftreten können. Siehe „*Stressreaktion*“ in Kapitel [1.8].

Der Zusammenhang von Leib und Seele spiegelt sich in der Alltagssprache wider (Krankheit als Sprache der Seele):

Das Herz schlägt mir bis zum Hals.

Mein Hals ist wie zugeschnürt.

Das liegt mir im Magen.

Da bleibt mir die Luft weg.

Ich habe eine Wut im Bauch.

.....

Psychosomatische Erkrankungen sind meistens *nicht eindimensional* zu erklären, sondern *multikausal* (mehrfach verursacht bzw. mehrfach bedingt). Oft liegen die tieferen Ursachen für psychosomatische Erkrankungen in einer gestörten Eltern-Kind-Beziehung in der Primärgruppe (Elternhaus). Häufig reagieren Mutter/Vater ihr eigenes, nicht verarbeitetes Konfliktgeschehen am Kind ab, anstatt das Kind als selbständiges Individuum zu respektieren. Das Kind wird nicht als Selbstzweck geachtet, sondern als Mittel missbraucht. Zwei Fehlentwicklungen lassen sich grundsätzlich unterscheiden:

(a) *Emotionaler Rückzug* oder auch *Ablehnung* durch Mutter/Vater bewirken eine Blockierung in der Entfaltung des Grundstrebens nach Beschützt- und Geliebt-Werden (Bindungsbedürfnis, Regulation über Parasympathikus und Oxytocin).

(b) *Zwanghafte Kontrolle* oder auch *übertriebene Besorgtheit* durch Mutter/Vater bewirken eine Blockierung des Grundstrebens nach Freiheit, Kreativität und Aggressivität (Autonomiestreben, Regulation über Sympathikus und Stresshormone).

In beiden Fällen (Vernachlässigung oder Überbehütung) kommt es zur Unterdrückung von Gefühlsregungen und zur Einengung des Verhaltensspielraums. Die Folge sind ein verringerter Selbstwert und eine mangelhafte Selbstwirksamkeit. Es entsteht eine Diskrepanz zwischen dem realen Erleben und den subjektiven Erwartungen. („Ich kann das nicht haben, was ich haben will.“ „Ich kann das nicht sein, was ich sein will.“). Daraus resultieren Konflikte und eine erhöhte intrapsychische Spannung, wodurch es zu Störungen im vegetativen Nervensystem, im Hormonsystem und Immunsystem kommen kann. Siehe dazu auch „*Psychoneuroimmunologie*“ im Buchkapitel [1.10].

Wenn keine Konfliktlösung und keine Spannungsreduktion erfolgen, dann können daraus rückbildbare, funktionelle Organstörungen entstehen. Werden diese chronisch, verringert sich die Möglichkeit der Symptomrückbildung. Beispiele für psychosomatische Erkrankungen sind Immunschwäche und Infektionsanfälligkeit, hoher Blutdruck, Arrhythmien der Herzrhythmicität, Gastritis und Magengeschwüre, usw.

Beispiel: Herzerkrankung

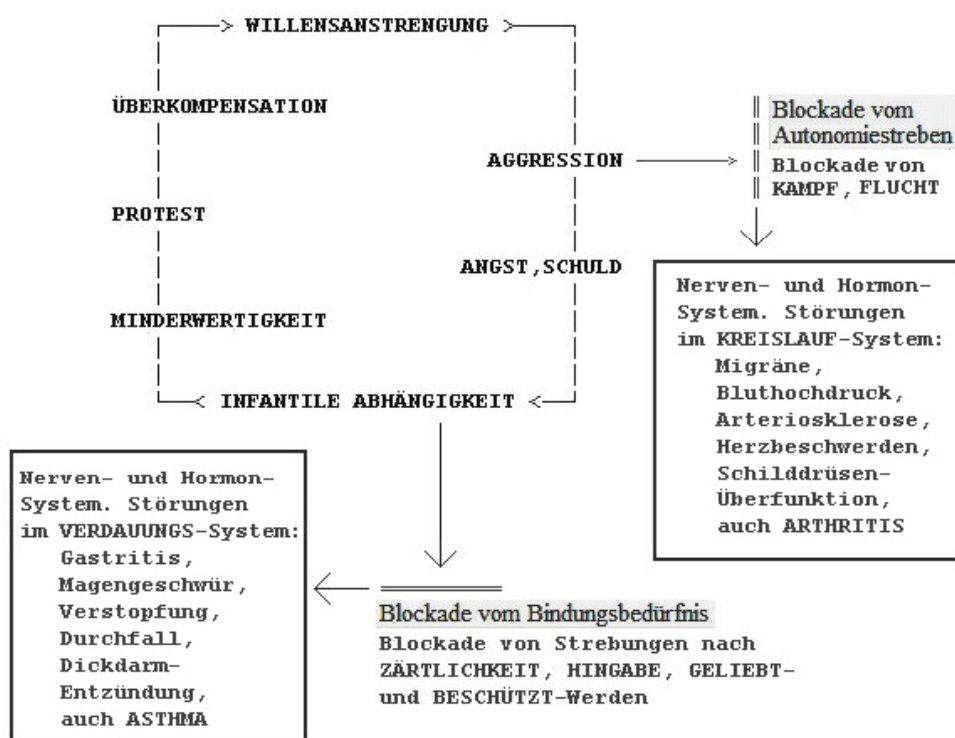
Leistungsmäßige Dauerbelastung (chronischer Stress) bewirkt über das vegetative Nervensystem (Sympathikus) eine erhöhte Wandspannung der Blutgefäße und damit eine Verengung der Gefäße und Bluthochdruck. Bei zusätzlicher falscher Ernährung und bei Bewegungsarmut sind die Grundlagen für eine Verengung und Verhärtung der Blutgefäße (*Arteriosklerose*) geschaffen. Verengung und Verhärtung von Blutgefäßen führen auch zu einer mangelnden Versorgung des Herzmuskels. Bei *Angina pectoris* (Brustenge) schreit das Herz aus Leibeskräften um Sauerstoff bzw. um Hilfe.

Stress verstärkt u.a. die Gerinnungsfähigkeit des Blutes, wodurch die Thrombosegefahr steigt. Kommt es dann dabei zum Verschluss eines Herzkranzgefäßes, so erhält das dahinter liegende Gewebe des Herzmuskels kein Blut und keinen Sauerstoff mehr und stirbt ab (*Herzinfarkt*). Unser Herz braucht Zuwendung und Achtsamkeit. Die Herzensangelegenheiten benötigen Anerkennung und Geduld. Werden sie nicht gewährt, wird das Herz krank und stirbt.

Der deutsche Psychiater *Franz Alexander* (1950) beschreibt in seinem Werk über die psychosomatische Medizin die "*holy seven*" der psychosomatischen Erkrankungen: peptisches Magengeschwür, bronchiales Asthma, Bluthochdruck, rheumatische Arthritis, Migräne, Colitis ulcerosa und Neurodermitis.

Das psychosomatische Basismodell von Franz Alexander

Franz Alexander hat 1950 ein Grundmodell der Psychosomatik entwickelt. Es werden mögliche gegenseitige Zusammenhänge von emotionalen Erlebniszuständen und organischen Symptomen dargestellt. Das Modell beschreibt eine Abfolge von Befindlichkeiten, die aus dem Zustand der *kindlichen Abhängigkeit* erwachsen und, falls keine *befreiende Abreaktion* erfolgt, wieder in diesen Zustand zurücktreiben.



Das schematische Modell von *Franz Alexander* muss aus heutiger Sicht in der Weise relativiert werden, dass die Beziehungen zwischen seelischen und körperlichen Zuständen nicht einfach und monokausal sondern komplex und multikausal gesehen werden. Biologische und soziale Bedingungen sind miteinzubeziehen. Ein derart modifiziertes, **biopsychosoziales Modell** leistet dann durchaus gute Dienste zur Erklärung von Krankheitsverläufen. Auch viele Erkenntnisse der modernen Schematherapie sind hier bereits vorweggenommen.

Dieses Modell mit seinen möglichen Abfolge-Zuständen gilt aber nicht nur für die Abhängigkeit des Kindes von Mutter/Vater, sondern kann auch auf verschiedene andere Abhängigkeits-Situationen übertragen werden.

Abhängigkeit der Frauen von den Männern

(Protest = Emanzipation, Aggression = Scheidung)

Abhängigkeit der Arbeitnehmer von den Arbeitgebern

(Protest = Streik, Aggression = Klassenkampf)

Im Falle der materiellen und emotionalen Abhängigkeit des Kindes von den Eltern (infantile Abhängigkeit) läuft der Protest zunächst immer narzisstisch ab, d.h. nur ICH-bezogen. Es kann sich daraus aber auch ein solidarischer Protest entwickeln, d.h. mehrere Individuen kämpfen für dieselbe Sache.

Das psychosomatische Kettenmodell (Rudolf & Henningsen, 2013):

In einem Experiment stellte McKay 1991 zwei Gruppen von Versuchspersonen (Vpn) zusammen. Die Vpn in der ersten Gruppe hatten negative Einstellungen zu sozialen Beziehungen und waren misstrauisch und ängstlich. Die Vpn in der zweiten Gruppe hatten positive Einstellungen zu sozialen Beziehungen. Beiden Gruppen wurde ein Videofilm über eine gefühlsbetonte zwischenmenschliche Situation gezeigt (Mutter Theresa bei der Versorgung von Waisenkindern). In einer nachfolgenden Untersuchung wurde das Immunglobulin A im Speichel gemessen. Dabei zeigte die Negativ-Gruppe eine deutliche Verschlechterung der Immunwerte. Die Positiv-Gruppe jedoch zeigte eine deutliche Verbesserung der Immunwerte. Diese und ähnliche Befunde führen zu folgender **psychosomatischen Kette** bei der Entstehung von psychosomatischen Erkrankungen:

- *Konfliktvolle Beziehungserfahrung in der Lebensgeschichte*
- *Verinnerlichung dieser Erfahrung*
- *Erhöhte Stressbereitschaft*
- *Ängstlich-misstrauische Beziehungserwartung*
- *Aktualisierung der negativen Erwartung und Stress in Beziehungssituationen*
- *Verschlechterung der Immunlage*
- *Erhöhte körperliche Krankheitsanfälligkeit*

Die **konservative Schulmedizin** ist dem Kausalitätsprinzip verpflichtet und sucht für ein vorliegendes Krankheitsgeschehen immer bestimmte Ursachen, als deren Folge sie die Krankheit versteht. Das erklärte Ziel der Schulmedizin ist die radikale Bekämpfung und Beseitigung der Krankheit. Diese wird als Feind angesehen, welcher vernichtet werden muss, und zwar möglichst schmerzfrei und ohne viel Mühe und Anstrengung für den Patienten.

Eine **alternative Sichtweise** von Krankheit, welche über die konservative Schulmedizin hinausgeht, hinterfragt die individuelle (Lebens-) Situation des Patienten, welche sich hinter und unter der Symptomboberfläche verbirgt. Gefragt wird nach der subjektiven Bedeutung der Krankheitserscheinung. Was bedeutet die Krankheit in der individuellen Lebensgeschichte des Patienten? Die Schulmedizin beschränkt sich aus vielerlei Gründen auf die körperliche Ebene und erbringt im Reparaturbereich großartige Leistungen. Eine alternative Medizin aber wagt mehr, sie richtet ihr Augenmerk auf den untrennbaren Zusammenhang von Körper und Seele (Psyche). Eine alternative Medizin geht davon aus, dass nicht der Zufall das Organ bestimmt, das erkrankt und leidet, sondern die Auswahl kann man als ein Symbol verstehen.

Körper und Seele können sich wechselseitig darstellen und wechselseitig erklären. Diese Beziehung kann sich bei jedem Menschen anders äußern. Die individuelle Umwandlung eines seelischen Konfliktes in ein körperliches Symptom bezeichnet man als *Konversion*. Diese erfolgt unbewusst und dient der Vermeidung des unangenehmen Konfliktes. Als Patient kann man sich vier Grundfragen stellen:

- *Warum wird gerade dieses Organ krank und nicht ein anderes ?*
- *Warum tritt die Störung gerade zu diesem Zeitpunkt auf ?*
- *Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Störung und bedeutsamen Lebensveränderungen bzw. schweren Konflikten?*
- *Was verbinde ich mit diesem Organ, welche Bedeutung hat es für mich ?*

Der Patient sollte versuchen bei der sprachlichen Beschreibung (und auch bei der bildlichen Imagination) seiner Krankheiten und Beschwerden deren Bedeutungen für sein Leben zu erkennen und auch jene tieferen Emotionen wahrnehmen, die bisher fremd und unzugänglich waren und sich nur organisch ausdrücken konnten.

[1.10] Psychoneuroimmunologie (PNI)

Klassische Konditionierung des Immunsystems

Dass sogar das Immunsystem durch Konditionierung lernen kann, beweist ein grundlegendes Experiment von Robert Ader und Nicholas Cohen (1975), welches den Anfang der PNI darstellt.

- *Bei Ratten führt das chemisch hochwirksame Cyklophosphamid zu einer Unterdrückung des Immunsystems. Nach mehreren Versuchen mit gleichzeitiger Gabe des Süßstoffes Saccharin, erfolgt die Immunsuppression dann auch auf den Süßstoff allein.*

Zusammenspiel von Psyche und Immunsystem

Als ein Beispiel für den Zusammenhang von Psyche und Immunsystem sei der Zustand der „erlernten Hilflosigkeit“ angeführt:

- *Bei mehrmals erlebter Hilflosigkeit wirken depressive Emotionen auf das Stresssystem und erzeugen u.a. eine vermehrte Ausschüttung von Cortisol. Dieses Hormon bindet sich dann an die Lymphozyten und bewirkt eine nachweisbare Schwächung des Immunsystems, was zu einer erhöhten Anfälligkeit für Infektionskrankheiten führt.*

Zwischen Zentralnervensystem, Hormonsystem und Immunsystem gibt es zahlreiche Wechselwirkungen. Zentralnervöse Prozesse können immunologische Reaktionen auf vielfältige Weise beeinflussen, und diese Immunantworten wirken auf zentralnervöse Prozesse zurück. Emotionen, Kognitionen, Verhaltenstendenzen einerseits und Immunreaktionen andererseits beeinflussen sich gegenseitig. Diese Interaktionen werden über das vegetative Nervensystem bzw. über signalgebende Stoffe (Neurotransmitter, Zytokine, Hormone) vermittelt.

Elektrische Reizungen im Hypothalamus modifizieren die Immunaktivität. Umgekehrt treten bei verstärkter Immuntätigkeit im Hypothalamus spezifische Aktivierungsmuster auf. Immunzellen nehmen biochemische Signale über spezifische Rezeptoren auf und produzieren ihrerseits Signalstoffe, um Informationen weiterzugeben. Sowohl das Zentralnervensystem als auch das Immunsystem sind über alle psychophysiologischen Prozesse im Körper informiert und tauschen sich darüber aus. Dabei ergibt sich ein „Beziehungsdreieck“ der Kommunikation:

- *Nervenzellen wirken über Transmitter auf Immunzellen und Hormonzellen.*
- *Immunzellen wirken über Zytokine auf Nervenzellen und Hormonzellen.*
- *Hormonzellen wirken über Hormone auf Nervenzellen und Immunzellen.*

Studien von **Robert Dantzer** (2007) an Menschen, die an Krebs und Hepatitis C erkrankt sind, beweisen, dass die von den Immunzellen erzeugten, entzündungsfördernden chemischen Signalstoffe (Zytokine) über die Aktivierung von zentralnervösen Kernen im Hypothalamus depressionsähnliche Beschwerden hervorrufen (sickness behavior): emotionale Verstimmtheit, Antriebsminderung, sozialer Rückzug, Konzentrationsstörungen, Erschöpfung, Appetitverlust und Schlafstörungen.

In umgekehrter Richtung werden unter *emotionalen Belastungen (Stress)* immunologische Prozesse durch Stresshormone verändert. So kann das *Adrenalin* aus dem Nebennierenmark innerhalb kürzester Zeit einen Anstieg der Killerzellenaktivität bewirken, langfristig jedoch kann es über Aktivierung von T-Hemmzellen die Immunabwehr reduzieren.

Bei *Stress, Angst, Depression und Hilflosigkeit* werden die Immunfunktionen auch durch die erhöhte Hormonproduktion von *Cortisol* aus der Nebennierenrinde langfristig geschwächt. Dabei werden die Reaktivität der Lymphozyten und die Aktivität der natürlichen Killerzellen deutlich vermindert.

Die *Psychoneuroimmunologie (PNI)* befasst sich mit Zusammenhängen zwischen spezifischen Lebenssituationen, psychischem Befinden, Persönlichkeitsmerkmalen und dem Immunstatus. Die kanadische Psychologin *Janice Kiecolt-Glaser* und der Immunologe *Ronald Glaser* untersuchten Menschen, die verschiedene Belastungen durchlebten, und konnten immunologische Veränderungen bei ihnen nachweisen. So wurde eine Abnahme der Killerzellen- und Helferzellenaktivität bei Medizinstudenten während längerer Prüfungszeiten festgestellt. Von großer Bedeutung für den Immunstatus scheint auch die Qualität der zwischenmenschlichen Beziehungen und das Ausmaß sozialer Unterstützung zu sein: Bei Studenten, die sich einsamer fühlten als ihre Kollegen, war die Killerzellenaktivität deutlich vermindert.

Nach *Trennungen und Verlusterfahrungen* ist das Risiko, an Infektionen oder auch Krebs zu erkranken, erheblich erhöht. Für spezifische Phasen der Trauerreaktion und für Depressionen wurden Schwächungen der Immunfunktion nachgewiesen. Untersuchungen an Familienangehörigen und Betreuern von Patienten, die an der *Alzheimerkrankheit* litten, zeigten, dass sie sich im Vergleich zu Kontrollpersonen belasteter und depressiver fühlten und ihre Immunfunktionen deutlich schwächer waren. Dies trifft auch auf Betreuer anderer Schwerkranker zu.

Von besonderer Bedeutung für Störungen der Immunfunktion scheinen gelernte Reaktionen auf belastende oder traumatische Situationen zu sein, welche dem Menschen das Gefühl geben, dass sein Handeln sinnlos ist, und dass er unfähig zur aktiven Kontrolle der einwirkenden aversiven Reize ist (*erlernte Hilflosigkeit*). Verschiedene Forscher haben aber auch darauf hingewiesen, dass nicht alle Menschen auf Lebensbelastungen mit Störungen der Immunfunktionen reagieren. Wichtiger als die objektiv feststellbaren Stressursachen (Stressoren) scheint die *subjektiv-emotionale Bewertung der Belastungssituation* zu sein: Einerseits das Ausmaß erlebter Feindseligkeit, Angst, Hilflosigkeit, Einsamkeit, Depression und andererseits das optimistische Vertrauen, die Belastung bewältigen zu können.

Zusammenhänge zwischen Immunstatus und aktiver bzw. passiver Krankheitsbewältigung wurden bei Krebspatienten beobachtet. *Sandra Levy* (1984) untersuchte 75 Brustkrebs-Patientinnen nach deren Brustoperation. Sie kontrollierte jeweils die Aktivität der Killerzellen, die eine besondere Rolle bei der Beseitigung abnormer Zellen spielen. Parallel erhob sie psychologische Daten und ermittelte, wie die Frauen sich mit ihrer Krankheit auseinandersetzten. Sie stellte dabei fest, dass die Aktivität der Killerzellen bei denjenigen Frauen besonders verringert war, die passiv und depressiv reagierten.

In anderen Studien gingen *Kiecolt & Glaser* (1988) der Vermutung nach, dass die offene Auseinandersetzung mit belastenden Erfahrungen sich günstiger auf das psychophysiologische Befinden auswirkt als die zudeckenden Vermeidungs- und Verdrängungs-Reaktionen. Es liegen mehrere Untersuchungen vor, die sich mit Interventionen zur Beeinflussung der Immunfunktion befassen. Einige Studien deuten darauf hin, dass *Entspannung* einen sehr günstigen Einfluss hat. *Kiecolt & Glaser* untersuchten die Killerzellenaktivität bei alten Menschen im Zusammenhang mit einem dosierten *Entspannungstraining* und verglichen die Effekte mit einer Kontrollgruppe. Die alten Menschen, die einen Monat lang dreimal wöchentlich eine Entspannungsübung durchführten, entwickelten eine deutlich höhere Killerzellenaktivität, das heißt, sie verbesserten ihren Immunstatus.

Bei achtsamen *Entspannungsübungen* wird der Sympathikus heruntergeschraubt. Der Sympathikus ist jener Teil des vegetativen Nervensystems, welcher u. a. den Blutdruck erhöht und das Immunsystem in einen Entzündungszustand versetzt. Ist der Sympathikus beruhigt, sinkt u. a. der Blutdruck und die Entzündung wird abgeschwächt. Gleichzeitig verstärkt zusätzlich der Parasympathikus seine Tätigkeit. Dasselbe betrifft die HPA-Achse (Hypothalamus, Hypophyse und Nebennierenrinde): Es wird weniger Cortisol ins Blut ausgeschüttet, wodurch das Immunsystem wieder in eine normale Balance zurückkehrt.

Weitere Studien zeigen auf, dass die Immunabwehr durch bildhafte Vorstellungsübungen (*Visualisierungen* und *Imaginationen*) positiv beeinflusst werden kann: **John Schneider** und seine Mitarbeiter (1983) leiteten gesunde Studenten unter Entspannung zur Imagination spezifischer Fresszellenaktivitäten an. Die Teilnehmer sollten sich vorstellen, wie die Fresszellen die Blutbahn verlassen und Abfallprodukte im Körpergewebe beseitigen. Die Effekte der Visualisierung und Imagination wurden durch Blutuntersuchungen vor und nach der Übung überprüft, um festzustellen, ob sich die Anzahl der Fresszellen im Blut der Teilnehmer tatsächlich verringert hatte. Es wurde, auch bei Wiederholungen des Versuchs, ein signifikantes Absinken der Fresszellenanzahl im Blut nach der Imagination gemessen, d.h. diese Vorstellungen veranlassten die Fresszellen, aus dem Blut in das Gewebe überzutreten und dort ihre Aktivitäten zu entfalten.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam eine Studie von **Gruber und Mitarbeitern** (1988), wo Krebspatienten über ein Jahr lang regelmäßig Imaginationen zum Immunsystem durchführten. Dabei erhöhte sich die Anzahl der T-Lymphozyten deutlich.

Neben den Techniken der *Entspannung*, *Imagination* und *Meditation* gibt es auch mehrere positive psychische Einflussfaktoren auf die Immunabwehr. Dazu zählen:

- *Optimistische Lebenseinstellung*
- *Selbstwert und Selbstwirksamkeit*
- *Sichere soziale Bindungen*
- *Angenehme Gefühle (Dankbarkeit, Fröhlichkeit, Begeisterung)*

Diese positiven emotionalen Faktoren stärken nachhaltig das Immunsystem, wobei vor allem die entzündungsfördernden Zytokine im Blut gesenkt werden. So wirkt sich psychisches Wohlbefinden günstig auf die mit dem Altern verbundenen Entzündungs- und Abbauprozesse aus. Das Gleiche gilt für religiöse Menschen mit häufigen Kirchenbesuchen. Ihr positiver Glaube stärkt ihre Widerstandskraft und führt zu einer signifikant höheren Lebenserwartung.

Diese psychoimmunologischen Erkenntnisse geben einen Einblick in das differenzierte Zusammenspiel zwischen psychischer und körperlicher Abwehrkraft. Sie zeigen auch, wie wichtig es ist, über lebensgeschichtlich erlernte Ängste, Depressionen und Hilflosigkeiten offen zu sprechen, sie aufzuklären und sie zu überwinden.

Von großer Bedeutung für die psychosomatische Widerstandskraft sind vor allem das Vertrauen in die eigene Wirksamkeit, die Überwindung von passivem Vermeidungsverhalten und ein allgemeines Wohlbefinden. Über Imaginationen zum Immunsystem können solche persönlichen Haltungen zur Abwehr von Bedrohungen und Belastungen bewusst zugänglich gemacht werden, man kann sie erkunden und neue Strategien überlegen und durchspielen. Optimismus, soziale Verankerung, sowie Selbstvertrauen und Selbstwirksamkeit sind wichtig für die (Selbst-)Heilung von Krankheiten.

Das enterische Nervensystem

Das *enterische Nervensystem* ist jener Teil unseres Nervensystems, der den Verdauungstrakt vom Mund abwärts bis zum After steuert. Es umfasst einige hundert Millionen Neuronen. Hervorzuheben ist dabei unser Darm. Er enthält Milliarden von **Bakterien**. Diese Bakterien dienen dem chemischen Abbau der Ernährungsendstoffe und der Abwehr von Krankheitserregern, wodurch sie auch das Immunsystem unterstützen. Die **Neuronen** des enterischen Nervensystems sind in der Darmwand eingebettet und arbeiten autonom: Sie kommunizieren untereinander durch eigene Botenstoffe (Serotonin, Dopamin). Sie analysieren die zugeführte Nahrung auf ihre chemische Zusammensetzung, auf Salz- und Wassergehalt. Sie koordinieren Abbau, Aufnahme und Ausscheidung von Stoffen. Sie steuern die Darmmotorik (Peristaltik). Weiters stehen sie im wechselseitigen Informationsaustausch mit dem Hormonsystem und dem Immunsystem. Das Darmsystem selbst produziert eine riesige Anzahl von Immunzellen.

Über den *Vagusnerv* ist das enterische Nervensystem mit dem Gehirn verbunden. Dabei fließen ca. 90% der Information zum Gehirn und nur 10% vom Gehirn zurück. Allein daraus ist ersichtlich, welchen bedeutsamen Einfluss der Darm auf das Gehirn, vor allem auf das limbische System ausübt. Dadurch können unsere Gefühle beeinflusst werden (Bauchgefühl). Ein gesunder Darm trägt erheblich zu einer guten Stimmungslage bei. Ein kranker Darm hingegen kann zu chronischen Schlafstörungen, chronischer Müdigkeit und depressiver Verstimmung führen.

[1.11] Die Selbstheilung

Auch wenn das Selbstheilungssystem des Organismus unsichtbar oder nur schwer erkennbar ist, ist seine Existenz offenkundig. Allein aus evolutionärer Notwendigkeit heraus ist klar, dass der Organismus über verschiedene, sehr mächtige Mechanismen der Selbstheilung verfügen muss, um Schädigungen und Krankheiten zu widerstehen, d. h. um überleben zu können. Das Selbstheilungssystem umfasst verschiedene, zusammenspielende Funktionen: Es ist ständig aktiv (**Wachsamkeit**), es kann defekte Strukturen ausfindig machen (**Fehlererkennung**) und kann die fehlerhaften Strukturen entfernen und ersetzen (**Reparatur**). Es besitzt Fähigkeiten zur Diagnose und Therapie. Selbstheilung wird auf verschiedenen Ebenen wirksam.

Heilung auf der Ebene der Moleküle

Die Erbanlagen (Gene) sind durch die DNA-Moleküle (Desoxyribonukleinsäuren) in den Kernen der Zellen vorgegeben. Zur Weitergabe der genetischen Information redupliziert sich die DNA, so dass zwei identische Tochtermoleküle entstehen. Wird dieser komplizierte chemische Vorgang durch bestimmte Ereignisse gestört, dann werden die Tochtermoleküle falsch zusammengebaut. Die geschädigte DNA kann verheerende Folgen für den Organismus haben. Um dies zu vermeiden, stehen verschiedene Enzyme (hochspezialisierte Eiweißmoleküle) zur Reparatur der DNA zur Verfügung. Diese Reparaturenzyme erkennen fehlerhafte DNA-Abschnitte, schneiden sie heraus und ersetzen sie durch richtige Strukturen. Damit ist eine fehlerfreie Weitergabe der genetischen Information sichergestellt.

Heilung auf der Ebene der Zellen

Die Zellen bestehen aus dem Zellkern und dem Zellplasma und sind allseitig von Plasmahäuten (Membranen) umschlossen. Diese bilden die Grenzflächen zur extrazellulären Umwelt im Gewebe. In den Membranen findet der Transport von Stoffen zwischen dem Inneren der Zelle und ihrer Umgebung statt.

Der Stofftransport erfolgt mithilfe von Rezeptormolekülen in der Membran, die aus spezifischen Eiweißstrukturen zur Bindung von Nährstoffen und von bestimmten Hormonen bestehen. Wenn sich die Leistung der Rezeptormoleküle verschlechtert und sie ihre Transportaufgaben nicht mehr erfüllen können, dann werden sie in das Innere der Zelle hineingesaugt und dort in eigenen Zelleinrichtungen (Lysosomen) abgebaut. Zuletzt werden sie durch neu synthetisierte Rezeptormoleküle ersetzt. Auf diese Art können die Zellen ihre defekten Membranstrukturen reparieren.

Heilung auf der Ebene der Gewebe

Zellverbände bilden Gewebe. Auf der Ebene der Gewebe verläuft die Selbstheilung komplexer, sie erfolgt jedoch nach den gleichen allgemeinen Prinzipien. Ein bekanntes Beispiel ist der **Prozess der Wundheilung**. Bei einer Verletzung des Gewebes beginnt das Immunsystem zu arbeiten. Zuerst werden weiße Blutkörperchen (Leukozyten) zur Wundstelle geschickt, wodurch eine komplexe immunologische Abwehr eingeleitet wird, so dass eindringende Bakterien unschädlich gemacht werden. Dann folgen die Fresszellen (Makrophagen), welche abgestorbenes Gewebe aufnehmen und abbauen. Parallel zu dieser Immunreaktion setzt an den Wundrändern eine Erzeugung von neuen Zellen ein. Diese Zellproliferation wird von kleinen spezialisierten Einweißmolekülen (den Wachstumsfaktoren) reguliert. Entscheidend für die Heilung ist das Gleichgewicht zwischen wachstumsfördernden und wachstumshemmenden Faktoren. Ein ungehemmtes Zellwachstum könnte zur Entartung in ein Krebsgewebe führen. Neben der beschriebenen Wundheilung ist der **Heilungsprozess bei Knochenbrüchen** ein anderes, gut untersuchtes Beispiel von Selbstheilung auf der Ebene von Geweben.

Heilung auf der Ebene der Organsysteme

Auf den Ebenen des Kreislauf-, Verdauungs- oder Immun-Systems begegnet man ebenfalls beeindruckenden Mechanismen der Selbstheilung. Durch bestimmte Entspannungstechniken können stressbedingte Erkrankungen gelindert werden. Durch eine Umstellung der Ernährung können Verdauungsprobleme behoben werden. Durch eine Veränderung des Lebensstils (z.B. mehr Bewegung) können Kreislaufbeschwerden (Bluthochdruck, Herzrhythmusstörungen) abgeschwächt werden.

Heilung auf der Ebene der Psyche

Als Beispiel sei die „*Trauer um einen Verlust*“ besprochen. Das kann die Trennung von einem Partner oder dessen Tod, aber auch der Verlust des Arbeitsplatzes usw. sein. Trauer ist eine menschliche Emotion, die als eine abgewandelte Form der Selbstheilung betrachtet werden kann. Sie durchläuft meistens unterschiedliche Phasen. Eine, sehr oft die erste, ist durch *Schock und Leugnen* gekennzeichnet. („Furchtbar, das darf doch nicht wahr sein!“). Als ein zeitlich vorübergehender Mechanismus wird dadurch jedenfalls ein Mindestmaß an Weiterfunktionieren im täglichen Leben ermöglicht. Daraufhin folgt dann eine Phase von *Wut und Zorn*. („Verdammt, warum muss das ausgerechnet mir passieren!“). Damit kann ein für den Organismus schädlicher Stau von Erregungen abgebaut werden. Nach dieser Phase folgt sehr oft eine Phase des *Wunschdenkens*. („Wenn ich mich doch anders verhalten hätte, dann wäre das nicht passiert!“). Hier wird Schmerzvermeidung versucht, und zwar durch ein Ausweichen und einen in der Phantasie erzeugten Realitätersatz. Dann folgt häufig eine Phase der *Depression*. („Ich kann nicht mehr!“). In dieser Phase wird der Verlust akzeptiert und angenommen, und auch das Wunschdenken abgebrochen. Schließlich kann nach der *bewussten Verarbeitung* des Verlustes die Trauer beendet und ein neuer Zugang zum Leben eröffnet werden. Wichtig ist, dass Therapeuten den mehrphasigen Prozess der emotionalen Selbstheilung verstehen und ihren Klienten dabei helfen.

[1.12] Die Neurowissenschaften (Gegenstand und Methoden)

In den *Neurowissenschaften* sind die Forschungsfelder von Biologie, Medizin, Psychologie und Informatik zusammengefasst.

Im Einzelnen geht es in den Neurowissenschaften um die Analyse von Aufbau und Funktionsweise der zentralen Einheiten aller Nervensysteme, den Neuronen und auch anderen Zelltypen. Untersucht werden die Eigenheiten und die Auswirkungen der Vernetzung dieser Zellen zu neuronalen Netzwerken in komplexen Nervensystemen. Forschungsrichtungen der Neurowissenschaften, die sich hauptsächlich mit der Untersuchung von Aufbau und Leistungen des Gehirns von Primaten (d. h. Menschen und Menschenaffen) befassen, werden in der Umgangssprache unter der Bezeichnung *Gehirnforschung* zusammengefasst.

Grob lassen sich die Neurowissenschaften in vier Grunddisziplinen einteilen: Neurobiologie, Neurophysiologie, kognitive Neurowissenschaft und klinisch-medizinische Fächer.

An zentraler Stelle der Neurowissenschaften steht die *Neurophysiologie*. Obwohl die Physiologie normalerweise eine Unterdisziplin der Biologie ist, nimmt sie in den Neurowissenschaften insofern eine besondere Rolle ein, als neuronale Aktivität und somit die „Sprache der Nerven“ in den Bereich der Neurophysiologie fällt. Einen zentralen Platz auf einer höheren Ebene nimmt die *Kognitive Neurowissenschaft* ein. Sie befasst sich mit den neuronalen Mechanismen, welche den kognitiven und emotionalen Funktionen zugrunde liegen. Sie interessiert sich also vor allem für höhere Leistungen des Gehirns wie auch für dessen Defizite.

Die Methoden der Neurowissenschaften unterscheiden sich zunächst in ihrer Anwendbarkeit beim Menschen. *Nichtinvasive Verfahren* können zum Studium des menschlichen Nervensystems eingesetzt werden. Die nachfolgende Aufzählung gibt die verfügbaren nichtinvasiven Verfahren der Neurowissenschaften an, also Verfahren, die das System nicht schädigen. Ausnahme sind hier die Läsionsstudien, welche versuchen, durch systematischen Vergleich von bereits geschädigten Gehirnen Aufschluss auf die Lokalisation von Funktionen zu bekommen. Dabei wird die Schädigung nicht gezielt vorgenommen, sondern Patienten mit Hirnverletzungen oder Schlaganfällen stellen die Basis für die Studie dar.

Die Entwicklung der *Elektroenzephalographie* (EEG) erlaubt es, dem Gehirn beim Arbeiten indirekt zuzuschauen. Die Aktivität von Nervenzellen erzeugt ein elektrisches Feld, das außerhalb des Schädels gemessen werden kann. Da sich orthogonal zu jedem elektrischen Feld auch ein Magnetfeld ausbreitet, kann auch dieses gemessen werden, diese Methode bezeichnet man als *Magnetoenzephalographie* (MEG). Beiden Methoden ist gemeinsam, dass sie es ermöglichen, die Aktivität von großen Zellverbänden in hoher zeitlicher Auflösung zu messen und damit Aufschluss über die Reihenfolge von Verarbeitungsschritten zu erhalten. Die räumliche Auflösung ist mäßig, dennoch erlaubt sie den Forschern, Erkenntnisse über Ort und Zeitpunkt von neuronalen Prozessen am lebenden Menschen zu gewinnen.

Bei der *Computertomographie* (CT) werden verschiedene Hirnschichten röntgenologisch gescannt. Dadurch ist es möglich, Ort und Ausdehnung einer Läsion auch beim lebenden Patienten zu bestimmen. Läsionsstudien werden damit schneller und auch genauer, da das Gehirn bereits unmittelbar nach einer Schädigung *gescannt* werden kann und die Anatomie der Schädigung bereits Hinweise auf mögliche (kognitive) Ausfälle gibt, die dann gezielt studiert werden können.

Weil das Gehirn sich von einer Schädigung bis zum Tode des Patienten verformen kann, ist die genaue anatomische Bestimmung der ursprünglichen Schädigung nach dem Tode erschwert. Diese Verformung spielt beim CT insofern keine Rolle, als die Zeitspanne zwischen Schädigung und Tomographie für gewöhnlich kurz ist. Dies gilt im gleichen Maße für die *Magnetresonanztomographie* (MRT, auch Kernspintomographie genannt). Mittels MRT wird der Blutdurchfluss bestimmter Areale über die dabei verstärkten kernmagnetischen Resonanzen der beteiligten Wasserstoffionen registriert. MRTs haben eine gute räumliche Auflösung.

Funktionelle Studien, welche die Funktion bestimmter, umgrenzter Hirnareale untersuchen, sind erst durch *bildgebende Verfahren* möglich, deren gemessene Signalstärke sich in Abhängigkeit von der Aktivität der Hirnareale verändert. Zu diesen Methoden zählen die *funktionelle Magnetresonanztomographie* (fMRT) und die *Positronen-Emissions-Tomographie* (PET). Bei der PET wird die regionale Hirndurchblutung mit Hilfe radioaktiver Markierungssubstanzen gemessen. Aus Intensität und Richtung der gemessenen Strahlung werden mithilfe von Computern die räumliche Verteilung der radioaktiven Marker ermittelt und daraus schattierte oder unterschiedlich gefärbte Bilder der Hirnregionen hergestellt. Damit wird die neuronale Aktivität auch von tieferen Hirnregionen gut erfasst. Der Nachteil liegt in der trägen zeitlichen Auflösung, d.h. die schnelle zeitliche Abfolge von neuronalen Prozessen kann nicht registriert werden.

In tierischen Modellsystemen oder in klinischen Studien kommen auch *invasive Verfahren* zum Einsatz, welche gezielt die Eigenschaften des Nervensystems verändern oder durch die Messung bestimmte, umgrenzte Schäden oder Verletzungen verursachen. Auf globaler Ebene verändern vor allem pharmakologische Wirkungen die Eigenschaften von Neuronen oder von anderen für die neuronale Aktivität, Plastizität oder Entwicklung relevanten Mechanismen. Bei der *pharmakologischen Intervention* kann dadurch je nach Substanz ein Hirnareal beeinflusst bzw. zerstört oder aber im gesamten Gehirn lediglich ein ganz bestimmter Kanal- oder Rezeptortyp der neuronalen Zellmembran beeinflusst werden. Die pharmakologische Intervention ist damit gleichermaßen eine globale wie eine spezifische funktionelle Methode. Um die Effekte der Intervention zu messen, greift man für gewöhnlich auf die *Elektrophysiologie* oder die *Histologie* zurück.

Die *Transkranielle Magnetstimulation* (TMS) erlaubt es, kurzfristig Hirnareale auszuschalten. Sie wird auch beim Menschen angewendet, da man dabei nicht von bleibenden Schäden ausgeht. Mittels eines starken Magnetfeldes wird Strom schmerzfrei in ganze Hirnareale induziert, deren Aktivität dadurch nichts mehr mit der normalen Aufgabe der Areale zu tun hat. Man spricht daher manchmal auch von einer temporären *Läsion*. Die Dauer der Läsion ist für gewöhnlich im Millisekundenbereich und erlaubt daher Einblick in die zeitlich schnelle Abfolge von neuronalen Prozessen.

Mittels *Elektrostimulation* kortikaler Areale kann man, ebenso wie bei der TMS, kurzfristig die Verarbeitung von Nervenimpulsen in bestimmten Hirnarealen künstlich beeinflussen oder ganz ausschalten. Im Gegensatz zur TMS wird dazu allerdings der Schädel geöffnet und dann eine Elektrode in ein Hirnareal von Interesse implantiert. Das erlaubt eine sehr exakte räumliche Bestimmung der betroffenen Areale. Die Elektrostimulation wird vor allem in der Neurochirurgie zur Bestimmung der Sprachzentren angewandt, die bei Operationen nicht beschädigt werden dürfen - aber auch in Tiermodellen, um kurzfristig die neuronale Aktivität beeinflussen zu können. Dem entgegengesetzt arbeitet die *Elektrophysiologie*. Statt Ströme ins Gehirn zu induzieren, misst sie elektrische Signale von einzelnen Zellen oder Zellverbänden. Dabei wird zwischen *In-vivo*- und *In-vitro*-Experimenten unterschieden. Bei *In-vivo*-Experimenten werden Elektroden ins Gehirn lebender Tiere gebracht. *In-vitro*-Experimente studieren die elektrische Aktivität von Zellen und werden nicht an lebenden Tieren vorgenommen, sondern nur am Hirngewebe.

[2] Die menschliche Psyche

[2.1] Ein Modell der Psyche

Die Psyche (Seele) ist eine emergente Systemeigenschaft des Gehirns. Der österreichische Psychologe *Hubert Rohracher (1903-1972)* gliedert die immateriellen Inhalte der Psyche (Erlebnisse) in *psychische Funktionen* und *psychische Kräfte*.

Psychische Funktionen sind die Wahrnehmungen, das Gedächtnis (Lernen), das Denken und das Sprechen. Sie sind Werkzeuge zur Erreichung von gesetzten Zielen.

Psychische Kräfte sind die angeborenen Instinkte und Triebe, erlernte Interessen, die Gefühle (Emotionen) und die Willenserlebnisse. Sie werden als drängend und zielsetzend erlebt.

Der Zusammenhang wird durch das Prinzip der funktionalen Aktivierung erklärt: Es gibt keine funktionale Aktivität ohne inneren Antrieb oder äußeren Anreiz.

Psychische Funktionen

- Wahrnehmung:** Aufnehmen von Informationen.
(*sehen, hören, riechen, schmecken, tasten,...*)
- Gedächtnis (Lernen):** Speichern und Abrufen von Informationen.
(*Lernen durch Wiederholung, Konditionierung, Nachahmung,...*)
- Denken:** Verknüpfen von Informationen zur Problemlösung.
(*wahrnehmungsgebunden oder begrifflich-abstrakt*)
- Sprechen:** Weitergeben von Informationen durch phonetische Artikulation von bewussten Erlebnisinhalten.

Psychische Kräfte

- Instinkte und Triebe:** Angeborene Drangzustände, die überwiegend zu lebenserhaltenden Aktionen führen.
(*Durst, Hunger, Schlaf, Bindungsbedürfnis, Sexualität, Neugierde, Geltungsdrang, Aggression, ...*)
- Interessen:** Zumeist erlernte Drangzustände, die zur Ausführung kultureller Aktionen streben.
- Gefühle (Emotionen):** Reaktive Erlebniszustände auf äußere oder innere Reize, die angenehm oder unangenehm erlebt werden.
(*Freude, Trauer, Überraschung, Furcht, Wut, Ekel, Verachtung,...*)
- Wollen:** Bewusste Entscheidungserlebnisse.

Als Beispiel sei die Situation nach intensiver Sportbetätigung angeführt. Durch den Flüssigkeitsverlust beginnt über einen Regelkreismechanismus ein Nervenzentrum (Durstzentrum) im tiefer gelegenen Zwischenhirn zu feuern, d.h. elektrochemische Erregungen zu produzieren. Diese steigen höher in die Großhirnrinde und erzeugen dort das unlustvolle Triberlebnis des Durstes. Dadurch werden die Wahrnehmung, das Gedächtnis und das Denken aktiviert, um in der Umwelt nach durstlöschenden Objekten zu suchen. Nach deren Auffindung kommt es zur lustvoll erlebten Triebbefriedigung (Trinken). Dabei werden über entsprechende motorische Steuerungen die passenden Verhaltensweisen ausgeführt.

Die Emotionen von Lust und Unlust dienen als sinnvolle Triebverstärkungen. Ursprünglich sind die gestellten Handlungsziele auf Lebens- und Arterhaltung gerichtet. Mit Hilfe des psychischen Apparates, insbesondere der Denkleistungen hat sich das menschliche Gehirn einen entscheidenden Leistungsvorteil im täglichen Daseinskampf geschaffen.

Die bewussten Erlebnisse sind emergente Systemfunktionen von komplex vernetzten Bereichen des zentralen Nervensystems, insbesondere der Großhirnrinde (Cortex). Zentrales Nervensystem und Bewusstsein haben sich *evolutionär entwickelt* und dienen letztendlich der optimalen Anpassung an die Umwelt. Unter *Psyche* versteht man die Gesamtheit der bewussten Erlebnisse, aber auch der vorbewussten und unbewussten Prozesse im zentralen Nervensystem. Der Begriff *Seele* wird hier ausschließlich als Synonym für eine so verstandene Psyche verwendet.

Entsprechend der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Gehirns und des zentralen Nervensystems durchläuft die Psyche unterschiedliche Ausbildungsstufen. Immer dann, wenn einfachere Formen sensomotorischer Informationsverarbeitung (z.B. Reflexe) zur Steuerung und Kontrolle des Organismus nicht mehr ausreichen, hat sich eine höhere und leistungsfähigere Funktionsebene entwickelt. Bei *einfachen Reflexen* wird ein Reiz von den peripheren Sensoren (Sinnesorganen) aufgenommen und in eine spezifische Folge von elektrischen Spannungsschwankungen verschlüsselt. Diese wird entlang von Nervenfasern über das Rückenmark oder den Hirnstamm zu den Effektoren (Muskeln, Drüsen) weitergeleitet, wo der Reiz durch entsprechende motorische Reaktionen beantwortet wird.

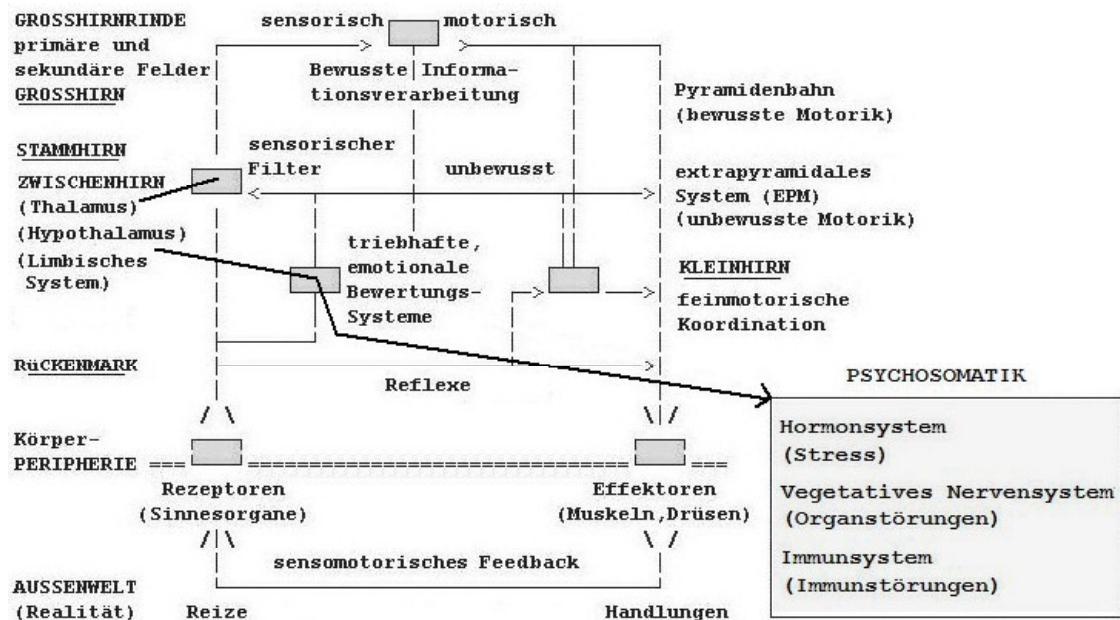
Etwas komplexer gestaltet sich der Ablauf einer *Instinktreaktion*. Hier fließt der Informationsstrom über höher gelegene Hirnstamm-Zentren im zentralen Nervensystem. Als Beispiel sei das Hinaustreten aus einem dunklen Raum in das helle Sonnenlicht genannt. Zunächst erfolgen reflektorische Reaktionen (Pupillenreflex), dann instinktive Schutzreaktionen (Heben der Hände zum Augenschutz) und schließlich noch komplexere Handlungen (Aufsetzen einer Brille).

Reichen reflektorisches und instinktives Verhalten zur Problemlösung nicht aus, dann erfolgt die Informationsverarbeitung in den noch höher gelegenen Zentren in der äußeren Rinde des Großhirns (Cortex). Hier werden unsere Wahrnehmungen bewusst erlebt und unsere Handlungen bewusst veranlasst. Allen diesen *bewussten Erlebnissen* liegen *spezifische Erregungskonstellationen* zugrunde, die in wechselseitig gekoppelten Gruppen von Nervenzellen (*neuronale Ensembles*) ablaufen. Schließlich ziehen dann die entsprechenden elektrischen Signalfolgen über die so genannte Pyramidenbahn abwärts zu den Muskeln und steuern dort die willkürlichen Handlungen. Damit ist die höchste Stufe sensomotorischer Regelkreise erreicht: Reize werden selektiv wahrgenommen und mit motorischen Reaktionen bewusst beantwortet. Das Ergebnis des Verhaltens wird wieder wahrgenommen (*Feedback*) und führt zu weiteren Reaktionen, usw.

Erfolgreich wiederholte Rückkopplungen (Feedback) von motorischem Verhalten und Sinnesrezeptionen führen zur Ausbildung von *synaptischen Verstärkungen* in den beteiligten Nervenbahnen. Dadurch werden die molekularen Grundlagen für das *Gedächtnis* geschaffen.

[2.2] Der Weg zum Bewusstsein

Schematisches Diagramm wichtiger Zentren und ihrer Verbindungen:



Nur passende (adäquate) Reize lösen in den Sinnesorganen (Sensoren, Rezeptoren) elektrochemische Erregungen aus (*erster Filter*). Diese sensorischen Signale gelangen über aufsteigende Nervenbahnen in den Thalamus im Zwischenhirn. Zugleich fließen die sensorischen Signale zum Hypothalamus und zum limbischen System und erregen dort jene Nervenzentren, in denen Triebe und Gefühle entstehen. Es kommt zu einer *emotionalen Bewertung* der sensorischen Inputs. Diese Zentren senden ihrerseits Signale zum Thalamus, wodurch es zu einer neuerlichen Selektion kommt (*zweiter Filter*). Die nunmehr emotional bewerteten und gefilterten sensorischen Inputs fließen vom Thalamus aufwärts in die entsprechenden Wahrnehmungszentren in der Großhirnrinde (Cortex). Gleichzeitig werden Erinnerungsspuren aktiviert. Erst hier in der Rinde des Großhirns entsteht eine *bewusste Wahrnehmung*. Der Thalamus kann als das Vorzimmer zum Bewusstsein angesehen werden, die Großhirnrinde ist dann das Wohnzimmer des Bewusstseins.

Das limbische System und der Hypothalamus wirken auf das vegetative Nervensystem, das Hormonsystem und das Immunsystem. So können *Stress* und *psychosomatische Erkrankungen* entstehen.

Weil jeder sensorische Input durch die psychischen Kräfte bewertet wird, kommt es immer zu einer *Sensibilisierung* der Wahrnehmung, d.h. zu einer Filterung der Information. So wird beispielsweise beim sehnsüchtigen Warten auf das Eintreffen eines geliebten Menschen der emotionale WahrnehmungsfILTER wirksam. Zum Zeitpunkt des Erscheinens der erwarteten Person werden andere Reize (z.B. irgendein Vorfall in der näheren Umgebung) kaum wahrgenommen, d.h. die Wahrnehmung engt sich auf ein Zielobjekt ein. Verschiedene Individuen haben oft sehr unterschiedliche bewusste Bilder von ein- und demselben Bereich der Außenwelt. Was subjektiv für wirklich gehalten wird, hängt somit von den individuellen Gefühlen, Trieben und Interessen ab. Die resultierenden Divergenzen der subjektiven Weltbilder führen nicht selten zu Konflikten.

Bewusste Erlebnisse im Cortex sind nur dann möglich, wenn unspezifische Erregungen den Cortex aktivieren. Diese beginnen in netzartigen Nervengeflechten im verlängerten Rückenmark (*formatio reticularis*) und ziehen über Mittelhirn und Thalamus zum Cortex (ARAS, aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem). Das ARAS wird durch sensorische Inputs eingeschaltet und bewirkt eine *unspezifische Wachheit* des Gehirns. Erst durch diese Aktivierung kann die Großhirnrinde spezifische Sinnesqualitäten (Qualia) bewusst erleben. Eine durch einoperierte Sonden erfolgte Ausschaltung des ARAS führt bei wachen Versuchstieren zur sofortigen Bewusstlosigkeit. Eine künstliche Elektrostimulation des ARAS führt bei schlafenden Versuchstieren zum sofortigen Aufwachen.

Durch Interaktion des Gehirns mit seiner Umwelt hat sich die menschliche Psyche evolutionär entwickelt - von einfachen Reflexen für die Reizbeantwortung über unbewusste, instinktive Handlungen für die Lebenserhaltung bis zu den Begriffe bildenden neuronalen Netzen in der Großhirnrinde, wodurch Denken als Probehandeln möglich wird. Psychische Prozesse können unbewusst oder bewusst ablaufen. Das Denken erzeugt im Gehirn ein Modell der Umwelt. Mit Hilfe der Sprache kann dieses Wissen an andere Gehirne weitergegeben und auch auf materielle Datenträger gespeichert werden. Dadurch wird das subjektive Wissen zum objektiven Geist und zur Grundlage der Kultur.

Wirft man drei Holzstäbe (z.B. von einem Mikadospiele) in die Luft, so fallen sie in einer zufälligen Anordnung zurück auf den Tisch. Ordnen sie sich dabei in der Gestalt eines Dreiecks an, dann treten neue Strukturmerkmale auf, die vorher nicht zu bemerken waren: z.B. die Winkelsumme, die Gleichseitigkeit oder der Flächeninhalt. Jeder muss wohl zugeben, dass es völlig unsinnig ist, von der Winkelsumme eines einzelnen Stabes zu sprechen. Das System bzw. die Ganzheit, in unserem Beispiel das Dreieck, ist mehr als bloß die Summe seiner Einzelteile (Prinzip der *Übersummativität* bzw. *Emergenz*). Eine Lichtung in einem Wald ist ebenfalls ein Systemmerkmal, welches dem Wald als Ganzes zukommt - nicht aber dem einzelnen Baum. Ein Systemmerkmal resultiert aus den Beziehungen (Interaktionen) der einzelnen Elemente untereinander.

In diesem Sinne kann auch das *Bewusstsein* als ein ganzheitliches, übersummatives Strukturmerkmal des zentralen Nervensystems, als eine *emergente Systemfunktion* verstanden werden. Erst wenn bestimmte Nervenzellen des Gehirns im Laufe der Evolution in einer besonderen Weise miteinander interagieren, sich anordnen und sich vernetzen (zu neuronalen Netzwerken), entstehen die *immateriellen, bewussten Erlebnisse*.

Über dieses primäre Bewusstsein hinausgehend, hat das Gehirn noch die Möglichkeit der *Selbstwahrnehmung*, d.h. es kann ein Modell des eigenen Bewusstseins entwerfen (Ich-Bewusstsein). Dieses sekundäre Bewusstsein bildet sich aber erst im *Dialog mit anderen Gehirnen* („Ich weiß, dass Du weißt, dass Ich fühle . . .“). Weil die am Dialog mit dem werdenden Gehirn teilhabenden Bezugspersonen (Eltern, Lehrer, usw.) ihrerseits wieder stark von Gesellschaft und Kultur geprägt sind, erhält das Bewusstsein zur sozialen noch eine kulturhistorische Dimension.

[2.3] Das Bewusste, das Vorbewusste, das Unbewusste

Bewusstsein ist ein weiter Begriff. Einerseits wird damit der Strom des unmittelbaren Erlebens gemeint, welcher sich aus Wahrnehmungen, Erinnerungen, Vorstellungen, Gedanken, Trieben, Gefühlen und Wünschen zusammensetzt. Andererseits wird damit auch das reflexive Bewusstsein bezeichnet, wodurch man sich selbst als eine von anderen Lebewesen unterscheidbare ganzheitliche Einheit erlebt (ICH-Bewusstsein). Bewusste Erlebnisse laufen in den Arealen der Großhirnrinde oder in der obersten limbischen Ebene im cingulären und im insulären Cortex ab.

Mit dem Begriff des **Vorbewussten** sind alle Inhalte des Langzeitgedächtnisses gemeint, welche aktuell nicht bewusst sind. Sie werden in den sekundären Rindenzentren und im Hippocampus abgespeichert. Sie können entweder durch passives Wiedererkennen oder durch aktives Erinnern bewusst werden. Die Vielzahl aller anderen Prozesse im Gehirn, die weder bewusst noch vorbewusst sind, nennt man **unbewusst**.

Im Gegensatz zur **unspezifischen Wachheit** (Vigilanz) kann auch eine **selektive Aufmerksamkeit** unterschieden werden. Unter dem Begriff der **Aufmerksamkeit** versteht man ganz allgemein eine Einengung des Erlebnisstroms, einen Zustand bewusster Konzentration. Die Eigenheit des Gehirns, einen Teil der ankommenden Information weiterzuleiten und den übrigen Teil von der Weiterleitung auszuschließen, wird als Schleusentor (Gating) bezeichnet. Dieses Tor zur Großhirnrinde ist der Thalamus, insbesondere der Nucleus reticularis thalami und der Pulvinar. Einerseits münden in diese Neuronengruppen (Kerne) die verschiedenen sensorischen Sinneskanäle und von diesen erfolgt die Weiterleitung in die sensorischen Areale der Großhirnrinde. Zusätzlich existieren parallel geschaltete Verbindungen mit dem Hypothalamus, mit den Basalganglien und mit dem limbischen System.

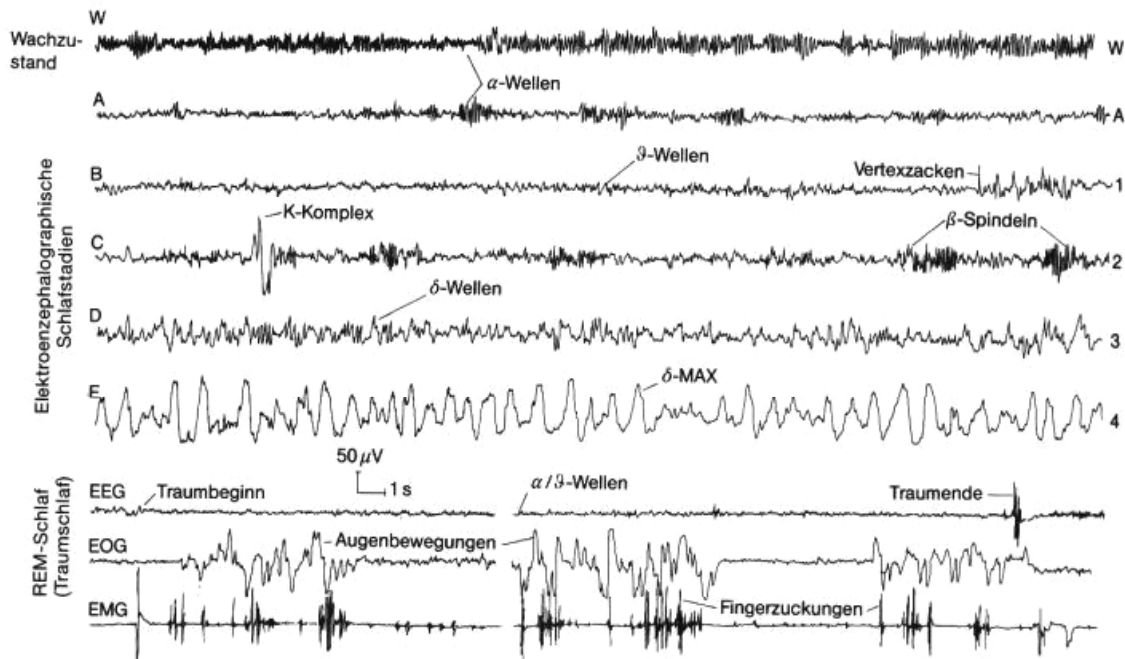
Andererseits erhält der Thalamus **absteigende Zuleitungen** vor allem vom parietalen und präfrontalen Cortex (Schläfenlappen, Stirnlappen). Über diese wird die Hemmung des sensorischen Impulseinstromes gesteuert. Durch den thalamo-cortikalen Rückkopplungs-Mechanismus (Feedback) wird das Gating und damit die selektive Aufmerksamkeit ermöglicht. Neurochemisch werden dabei monoamine Transmitter verwendet (Noradrenalin, Dopamin). Die Phasen von selektiver Aufmerksamkeit bewirken typische Veränderungen im EEG (Blockade der α -Wellen durch β -Wellen).

[2.4] Das Elektroenzephalogramm (EEG)

Mindestens zwei Elektroden aus Silberlegierung werden an die Schädeldecke mit einer Paste angeklebt. Sie sind mit einem Verstärker verbunden, der die elektrische Potentialdifferenz der beiden Orte verstärkt und an ein Aufzeichnungsgerät weitergibt. Diese Messungen und Aufzeichnungen erfolgen in bestimmten vorgegebenen zeitlichen Abständen. Dadurch ist es möglich, den elektrischen Spannungsverlauf zwischen den beiden Elektroden zeitlich zu erfassen.

Das mit den Elektroden abgenommene elektrische Potential entsteht durch Summierung der exzitatorischen, postsynaptischen Potentiale in der obersten Rindenschicht des Großhirns. Anstelle von nur zwei Elektroden werden zumeist die zeitlichen Spannungsänderungen zwischen mehreren Elektroden aufgezeichnet, die an typischen Schädelpositionen angebracht sind. (Polygraph mit bis zu 20 Ableitungspunkten).

Je nach Wachheitsgrad des Bewusstseins treten verschiedene typische Wellenformen im EEG auf. Im entspannten Wachzustand herrscht der Alpha-Rhythmus (α , 8-13 Hz) vor. Bei selektiver Aufmerksamkeit (visuell oder auditiv) wird er blockiert und geht in den höherfrequenten Beta-Rhythmus (β , 13-30 Hz) über. Frequenzen über 30 Hz werden als Gamma-Wellen (γ) bezeichnet. Sie haben eine sehr kleine Amplitude (1 - 10 μ V) und sehr hohe lokale Spezifität. Sie werden mit sich lokal entladenden Zellenensembles (vernetzten Neuronengruppen) in Verbindung gebracht. Theta-Wellen (θ , 4-8 Hz) und Delta-Wellen (δ , unter 4 Hz) sind typisch für den Schlaf. Beim Träumen werden die langsamen Delta-Wellen durch Theta- und Beta-Phasen unterbrochen. Diese Perioden heißen REM-Phasen (rapid eye movement), weil dabei schnelle Augenbewegungen registriert werden können.

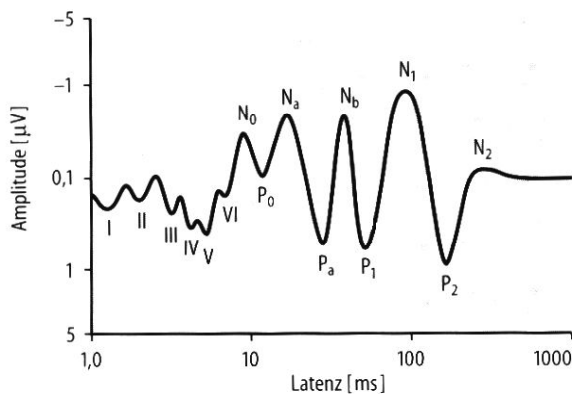


Einteilung der Schlafstadien beim Menschen aufgrund des EEGs. In den ersten 6 Ableitungen sind links die Schlafstadien nach Loomis et al. ... , rechts die nach Kleitman et al. angegeben, siehe dazu Text. ... Stadium W: Entspanntes Wachsein. Stadium A: Übergang vom Wachsein zum Einschlafen. Dieses Stadium wird von vielen Autoren dem Stadium W zugerechnet. Stadium B bzw. 1: Einschlafstadium und leichtester Schlaf. Die am Ende der Ableitung auftretenden Vertexzacken werden auch als „physiologisches Einschlafmoment“

bezeichnet. Stadium C bzw. 2: Leichter Schlaf. Stadium D bzw. 3: Mittlerer Schlaf. Stadium E bzw. 4: Tiefschlaf. In den nächsten 3 Ableitungen sind das EEG, das Elektrookulogramm (EOG) und das Elektromyogramm eines Zeigefingers (EMG) während des REM-Schlafes (Traumschlafes) aufgezeichnet. Die REM-Phasen stehen typischerweise am Ende jeder Schlafperiode. Sie können keinem der „klassischen“ Schlafstadien zugeordnet werden, sondern stellen ein eigenständiges Stadium dar.

Im klinischen Bereich wird das **EEG** zur Diagnose und zur Lokalisation von Funktionsstörungen der Gehirntätigkeit verwendet: bei epileptischen Anfallsleiden, bei Tumoren, bei Durchblutungsstörungen, zur Abschätzung von Pharmakawirkungen und Narkosetiefen.

Unter evozierten oder ereigniskorrelierten Hirnpotentialen (**EKP**) versteht man alle elektro-cortikalen Potentialschwankungen, welche kurz vor, während und kurz nach einem sensorischen, motorischen oder psychischen Ereignis im EEG messbar sind. Diese EKPs sind von wesentlich kleinerer Amplitude als das Standard-EEG. Durch spezielle mathematische Mittelungstechniken werden die EKP-Signale aus der Hintergrundaktivität (Rauschen) hervorgehoben und grafisch dargestellt. Alle diese Registrierungs- und Berechnungstechniken werden von Computern schnell und zuverlässig durchgeführt.



Die nebenstehende Abbildung zeigt den zeitlichen Verlauf von ereigniskorrelierten Hirnpotentialen (EKP). Das Ereignis ist hier ein kurzer akustischer Reiz, welcher das EKP erzeugt (evoziert). Die Registrierelektroden sind dabei an der Schädeloberfläche im Bereich von Schläfenlappen und Hinterhauptslappen angebracht. Die Buchstaben in der Grafik markieren negative und positive Gipfel.

[3] Die Wahrnehmung

[3.1] Die verschiedenen Sinnesempfindungen

Das Auge

Die lichtempfindlichen Rezeptorzellen (Stäbchen für Hell-Dunkel und Zapfen für Farbe) in der Netzhaut an der Augenhinterwand wandeln die elektromagnetischen Lichtwellen in elektrochemische Erregungen um. Diese leitet dann der Sehnerv über seine Schaltneuronen im Zwischenhirn (seitliche Kniehöcker im Thalamus, Sehnervenkreuzung) zu den optischen Projektionsfeldern in den Hinterhauptslappen der *Großhirnrinde*.

In jeder Hemisphäre sind die ersten Stationen immer die primären Sehfelder. Von diesen werden die Signale in die angrenzenden sekundären Sehfelder weiter geschaltet. Diese visuellen Regionen weisen eine vollständige Projektion von der Netzhaut auf (d.h. eine *Landkarte* des gegengleichen Gesichtsfeldes) und erfüllen spezifische Aufgaben bei der Informationsverarbeitung, deren Resultat die bewusste optische Wahrnehmung ist.

Das Ohr

Mechanische Luftschwingungen (Schallwellen) treffen durch den äußeren Gehörgang auf das Trommelfell und weiter über die Gehörknöchelchen des Mittelohrs auf eine Flüssigkeit (Perilymphe) in den Schneckengängen des Innenohrs. Diese Perilymphe überträgt die Schwingungsenergie auf spezifische Akustikrezeptoren (Cortisches Organ), die ihre Erregungen über den Hörnerv an das Hörzentrum weiterleiten. Dieses liegt auf der gegengleichen Hemisphäre im Schläfenlappen der Großhirnrinde. Dort entsteht die bewusste akustische Wahrnehmung.

Die Gleichgewichtsempfindung

In der Wand des Vorhofes (Vestibulum) und in den drei aufeinander senkrecht stehenden Bogenhängen im Innenohr befinden sich Haar-Sinneszellen. Diese reagieren auf Bewegungen einer Flüssigkeit (Endolympe), welche unter der Schwerkraft und bei Drehbewegungen die Haare der entsprechenden Rezeptoren reizt. Die dadurch erzeugten neuronalen Erregungen leiten verschlüsselt Informationen von Lageänderungen des Körpers über den vestibulären Hirnnerv, das verlängerte Rückenmark und den Thalamus in die hintere Zentralwindung der Großhirnrinde. Von den Kernen (Neuronenhaufen) im verlängerten Mark bestehen auch Verbindungen zum motorischen System und Kleinhirn, was der Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichtes dient.

Die Zunge

Bestimmte chemische Geschmacksstoffe reizen bestimmte Geschmacksknospen am Zungenrund, Zungenrücken und Gaumen. Die so erzeugten neuronalen Erregungen werden über afferente Fasern von drei verschiedenen Hirnnerven über das verlängerte Rückenmark weiter zum Thalamus im Zwischenhirn geleitet. Von dort gelangen sie dann in entsprechende Projektionskerne der hinteren Zentralwindung der Großhirnrinde. Unter einem Projektionskern versteht man eine Ansammlung zusammengehöriger Nervenzellen, in die eine sensorische Nervenbahn einstrahlt.

Die Nase

Bestimmte chemische Geruchsstoffe reizen die Rezeptoren im oberen Abschnitt der Nasenhöhle (Riechschleimhaut). Die erzeugten neuronalen Erregungen ziehen über den Riechstrang (tractus olfactorius) in entsprechende Projektionskerne in Schläfen- und Stirnlappen der Großhirnrinde.

Die somato-viszerale Sensibilität

Spezifische Mechano-Rezeptoren erzeugen Druck- und Spannungsempfindungen, die Thermo-Rezeptoren erzeugen Temperaturempfindungen, und die Nozizeptoren erzeugen Schmerzempfindungen. Diese Sinneszellen können in der Haut sitzen (Oberflächensensibilität) oder an Muskeln und Gelenken (Tiefensensibilität) oder in den Wänden der inneren Organe (viszerale Sensibilität). Der aufsteigende Erregungsstrom verläuft nach Körperbezirken geordnet über das Rückenmark in Projektionskerne des verlängerten Markes. Von dort aus kreuzen die Erregungen die Körperhälften und gelangen in die verschiedenen Kerngebiete des Thalamus im Zwischenhirn. Hier erfolgt einerseits eine Umschaltung auf Neuronen des extrapyramidalen Systems (unwillkürliche Körpermotorik) oder eine Weiterleitung in die hintere Zentralwindung der Hirnrinde. Dort sind die Endneuronen entsprechend den Körperbereichen angeordnet (Sensorische Projektionsfelder).

[3.2] Akute und chronische Schmerzen

Der Schmerz ist ein lebenswichtiges Signal und ein wesentlicher Bestandteil der organischen Selbstregulation. Er zwingt den Menschen dazu, sich seiner Körperwahrnehmung zuzuwenden, um herauszufinden was nicht stimmt und etwas zu unternehmen, um weitere Schädigungen abzuwenden. Bei Fortbestehen der Ursachen wird aus dem akuten ein chronischer Schmerz.

Ein akuter Schmerz beginnt mit einer intensiven Reizung von freien Nervenendigungen im Gewebe. Diese Schmerzrezeptoren (**Nocizeptoren**, Noxa = Schaden) befinden sich in der Haut, im Bindegewebe, in den Muskeln, Gelenken und Eingeweiden. Sie haben eine relativ hohe Erregungsschwelle und reagieren praktisch nur auf gewebsschädigende Reize (Noxen). Die elektrochemische Erregung wird vom Rezeptor zunächst zum Rückenmark geleitet. Zwei verschiedene Leitungssysteme stehen dafür zur Verfügung: **ein schnelles und ein langsames**.

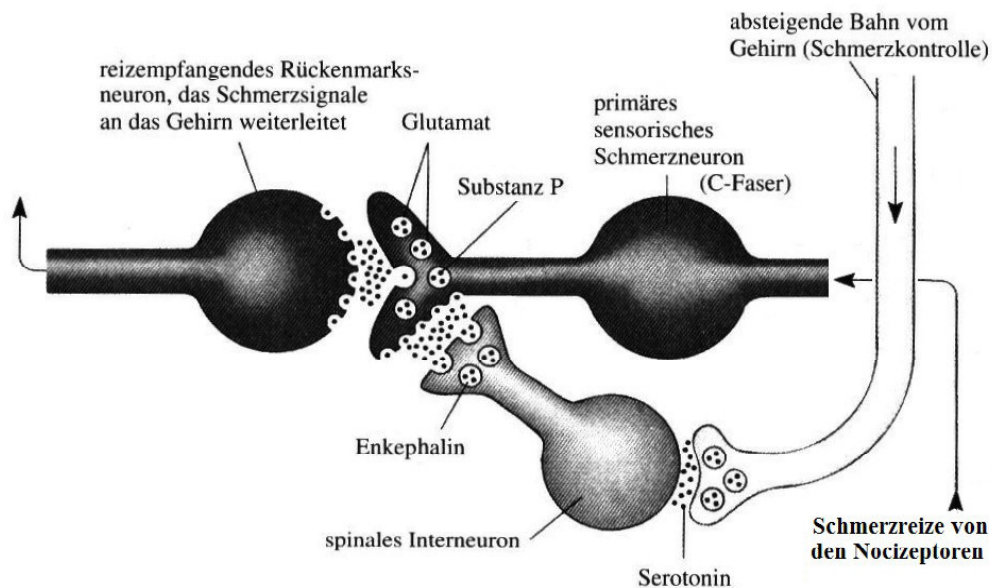
Die **schnellen**, von einer Markscheide (Myelin) umgebenen Fasern heißen A-Delta-Fasern. Ihre Leitungsgeschwindigkeit beträgt 20 m/sec und sie leiten stechende, gut lokalisierbare Schmerzen. Die langsamen, dünnen und marklosen Fasern heißen C-Fasern. Ihre Erregungsgeschwindigkeit beträgt ca. 1 m/sec. Sie leiten dumpfe, schlecht lokalisierbare Schmerzen. Beide Faserbahnen münden in einen umgrenzten Bereich der Hinterhörner in das Rückenmark (Substantia gelatinosa). Die präsynaptischen Enden der primären sensorischen Schmerzneuronen, welche mit den Nocizeptoren verbunden sind, verwenden zur synaptischen Signalübertragung **Glutamat** als Neurotransmitter und eine so genannte **Substanz P** als Modulator. Die im Rückenmark befindlichen Zwischenneuronen leiten die Signale in aufsteigenden Bahnen weiter zum Gehirn. Im Hirnstamm liegen Schaltstellen in der *Formatio reticularis*. Ab hier teilen sich die Wege. Die **schnelle Schmerzbahn** zieht direkt weiter zu zwei Kernen im Thalamus (Nucleus ventrobasisalis und Nucleus posterior). Gemeinsam mit dem sensorischen Signalsystem erfolgt die Weiterleitung zur Großhirnrinde. Dort kommt es dann zur bewussten Schmerzempfindung.

Langsame Schmerzbahnen ziehen von der *Formatio reticularis* im Hirnstamm zum zentralen Höhlengrau des Zwischenhirns und weiter zum Hypothalamus. Von hier aus erfolgen Umschaltungen zum Thalamus und zum limbischen System.

Diese übergeordneten Regionen des langsamen Schmerzsystems (vor allem der insuläre und cinguläre Cortex) sind wesentlich beteiligt an den emotionalen und motivationalen Aspekten des Schmerzes. Sie bilden die Grundlage der Schmerzerfahrung, des Schmerzverhaltens und des Schmerzgedächtnisses.

Neben den beschriebenen **aufsteigenden Bahnen** enthält das Schmerzsystem auch **absteigende Bahnen**, die von der Großhirnrinde über den Hirnstamm bis ins Rückenmark führen. Sie leiten Signale, welche der **Schmerzhemmung** und der Schmerzkontrolle dienen. Diese Hemmung erfolgt bereits in der Substantia gelatinosa in den Hinterhörnern des Rückenmarkes. Von den Nervenendigungen der absteigenden Fasern werden mithilfe von Serotonin als Transmitter die Signale auf spinale Zwischenneuronen umgeschaltet, die ihrerseits **Hirnopiate** (Enkephaline und Endorphine) produzieren. Diese wirken über Opiat-Rezeptoren auf die primären sensorischen Schmerzneuronen. Sie blockieren die Glutamat-Rezeptoren, wodurch es zu einer Hemmung der synaptischen Signalübertragung kommt, was zu einer reduzierten Schmerzweiterleitung führt.

Die Grafik veranschaulicht die aufsteigende Schmerzleitung im Rückenmark und ihre Hemmung durch absteigende Nervenbahnen.



Auf Grund ihrer chemischen Wirkung kann man verschiedene Arten von Schmerzmitteln unterscheiden. Die **nicht narkotischen Schmerzmittel** hemmen direkt den lokalen Entzündungsprozess nach Gewebsverletzungen. Zu dieser Medikamentengruppe gehört beispielsweise die Acetylsalicylsäure (Aspirin).

Narkotische Medikamente sind die Opiate und der Opiumbestandteil Morphin. Ihre analgetische (schmerzlindernde) Wirkung beruht auf ihrer Bindung an Opiat-Rezeptoren und einer daraus folgenden Unterdrückung neuronaler Aktivität im Zentralnervensystem. Um systemische Nebenwirkungen des Morphins (d.h. Einschränkungen des Bewusstseins) zu vermeiden, kann Morphin auch durch die harte Hirnhaut in den spinalen Liquorraum injiziert werden, um damit gezielt die Opiat-Rezeptoren in der Substantia gelatinosa des Rückenmarkes zu erreichen. Diese Technik wird als epidurale Analgesie bei Operationen angewendet.

Cannabinoide sind chemische Stoffe, die sowohl natürlich in der Hanfpflanze als auch im menschlichen Körper vorkommen. Sie können auch synthetisch erzeugt werden. Im Nervensystem und im Immunsystem gibt es dafür eigene Rezeptoren (CB1, CB2), über welche sie auf den Energiestoffwechsel in den Mitochondrien der Zellen wirken. Von großer Bedeutung sind vor allem zwei Stoffklassen: **THC** (Anandamid) wirkt psychotrop (stimmungsaufhellend) und **CBD** (Cannabidiol) wirkt medizinisch (schmerzlindernd, entzündungshemmend, antibakteriell, oxidationshemmend, geschwulsthemmend, übelkeitshemmend, krampflösend, angstlösend, ...).

Unter dem Begriff des **pathophysiologischen Schmerzes** versteht man dreierlei: projizierte, neuralgische und übertragene Schmerzen. Eine akute Reizung innerhalb einer aufsteigenden Nervenleitung führt zur bewussten Schmerzempfindung im peripheren Versorgungsgebiet des Nervens, d.h. zur Verlagerung des Schmerzes von seinem eigentlichen Entstehungsort an den Endpunkt der Nervenleitung (**projizierter Schmerz**).

Die fortgesetzte Reizung innerhalb einer afferenten Nervenleitung führt zum Auftreten chronischer, anfallsartiger Schmerzzustände, welche ebenfalls in das Versorgungsgebiet des Nervens projiziert werden (**neuralgischer Schmerz**).

Die Neuriten der Nocizeptoren von bestimmten Hautgebieten strahlen in dieselben Hinterhorn-Neuronen des Rückenmarkes wie die Neuriten der Nocizeptoren von bestimmten inneren Organen. Weil das Gehirn durch die Sinneswahrnehmung gelernt hat, dass die Reize von außen kommen, werden die Schmerzsignale aus den Eingeweiden als Schmerzen in der Peripherie (Haut) interpretiert (**übertragener Schmerz**). Für jedes innere Organ lassen sich typische Hautareale angeben, in welche die Eingeweideschmerzen übertragen werden (z.B. die Innenseite des linken Armes bei Angina pectoris). Diese Hautareale heißen Headsche Zonen und sind ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel.

Chronische Schmerzen

Im Gegensatz zum **akuten Schmerz** ist die Warn- und Schutzfunktion bei den chronischen Schmerzen weniger offensichtlich. Beim **chronischen Schmerz** besteht häufig keine eindeutige Beziehung mehr zwischen dem Ausmaß der spezifischen Organschädigung und der erlebten Schmerzintensität. Chronische Schmerzen verselbständigen sich und werden als eigenständiges Krankheitsbild betrachtet. Dadurch entstehen zusätzliche psychosoziale Probleme für den Patienten. Der chronische Schmerz und seine Abwehr rückt immer mehr in den Mittelpunkt des Lebens und Erlebens (**Schmerzsensibilisierung, Schmerzzentrierung**) und andere Bereiche werden an den Rand geschoben. Der Patient zieht sich zurück und verringert seine sozialen Kontakte (**Isolation**).

Der Teufelskreis chronischer Schmerzen besteht darin, dass sie andauernd über Reflexbögen zu Muskelanspannungen und damit zu Haltungsänderungen führen. Daraus ergeben sich bleibende **Verspannungen und Gelenkfehlstellungen**. Auch vegetative Komponenten (Stress) spielen eine wichtige Rolle.

Diese physiologische Körpersituation wird bewusst als eine unangenehme, negativ bewertete Emotion erlebt. Tiefe Befindlichkeitsstörungen und Depressionen können sich entwickeln. Die Menschen fühlen sich einsam, niedergeschlagen, hilflos, ängstlich, verzweifelt und hoffnungslos. Die negative emotionale Stimmungslage bewirkt reaktiv eine weitere Erhöhung der muskulären Verspannung und damit eine Verstärkung der Schmerzen. Der Teufelskreis der chronischen Schmerzzustände hat sich geschlossen.

Parallel zur verspannten und blockierten körperlichen Situation entsteht eine starre kognitiv-emotionale Haltung, die sich einer flexiblen Öffnung zum normalen Leben hin immer mehr verschließt und im Kreislauf des Schmerzes fixiert bleibt. Viele Untersuchungen zeigten, dass bei chronischen Polyarthritis-Patienten ablenkende Aktivitäten und Beschäftigungen die Schmerzwahrnehmung verminderten („**Ablenkung schließt das Tor des Schmerzes**“). Aus diesen psychosozialen Aspekten heraus ergibt sich auch die Botschaft des chronischen Schmerzes: „**Tu etwas, ändere dein Leben**“.

Neben dem medikamentösen Eingriff in den Schmerzkreis (Muskelrelaxantia, Analgetika und Psychopharmaka) hat sich in den letzten Jahren die kognitiv-psychologische Schmerztherapie entwickelt. Mithilfe von Entspannungsübungen, vertiefter Körperwahrnehmung und bildhaften Vorstellungen (Imaginationen) soll die Botschaft des chronischen Schmerzes verstanden und ein innerer Dialog mit ihm geführt werden. Damit ist die Basis für eine Neuorientierung des Lebens gelegt und eine andere innere Einstellung zum Schmerz gewonnen.

Das Schmerzverhalten als ganzheitliches System (d.h. das reaktive Verhalten auf Schmerzreize) ist nicht nur angeboren, sondern wird in der Kindheit erlernt. Wenn ein Kind nur über dramatische, übertriebene Schmerzäußerungen die Zuwendung der Eltern gewinnen kann, dann wird es lernen, Schmerzen stark zu äußern und auch stark zu erleben (sekundärer Krankheitsgewinn).

Aus der objektiven Nicht-Messbarkeit des individuellen Schmerzerlebnisses ergibt sich die Tatsache, dass der Arzt gar nichts, der Patient aber alles über seinen Schmerz weiß. Dadurch kann die fachliche Autorität des Arztes in Frage gestellt werden, was mit dem herkömmlichen Selbstverständnis der meisten Ärzte nur schwer verträglich ist. Daraus wiederum ergibt sich ein Konfliktpotential für das Arzt-Patient-Verhältnis. Am Ende vieler, aber ergebnisloser Behandlungen stehen verfestigte, fast feindselige Haltungen auf beiden Seiten („Dieser Arzt kann mir nicht mehr helfen, er kassiert nur mehr mein Geld.“ - „Diesem Patienten kann ich nicht mehr helfen, er ist ein Hypochonder und Querulant.“).

[3.3] Gesetze der Wahrnehmungspsychologie

Ein bestimmter Reiz (S, Stimulus) aus der Welt wirkt auf ein Sinnesorgan (Sensor, Rezeptor) an der Körperperipherie und verursacht in den Sinneszellen elektrochemische Erregungen. Sie gelangen über sensorische Nervenbahnen und über mehrere Zwischenstationen in entsprechende primäre sensorische Areale der Großhirnrinde (Cortex). Dort entsteht eine bewusste Sinnesempfindung (E).

$S \rightarrow \dots \rightarrow E$

Beispiel: Lichtreiz (S) \rightarrow Netzhautzellen im Auge \rightarrow Sehnerv \rightarrow Sehzentrum \rightarrow Empfindung (E)

Jede Sinnesempfindung hat fünf Merkmale: Räumlichkeit, Zeitlichkeit, Modalität, Qualität und Intensität. Unter Modalität versteht man die jeweilige Art der Sinnesempfindung (Sehen, Hören, Schmecken, Riechen, Tasten). Nur passende (adäquate) Reize (S) können über bestimmte Rezeptoren entsprechende Empfindungen (E) auslösen. So wird aus der unendlichen Vielfalt der Umweltreize nur ein begrenzter Ausschnitt der Wahrnehmung zugänglich (*erster sensorischer Filter*). In diesem Ausschnitt werden von den adäquaten Reizen deren Qualität und deren Intensität (Stärke) wahrgenommen. Beispielsweise wird die Qualität eines optischen Reizes (Farbe) durch die Frequenz der entsprechenden Lichtwelle und die Reizstärke (Helligkeit) durch deren Amplitude erzeugt.

Die *untere Reizschwelle* (u) ist jene Reizstärke, wo der Reiz gerade noch wahrgenommen wird. Bei der oberen Reizschwelle schlägt die Sinnesempfindung in Schmerz um.

Durch die Darbietung verschiedener, objektiv gemessener Reizstärken (S) und nachfolgender subjektiver Schätzung der Empfindungsstärken (E) im Vergleich zu einem vorgegebenen Ankerreiz kann der Zusammenhang zwischen S und E ermittelt werden. Solche Schätzungen von Reizen durch Personen einer repräsentativen Stichprobe werden als *Skalierung* bezeichnet.

Die meisten Untersuchungen auf diesem Gebiet ergeben Beziehungen, die sich durch mathematische Potenzfunktionen beschreiben lassen: $E = k \cdot (S - u)^n$. Dabei ist k ein Zahlenfaktor, u die untere Reizschwelle und n eine spezifische Hochzahl. Nur bei $n = 1$ wächst die subjektive Empfindung (E) direkt proportional zur Reizstärke (S), was aber fast nie der Fall ist. So wird ein objektiv doppelt schwerer Koffer beim Heben subjektiv mehr als doppelt so schwer empfunden.

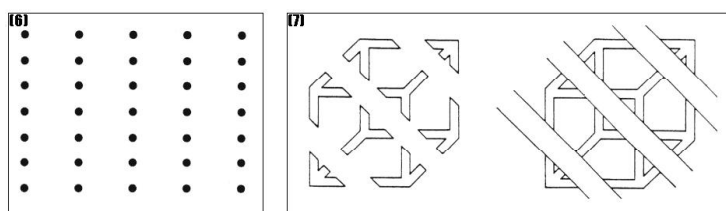
Die *Unterschiedsschwelle* ist jener objektive Reizzuwachs (dS), um den ein Ausgangsreiz (S) erhöht werden muss, damit eine unterschiedliche Empfindung wahrgenommen wird. Es gilt das so genannte *Webersche Gesetz*: $dS = k \cdot S$. Die Unterschiedsschwelle (dS) ist direkt proportional zum Ausgangsreiz (S). Der entsprechende Proportionalitätsfaktor (k) ist für die verschiedenen Empfindungsarten verschieden: Bei den Hautdruckempfindungen ist $k = 1/3$, bei optischen Empfindungen ist $k = 1/100$.

Das *Webersche Gesetz* bewirkt eine optimale Anpassung (Adaptation) der Empfindung an die jeweiligen Reizverhältnisse: Es schärft bei schwachen Reizen unsere Empfindlichkeit und schützt bei starken Reizen vor Überlastung.

Jede subjektive Empfindung erfolgt im Vergleich mit anderen benachbarten Reizen aus der Umgebung. Durch den Mittelwert der Umgebungsreize wird ein neutraler Nullpunkt für die subjektive Einschätzung der nachfolgenden Sinnesempfindungen erzeugt (*Adaptationsniveau*). Im "Drei-Schalen-Versuch" wird die Hand zuerst in eine Schale mit kaltem Wasser und dann in eine mit lauwarmem Wasser gehalten. Im zweiten Versuch wird die Hand zuerst in eine Schale mit heißem Wasser und dann in eine mit lauwarmem Wasser gehalten. Im ersten Versuch wird das lauwarme Wasser als heiß, im zweiten Versuch hingegen wird es als kalt empfunden.

Unterschiedsempfindlichkeit und Adaptation zeigen auf, dass eine Sinnesempfindung nicht absolut sondern immer relativ zur jeweiligen Umgebung erlebt wird.

Zwischen den Sinnesreizen unserer Umgebung bestehen ganz bestimmte Beziehungen. Dieses Beziehungsgefüge kann den subjektiven Eindruck einer zusammengehörigen Einheit, einer *Gestalt*, erzeugen. Wichtige Bedingungen für die Bildung von Gestalten sind erstens die deutliche *Abhebung vom Hintergrund* und zweitens die *Kohärenzfaktoren* (wie beispielsweise die räumliche und zeitliche Nähe oder die Geschlossenheit der einzelnen Reize).



In der linken Grafik werden die näher liegenden Punkte des Rasters zu vertikalen Linien zusammengefasst. Gestaltbildend wirkt hier offenkundig die gegenseitige Nähe. In der rechten Grafik werden die geschlossenen parallelen Linien als zusammengehörig erlebt und vermitteln so den Eindruck von vordergründigen Balken, welche einen Würfel im Hintergrund verdecken.

Gestalten dienen der Ordnung unserer Welt. Eine wichtige Eigenschaft von Gestalten ist die *Transponierbarkeit*: d.h. die Struktur bleibt erhalten, wenn die Einzelelemente inhaltlich ausgetauscht werden. Als Beispiel soll die Transponierung einer Melodie erwähnt werden, bei der Höhen und Stärken der einzelnen Töne geändert werden, hingegen bleiben die Verhältnisse der Frequenzen und die zeitlichen Abstände der Einzeltöne unverändert.

[4] Gedächtnis und Lernen

[4.1] Habituation und Sensibilisierung

Unter *Habituation* (Gewöhnung) versteht man die Abschwächung einer Reaktion auf einen mehrmals wiederholten Reiz. Bei der wiederholten Aktivierung einer Synapse wird der Einstrom von Kalziumionen in das Neuron vermindert, die Transmitter-Ausschüttung und die Signalweiterleitung werden abgeschwächt. Die länger abgeschwächte Erregbarkeit vor allem der Glutamat-Rezeptoren vom AMPA-Typ heißt synaptische Langzeitdepression (*LTD*). Die Habituation ist biologisch sinnvoll, denn ohne Gewöhnung würden Tiere die meiste Zeit damit verbringen, auf alle möglichen, auch biologisch bedeutungslosen Reize zu reagieren.

Sensibilisierung (Empfindlichkeitssteigerung) ist die Verstärkung einer Reaktion auf einen schwachen Reiz an einer ersten Synapse des Neurons, wenn mehrmals gleichzeitig ein zusätzlicher starker Reiz an einer zweiten Synapse des Neurons erfolgt. Beim Wegfall des starken Reizes zeigt die erste Synapse dann auch auf den schwachen Reiz alleine eine verstärkte Reaktion. Bei der Sensibilisierung kommt es zu einer nachhaltigen Änderung an der Synapse (Vermehrung der präsynaptischen Transmitterbläschen und der postsynaptischen Rezeptormoleküle). Die länger gesteigerte Erregbarkeit vor allem der Glutamat-Rezeptoren vom NMDA-Typ heißt synaptische Langzeitpotenzierung (*LTP*). Die Sensibilisierung ist biologisch sinnvoll. Ein schmerzhafter Reiz oder ein unerwartetes, lautes Geräusch versetzen ein Tier in erhöhte Wachsamkeit auch für andere schwache Reize.

[4.2] Verschiedene Arten des Gedächtnisses

Grundsätzlich müssen beim Gedächtnis zuerst das Einspeichern und dann das Abrufen (Reproduzieren) von Inhalten unterschieden werden – entweder als aktives Erinnern oder als passives Wiedererkennen. *Vorstellungen* sind Erlebnisinhalte, die unabhängig von aktuellen Reizwahrnehmungen aus den Erinnerungszentren abgerufen werden können. Sie sind Imitate von Wahrnehmungen aus früheren Erlebnissen und häufig auch mit anderen Inhalten verknüpft (assoziiert). Vorstellungen können spontan auftreten oder willentlich aktualisiert werden. In Phantasievorstellungen werden bekannte Inhalte verzerrt oder neu kombiniert.

Sowohl vom Inhalt als auch von der Zeitdauer kann man verschiedene Arten des Gedächtnisses unterscheiden. Inhaltlich trennt man zwischen *Wissensgedächtnis* (deklarativ) und *Verhaltensgedächtnis* (prozedural). Das *deklarative Gedächtnis* ist entweder *episodisch* oder *sprachlich*. Entweder erinnern wir uns an bestimmte Ereignisse unseres Lebens oder an sprachliche Begriffe, die nicht zeitbezogen sind. Weil das deklarative Gedächtnis zumeist bewusst abläuft, heißt es auch *explizit*.

Das *prozedurale (implizite) Gedächtnis* besteht in erlernten motorischen Fertigkeiten (Schreiben, Klavierspielen, Sportausübung, usw.), die zumeist unbewusst ablaufen können. Es beruht auf Nachahmen und Üben und auf Konditionierungen.

Nach der Zeitdauer werden ein *Ultrakurzzeitgedächtnis* (UZG), ein Arbeitsgedächtnis (*Kurzzeitgedächtnis*, KZG) und ein *Langzeitgedächtnis* (LZG) unterschieden. Sensorische Informationen gelangen zunächst in das UZG, das einige Zehntelsekunden dauert. Grundlage dafür sind die in den primären sensorischen Feldern der Großhirnrinde ablaufenden elektrischen Erregungen.

Was davon übrig bleibt gelangt für einige Sekunden ins KZG. Durch Wiederholung der Information wird diese dann im LZG gespeichert (Konsolidierung). Beim LZG kommt es an den beteiligten Synapsen zu bleibenden chemischen Veränderungen. Die *Speicherorte* im Gehirn sind vor allem *Hippocampus* (Seepferdchen) und *Amygdala* (Mandelkern) im limbischen System und die *Assoziationsfelder* im Cortex.

[4.3] Das mechanische Lernen

Die *klassische Gedächtnispsychologie* beschäftigt sich mit dem Lernen durch einfaches Wiederholen. Als Material werden sinnlose Silben verwendet, um Assoziationen (Erlebnisverknüpfungen) auszuschließen, welche die reine Gedächtnisleistung verfälschen könnten. Zur Messung der Gedächtnisleistung zählt man die Wiederholungen des Lernstoffes bis zu seiner fehlerfreien Reproduktion.

Der deutsche Psychologe *Hermann Ebbinghaus* hat bereits am Ende des neunzehnten Jahrhunderts sein berühmtes *Lerngesetz* entdeckt. Dieses besagt, dass mit wachsender Menge des Lernstoffes die Anzahl der Wiederholungen bis zu seiner fehlerfreien Reproduktion wesentlich stärker als direkt proportional zunimmt: *Mit wachsendem Lernumfang steigt die Lernarbeit unverhältnismäßig stark an.* Ein *zweites Lerngesetz* besagt, dass das Lernergebnis dann deutlich besser ausfällt, wenn die Stoffwiederholungen nicht sofort hintereinander, sondern zeitlich gestreut erfolgen. Dadurch werden Gedächtnishemmungen vermieden. Ein *drittes Lerngesetz* beschreibt den zeitlichen Verlauf des Vergessens (Verlieren von Inhalten aus dem Bewusstsein). Demnach wird immer am Anfang das Meiste vergessen. Je älter ein Gedächtnisinhalt ist, umso weniger leicht wird er vergessen.

Durch Kollision von neuronalen Erregungsmustern, welche den Erlebnisinhalten zugrunde liegen, kann es zu *Gedächtnishemmungen* kommen. Bei der *retroaktiven Hemmung* schädigt ein nachfolgender Lernprozess die Einprägung des direkt vorher gelernten Stoffes, insbesondere dann, wenn die Lerninhalte ähnlich sind. Umgekehrt gibt es auch eine *proaktive Hemmung*. Bereits bestehende Assoziationen erschweren die Bildung von neuen Assoziationen (*assoziative Hemmung*). Starke Gefühlserlebnisse - bei Furcht und Stress - beeinträchtigen die Einprägung unmittelbar vorangehender Erlebnisinhalte (*affektive Gedächtnishemmung*).

[4.4] Die klassische Konditionierung

Es sei R eine dem Individuum angeborene Reaktion (*unkonditionierte Reaktion*), welche durch einen Reiz US (*unkonditionierter Stimulus*) ausgelöst wird (z.B. Speichelsekretion auf einen Futterreiz, instinktive Flucht oder Abwehr auf einen Angriff). Kurz vor dem Auslöser einer solchen Reaktion wird ein neutraler Reiz CS (*konditionierter Stimulus*) dargeboten (z.B. Aufleuchten einer Lampe, Erklingen eines Tones). Nach mehreren solchen paarweisen Reizdarbietungen bildet sich eine Informationsverknüpfung (Assoziation), welche dazu führt, dass dann auf die alleinige Darbietung des neutralen Reizes die entsprechende Reaktion erfolgt. Auf solche Art erlernte Verhaltensweisen werden als bedingte Reaktionen bezeichnet (*konditionierte Reaktion*). Aus der Verknüpfung (US – R) ist die Verknüpfung (CS – R) geworden. Der russische Physiologe *Iwan Pawlow* konditionierte bei Hunden die Speichelsekretion auf das Erklingen eines Glockentons.

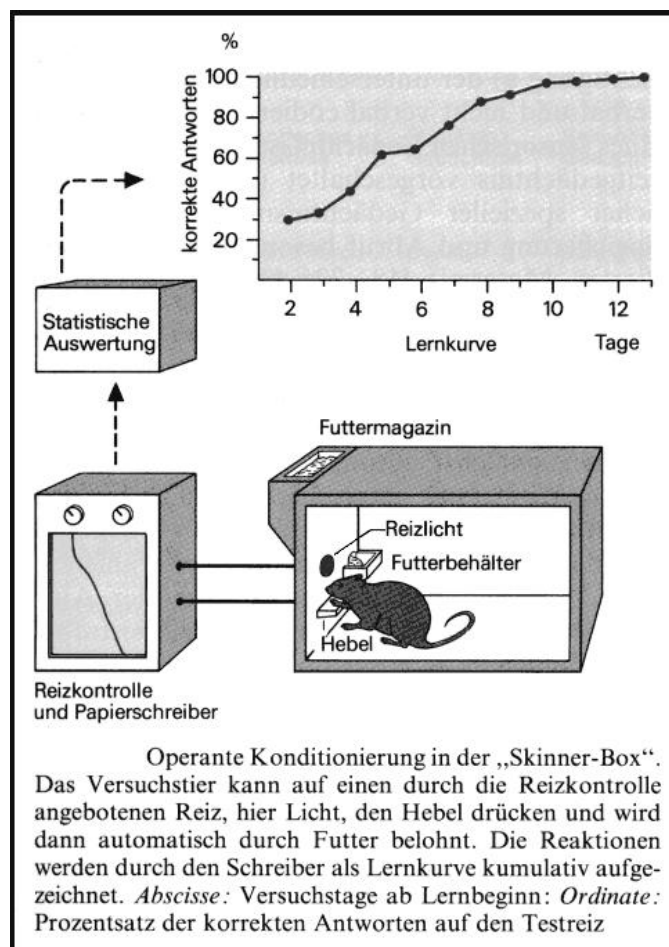
Koppelt man nach einer gelungenen Konditionierung (CS – R) den konditionierten Reiz CS (Ton) mit einem anderen neutralen Reiz CS1 (Licht), dann erfolgt eine neue *sekundäre Konditionierung* (CS1 – R). Auf diese Weise werden komplexe Handlungsketten erlernt.

Löschung (extinction): Wird nach einer gelungenen Konditionierung der neutrale Reiz (CS) allein in rascher Abfolge dargeboten, dann wird die konditionierte Reaktion (CS – R) immer schwächer.

Verstärkung (reinforcement): Wird der neutrale Reiz (CS) wieder mehrmals mit dem ursprünglichen, unkontingierten Reiz (US) gekoppelt, dann wird die konditionierte Reaktion (CS – R) stärker.

[4.5] Die instrumentelle Konditionierung

Im Gegensatz zur klassischen Konditionierung wird beim instrumentellen Lernen der Reiz S **nach** der Reaktion R gesetzt - als belohnende oder bestrafende Antwort auf diese. Das Verhalten bestimmt daher operativ den nachfolgenden Reiz (*operante Konditionierung*). Wird durch ein bestimmtes Verhalten eine Belohnung (positive Verstärkung) erreicht oder eine Bestrafung (negative Verstärkung) vermieden, dann wird dieses Verhalten in Zukunft öfters auftreten. Dadurch wird das Verhalten verändert. *Verhaltensweisen, die zum Erfolg führen, werden stärker eingeprägt*. Der Amerikaner B. F. Skinner manipulierte durch systematische Belohnung bestimmter Bewegungen mit Futtergaben das Verhalten von Versuchstieren.



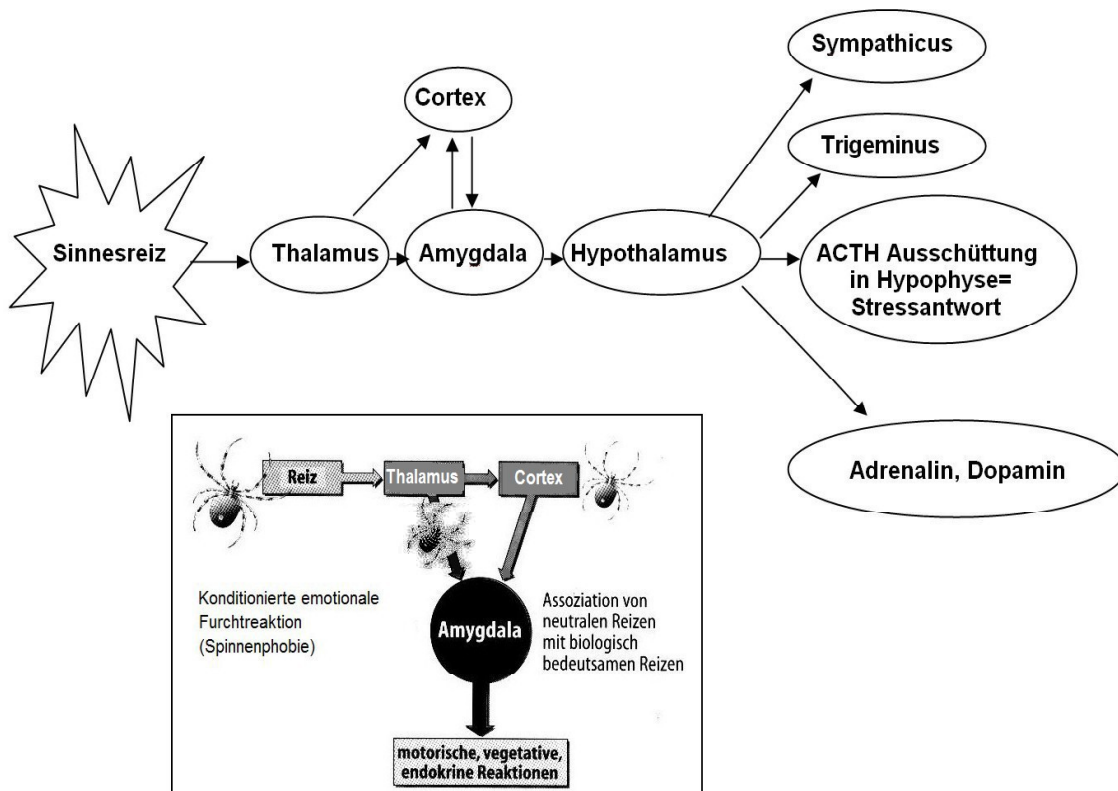
Nicht nur Verhaltensweisen sondern auch Emotionen können erlernt, aber auch verlernt werden mit Hilfe entsprechender Konditionierungen.

[4.6] Konditionierung von Emotionen ("Little Albert", John Watson 1920)

Der elf Monate kleine Albert war gewöhnt neben einer friedlichen Hausratte zu spielen. Das Tier erzeugte keine Furcht bei dem Kind. Watson und Mitarbeiter führten folgendes klassische Experiment durch: Immer wenn Albert seine Hände nach der Ratte ausstreckte, schlugen sie mit einem Hammer auf eine Stahlplatte und erschreckten so das Kind. Nach mehreren solchen Versuchen begann Albert bereits dann zu weinen, wenn er nur die Ratte alleine sah, ohne dass ein lautes Geräusch ertönte. Little Albert wurde das Gefühl der Angst vor einem Objekt an-konditioniert, vor dem er vorher keine Angst hatte. R = Furcht, US = lauter Knall, CS = Ratte. Bei dem Kind kam es in weiterer Folge zu Generalisierungen, d.h. es hatte dann auch Angst vor Objekten, die dem konditionierten Reiz ähnlich waren.

In analoger Weise kann auch das Gefühl des Ekels vor gewissen Speisen entstehen, wenn diese beispielsweise mit dem Anblick einer toten Fliege wahrgenommen wurden. Emotionen werden durch klassische Konditionierung erlernt.

Untersuchungen haben ergeben, dass der Mandelkern (Amygdala) im limbischen System das wichtigste Schaltzentrum für erlernte Furcht darstellt. Eine Zerstörung der basolateralen Region des Mandelkerns löscht eine konditionierte, emotionale Furchtreaktion vollständig. Die nach-folgende Grafik soll diese Zusammenhänge schematisch veranschaulichen.



[4.7] Systematische Desensibilisierung ("Little Peter", Mary Jones 1924)

Der dreijährige Peter war ein ganz normaler Junge, der nur eine übertriebene Angstreaktion vor Kaninchen und allen pelzartigen Objekten zeigte. Jones und Mitarbeiter heilten den Jungen in dem folgenden klassischen Experiment: Zunächst erforschten sie, welche Reizdarbietung bzw. Tätigkeiten das Kind in einen angenehmen und entspannten Zustand versetzten. Bei Peter war es das Essen von Süßigkeiten. Daraufhin begannen sie den Furcht auslösenden Reiz, also das Kaninchen, immer dann darzubieten, wenn Peter beim Essen war.

Die Reizdarbietung erfolgte schrittweise, wobei am Anfang das Kaninchen in einer weit entfernten Ecke des Zimmers in einem Drahtkäfig gezeigt wurde und bei den einzelnen Sitzungen immer näher an Peter heranrückte („little by little“). Bereits nach einem Dutzend solcher Sitzungen konnte Peter das Tier ohne Symptome der Furcht anfassen und mit ihm spielen. Auch die anderen Ängste vor pelzartigen Objekten waren vollständig gelöscht, obwohl jegliches Wissen über die Hintergründe von Peters Ängsten fehlte. R = lustvolle Entspannung, US = appetitiver Reiz, CS = Furchtauslöser.

Diese Therapietechnik der so genannten systematischen Desensibilisierung wurde verfeinert und weiterentwickelt. Damit können unangenehme Gefühle schrittweise verlernt werden. Sie ist eine Standardbehandlungsmethode der Verhaltenstherapie.

[4.8] Lernen durch Nachahmung (Modell - Imitation)

Das Lernen durch Beobachtung ist jener Prozess, bei dem eine Person das Verhalten einer anderen Person (Modell) beobachtet und das Verhalten dann nachahmt. Die Grundlage für diese Imitation sind die so genannten *Spiegelneuronen*, die bei der Beobachtung einer Handlung im eigenen Gehirn jene Aktivitätsmuster erzeugen, welche dieser beobachteten Handlung zugrunde liegen. Dadurch erst wird Nachahmung möglich. Spiegelneuronen befinden sich vor allem in den sekundären (prämotorischen) Zentren der Großhirnrinde.



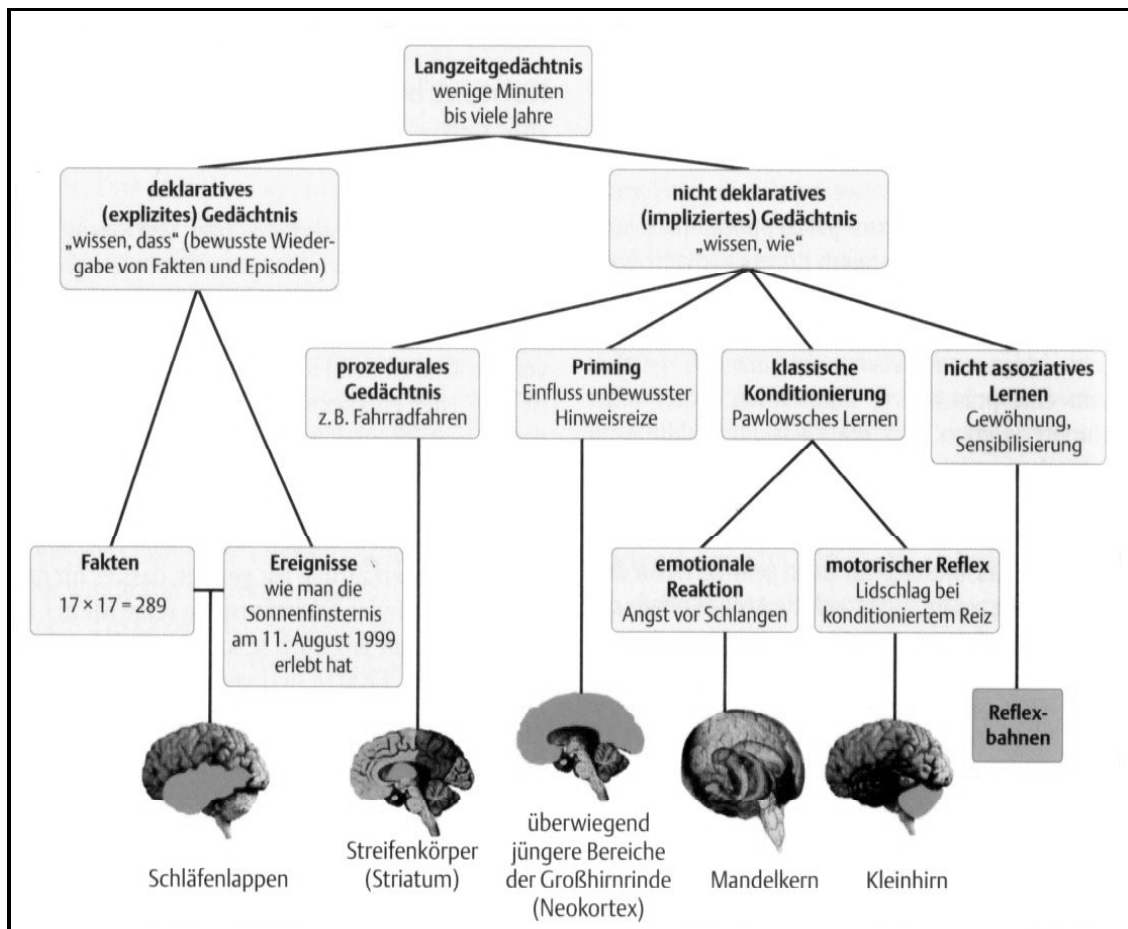
Spiegelneuronen sind beispielsweise die Ursache dafür, das Lachen „ansteckend“ wirkt. Sie sind aber auch die Ursache für das emotionale Mitgefühl (Empathie) und damit wichtig für das Sozialverhalten. Das Vermögen, Empathie zu entwickeln, hängt von der Fähigkeit ab, die Gefühle anderer Menschen im eigenen neuronalen System abzubilden. Bei der Beobachtung anderer Gesichter, die eine Emotion ausdrücken, sprechen die Spiegelneuronen in der prämotorischen Rinde an und schicken eine Kopie ihrer Aktivierungsmuster an entsprechende somatosensorische Rindenareale und auch in die *Inselregion des Cortex* (insula). Dort entstehen die bei der Beobachtung erlebten Emotionen. Die Insel erweist sich als ein zentraler Integrationsort der Gefühle und ist für das Ich-Bewusstsein (Selbst) verantwortlich.

[4.9] Das Langzeitgedächtnis

Der Speicherort des Arbeitsgedächtnisses ist vorrangig der präfrontale Cortex. Von diesem aus erfolgt dann die dauerhafte Einspeicherung der Information in das Langzeitgedächtnis (LZG). Dabei handelt es sich jedoch nicht um ein einheitliches Gebilde, sondern um verstreute, miteinander vernetzte Areale des Gehirns. Die Speicherorte sind die Assoziationszentren im Cortex und subcortikale Zentren, vor allem im limbischen System. Dort spielt der **Hippocampus** eine organisierende Rolle bei der Überführung der Information vom Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis. Diesen Prozess nennt man auch *Konsolidierung*.

Bei der langzeitlichen Informationsabspeicherung wird das, einem Erlebnisinhalt zu Grunde liegende spezifische Erregungsmuster in eine bestimmte Gedächtnisspur (Engramm) verschlüsselt. Dabei werden Verbindungen der beteiligten Neuronen verstärkt, und zwar durch Vermehrung der Synapsen und durch Vermehrung der präsynaptischen Transmitterbläschen und der postsynaptischen Rezeptoren. Diese *synaptischen Verstärkungen* sind die Grundlage des Lernens.

Beim Erinnern und Wiedererkennen wird mit Hilfe der gespeicherten Gedächtnisspur wieder das ursprüngliche spezifische Erregungsmuster und damit auch der ursprüngliche Erlebnisinhalt erzeugt. Die nachfolgende Grafik zeigt das komplette System der Langzeitspeicherung.



[4.10] Gedächtnis und Gehirnstrukturen

[4.10.1] Gedächtnis und Kleinhirn

Das assoziative Lernen wie es in der Kopplung von natürlichem und neutralem Reiz (US-CS) bei der Konditionierung vorkommt, ist vielleicht das wichtigste Lernschema der Lebewesen. Was und wo sind die organischen Grundlagen hierfür? Zur Klärung dieser Frage hat der Biopsychologe **Richard Thompson** mehrere Experimente mit Kaninchen durchgeführt. Dabei wurde der Lidschlussreflex, der natürlicher Weise durch einen Luftstoß ausgelöst wird, auf ein akustisches Signal konditioniert. Um die elektrische Aktivität bestimmter, umgrenzter Neuronenbereiche zu messen, entwickelten Thompson und Mitarbeiter ein miniaturisiertes Steuerungssystem, mit dem Mikroelektroden ins Gehirn geschoben werden konnten. Außerdem konnten mit dem Gerät gezielt kleine, umgrenzte Neuronenbereiche zerstört und die Auswirkungen dieser Läsionen auf das Lernverhalten beobachtet werden.

Als Bildungsort der Gedächtnisspur für die konditionierte Lidschlussreaktion erwies sich ein bestimmter Bereich in der Tiefe des Kleinhirns, der so genannte **Nucleus interpositus**. Für sich allein genommen steigern Ton-CS und Luftstoß-US die Menge der Aktionspotentiale dieser Nervenzellen kaum. Wenn man jedoch die beiden Stimuli koppelt und das Tier lernt, so feuern die Nervenzellen stärker und erzeugen ein neuronales Aktivitätsmuster anhand dessen sich Zeitverlauf und Intensität der konditionierten Lidschlussreaktion vorhersagen lassen.

In weiteren Experimenten zeigte Thompson, dass durch Zerstörung des vorderen Teiles des Nucleus interpositus im Kleinhirn eine bereits gebildete Erinnerungsspur vollständig gelöscht wurde und neue Konditionierungen auch nicht mehr möglich waren. Damit war der erste schlüssige Nachweis des Sitzes einer Langzeit-Gedächtnisspur im Säugerhirn gelungen.

Durch Aktivierung entsprechender Stellen in den motorischen Gebieten der Kleinhirnrinde kann jedwede diskrete Bewegung in Gang gesetzt werden (die Bewegung von Gliedmaßen, die Drehung des Kopfes, usw.). Diese Bewegungen lassen sich alle durch Training an einen beliebigen neutralen Reiz (z.B. Ton oder Licht) koppeln. Dadurch ist die Grundlage für das Erlernen elementarer motorischer Fertigkeiten festgelegt. Das Kleinhirn spielt somit eine wesentliche Rolle beim Erlernen und beim Speichern motorischer Fertigkeiten (**Automatismen**).

[4.10.2] Gedächtnis und Mandelkern

Nicht nur einzelne motorische Reaktionen können im klassischen Sinne konditioniert werden, sondern auch emotionale Reaktionen. Der Neurobiologe **Michael Davis** und sein Team untersuchten dazu die **Konditionierung der Furchtreaktion**. Ein anderes Forscherteam unter der Leitung von **Joseph LeDoux** untersuchte ebenfalls das Erlernen von Furchtverhalten.

Natürlicherweise reagiert ein Individuum auf einen plötzlichen, lauten akustischen Reiz (US) mit Furcht (R), deren Stärke indirekt an Puls, Blutdruck und an der muskulären Erstarrung (startle) gemessen wird. Wenn man den auditiven Schreckreiz mit einem neutralen Lichtreiz (CS) koppelt, dann kann die Furchtreaktion konditioniert werden, d.h. die Furchtreaktion wird durch Lichtreize ausgelöst. Aus der Verknüpfung (US – R) ist die Verknüpfung (CS – R) geworden.

Das Ergebnis dieser Forschungen war die Aufklärung des entsprechenden Hirnschaltkreises und die Erkenntnis, dass der so genannte **Mandelkern** (Amygdala) an der Basis des Großhirns auf der unteren Innenseite des Schläfenlappens eine ganz wesentliche Rolle bei der Gedächtnisspeicherung spielt. Schädigungen in diesem Neuronenbereich bewirken, dass keine Furcht erworben werden kann.

Michael Davis brachte während der Furchtkonditionierung die chemische Substanz **AP5** (engl. D-2-amino-5-phosphonopentanoic-acid) in den Mandelkern. **AP5** ist ein spezifischer **Glutamat-Antagonist**, welcher die Membranrezeptoren vom NMDA-Typ blockiert. Er verhindert also die Transmittereinwirkung an den Neuronen des Mandelkerns. Das Resultat ist, dass der Erwerb der Furcht auf optische und akustische konditionelle Reize vollständig unterbunden wird. Wichtig ist der Zeitpunkt der Ausschaltung des Mandelkerns. Erfolgt sie während oder unmittelbar nach dem Lernvorgang, so geht das Furchtgedächtnis immer verloren; doch setzt man die Läsion oder Blockierung einige Tage später, dann wird die Furchterinnerung kaum beeinflusst. Diese Erkenntnis ist von größter Wichtigkeit, denn sie zeigt, dass die permanente Langzeitgedächtnisspur für erlernte Furcht sich nicht nur im Mandelkern, sondern auch anderswo befinden muss.

Jedenfalls zeigen die beschriebenen Versuche, dass im Mandelkern die Bildung der Gedächtnisspur für erlernte Furcht ihren Anfang nimmt und der Mandelkern daher für die spätere Furchterinnerung unentbehrlich ist.

[4.10.3] Gedächtnis und Hippocampus

Der **Hippocampus** ist so wie der **Mandelkern** ein Teil des **limbischen Systems** an der Basis des Großhirns. Der Hippocampus hat eine überragende Stellung als jene Hirnstruktur erlangt, welche bei Säugetieren speziell für das mittelfristige Arbeitsgedächtnis und die Überführung in das Langzeitgedächtnis (Konsolidierung) zuständig ist.

Der Anstoß für das Interesse an den Gedächtnisfunktionen des Hippocampus waren die Folgen eines gehirnochirurgischen Eingriffes an dem mittlerweile berühmten Patienten **H.M.** (in der klinischen Literatur gibt man zum Schutze der Privatsphäre des Patienten nur die Initialen eines Pseudonyms an). Bei H.M. wurden in beiden Hirnhälften Bereiche des Schläfenlappens einschließlich des Hippocampus sowie Teile des Mandelkerns entfernt, um seine schweren, lebensbedrohenden Epilepsieanfälle zu beseitigen. Die Operation milderte zwar die Stärke der Epilepsie erheblich, wirkte sich jedoch ungünstig auf die Gedächtnisleistung aus. Die Fähigkeit, neue Informationen und Erfahrungen aus dem aktuellen Arbeitsgedächtnis in das Langzeitgedächtnis abzuspeichern, wurde durch die Entfernung des Hippocampus sehr stark gestört. Alte, jahrelang zurückliegende Erinnerungen konnte H.M. reproduzieren, seine Intelligenz war überdurchschnittlich und auch das prozedurale Lernen von motorischen Fertigkeiten funktionierte fehlerlos. Auch das eigentliche Kurzzeitgedächtnis arbeitete völlig normal, sodass er sich neue Telefonnummern lange genug merken konnte, um sie so gut wie jeder andere Mensch zu wählen. Jedoch gelang es H.M. nicht diese Zahlen im Langzeitspeicher bleibend abzulegen. H.M. lebte in einer immerwährenden Gegenwart. Der Transfer von Informationen aus dem Arbeitsgedächtnis in das Langzeitgedächtnis war unmöglich.

Aus dem Krankheitsfall von H.M. und auch aus ähnlichen Fällen folgt eindeutig, dass der Hippocampus eine wesentliche Rolle bei der Bildung von Gedächtnisspuren spielt, er jedoch nicht jener Ort allein ist, wo diese Spuren permanent abgespeichert sind. Offenbar erfolgt die Langzeitspeicherung in verschiedenen im Gehirn verteilten Regionen.

[4.10.4] Gedächtnis und Großhirnrinde

Schädigungen an den visuellen und auditiven Assoziationsfeldern der Großhirnrinde (Cortex) führen bei Menschen und Affen zu erheblichen Störungen von Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis. Eine umschriebene Region des Stirnlappens (Sulcus principalis), die vor den motorischen Feldern liegt, dürfte für das Arbeitsgedächtnis ebenfalls von entscheidender Bedeutung sein.

Das visuelle Arbeitsgedächtnis stützt sich vor allem auf die höheren optischen Assoziationsareale im hinteren, oberen Schläfenlappen. Mithilfe des PET-Scanners (Positronen-Emissions-Tomographen) konnten deutlich erhöhte Aktivitäten dieser Felder bei entsprechenden Lernaufgaben registriert werden. Das Arbeitsgedächtnis scheint ein Spezialgebiet der Großhirnrinde zu sein. Wo in der Großhirnrinde eine permanente Langzeitspeicherung stattfindet, ist noch Gegenstand der Forschung.

[4.10.5] Mechanismen der Langzeitspeicherung (Konsolidierung)

Die den Bewusstseinsinhalten zu Grunde liegenden elektrochemischen Erregungsvorgänge im Gehirn bilden die Basis für das **Arbeitsgedächtnis**, welches flüchtig und vorübergehend ist. Gut gelernte **Langzeiterinnerungen** sind jedoch von Dauer. Also müssen bleibende Veränderungen irgendwelcher Art im Nervensystem stattgefunden haben.

Wie **Eric Kandel** und seine Mitarbeiter herausfanden, führt bei der **Meeresschnecke** (*Aplysia*) die klassische Konditionierung des Kiemenrückziehreflexes zu deutlichen und messbaren Veränderungen an der Synapse zwischen sensorischer und motorischer Nervenzelle. Alle diese Veränderungen werden als **synaptische Verstärkungen** bezeichnet. Dabei erhöht sich die Anzahl der Synapsen auf den Dornen der Dendriten. Auch die Anzahl der Transmitterbläschen und der Rezeptormoleküle nimmt zu.

Müssen Gene aktiv werden, um die Struktur zu ändern? Geht also Gedächtnisbildung mit einer veränderten Genexpression von Proteinen in Nervenzellen einher? Proteine sind die Bausteine aller Zellen - und somit auch der Synapsen. Bestimmte Substanzen blockieren die Proteinsynthese, beispielsweise das Antibiotikum Puromycin. In sorgfältigen Untersuchungen brachte **Bernard Agranoff** von der Universität von Michigan Goldfischen einfache Verhaltensweisen bei und spritzte ihnen dann Puromycin direkt ins Gehirn. Die Ergebnisse waren beeindruckend. Injizierte er die Substanz innerhalb von 30 Minuten nach dem Training, so ging die Erinnerung verloren. Spritzte er Puromycin unmittelbar vor dem Training, so lernten die Tiere anfangs, doch blieb die nachfolgende Erinnerung aus. Aus solchen Experimenten folgt, dass **das Kurzzeitgedächtnis ohne Proteinsynthese auskommt, das Langzeitgedächtnis hingegen nicht**.

Wie funktioniert diese synaptische **Plastizität** als Grundlage der **Langzeitspeicherung**? Bei der Verarbeitung von äußeren Reizen werden zunächst Nervenzellen durch einen *First Messenger* - einen Neurotransmitter (z.B. Glutamat) oder einen Neuromodulator (z.B. Serotonin) - innerhalb von wenigen Millisekunden erregt. Durch einen aktivierten *Second Messenger* (z.B. Kalzium oder cAMP = *cyklisches Adenosin Mono Phoshat*) werden intrazelluläre Prozesse innerhalb von Sekunden eingeleitet, die dann *Third Messenger* (z.B. CREB = *cAMP Response Element Binding Protein*) im Zellplasma aktivieren. Die durch CREB ausgelöste Genaktivierung (Genom oder Epigenom) bezieht den Zellkern mit ein, erstreckt sich über Stunden und Tage, führt zu einer Produktion von Proteinen und setzt weitere zelluläre Effekte in Gang (z.B. Prozesse der Wachstumsdifferenzierung). Dadurch werden **neue Synapsen** gebildet. Welche Lernerfahrungen der Organismus auch immer macht, so funktioniert der molekulare Ablauf - sowohl bei der Gedächtnisbildung, als auch im psychotherapeutischen Behandlungsprozess bei der Überschreibung und Änderung von unerwünschten Erfahrungsinhalten. Dabei gibt es viele biochemische Mitspieler. Ein Beispiel hierfür ist der Einfluss des Wachstumsfaktors *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) auf die Synapsenbildung: BDNF wirkt auf das CREB, das die entsprechende Proteinsynthese auslöst. BDNF ist wichtig für die **Synapsenbildung** und für die Bildung von neuen Nervenzellen (**Neurogenese**) vor allem im Hippocampus und Neocortex. Ein Mangel an BDNF steht im Zusammenhang mit zahlreichen psychischen Störungen. BDNF wird hinauf- und hinabreguliert durch Neuromodulatoren wie Serotonin, aber auch durch Glukocorticoide wie Cortisol.

[5] Das Denken

[5.1] Das Problemlösen

Denken ist ein zielgerichtetes Verknüpfen von Wahrnehmungsinhalten und Gedächtnisinhalten zur Lösung von gestellten Aufgaben. Dabei gilt grundsätzlich folgendes Ablaufschema des Problemlösens:

1. *Problemverständnis*: Ein unerwünschter Anfangszustand wird erkannt.
2. *Lösungsziel*: Ein erwünschter Zielzustand wird erkannt.
3. *Umstrukturierung*: Es wird eine Transformation gesucht, welche aus einer Abfolge von Operationen besteht, die den Anfangszustand über Zwischenstufen in den Zielzustand führt. Dabei sind Hindernisse zu überwinden.

Es werden zwei Arten des Problemlösens unterschieden:

Versuch und Irrtum (trial and error): Die Lösung wird durch anschauliches Herumprobieren gefunden, wobei jeder Irrtum erkannt wird und dann das dazu führende Verhalten ausgeschieden wird.

Logisches Denken: Dabei werden so genannte Begriffe verwendet. Das sind unanschauliche Bewusstseinsinhalte, welche durch Abstraktion aus den Wahrnehmungen gebildet werden. Die Begriffe werden so miteinander verknüpft, dass sich daraus die gewünschte Lösung ergibt.

Aufgabe: In einem 3 x 3 – Raster sollen die neun Ziffern von 1 bis 9 so angeordnet werden, dass die Summen in den Zeilen, Spalten und Diagonalen immer genau 15 ergeben. Jede Ziffer darf nur einmal vorkommen. Die Lösung der Aufgabe kann entweder durch Herumprobieren oder durch logisches Denken gefunden werden.

?	?	?
?	?	?
?	?	?

Lösung: Man braucht $3 + 3 + 2 = 8$ Dreiergruppen von Ziffern, welche in ihrer Summe 15 ergeben. Durch systematisches Aufzählen erhält man: (9,5,1); (9,4,2); (8,6,1); (8,5,2); (8,4,3); (7,6,2); (7,5,3) und (6,5,4). Die mittlere Ziffer des Rasters kommt in vier Dreiergruppen vor. Sie kann also nur **5** sein. Die Eckziffern des Rasters kommen jeweils in drei Dreiergruppen vor. Sie können daher nur **8, 6, 4, 2** sein. Nun trägt man diese Ziffern im Raster ein und ergänzt die übrigen leeren Felder des Rasters.

8	1	6
3	5	7
4	9	2

[5.2] Die Begriffsbildung (Abstraktion)

Das menschliche Denken vollzieht sich zum größten Teil unanschaulich, also losgelöst von Wahrnehmungen und bildhaften Vorstellungen. Die Inhalte, welche dabei verknüpft werden, bezeichnet man als *Begriffe (Kategorien)*. Wie werden solche Begriffe gebildet?

In einem klassischen Experiment von *Narzissus Ach* (1923) werden Personen verschieden geformte Körper dargeboten (Würfel, Pyramiden, Zylinder). Diese Objekte variieren in zwei Merkmalen, in ihrem Volumen (klein-groß) und in ihrem Gewicht (leicht-schwer). Jede der vier Merkmalskombinationen wird mit einem bestimmten Namen bezeichnet („*Gazun*“ = groß und schwer, „*Ras*“ = groß und leicht, „*Taro*“ = klein und schwer, „*Fal*“ = klein und leicht). So werden verschiedene Objekte, welche in diesen Merkmalen übereinstimmen, zu neuen Klassen (Kategorien) zusammengefasst.

Nach einer Phase der Einübung wird die Geschirrabteilung eines Warenhauses aufgesucht. Dort fordert der Versuchsleiter die Probanden auf, nach Gegenständen mit den vorher gelernten Namen zu suchen. Sagt er „Bring mir einen Ras“, dann brachten ihm die Versuchspersonen einen großen, aber leichten Kochtopf. Ähnliches ereignete sich auch in anderen Abteilungen des Warenhauses.

Begriffe (Kategorien) werden in vier Stufen aus den Wahrnehmungen gebildet.

1. *Zuerst werden bestimmte Objekte unterschieden und verglichen.*
2. *Gemeinsame Merkmale werden erkannt und herausgefiltert (Abstraktion).*
3. *Dieses Bündel von Merkmalen wird isoliert und bildet den Begriffsinhalt.*
4. *Zuletzt wird der Begriffsinhalt auch auf andere Objekte angewendet (Transfer).*

Die zweite Stufe (Erkennen von Gemeinsamkeiten) ist die eigentliche Abstraktion, und erst durch die vierte Stufe (Transfer) wird der Begriff frei verfügbar.

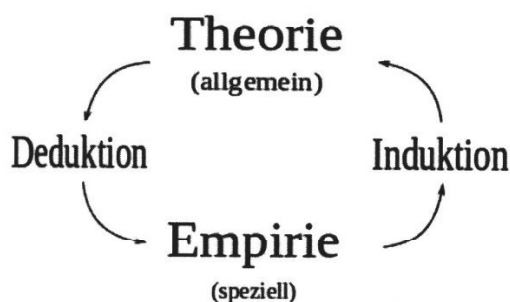
Die Begriffsbildung wird dadurch erleichtert, dass die Objekte, auf welche der Begriff zutrifft, mit gleich lautenden Namen versehen werden. Die assoziative Verknüpfung eines Begriffs mit einem sprachlichen Wort erleichtert seine Bildung und festigt seine Speicherung.

Die neuronalen Netzwerke unseres Gehirns arbeiten entweder angeleitet oder selbstorganisierend. Sie sind jedenfalls in der Lage aus wiederholten sensorischen Inputs regelmäßig auftretende Ähnlichkeiten zu erfassen und auch zu speichern (*Mustererkennung bzw. Kategorienbildung*).

Beim unanschaulichen und abstrakten Problemlösen wird das Beziehungsgefüge der erworbenen Begriffe umstrukturiert. Ein Problem ist dann gelöst, wenn eine passende Begriffsstruktur gefunden wird. Das wird auch als AHA-Erlebnis bezeichnet und ist mit Lustgefühlen (Funktionslust) verbunden. Ein ähnliches Erlebnis ereignet sich auch beim Verstehen eines (vielleicht anfänglich unverständlichen) Witzes.

[5.3] Deduktion und Induktion

Unter **deduktivem Denken** versteht man das folgerichtige und gültige Herleiten eines Einzelfalles aus einer allgemeinen Regel. Umgekehrt besteht das **induktive Denken** im Aufstellen einer allgemeinen Regel aus mehreren Einzelfällen.



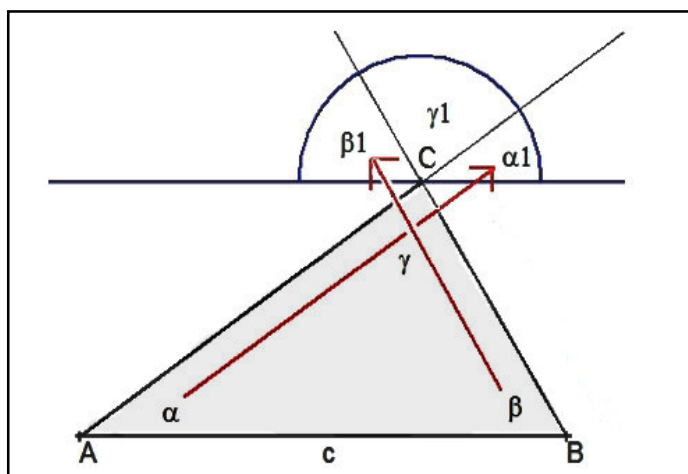
In der klassischen Darstellung der Naturwissenschaften bilden Deduktion, Induktion, Theorie und Empirie zentrale Begriffe. In der Empirie werden die Daten erhoben und aus diesen durch Induktion allgemeine Sätze (Theorie) gewonnen. Aus der Theorie wiederum können durch Deduktion (Vor)Aussagen über Einzelfälle abgeleitet werden.

Beispiel:

Der „**Winkelsummensatz des Dreiecks**“ besagt, dass in jedem Dreieck die Summe der Innenwinkel immer gleich einem gestreckten Winkel ist (d.h. $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$).

Der Winkelsummensatz wird **induktiv** dadurch erschlossen, indem sehr viele unterschiedliche Dreiecke gezeichnet und deren Innenwinkel abgemessen werden. Wenn ihre Summe immer annähernd 180° ergibt, dann kann der „Winkelsummensatz“ als Hypothese behauptet werden. Diese Hypothese wird immer wahrscheinlicher, je mehr Dreiecke sie bestätigen (verifizieren).

Der Winkelsummensatz kann **deduktiv** dadurch bewiesen werden, indem man seine Allgemeingültigkeit mit Hilfe logischer und geometrischer Lehrsätze schrittweise herleitet.



- (1) Das Dreieck [ABC] mit seinen Innenwinkeln α , β , γ zeichnen.
- (2) Eine parallele Gerade zur Seite AB im Eckpunkt C zeichnen.
- (3) Den Winkel α entlang der Seite AC von A nach C verschieben. Das ergibt Winkel $\alpha_1 = \alpha$.
- (4) Den Winkel β entlang der Seite BC von B nach C verschieben. Das ergibt Winkel $\beta_1 = \beta$.
- (5) Der Winkel γ_1 ist der Gegenwinkel zum Winkel γ (d.h. $\gamma_1 = \gamma$).
- (6) α_1 , β_1 , γ_1 ergeben zusammen einen gestreckten Winkel. Also gilt: $\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$.

[5.4] Eine Aufgabe zum Nachdenken

Das Taschengeld

Drei Freundinnen bekommen jedes Monat verschieden hohe Taschengeldbeträge, welche sie für verschiedene Dinge ausgeben. Durch logische Schlüsse soll aus den folgenden Hinweisen (1) bis (5) ermittelt werden, welches Mädchen welchen Namen trägt, wie viel Taschengeld es bekommt, und wofür es das Geld ausgibt.

- (1) **Marion**, die gerne **Süßigkeiten** kauft, bekommt weniger Taschengeld als das Mädchen mit dem Nachnamen **Weber**.
- (2) **Susi** bekommt **70 Euro** im Monat.
- (3) **Uschi** gibt ihr Geld nicht für **Musik-CDs** aus. Sie und das Mädchen mit dem Nachnamen **Bauer** bekommen pro Monat einen anderen Betrag als **60 Euro**.
- (4) Ein Mädchen bekommt um **10 Euro mehr** Taschengeld als **Susi**.
- (5) Ein Mädchen hat den Nachnamen **Müller** und ein anderes Mädchen gibt ihr ganzes Taschengeld für **Kleider** aus.

Lösung:

Gegeben ist eine Anzahl von Objekten mit bestimmten Eigenschaften und Beziehungen. Zusätzlich gibt es Hinweise zu den einzelnen Objekten. Die Aufgabe besteht nun darin, aufgrund dieser Hinweise herauszufinden, welche Objekte welche Eigenschaften haben. Solche Aufgaben werden durch sorgfältige Textanalysen und durch logisches Denken gelöst. Wichtig ist dabei die übersichtliche Anordnung der Daten. Ein sehr hilfreiches Verfahren ist die systematische Fallunterscheidung, wobei die zu einem Widerspruch führenden Fälle schrittweise ausgeschlossen werden. Solche **Logicals** sind somit ein ausgezeichnetes Training für unser Denkvermögen. Vor dem Lösen sollte man auf einem Blatt Papier die entsprechende Datentabelle der Objekteigenschaften möglichst groß niederschreiben. Dann kann man schrittweise die richtigen Werte erschließen und einsetzen.

- (a) Zuerst müssen aus den Textangaben die beteiligten Objekte, ihre Eigenschaften und ihre Beziehungen erkannt und aufgeschrieben werden. In unserem Beispiel gibt es genau 3 Objekte (die Mädchen) mit jeweils 4 Eigenschaften:

Vornamen: Marion, Susi, Uschi
Zunamen: Bauer, Müller, Weber
Taschengeld: 60.-, 70.-, 80.-
Ausgaben: Kleider, Musik-CDs, Süßigkeiten

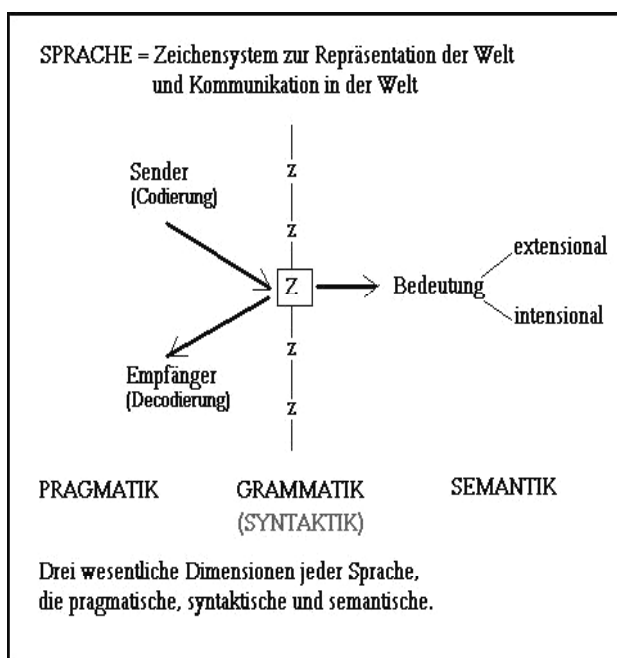
- (b) Aus den Hinweisen in der Angabe müssen dann die Zuordnungen zwischen Objekten und Eigenschaften erschlossen werden. Diese werden in einer übersichtlichen Tabelle aufgeschrieben. Dabei beginnt man am besten mit jenem Begriff, von welchem die meiste Information bekannt ist. In unserem Beispiel mit "Vornamen".

<u>Vornamen</u>	<u>Zunamen</u>	<u>Taschengeld</u>	<u>Ausgaben</u>
Marion	Müller	60.-	Süßigkeiten
Susi	Bauer	70.-	Musik-CDs
Uschi	Weber	80.-	Kleider

[6] Die Sprache

[6.1] Die Funktionen der Sprache

Sprache ist ein Zeichensystem, mit dem ein Modell der Welt erzeugt wird. Außerdem kann mit diesem System das erstellte Weltmodell anderen Menschen mitgeteilt werden. **Repräsentation** (Darstellung) und **Kommunikation** (Vermittlung) sind die beiden Hauptfunktionen von Sprache. Neben der rein deskriptiven Weltbeschreibung (Symbolfunktion) kann die Sprache auch als Ausdruck subjektiver Befindlichkeiten (Symptomfunktion) und als Handlungsaufforderung an den Gesprächspartner (Signalfunktion) verwendet werden.



Ein sprachliches Zeichensystem muss drei wesentliche Bedingungen erfüllen:

Die Zeichen „Z“ werden gesendet und empfangen (**pragmatische Dimension**). Redundanz (Wiederholung) sichert den innovativen Informationsgehalt gegenüber Störquellen (Rauschen).

Die Zeichen sind in geordnete Ketten eingebettet (**syntaktische Dimension**).

Die Zeichen haben Bedeutung: Sie sind assoziativ mit einem Begriff verbunden (**semantische Dimension**). Man unterscheidet **Intension** (Inhalt bzw. Menge der Merkmale, welche den Begriff ausmachen) und **Extension** (Umfang bzw. Menge der Individuen, welche die Begriffsmerkmale aufweisen).

Sprache ist etwas Vordergründiges und Alltägliches. Vordergründig ist sie dann, wenn man sie ganz einfach hört oder liest – gleichgültig ob man sie gut versteht oder nicht. Sprache ist jedoch auch sehr hintergründig. Sie besteht aus einer Sammlung von Regeln, welche immer im Hintergrund wirken, wenn man Gehörtes oder Gelesenes verstehen will, oder sogar sprechen und schreiben will. Die Regeln einer bestimmten Sprache haben sich im Laufe von Jahrhunderten in einem umgrenzten geografischen Raum evolutionär entwickelt.

Die **Linguistik** ist nun jene Wissenschaft, welche die Regeln des menschlichen Sprachverhaltens erforscht und darstellt. Grammatik im weitesten Sinne ist somit ein Meta-Modell, also ein Modell für die Sprache, die selbst ein Modell für die Welt ist. Ganz allgemein wird eine Sprache als Meta-Sprache bezeichnet, wenn der Gegenstand, auf den sie sich bezieht, die Sprache selbst ist. Objekt-Sprache hingegen bezieht sich auf Objekte der Welt.

Auf tiefster Ebene beschäftigt sich die Linguistik mit den verschiedenen Lauten einer Sprache (**Phoneme**). Dabei werden die Physiologie der Sprechwerkzeuge (Lippen, Zunge, Kehlkopf, usw.) und die Form der physikalischen Schallwellen untersucht. Danach werden etwa 24 universelle Lautklassen unterschieden (vokalisch, konsonantisch, stimmlos, stimmhaft, nasal, usw.), welche etwa 90 mögliche Laute beschreiben. Davon sind etwa 40 in der englischen Sprache in Verwendung.

Phoneme werden zu **Morphemen** verbunden (Wörter oder Wortteile). Diese sind die kleinsten sprachlichen Einheiten, denen eine Bedeutung (Sema) zukommt. Man unterscheidet autosemantische und synsemantische Morpheme. Erstere haben eine eigenständige, unabhängige Bedeutung. Sie können für sich alleine ausgesprochen werden. Zweitere haben nur eine Mitbedeutung, d.h. in Verbindung mit autosemantischen Morphemen verändern sie deren Bedeutung. Das Wort „kaufte“ beispielsweise besteht aus dem autosemantischen Morphem „kauf“ und dem synsemantischen Morphem „te“ (Wortstamm und Nachsilbe).

Die englische Sprache enthält etwa 100 000 verschiedene Morpheme. Jede Sprache hat bestimmte Regeln für die Kombination von Phonemen und Morphemen (phonetische Strukturgesetze). Weder im Englischen noch im Deutschen kann ein Wort gebildet werden, das mit einem „t“ beginnt und dem direkt ein „l“ nachfolgt, wie etwa „tlip“. Hingegen ist die Kombination „glip“ sehr wohl zulässig, doch hat sie bislang keine Bedeutung. Könnte „glip“ ein Verbum sein, so wären weitere Morphembildungen wie „geglippt“ und „unglippbar“ möglich.

Die nach bestimmten Regeln gebildeten Morpheme ergeben einen Wortschatz, der aus Millionen von Wortbildungen besteht. Ein gebildeter angloamerikanischer Erwachsener verfügt über ein Vokabular von rund 40 000 Wörtern, von denen er im normalen Alltag allerdings nur wenige Tausend einsetzt.

Wörter ihrerseits werden ebenfalls nach bestimmten Regeln zu Sätzen (Aussagen) verknüpft. Je nach ihren Eigenschaften und Funktionen innerhalb des Satzes werden die unterschiedlichen Wörter zu Wortklassen zusammengefasst (Verb, Substantiv, Adverb, Adjektiv, usw.). Die Grammatik beschreibt die einzelnen Regeln der zulässigen Wortveränderungen. Dabei umfasst die Deklination der Substantive deren Geschlecht (Genus), Zahl (Numerus) und Fall (Casus). Die Konjugation der Verben umfasst Person, Zahl, Zeit, Zustandsform (aktiv, passiv) und Aussageweise (Indikativ, Konjunktiv, Imperativ).

Jenes wissenschaftliche Teilgebiet, das sich mit dem Satzbau (Syntax) beschäftigt, heißt Syntaktik. Dabei wird vor allem der Zusammenhang der einzelnen Satzkomponenten (Phrasen, Konstituenten) untersucht. Als eine Phrase wird eine Wortgruppe bezeichnet, die eine Sinneinheit bildet (konstituiert). Der nächste Schritt ist sodann die Verknüpfung der einzelnen Sätze zu Satzgefügen (Aussageverbindungen).

Neben der Analyse der grammatikalischen (bzw. syntaktischen) Strukturen und Regeln ist auch die semantische Analyse ein Forschungsbereich der Linguistik. Dabei geht es um die Bedeutung der Wörter und um den Sinn der Sätze, der sich aus der Kombination der einzelnen Wortbedeutungen ergibt.

[6.2] Die pragmatische Sprachebene

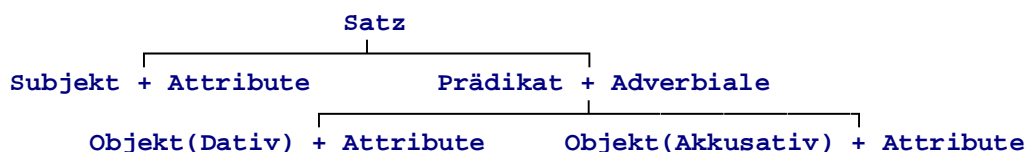
Die pragmatische Ebene der Sprache besteht in der Informationsübertragung von einem Sender zu einem Empfänger. Im Gehirn des Senders entsteht ein Gedanke. Dieser wird mithilfe der Sprechwerkzeuge sprachlich artikuliert, was zu einer materiellen Codierung mittels Schallwellen führt. Es folgt die Informationsübertragung auf einem bestimmten Weg (Kanal). Der Empfänger decodiert mithilfe seiner Hörwerkzeuge und seines Gehirns die übermittelte Information und kann sie auf Grund seiner bisherigen Erfahrung verstehen und verarbeiten.

Jede Nachricht ist in einem Umfeld eingebettet. Alle nicht internen Beziehungen einer Information heißen *Kontext*. Einzelne Sätze können ungenau und mehrdeutig sein. Ein eindeutiger Sinn ergibt sich sehr oft erst aus dem Kontext. Die zur Verständigung unbedingt erforderliche Informationsmenge heißt *Innovation*. Im Informationskanal treten fast immer Störungen auf, die allgemein als *Rauschen* bezeichnet werden. Die Störursachen nennt man auch Rauschquellen. Um die innovative Information zu sichern, wird mehr Information übertragen als unbedingt erforderlich wäre (z.B. durch Wiederholungen). Die zur Stabilisierung der Innovation zusätzlich übermittelte Information heißt *Redundanz*. Ein guter Vortrag gleicht einer Gratwanderung zwischen Innovation und Redundanz.

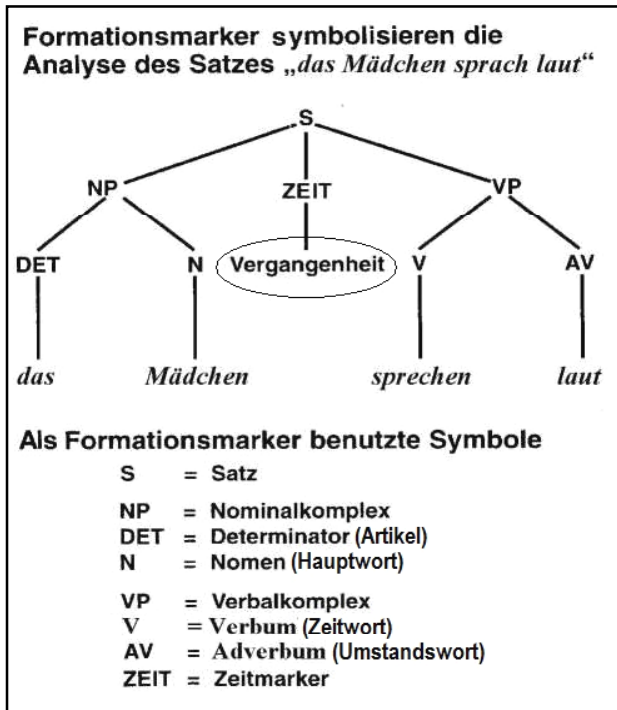
[6.3] Die syntaktische Sprachebene

Der in einem Sprachraum geborene, aufgewachsene und lebende Sprecher (native speaker) verwendet das Regelsystem seiner Sprache intuitiv. Die *Sprachkompetenz* besteht darin, erstens zu erkennen, ob eine Wortfolge einen wohlgeformten sprachlichen Satz darstellt; und zweitens, einen solchen mühelos erzeugen (generieren) zu können. Die drei Hauptkriterien sprachlicher Intuition sind dabei *Wohlgeformtheit*, *Konstituentenstruktur* und die *logisch-semantischen Relationen*.

Eine Wortfolge ist dann wohlgeformt, wenn sie den Regeln der Sprache genügt. Konstituenten (Phrasen) sind jene Satzteile (Wortgruppen), welche eigenständige Bedeutungseinheiten ergeben, die sich von den umgebenden Einheiten abheben. *Substitutionstest*: Eine Wortfolge bildet dann eine Konstituente, wenn man sie durch eine andere ersetzen kann, ohne dass sich die Grammatikalität des Systems ändert. *Deletionstest*: Eine Wortfolge bildet dann eine Konstituente, wenn man sie weglassen kann, ohne dass sich die Grammatikalität des Systems ändert. Verschiedene nebeneinander liegende Konstituenten können von einer direkt übergeordneten Konstituente dominiert werden. So erhält der Satz eine baumartige hierarchische Gliederung, die grafisch als Strukturbaum dargestellt wird. Strukturbäume bestehen aus Knoten. Von einem Wurzelknoten aus verzweigen die Äste zu den darunterliegenden Knoten. Jeder Ast endet mit einem Endknoten.



Die folgende Abbildung zeigt einen Strukturbaum der *generativen Konstituentengrammatik*, welche der Entwicklung und Analyse der Syntax von sprachlichen Sätzen dient und auch für den Sprachunterricht verwendet werden kann.



Zunächst gliedert sich ein Satz (S) in eine Nominalphrase (NP, logisches Subjekt) und in eine Verbalphrase (VP, logisches Prädikat).

Dann werden die einzelnen Unterebenen abermals in weitere Konstituenten aufgliedert.

Die **zentrale Baumregel** besagt dabei, dass jene Wörter, welche man zu einer Konstituente zusammenfasst, mit demselben Baumknoten verbunden werden müssen.

Die syntaktischen Kategorien einfacher Konstituenten (Wörter) entsprechen den traditionellen grammatischen (lexikalischen) Kategorien: Nomen (N), Verb (V), Adverb (Adv), Adjektiv (A), Präposition (P) und Konjunktion (Konj). Für zusammengesetzte Konstituenten führt man den Begriff der Phrase ein und unterscheidet zwischen Nominalphrasen (NP), Verbalphrasen (VP), Adverbialphrasen (AdvP), Adjektivphrasen (AP) und Präpositionalphrasen (PP). Die höchste syntaktische Kategorie ist die eines Satzes (S). Strukturbäume spiegeln die syntaktischen Regeln wieder und können zur Generierung von Sätzen verwendet werden.

Schrittweise Generierung des Satzes „*Alle Frauen lieben schöne Blumen*“.

S					(S → NP+VP)
NP		VP			(NP → A+N)
A	N	VP			(A → alle)
Alle	N	VP			(N → Frauen)
Alle	Frauen	VP			(VP → V+NP)
Alle	Frauen	V	NP		(V → lieben)
Alle	Frauen	lieben	NP		(NP → A+N)
Alle	Frauen	lieben	A	N	(A → schöne)
Alle	Frauen	lieben	schöne	N	(N → Blumen)
Alle	Frauen	lieben	schöne	Blumen.	

Die Transformationsgrammatik von Noam Chomsky

Der Linguist **Chomsky** fragte, wie ein Sprecher einer beliebigen Sprache mit einer endlichen Anzahl von Regeln eine unendliche Anzahl von wohlgeformten Sätzen produzieren kann und ein Hörer auch Sätze versteht, die er zuvor nie gehört hat.

Seine generative Transformationsgrammatik ist ein komplexes Modell zur Beschreibung der dynamischen Prozesse von *Sprachproduktion* und *Sprachrezeption* (Kompetenz), d.h. die Fähigkeit eines idealen Sprechers/Hörers grammatikalische Ausdrücke zu erzeugen und zu verstehen. Die praktische Sprachverwendung heißt Performanz. **Chomsky** behauptet, dass allen unterschiedlichen Sprachen der Welt eine allgemeine, angeborene *Universalgrammatik* zugrunde liegt.

Diese Standardgrammatik besteht erstens aus einem so genannten Erzeugungsteil (Basis), der *Tiefenstrukturen* erzeugt, die dann zweitens im Transformationsteil mithilfe von Transformationen in die *Oberflächenstrukturen* übergeführt werden und dabei eine semantische und eine phonologische Interpretation erfahren. Eine solche Grammatik liefert also für jeden Satz, den sie hervorbringt (generiert), eine Tiefen- und eine Oberflächenstruktur sowie deren Bedeutung und deren lautliche Realisation.

Die Tiefenstruktur (D-Struktur) ist die abstrakte syntaktische Basis eines Satzes oder Satzteilens, die alle Informationen enthält, welche für die semantische Interpretation wichtig sind.

Jede Tiefenstruktur kann mit verschiedenen Transformationen in verschiedene Oberflächenstrukturen (S-Struktur) übergeführt werden. So kann beispielsweise der Ausdruck „Licht + hell“ in „das helle Licht“, „das Licht ist hell“, „das Licht, welches hell ist“, usw. transformiert werden. Eine Transformation ist also eine Umwandlung eines Satz(teils) einer bestimmten Form in einen bedeutungsgleichen Satz(teil) einer anderen Form.

D-Struktur ... (Transformationen) ... S-Struktur (PF und LF)

Die *D-Struktur* (deep structure) liefert eine Beschreibung der baumartigen Phrasenstruktur eines komplexen Ausdrucks, welche in Übereinstimmung mit den lexikalischen Selektionskriterien der einzelnen Bestandteile stehen muss. Die *S-Struktur* (surface structure) kann durch verschiedene Transformationen aus der D-Struktur abgeleitet werden. Sie ist aber auch die Schnittstelle zwischen den Ebenen der *Phonetischen Form* (PF) und der *Logischen Form* (LF). PF wird aus der S-Struktur mittels phonologischer Regeln abgeleitet und bestimmt die Lautform eines Ausdrucks. LF wird aus der S-Struktur mithilfe weiterer (verdeckter) Transformationen abgeleitet und bestimmt die Semantik des Ausdrucks. Beispielsweise bedeutet der Satz „es ist nicht unmöglich“ logisch das Gleiche wie der Satz „es ist möglich“.

Für jede Ebene der syntaktischen Repräsentation sind gesonderte Regeln und Prinzipien einschlägig gültig, welche in der so genannten *Syntaxtheorie* formuliert werden.

[6.4] Die semantische Sprachebene

Damit der Empfänger eine Botschaft versteht, müssen die Wörter eine wohl definierte Bedeutung aufweisen. Aus der Verknüpfung der Bedeutungen seiner Wörter erhält ein Satz seinen Sinn. Zusätzlich sind die Sätze in einem Kontext (umgebende Sätze) eingebettet. Auch der Kontext hat Auswirkungen auf den Sinn der Sätze. Dieses semantische Beziehungsgefüge ist weitgehend von der syntaktischen Struktur abhängig, aber sicherlich nicht ausschließlich.

Eine Klassifizierung der Wörter nach ihrer Bedeutung führt zu 3 universellen Kategorien: autosemantisch - synsemantisch, deskriptiv - logisch, allgemein - individuell.

[1] Autosemantische Wörter haben eine eigenständige Bedeutung (Mauer, Haus, spielen, schön, usw.). Synsemantische Wörter sind mitbedeutend, ihre Bedeutung ist ergänzungsbedürftig (der, die, das, in, weil, usw.).

[2] Unter der *Formalisierung* eines Satzes (bzw. einer Aussage) versteht man die Ersetzung bestimmter Satzteile durch *Variable* (Leerstellen), sodass nur das Satzschema bzw. die Aussageform übrig bleibt. Die übrig gebliebenen Zeichen, die das Satzschema ausmachen, heißen *logische Konstanten*.

Logische Konstanten sind die Junktoren, die Satzteile und Sätze miteinander verknüpfen (z.B. und, oder, nicht). Daneben gibt es noch *Quantoren*, welche die Anzahl von Individuen angeben (z.B. alle, einige).

Jene Wörter, die man in die Variablen einsetzt, sodass aus dem Satzschema (Aussageform) ein konkreter Satz (Aussage) wird, heißen *deskriptive Zeichen*. Dabei können vier deskriptive *Bedeutungsklassen* unterschieden werden: Individuen (Elemente), Klassen (Mengen), Eigenschaften (Attribute) und Beziehungen (Relationen).

Unter einer *Menge* versteht man eine Zusammenfassung von verschiedenen *Elementen*, welche ein *mengenbildendes Merkmal* gemeinsam haben, zu einer höheren Einheit. Die Ganzheit einer Menge bedeutet immer mehr als die bloße Aufzählung ihrer einzelnen Elemente (*Übersummativität* bzw. *Emergenz*). Das ist daran erkenntlich, dass Aussagen, die für Individuen gelten, nicht für deren Mengen gelten und umgekehrt. So kann wohl der Wald eine Lichtung haben, nicht aber der einzelne Baum. So ist eine Großstadt größer als eine Kleinstadt, aber die Menge der Großstädte ist kleiner als die Menge der Kleinstädte.

Wirft man drei Holzstäbe (z.B. von einem Mikadospiegel) in die Luft, so fallen sie in einer zufälligen Anordnung zurück auf den Tisch. Ordnen sie sich dabei in der Gestalt eines Dreiecks an, dann treten neue Strukturmerkmale auf, die vorher nicht zu bemerken waren: z.B. Winkelsumme oder Flächeninhalt. Jeder muss wohl zugeben, dass es völlig unsinnig ist, von der Winkelsumme eines einzelnen Stabes zu sprechen. Das System bzw. die Ganzheit, in unserem Beispiel das Dreieck, ist mehr als die Summe seiner Einzelteile. Ein Systemmerkmal resultiert aus den Beziehungen der einzelnen Elemente untereinander. In diesem Sinne kann auch die *Psyche* und ihr *Bewusstsein* als ein emergentes Systemmerkmal des zentralen Nervensystems (d.h. einer sehr großen Anzahl von miteinander agierenden und vernetzten Nervenzellen) verstanden werden.

[3] Die dritte Wortklassifizierung unterscheidet die Allgemein- und die Individual-Bedeutungen. Die Individualbedeutungen werden durch *Eigennamen* repräsentiert. Die Allgemeinbedeutungen sind nichts anderes als die *Begriffe*.

Bei den Begriffen müssen ihr *Inhalt* (intensionale Bedeutung) und dann ihr *Umfang* (extensionale Bedeutung) unterschieden werden. Der Inhalt eines Begriffes besteht aus allen wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen; der Umfang besteht aus der Menge jener Individuen, welche genau diese Merkmale aufweisen.

Ein Merkmal ist dann wesentlich, wenn sich bei seinem Weglassen der gemeinte Begriff ändert. So ist für den Begriff „Sessel“ das Merkmal „Sitzfläche“ wesentlich, hingegen seine „Farbe“ unwesentlich. Inhalt und Umfang eines Begriffes verhalten sich zueinander indirekt proportional. Erweitert man den Inhalt um neue Merkmale, so wird bei dieser Spezialisierung die Anzahl der Begriffsträger, also der Umfang, kleiner. Streicht man hingegen Merkmale aus dem Begriffsinhalt, so wird bei dieser Generalisierung der Begriffsumfang immer größer. Spezialisierung und Generalisierung sind zwei wichtige begriffliche Operationen unseres Denkens.

Viele in den natürlichen Sprachen gebildete Begriffe sind unpräzise und *unscharf* (Wald, Hügel, Wolke, Glatze). Wo beginnt ein Hügel, wo endet er?

Außerdem gibt es Mehrdeutigkeiten: *Synonyme* (verschiedene Worte haben dieselbe Bedeutung, z.B. Stuhl und Sessel) und *Homonyme* (ein Wort hat dabei verschiedene Bedeutungen, z.B. Bank). Im Gegensatz zu natürlichen Sprachen sind formale Kunstsprachen, wie die Mathematik, präzise und eindeutig.

Betrachtet man die beiden Sätze „Karin ist über die Wahrheit gesprungen“ und „Martin hat die Zahl 5 gegessen“, so erscheinen beide Sätze als sinnlos. Der Grund hierfür liegt darin, dass hier Begriffe einander zugeordnet werden, die verschiedenen Abstraktionsebenen (*semantischen Stufen*) angehören. „Springen“ kann man nur über konkrete, sinnlich wahrnehmbare Objekte der Welt, nicht aber über eine Eigenschaft von sprachlichen Aussagen, also dem metasprachlichen Begriff der Wahrheit. „Essen“ kann man nur sinnlich wahrnehmbare Objekte der Welt, nicht aber eine Eigenschaft von Mengen, also den abstrakten Begriff der Anzahl. Aus der direkten Zuordnung von Begriffen unterschiedlicher Abstraktionshöhe entstehen *semantische Sinnlosigkeiten*.

[6.5] Sprache und Sozialverhalten

Der Spracherwerb des Kindes hat zwei Wurzeln. Zunächst ist er determiniert durch das *angeborene Inventar* an körperlichen Sprechwerkzeugen, das nur eine begrenzte Menge von Lautbildungen ermöglicht. Dadurch ergibt sich auch eine endliche Anzahl von Lautverknüpfungen zu verschiedenen Morphemen (bzw. Wörtern). Tatsächlich beherrscht das Kind in der Lall-Phase sämtliche Phoneme. Erst durch sein *Lernverhalten in der Umwelt* (Nachahmungen und Konditionierungen) werden bestimmte Phoneme und Morpheme ausgewählt. Auch die Assoziation von Morphem mit seiner Bedeutung wird erlernt.

Viele Untersuchungen haben ergeben, dass die Ausbildung der *Sprachkompetenz* (Wortschatz, sensorisches Sprachverständnis, motorische Sprechflüssigkeit) vom *sozialen Milieu*, in dem ein Mensch aufwächst, entscheidend geprägt wird. In sozialen Unterschichten ist oft eine reduzierte Sprachleistung, in sozialen Oberschichten eine besser entwickelte Sprachleistung zu finden. Man unterscheidet einen restringierten und einen elaborierten Code.

Im Leben eines Menschen kommt es durch *Sprachbarrieren* zu erheblichen Benachteiligungen. So wird die mangelnde sprachliche Ausdrucksfähigkeit oft als Intelligenzdefizit missverstanden, wodurch berufliche Karrierechancen ungleich verteilt werden. Die Sprachlosigkeit isoliert aufgewachsener oder taubstumm geborener Menschen stellt eine starke Einschränkung der Erlebnis- und Kommunikationsfähigkeit dar.

Schließlich muss noch erwähnt werden, dass sich häufig in bestimmten sozialen Cliquen spezifische Redewendungen ausbilden, die typisch für sozial-verbales Verhalten sind.

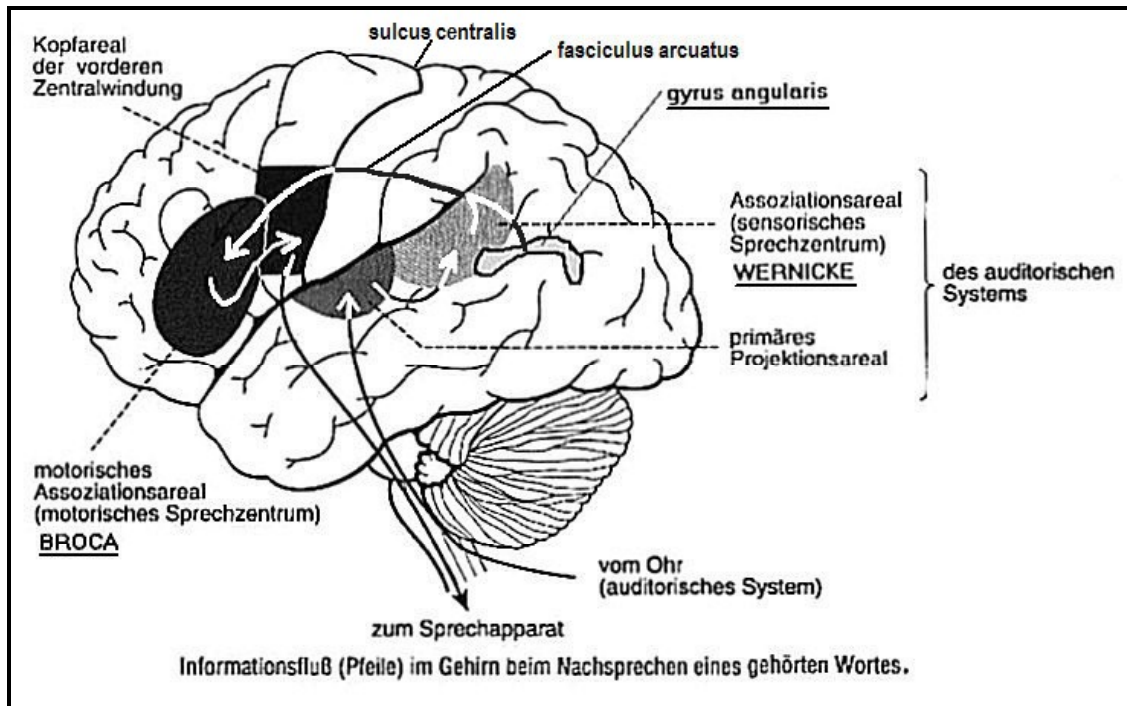
Die Macht der *Sprichwörter* und die eigentümliche, suggestive *Logik der Metaphern* (sprachliche Gleichnisse) spielen als denk- und verhaltenssteuernde Regulative eine nicht zu unterschätzende Rolle. In Sprichwörtern wie „Wer Andern eine Grube gräbt, fällt selbst hinein“ oder „Hochmut kommt vor dem Fall“ sind Lebensweisheiten dicht ausgedrückt. *Dichtheit und Prägnanz* des Ausdrucks („le mot propre“, das passende Wort) sind wichtige Merkmale.

Die Beziehung von *Denken und Sprechen* wird durch gegensätzliche Theorien erklärt. Der *Relativismus* des amerikanischen Sprachforschers **Benjamin Whorf** behauptet, dass die Sprachgewohnheiten in einem geografischen Sprachraum die Denkstrukturen und damit auch die gedankliche Repräsentation der Welt, das Modell der Wirklichkeit, entscheidend beeinflussen (*Linguistisches Relativitätsprinzip*).

Die Gliederung der Sätze in Subjekt und Prädikat bewirkt im indogermanischen Raum eine verzerrte Darstellung bestimmter Vorgänge der Wirklichkeit. Ein Beispiel ist ein Gewitter mit Blitz und Donner. Der Satz „Es blitzt“ impliziert ein Täter-Tat-Schema, so dass im antiken Griechenland als Verursacher des Blitzes göttliche Wesen angenommen wurden. Der Dialekt der Hopi-Indianer in Nordamerika kennt keine Substantiva und auch keine Nominalphrasen. Eine Satzaussage wird durch verschiedene Formen von Verbalphrasierungen ausgedrückt. In diesem Sprachsystem wird das Blitzen als ein zeitlich dauerndes, prozesshaftes Ereignis dargestellt, ohne den Hintergedanken an ein verursachendes Subjekt, einen Blitze schleudernden Gott.

In der *absoluten Sichtweise* der aristotelischen Philosophie hingegen wird die Sprache als das Kleid der Gedanken angesehen. Zuerst entstehen die Gedanken mit ihrer Logik. Das Sprechen wird hier gänzlich dem Denken untergeordnet. Der Linguist **Noam Chomsky** postuliert eine angeborene *Universalgrammatik*, welche allen unterschiedlichen Sprachen der Welt zugrunde liegt.

[6.6] Sprache und Gehirnstrukturen



Die vier Grundleistungen der Sprache (Hören, Lesen, Sprechen, Schreiben) werden durch sensorische und motorische Gehirnstrukturen gesteuert.

Die Sprachfunktionen stützen sich auf umgrenzte Gehirnareale, insbesondere der Großhirnrinde. Am dorsalen Ende der Sylvischen Furche im Schläfenlappen liegt das für das Sprachverständnis verantwortliche *Wernickesche Sprachfeld*. An dem vorderen ventralen Ende der Sylvischen Furche unter der vorderen Zentralwindung liegt das für die Sprachmotorik verantwortliche *Brocasche Sprachfeld*.

Beim Hören einer Wortfolge treffen Schallwellen auf das Ohr und werden von den Rezeptoren im Innenohr in elektrochemische Signalfolgen umgewandelt, die über den Hörnerv in das primäre, sensorische Hörzentrum in der Heschlschen Querwindung des Schläfenlappens gelangen. Von dort ziehen Erregungsmuster weiter in das *Wernickesche Sprachfeld*, wo die Wortfolge in ihrer Bedeutung (semantisch) bewusst verstanden wird.

Sollen die gehörten Wörter nachgesprochen werden, dann fließen die Erregungen zunächst in den *Gyrus angularis*, ein umgrenztes sensorisches Assoziationsfeld hinter dem Wernickeschen Areal. Von dort erfolgt der weitere Signaltransport über breite Leitungsbahnen des Fasciculus arcuatus nach vorne zum *Brocaschen Sprachfeld*. Hier entstehen der Syntax entsprechende Erregungsmuster, die in die primären motorischen Felder in der vorderen Zentralwindung ziehen. Von hier fließen die Signale über die absteigenden motorischen Bahnen zu den entsprechenden Sprechwerkzeugen und steuern deren Bewegungen in passender Weise.

Wenn man eine geschriebene Wortfolge liest, so werden die Lichtreize in den Rezeptoren der Augennetzhaut in elektrochemische Erregungen umgewandelt, die über den Sehnerv in das primäre sensorische Sehzentrum im Hinterhauptslappen gelangen. Über mehrere visuelle Assoziationszentren läuft die Information in den sensorischen *Gyrus angularis*, wo das semantische Verständnis der gelesenen Wortfolge ermöglicht wird. Das Sprechen von gelesenen Wörtern erfolgt sodann über die gleichen Systeme von Nervenzellen wie das Nachsprechen von gehörten Wortfolgen.

Der *Gyrus angularis* scheint dabei eine integrative Funktion für auditive und visuelle Informationen zu erfüllen. Schädigungen dieser Großhirnregion führen zu massiven Lesestörungen (Alexie).

Beim Schreiben einer Wortfolge fließen die Signale in die sekundären und primären motorischen Steuerfelder für die Handbewegungen. Schädigungen des *Gyrus angularis* machen sich nicht nur in Lesestörungen sondern auch in verschiedenartigen Schreibstörungen (Agraphie) bemerkbar.

Legasthenie ist eine kombinierte Lese- und Schreibstörung. Nach einem Unfall obduzierte legasthenische Kinder zeigten in den Gewebestrukturen von *Gyrus angularis* und vom Wernickeschen Sprachzentrum deutliche Abweichungen vom Normalen.

Eine bemerkenswerte Tatsache ist die strukturelle und funktionelle *Asymmetrie* der beiden Großhirn-Hemisphären (Hirnhälften). Bei rund 90% aller Menschen sind sowohl sensorische als auch motorische Sprachfelder in der linken Hemisphäre deutlich vergrößert und dichter vernetzt. Das stimmt damit überein, dass die überwiegende Mehrheit der Menschen auch Rechtshänder sind, weil ja die Nervenbahnen von einer Hirnhälfte zur gegenüberliegenden Körperhälfte ziehen.

Die beiden Forscher **Roger Sperry** und **Michael Gazzaniga** untersuchten Patienten, bei denen der Balken (die Verbindung der zwei Großhirnhälften) chirurgisch durchgetrennt wurde. Diese Split-Brain-Operation führt bei Menschen mit sehr schweren epileptischen Anfällen meistens zu einer deutlichen Besserung. In den ausgeklügelten Untersuchungen von Roger Sperry wurden die unterschiedlichen Funktionen (verbal und nonverbal) der zwei Hirnhälften bestätigt.

Sprache und analytisches Denken sind vorzüglich in der *linken Hemisphäre* lokalisiert. Die *rechte Hemisphäre* hingegen ist auf andere Funktionen spezialisiert, auf räumliche Orientierung, auf Musikalität, auf emotional besetzte Erlebnis- und Verhaltensweisen.

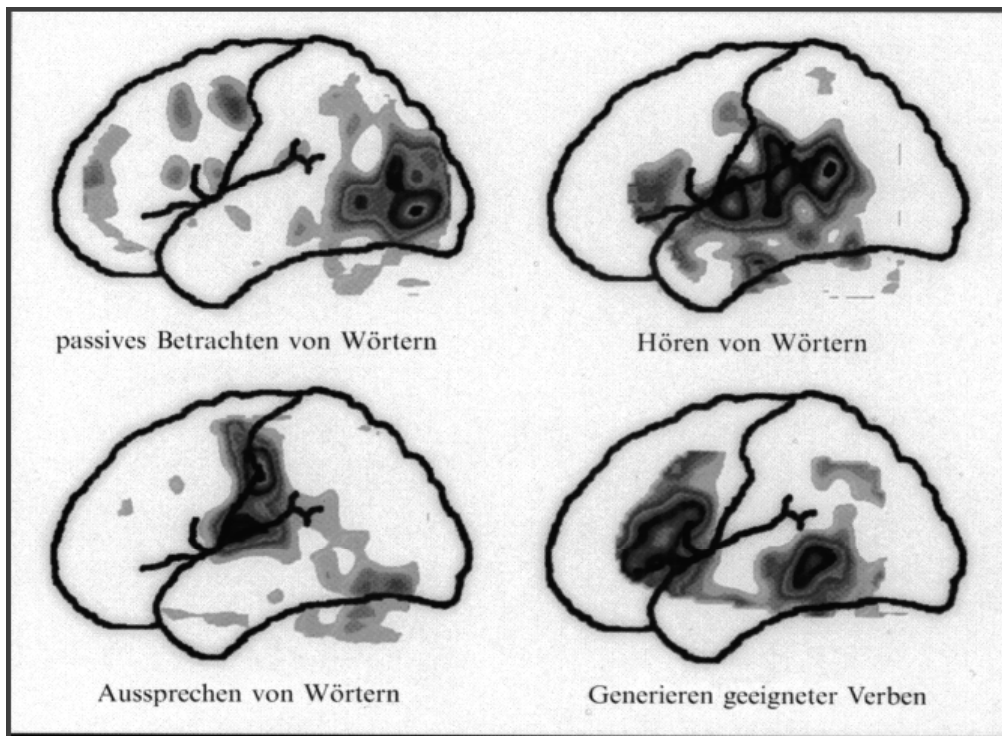
Zur Feststellung der *sprachdominanten Hemisphäre* wird häufig der *dichotische Hörtest* verwendet. Dazu werden der Versuchsperson verschiedene akustische Reize, meist Serien von Silben oder Wörtern, mit gleicher Lautstärke über kleine Kopfhörer in jedes Ohr eingespielt. Die Versuchsperson soll jeweils nach einer Serie möglichst viele der gehörten Reize angeben. Es hat sich gezeigt, dass immer deutlich mehr akustische Reize von jenem Ohr verstanden werden, welches der sprachdominanten Hemisphäre gegenüberliegt.

Bildgebende Verfahren (CT, MRT, PET)

Die funktionelle Bildgebung ist eine Schlüsseltechnologie in den Neurowissenschaften. Sie eröffnet den Forschern einen Blick ins menschliche Gehirn. Folgende bildgebende Verfahren werden in der Gehirnforschung eingesetzt:

- *Computertomographie (CT)*: Die verschiedenen Hirnschichten werden röntgenologisch gescannt.
- *Magnetische Resonanztomographie (MRT)*: Der Blutdurchfluss von bestimmten Arealen wird über die verstärkten kernmagnetischen Resonanzen von Wasserstoffionen registriert.
- *Positronen-Emissions-Tomographie (PET)*: Die regionale Hirndurchblutung wird mithilfe von radioaktiven Markierungssubstanzen gemessen.

Die Messergebnisse werden durch ein Computerprogramm ausgewertet und damit dann schattierte oder verschieden gefärbte grafische Bilder der Hirnregionen hergestellt. Mit Hilfe der Bilder lassen sich die neuronalen Aktivitäten auch in tieferen Hirngebieten sehr gut darstellen. Der Nachteil liegt in ihrer trägen zeitlichen Auflösung (meist werden nur Prozesse, die Minuten dauern, sichtbar).



Die **PET** erlaubt die Darstellung von Bildern der geistigen Aktivität im Gehirn. Die Abbildungen zeigen verschieden stark durchblutete Gehirnregionen (gut ersichtlich an der Schwärzung) bei vier unterschiedlichen sensorischen und motorischen Sprachtätigkeiten.

Hierarchische Sprachnetze

Im vorangehenden Abschnitt sind die Grundlagen der Sprache behandelt worden. Hier nun soll die Verwendung von neuronalen Netzen zur Erklärung menschlichen Sprachverhaltens herangezogen werden. Zunächst zwei alltägliche Phänomene, die jedem bekannt sind. Wenn uns beispielsweise ein Wort auf der Zunge liegt, so wissen wir zwar, was wir sagen wollen, aber es fällt uns das entsprechende Wort dazu nicht ein. Aber auch in Zuständen von Ermüdung kann es zu solchen Wortfindungsstörungen kommen. Dieser Sachverhalt beweist eindeutig, dass im Gehirn die Repräsentation der Bedeutungen von der Repräsentation der zugeordneten Wortfolgen getrennt ist.

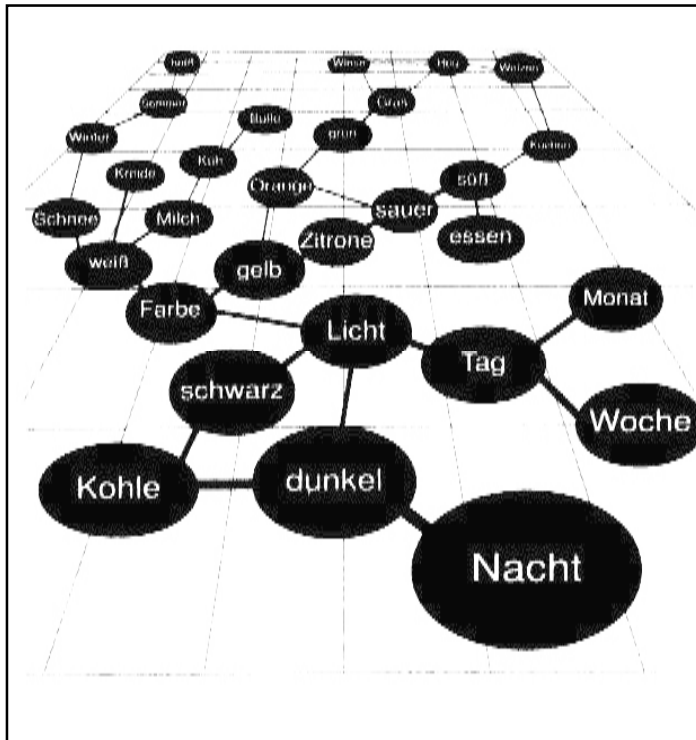
Die Wörter werden zu Sätzen verknüpft. Die Wörter eines Satzes bilden den Umgebungszusammenhang (Kontext) eines bestimmten Wortes. Die Bedeutung eines einzelnen Wortes kann aus seinem Kontext verstanden werden. Im Satz „*der ?isch zappelt im Netz*“ wird das unvollständige Wort „?isch“ unschwer zu „Fisch“ und nicht zu „Tisch“ ergänzt. Im Satz „*der Mann ist zur Bank gegangen*“ ist die Bedeutung des Wortes „Bank“ noch immer nicht eindeutig. Um zu entscheiden, ob es sich dabei um eine Sitzgelegenheit oder ein Geldinstitut handelt, muss ein noch größerer Kontext (d.h. die umgebenden Sätze im Satzgefüge) betrachtet werden.

Diese Beispiele legen nahe, das Sprachverhalten nicht durch ein einziges neuronales Netzwerk sondern durch ein System von mehreren parallel arbeitenden Netzen zu beschreiben.

Die einzelnen Stufen der Sprachverarbeitung werden von bestimmten Arealen in der Großhirnrinde bewältigt, in welchen Landkarten (d.h. ortsspezifische Repräsentationen) der erlernten Information im Laufe der Entwicklung entstehen. Auf tiefster Stufe wird die vom Innenohr kommende Information zunächst durch eine **Frequenzkarte** analysiert (tonotopische Karte). Da alle Menschen mehr oder weniger dieselben Frequenzen wahrnehmen, ist es naheliegend, dass diese Karten bei verschiedenen Menschen sehr ähnlich entwickelt sind. Auf der nächsten Stufe der Sprachverarbeitung werden aus den Frequenzspektren lautliche Einheiten (Phoneme) gebildet. Die Laute sind aber für verschiedene Sprachen nicht identisch. Aus einem Grundinventar von ungefähr 90 wohl unterschiedenen Phonemen lernt das Kleinkind nur jene zu gebrauchen, die auch in seiner Sprachwelt verwendet werden. Im Englischen sind es ca. 40 Phoneme. So haben die Engländer mit der deutschen „**Gemütlichkeit**“ ihre Schwierigkeiten, die Japaner hingegen mit dem deutschen „**Radfahrer**“. Ein „**ii**“ kommt im Englischen nicht vor, ein „**r**“ kommt im Japanischen nicht vor, sodass das „**ii**“ als „**u**“ und das „**r**“ als „**J**“ ausgesprochen werden. Was nicht gehört wird, kann nicht unterschieden werden. Es wird daher auch nicht kodiert und ist damit auch nicht verfügbar.

Über der Schicht der Phoneme folgt die **Schicht ihrer Bedeutungen**. Diese semantische Sprachebene ist ein **assoziatives Netz**, dessen Knoten (d.h. Neuronen bzw. Neuronengruppen) die Bedeutung von Wörtern repräsentieren. Die Assoziationen werden durch die verbindenden Nervenbahnen hergestellt, wobei die Stärke einer Assoziation durch die Verbindungsstärken der Synapsen gegeben ist.

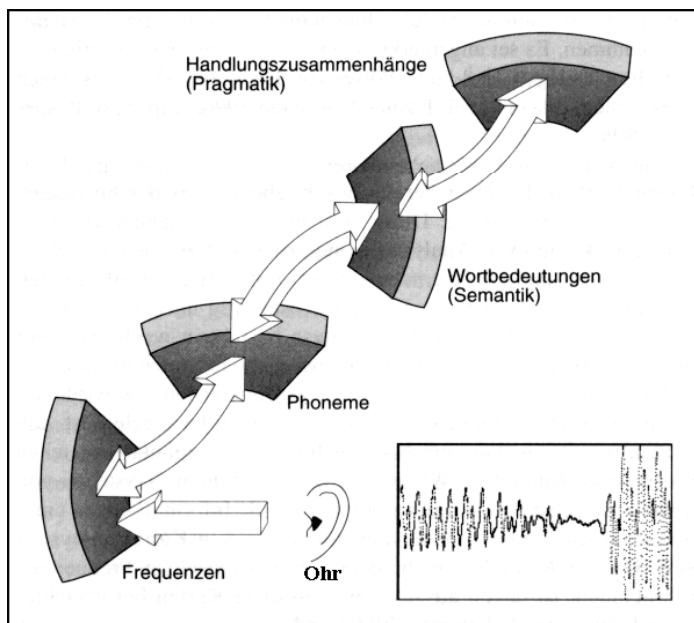
Über diesem semantischen Netz liegt schließlich noch das Netzwerk der **Handlungszusammenhänge**, das einer letzten **Kontextschicht** entspricht. Der Kontext kann den Sinn eines Satzes determinieren, der Satz die Bedeutung eines Wortes und das Wort den Klang eines Phonems. In diesem hierarchisch-modularen System unseres Sprachverhaltens läuft der Informationsfluss nicht nur von unten nach oben (bottom up), sondern auch von oben nach unten (top down). Außerdem erfolgt er nicht seriell, sondern in den einzelnen Modulen parallel.



Wenn wir Sprache verstehen oder selbst sprechen, so werden Knoten in semantischen Netzwerken aktiviert. Bei der Aussage „die Nacht ist dunkel“ werden der „Nacht“-Knoten und der „dunkel“-Knoten aktiv. Innerhalb von nur wenigen Millisekunden kann sich die Aktivierung von einem Knoten auf dessen nähere Umgebung ausbreiten (**spreading activation**). Wer das Wort „dunkel“ wahrnimmt, kann aufgrund der Mitaktivierung auch das Wort „Licht“ schneller und besser als andere erkennen. Je häufiger zwei Wörter zugleich wahrgenommen werden, umso näher liegen ihre Bedeutungsknoten im Netz. Je näher zwei Netzknoten nebeneinander liegen, umso leichter kann zu dem einen Wort das andere Wort reproduziert werden.

Die oben stehende Abbildung zeigt ein semantisches Sprachnetz. Dieses ist selbstorganisierend. Beim Sprachlernen verteilen sich die Gedächtnisspuren (Wort-Knoten) im neuronalen Netz in einer solchen Art, dass häufig miteinander eingegebene Wörter im Netz auch räumlich nebeneinander liegen. Selten miteinander auftretende Wörter hingegen sind im Netz an weiter voneinander entfernten Orten repräsentiert. Dadurch werden semantische Kategorien gebildet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das gesamte hierarchisch-modulare System unserer Sprache.



[6.7] Vorschulische Sprachentwicklung

In der Vorschulzeit eines Kindes können zwei Formen des Spracherwerbs unterschieden werden: *das implizite und das explizite Lernen*.

In den ersten drei Lebensjahren erfolgt das Sprachlernen *implizit*, d.h. beiläufig und ohne besondere Konzentration auf die Lernakte. Es erfolgt zunächst in enger Zweierbeziehung mit einem Interaktionspartner. Dabei reagiert das Baby vor allem auf die Sprachmelodie (Rhythmus, Betonung, usw.) in der Muttersprache. Es gibt Lautverdoppelungen von sich. Aus der Lautmelodie verinnerlicht es, ganz unabhängig von allen Inhalten, bereits wichtige Informationen wie Sätze aufgebaut sind. Später im zweiten Lebensjahr lernt es Worte zu kombinieren und erkennt aus dem gehörten Lautstrom sich wiederholende Einheiten und eignet sich ein Wissen an, wo diese Einheiten ihren Platz haben. Damit sind die ersten Konstituenten gefunden. Schließlich tauchen neben Hauptsätzen auch Nebensatzversuche auf. So hat das Kind bereits wichtige Grundprinzipien des Satzbaus erobert, z.B. dass im deutschen Sprachfluss in Hauptsätzen das gebeugte Verb an zweiter Stelle steht.

Meist im dritten Lebensjahr haben Kinder, mit denen gut kommuniziert wird, schon viel mehr verinnerlicht: dass es Regeln für die Fälle der Hauptwörter gibt, für die Anzahl und das Geschlecht bei den Artikeln – aber auch, dass es viele Unregelmäßigkeiten gibt. Nach einem explosiven Zuwachs von Worten im zweiten Lebensjahr erfolgt dann im dritten Lebensjahr eine explosive unbewusste Aneignung von Grammatikregeln.

Parallel dazu werden vom Kind *kognitive und soziale Kompetenzen* erworben. Eine unentbehrliche Voraussetzung dafür ist die verständnisvolle und liebevolle *kommunikative Zuwendung* in den ersten Lebensjahren, in einer Zeit, wo das Kind sich implizit jene Hintergrunderfahrungen über reale und soziale Sachverhalte aneignet, welche die Basis für das spätere Lernen und spätere Weltverstehen sind.

Ab dem vierten Lebensjahr beginnt das Kind *explizit* zu lernen, d.h. mit Vorsatz und Konzentration. Dieses Sprachlernen wird durch gezielte pädagogische Maßnahmen motiviert, arrangiert und unterstützt. Diese Prozesse führen zu deklarierbarem Wissen, d.h. Wissen darüber, *dass* und *was* und *wofür* gelernt wird. Im Falle des Sprachlernens wird ein explizites Wissen über die Grammatik erworben.

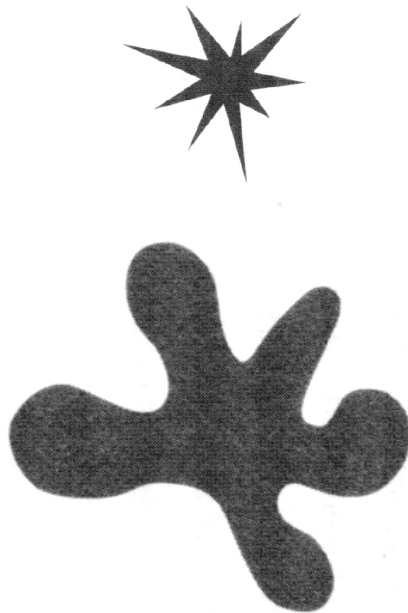
Während sich der implizite Erwerb einer ersten Sprache in der frühen Kindheit selbst unter ungünstigen Umfeldbedingungen als ein sehr robuster Vorgang erweist, kommen für den zeitlich verzögerten Erwerb einer zweiten Sprache außerhalb der Muttersprache viele Faktoren ins Spiel, die ihn erleichtern oder auch erschweren können: ökonomische Verhältnisse, häusliche Vorbilder, Erziehungsstile, Einstellungen zu Kindern, usw.. Ein illustratives Beispiel dafür sind die „Migrantenkinder“.

Unbestritten ist, dass eine geförderte frühkindliche Zweisprachigkeit sich entwicklungspsychologisch vorteilhaft auswirkt.

[6.8] Die Macht der Wörter

[6.8.1] Malende Laute

Viele Experimente von Psycholinguisten beweisen, dass schon die einfachsten Sprachlaute (Phoneme) sehr häufig mit bestimmten Sinnesempfindungen verknüpft sind. Beispielsweise kennzeichnet der *i-Laut* kleine, eher eckige Objekte, aber auch schöne und positive (winzig, Liebe, Frieden, Paradies, usw.). Hingegen weist der *o-Laut* auf große, eher runde Objekte, aber auch auf negativ empfundene (groß, Tod, Not, Opfer, usw.).



In einem Experiment legte der Neurowissenschaftler *Vilayanur Ramachandran* (2001) die oben abgebildeten Figuren Versuchspersonen (Vpn) vor und forderte sie auf, diese entweder mit „*kiki*“ oder „*bouba*“ zu bezeichnen. 95% der Befragten bezeichneten die obere, kleine, eckige Figur mit „*kiki*“ und die untere, große, runde Figur mit „*bouba*“.

In einem anderen Experiment zeigte der Sozialpsychologe *Fritz Stark* (1988) den Vpn einen Comic. Dieser wurde von den Vpn als deutlich lustiger empfunden, wenn sie einen Stift zwischen den Zähnen hielten. Mussten die Vpn beim Lesen jedoch den Stift mit vorgestülpten Lippen ohne Beteiligung der Zähne fassen, dann wirkte der Comic weitaus weniger lustig auf sie. Die Ursache dafür liegt darin, dass der zwischen den Zähnen gehaltene Stift die Vpn zu einer Mimik veranlasste, die dem Lächeln entspricht, während bei den anderen Vpn durch die o-förmige Mundstellung die Lachmuskeln blockiert waren. Die *Facial-Feedback-Hypothese* besagt nun, dass die Mimik nicht nur Ausdruck von Gefühlen ist, sondern umgekehrt auch auf die Gefühle zurück wirkt. Das behaupteten schon 1890 die Psychologen *James & Lange*: „Ich freue mich, weil ich lache. Ich bin traurig, weil ich weine!“.

In einer Fortführung des Experiments mussten die Vpn beim Lesen des Comics immer wieder „*i-i-i-i*“ oder „*o-o-o-o*“ sagen. Dabei fanden die *i-Sager* den Comic deutlich lustiger als die *o-Sager*. Die Erklärung liegt darin, dass die *i-Sager* dieselben Gesichtsmuskeln anspannen wie beim Lächeln, während jedoch bei den *o-Sagern* ein Lächeln muskulär verhindert wird. Diese durch Phoneme verursachte Mimik erzeugt dann unterschiedliche Emotionen.

Verschiedene sprachliche Laute erzeugen somit verschiedene optische Bildvorstellungen und auch verschiedene Gefühlsreaktionen.

[6.8.2] Verführende Metaphern

Bei sprachlichen Metaphern werden konkrete Sinnesempfindungen auf andere, oft auch abstrakte Vorstellungsinhalte übertragen. Metaphora (griechisch) = Übertragung. Einige Beispiele sind: warmherzig, kleinmütig, beißender Zynismus, kurzer Besuch, usw.

Um die Entstehung von Metaphern aufzuklären, verwendete der Kognitionswissenschaftler *Daniel Casasanto* (2009) in den Experimenten die Wörter „*rechts*“ und „*links*“. Damit werden viele Metaphern gebildet: der rechte Weg, gerecht, richtige Antworten, rechtskonservative Politik oder jemanden linken, linkisch, linksliberale Politik, usw. Den Vpn wurden Bilder von zwei Produkten, von zwei Menschen und von zwei Außerirdischen vorgelegt. Dann wurden die Vpn gefragt, ob sie die rechts abgebildeten Objekte oder die links abgebildeten Objekte vorziehen, d.h. welche Produkte sie lieber kauften, welche Menschen sie lieber als Mitarbeiter auswählten und welche Außerirdischen sie attraktiver fänden. Das Ergebnis war, dass die Rechts-Liebhaber allesamt Rechtshänder und alle Links-Liebhaber Linkshänder waren. Also bestimmt die zumeist vererbte händische Dominanz die emotionale Bewertung der gezeigten Bilder.

Somit sind körperliche Erfahrungen an der Entstehung von Metaphern beteiligt. Das bestätigen auch MRT- und PET-Bilder der Gehirnaktivität. Bei Metaphern, welche Bezüge auf Arm- oder Beinbewegungen enthalten, werden genau jene motorischen Gehirnfelder im Cortex aktiv, welche die Arme und Beine steuern.

Offenkundig spielen auch die so genannten „*Synästhesien*“ (d.h. die gleichzeitigen Wahrnehmungen von verschiedenartigen Sinnesempfindungen, welche von einem bestimmten Sinnesreiz ausgelöst werden) bei der Entstehung von Metaphern eine wichtige Rolle. Die zentrale Schaltstelle dafür ist der „*Gyrus angularis*“ hinter dem sensorischen *Wernickschen* Sprachzentrum. Dort werden die Signale von allen Sinnen empfangen und integriert. Personen, welche dort Schädigungen aufweisen, haben große Schwierigkeiten beim Verstehen von Metaphern. (*Paul McGeoch et al.*, 2007). Bei diesen Patienten tritt auch der „*kiki-bouba-Effekt*“ nicht auf.

Neben dem Körper ist aber auch die jeweilige Kultur mit ihrer Sprache an der Bildung von Metaphern beteiligt. Ob die „*Zeit*“ auf einer geraden Linie von links nach rechts fließt oder umgekehrt, hängt von der Schreib- und Lese-Richtung der erlernten Muttersprache ab.

Wie stark Metaphern individuelles Denken und auch die öffentliche Meinung beeinflussen, zeigten die Psychologen *Paul Thibodeau* und *Lera Boroditsky* (2011). Sie legten Vpn einen erfundenen Artikel über den besorgniserregenden Anstieg der Kriminalität in einer Kleinstadt vor. Einmal wurde im ersten Satz das Verbrechen als eine „*Bestie*“ und dann als ein „*Virus*“ bezeichnet. Der restliche Text war für beide Gruppen von Vpn gleich. Die Vpn sollten Maßnahmen formulieren, welche zu einer Abnahme der Kriminalität führen. 71% der Vpn bei denen Verbrechen als „*Bestie*“ bezeichnet wurde, empfahlen härtere Verfolgung und Bestrafung von Kriminellen. Hingegen plädierten 54% der Vpn bei denen Verbrechen als „*Virus*“ bezeichnet wurde, für soziale Reformen und eine bessere Bildung.

Sprachliche Metaphern regulieren unser Denken und unser Handeln. Sie steuern, welche Informationen bei unseren Entscheidungen relevant sind. Meistens simplifizieren sie mit suggestiver Macht komplexe Sachverhalte.

Der so genannte „*Treibhauseffekt*“ soll die Ursachen des drohenden Klimawandels beschreiben. Der „*Rettungsschirm*“ bezeichnet die Maßnahmen zur Eindämmung von Wirtschaftskrisen in Europa. Durch suggestive Vereinfachungen verführen Metaphern oftmals zu falschen Schlussfolgerungen, indem wichtige Informationen übersehen oder ausgelassen werden.

[6.8.3] Emotionale Wörter

Neben ihrem phonetischen Klang ist die „*emotionale Aufladung*“ der Wörter ein wichtiger Mechanismus für ihre Wirkung auf den Zuhörer. Dabei bestehen im Gehirn Assoziationen zwischen bestimmten Wörtern und Gefühlen. Diese Assoziationen können mittels klassischer Konditionierung erlernt werden, und zwar dann, wenn ein an sich neutrales Wort immer wieder in einer bestimmten emotionalen Situation gesagt wird. Das beste Beispiel dafür sind „*Schimpfwörter*“. Bei Stress und Misserfolgen sind emotionale Entladungen mit Hilfe von Fluchen und Schimpfen häufig beobachtbar. Sie führen dazu, dass Stress und Schmerzen messbar länger ertragen werden. Eine Fehlfunktion der Basalganglien in der rechten Hirnhälfte unterhalb des Cortex ist verantwortlich für eine Erkrankung, deren bekanntestes Symptom das unkontrollierte Fluchen und Schimpfen ist: das „*Tourette-Syndrom*“.

Viele Untersuchungen beschäftigen sich mit der Kulturgeschichte der Schimpfwörter. Das „*Heilige*“ und das „*Schmutzige*“ erweisen sich immer als relativ zur jeweiligen Zeitepoche. Die emotionale Aufladung von Schwüren und Flüchen war in den verschiedenen Kulturepochen unterschiedlich stark. Verglichen mit der magischen Wirkung, welche man Verfluchungen im Mittelalter zuschrieb, sind die Effekte der Schimpfwörter in der heutigen Zeit relativ harmlos - dafür sind sie aber wissenschaftlich messbar. In körperlichen Stress-Situationen können sie die Schmerzen lindern und die Leistungsfähigkeit steigern. Außerdem ziehen sie blitzartig die Aufmerksamkeit auf sich und dringen tief ins Gedächtnis ein. Somit erweisen sich die Schimpfwörter wohl als die mächtigsten aller Wörter.

[6.8.4] Die Heilkraft der Wörter

Was ein Mensch sagt und *wie* er es sagt, ist charakteristisch für seine Persönlichkeit. Der Psychologe *James Pennebaker* versucht mithilfe von Textanalysen, die von einem Computerprogramm durchgeführt werden, Aufschlüsse über die Persönlichkeiten der Schreiber zu gewinnen. Ein erstaunliches Ergebnis war, dass vor allem die Verwendung von **Pronomen** (Fürwörter) aussagekräftig ist. So benutzen beispielsweise Menschen aus der sozialen Unterschicht häufiger Pronomen der ersten Person in der Einzahl (ich, mein, mir, mich), während Menschen aus der sozialen Oberschicht diese Pronomen hauptsächlich in der Mehrzahl (wir, unser, uns, uns) verwenden.

Im menschlichen Alltag ist die Sprache das wichtigste Kommunikationsmittel. Untersuchungen bestätigen die positive Wirkung des „**expressiven Schreibens**“, wie z.B. mittels Tagebüchern. Über die eigenen Gefühle zu schreiben oder zu sprechen, nimmt ihnen etwas von ihrer Last. Wenn Menschen über ein belastendes Ereignis schreiben oder sprechen können, dann sinkt bei ihnen der Blutspiegel des **Stresshormons** „Cortisol“ und Funktionen des **Immunsystems** werden verbessert. Bei Angstzuständen ist besonders die **Amygdala** im Zwischenhirn maßgeblich beteiligt. Wenn nun die Menschen ihre Furcht sprachlich beschreiben, dann wird der **präfrontale Cortex** aktiv und hemmt seinerseits die Aktivität der Amygdala. Durch das Aussprechen ihrer Gefühle können Menschen ihre Ängste besser überwinden.

In der *Psychoanalyse* von *Sigmund Freud* wird die heilsame Wirkung des Redens hoch geschätzt - die Wörter sollen imstande sein, verdrängte Erinnerungen aus den Tiefen des Unbewussten hervorzuholen.

In der *Psychotherapie* ist ein gutes, einfühlsames Gespräch von großer Bedeutung. Es schafft jene Vertrauensbasis, welche für eine erfolgreiche Therapie unerlässlich ist. Ungleich schwieriger und mühsamer als ein gutes, einfühlsames Gespräch ist hingegen die nachhaltige **Umbewertung** von Gefühlssituationen. Erst durch eine kognitive Neuorientierung können alte, eingeschliffene Gewohnheiten des Fühlens und Denkens geändert und ein therapeutischer Erfolg erreicht werden. Dafür ist der sprachliche Dialog des Patienten mit sich selbst hilfreich (Selbstverbalisationen und Selbstinstruktionen), welcher durch einen empathischen Psychotherapeuten achtsam und einfühlsam unterstützt wird. Die **therapeutische Gesprächstechnik**, bei der sich die Patienten selbst erforschen (Selbstexploration), muss vorsichtig und schrittweise erlernt werden.

Alle diese Beispiele zeigen die wunderbare Magie der Wörter. Ob wir über Gefühle lesen, reden oder schreiben - die Wörter haben Kraft, sie können uns tief berühren und uns heilen und uns mit anderen Menschen verbinden.

Aber Wörter können auch verführen, manipulieren, verletzen und Menschen trennen. Nicht zuletzt liefern die unterschiedlichen politischen Ideologien mit ihrer suggestiven Sprache illustrative Beispiele für die Indoktrination und die Verhetzung von ganzen Menschenmassen.

[7] Instinkte und Triebe

[7.1] Instinktives Verhalten

An den Verhaltensweisen eines Lebewesens kann man verschiedene Formen unterscheiden: das angeborene Verhalten, das erlernte Verhalten, das Neugier- und Spiel-Verhalten, das instinktive, das triebhafte oder das einsichtige Handeln.

Die Auslösung eines instinktiven Verhaltens erfordert einen nervösen Mechanismus, der einen **Schlüsselreiz** von den übrigen Reizen unterscheidet. Verantwortlich dafür sind Gruppen von spezifischen Nervenzellen, die - miteinander vernetzt - in verschiedenen Teilen des Gehirns liegen. Man nennt ein solches neuronale System, das aus der Menge von Reizen den Schlüsselreiz erkennt und eine passende Verhaltensweise (Endhandlung) aktiviert, einen **auslösenden Mechanismus (AM)**.

Der auslösende Mechanismus kann angeboren (AAM) oder erlernt (EAM) sein. Menschen können auf eine Kombination von bestimmten Körpermerkmalen, die für Kleinkinder typisch sind ("Kindchen-Schema") mit positiven Gefühlen und betreuender Zuwendung reagieren. Der zugehörige Auslösemechanismus wird als angeboren betrachtet. Zur auslösenden Reizkombination gehören: hohe Stirn, große Augen, Pausbacken, Stupsnase und rundliche Körperformen. Einen Beleg dafür, dass dieser Auslösemechanismus dem Menschen angeboren ist, liefert die folgende Beobachtung: Menschen aus den verschiedensten Kulturen appellieren an andere mit Hilfe kleiner Kinder. Oft werden diese auch zum Betteln mitgenommen.

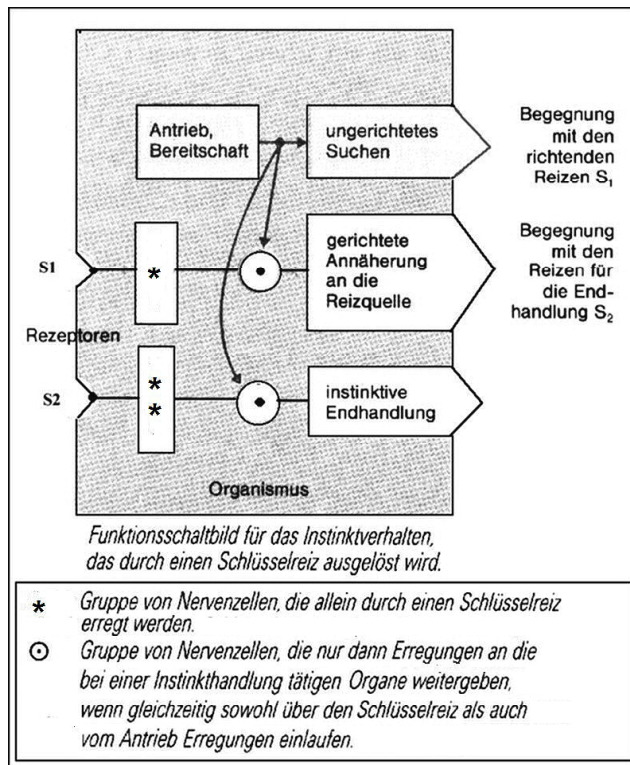
Betreuende Zuwendung kann auch von Tierjungen oder von erwachsenen Tieren ("Schoßtieren") ausgelöst werden, wenn ihre Körperformen etwa dem "Kindchen-Schema" entsprechen. Auch das "Weibchen-Schema" mit seinen typischen weiblichen Körperproportionen wirkt als starker Schlüsselreiz für das Verhalten und wird von der Werbung verwendet, um Aufmerksamkeit und Kaufverhalten zu steuern.

Weitere Beispiele für das tierische, instinktive Verhalten sind der Netzbau der Spinnen, die "Sprache" der Bienen, die Laichwanderungen der Fische, der Vogelzug, der Nestbau der Vögel und die mannigfaltigen Ausdrucksbewegungen bei der Balz, so wie der Kampf mit Artgenossen.

Jedes Instinktverhalten gliedert sich grundsätzlich in zumindest zwei klar unterscheidbare Phasen. Die durch Deprivation (d.h. durch eine längere Zeit ohne eine entsprechende Befriedigung) erzeugte nervöse Erregung führt zunächst zu einem relativ **ungerichteten Suchverhalten** (Appetenz) und dann in die konsumatorische **motorische Endhandlung**. Während die Suche nach dem Auslösereiz flexibel und umweltangepasst ist, läuft die Endhandlung (die eigentliche Befriedigung) immer motorisch starr ab. Ein Mäusebussard zieht suchend seine Kreise über den Feldern (Appetenzverhalten). Entdeckt er eine Maus, stößt er auf sie hinunter, greift, tötet und verzehrt sie (motorische Endhandlung).

Eine Instinkthandlung läuft nur dann ab, wenn eine innere Bereitschaft dazu besteht. Die Handlungsbereitschaft (Antrieb) kann durch innere oder äußere Faktoren aktiviert werden. Innere Faktoren sind z.B. der Glukosemangel bei Hungerzuständen, Hormone, usw. Ein äußerer Reiz, der eine instinktive Verhaltensweise auslöst, heißt **Schlüsselreiz**. Welche Reize als Schlüsselreize wirken, lässt sich durch Attrappenversuche feststellen. So kann man das Beutefangverhalten des Frosches durch kleine bewegte Papierschnitzel auslösen, die an einem Faden befestigt sind.

Beim Frosch wird das Beutefangen durch kleine, sich schnell bewegende Objekte ausgelöst. Eine Gluckhenne eilt einem unsichtbaren Küken auf dessen Klagerufe zu Hilfe. Sie kümmert sich jedoch nicht darum, wenn das Küken sichtbar ist, aber hinter einer schalldichten Glaswand sitzt. Nur der Hörreiz allein wirkt hier als Auslöser.



Ein Beispiel: Fliegenfangen durch einen Frosch. Ein Frosch, der längere Zeit gehungert hat, kommt aus seinem Versteck und bezieht eine Warteposition. Beim Anblick einer Fliege (S1) wendet er sich dieser dann so zu, dass die Spitze seines Mauls auf sie gerichtet ist.

Wenn das Beuteobjekt in Reichweite ist (S2), zögert er kurz, springt, schnell die Zunge gegen die Fliege, zieht die Zunge wieder ein und verschluckt die Beute (Endhandlung).

Bewegt sich die Fliege während des kurzen Zögerns, dann fährt die Zunge daneben. Der Zungenschlag kann nicht mehr ortskorrigiert werden. Er läuft immer starr ab.

Die Stärke einer Verhaltensweise ist abhängig von der Intensität des auslösenden Reizes und der inneren Antriebsstärke. Daraus folgt, dass die gleiche Stärke einer Reaktion entweder bei stark auslösendem Reiz und schwachem Antrieb oder bei schwach auslösendem Reiz und starkem Antrieb auftritt (*Prinzip der doppelten Quantifizierung*). Je schmackhafter das Essen ist, umso mehr verzehrt man auch bei geringem Hunger. Je größer der Hunger, umso weniger wählerisch ist man bei den Speisen. In der Triebnot sinkt der Qualitätsanspruch (*Schwellenerniedrigung*).

Der Antrieb für eine Verhaltensweise kann auch *künstlich hervorgerufen* werden, und zwar mittels Gehirnreizung. Dies gelang zuerst **W.R. Hess** bei Katzen. Er erzeugte durch elektrische Reizungen des Gehirns einen überstarken Antrieb zur Nahrungsaufnahme. Daraufhin versuchten die Katzen, fast alle Objekte zu fressen, die in ihrer Reichweite lagen, selbst wenn diese völlig ungenießbar waren. Mit verbesserter Technik führte **E.V. Holst** diese Versuche an Hühnern fort. Er reizte mit verschiebbaren Elektroden von 0,18 mm Durchmesser verschiedene Stellen im Zwischen- und Mittelhirn und konnte damit Aggressionen auslösen. Bei niedriger Reizspannung gackerte das Huhn aufmerksam und lief unruhig umher. Durch Erhöhung der Reizspannung ließen sich Drohen, Angriff und Flucht hervorrufen.

Die gleiche Reaktionskette, wie sie durch künstliche Reizungen ausgelöst wird, ist auch in der Natur gegen Bodenfeinde zu beobachten: Aufmerken - Unruhigwerden - Androhen des Feindes - Angriff oder Flucht, wenn der Feind nicht flieht.

Die Versuche zeigen, dass das Verhalten an bestimmte nervöse Strukturen gebunden ist, und dass die, dem Verhalten zu Grunde liegenden zentralnervösen Programme hierarchisch abgestuft sind, erkennbar an verschiedenen hohen Auslösungsschwellen der Einzelreaktionen.

Viele Beobachtungen an Tieren haben ergeben, dass sich zwei Antriebe nicht gleichzeitig in Handlungen umsetzen lassen. Die, den verschiedenen Antrieben zugeordneten Verhaltensweisen laufen vielmehr zeitlich nacheinander ab. Der Beute fangende Frosch, der bei der Fixierreaktion gestört wird, flüchtet sofort. In dieser Situation gewinnt der stärker aktivierte Antrieb zur Flucht die Oberhand und nicht derjenige für die Beutefanghandlung. Sind die konkurrenzierenden Antriebe etwa gleich stark (*Konflikt*), dann werden oft sinnlose und unzweckmäßige *Leerlaufhandlungen* ausgeführt.

Die *Prägung* ist eine von Konrad Lorenz entdeckte besondere Form des Lernens. Gänseküken folgen kurz nach dem Schlüpfen demjenigen bewegten Objekt (Mensch, fahrender Wagen), das sie zuerst sehen (angeborene Nachfolgereaktion). Unter natürlichen Umständen ist dies das Muttertier. Wird die Reaktion jedoch zuerst von einem Menschen ausgelöst, so folgt das Küken fortan nur noch dem Menschen und nicht der Mutter. Die Prägung bezieht sich aber nur auf eine bestimmte Reaktion und ist ausschließlich in einer zeitlich begrenzten, sensiblen Periode im Leben des Tieres möglich. Bei Gänsen liegt die sensible Periode zur Prägung des Nachfolgens in den ersten Stunden nach dem Schlüpfen. Durch Prägung erlerntes Verhalten kann im Laufe des Lebens normalerweise nicht mehr rückgängig gemacht werden.

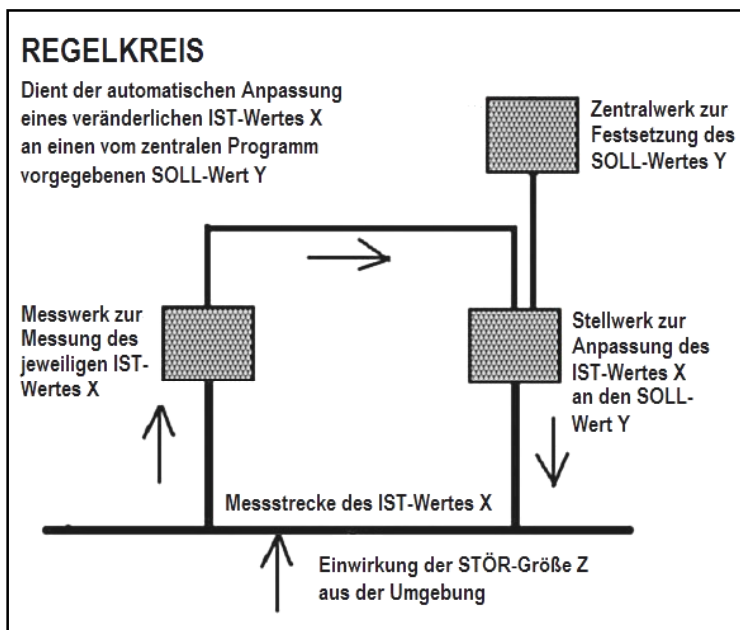
Das balzende Männchen der Seeschwalbe bietet dem Weibchen im Flug einen gefangenen Fisch an, den es im Schnabel trägt. Das Anbieten von Futter kommt sonst nur bei Aufzucht der Jungen vor. Beim Sexualverhalten wird dieses Verhaltenselement zu einem besonderen Signal: Es zeigt dem Weibchen an, dass es vom Männchen umworben wird. Solche zu optischen Signalen umgebildete instinktive Handlungen, welche einprägsam und unverwechselbar sind, heißen Ausdrucksbewegungen. Sie haben mitteilende Funktion und dienen im sozialen Leben der Art als Verständigungsmittel. Man bezeichnet die Erscheinung, dass ein bestimmtes Verhaltenselement durch Bedeutungswechsel zu einem neuen, unverwechselbaren Verständigungsmittel unter Artgenossen wird, als *Ritualisierung*. Durch Ritualisierung wird das Register der Auslöser sehr stark erweitert. Das ist biologisch bedeutsam, weil im Sozialleben neue Situationen auftreten können, die mitteilbar gemacht werden müssen, z.B. die Koordinierung des gemeinsamen Jagens einer Beute, die gemeinsame Brutpflege oder die gemeinsame Abwehr von Feinden.

Das *angeborene Verhalten* gliedert sich in einfache, unbedingte Reflexe und in komplexere Instinkthandlungen. Diese laufen automatisch immer dann ab, wenn ein spezifischer äußerer Auslösereiz einen angeborenen oder erlernten Auslösemechanismus aktiviert - auch dann, wenn die Konsequenzen des Verhaltens sinnlos oder destruktiv sind. So ignorieren viele Vögel ihre eigenen Eier und bebrüten sie nicht, wenn ein großes künstliches Ei (Attrappe) ins Nest gelegt wird, welches die spezifischen Auslösemerkmale für das Brutpflegeverhalten in stärkerem Maße aufweist als die natürlichen Eier. Das *instinktive Verhalten* ist blind gegenüber den Handlungskonsequenzen. Das *motiviertere Verhalten* ist mehr als nur Instinkt. Die Motivation wird geleitet von der Antizipation (vorwegnehmende Vorstellung) und der Erwartung des Verhaltenszieles.

Während motiviertes Verhalten durchaus unterschiedliche Handlungsprogramme für ein- und dasselbe Ziel verwenden kann, bleibt instinktives Verhalten im Wesentlichen konstant. *Triebe* sind motiviertes Verhalten und als schichtweise aufgebaute (hierarchische) Handlungsketten gliedert, deren unterste Ebene immer aus angeborenen Reflexen und Instinkten besteht.

[7.2] Regelkreise

Ausgangspunkt für viele Triebe ist ein gestörtes, biologisches Gleichgewicht (*Homöostase*). Das kann beim Hunger der Zuckergehalt im Blut oder beim Durst der intrazelluläre Salzgehalt sein. Die Abweichung vom biologisch notwendigen Gleichgewichtszustand spiegelt sich in der Triebstärke wider. Diese ist wesentlich durch die Zeitspanne bestimmt, die seit dem letzten Ausgleich des Ungleichgewichtes verstrichen ist (Deprivation, Entbehrung, Enthaltung). Je länger die Deprivationsphase dauert, umso stärker wird der Drang zur Triebhandlung. Viele vitale Triebe können mithilfe von *Regelkreis-Modellen* beschrieben werden.



Beispiel: Regelung der Raumtemperatur.

Messwerk = Thermostat,
Stellwerk = Heizung,
X = Raumtemperatur,
Y = eingestellte Temperatur,
Z = Außentemperatur.

Die Neurobiologie hat bereits jene Schaltstellen im Gehirn erforscht, welche die jeweiligen Ist-Werte (zumeist chemische Stoffkonzentrationen) mit den biologisch festgelegten Soll-Werten vergleichen und je nach Vergleichsergebnis die motorischen Triebhandlungen aktivieren. Man spricht in diesem Zusammenhang von so genannten Triebzentren, die man sich aber nicht als isolierte, eng begrenzte Neuronenhaufen, sondern als vernetzte Schaltkreise vorstellen muss.

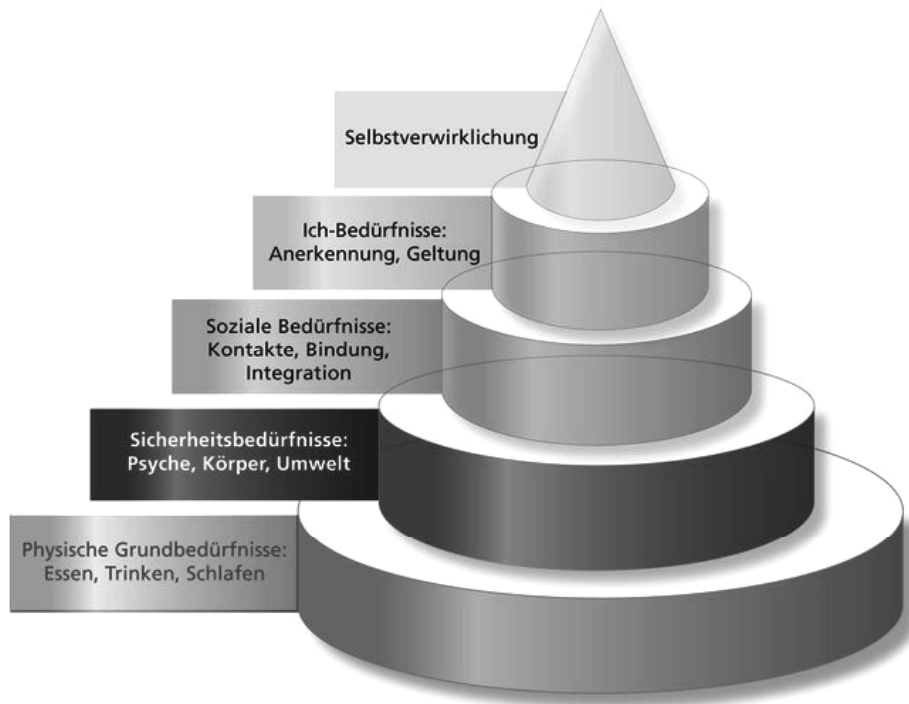
Homöostatische Triebe: *Durst, Hunger und Schlaf*.

Sind die biologischen Soll-Werte variabel, d.h. stark von Lernprozessen und Umgebungssituationen abhängig (Verfügbarkeit des Triebobjektes, Anreiz des Triebobjektes), dann spricht man von nicht homöostatischen Trieben:

Neugierde, Sexualität, Bindungsbedürfnis, Geltungsdrang und Aggression.

Unter Triebbefriedigung wird schließlich jenes Verhalten verstanden, welches nach einer Deprivationsphase das vital notwendige Gleichgewicht wiederherstellt. Mit der Triebbefriedigung verbunden ist ein Gefühl der Lust, während ein länger unbefriedigter Trieb Unlust hervorruft. Jede Triebbefriedigung bedeutet einen biologischen Erfolg und wirkt ihrerseits als Verstärker im Sinne des instrumentellen Lernens. So werden verschiedene Reize, nicht nur die ursprünglichen Auslöserreize, mit zielführendem Verhalten verknüpft (Anreizhervorhebung).

Die Bedürfnispyramide von Abraham Maslow (1943):



[7.3] Der Schlaftrieb

Ungefähr ein Viertel bis ein Drittel seines Lebens verbringt der Mensch schlafend. Der Schlaftrieb, so wie auch andere biologische Funktionen (Körpertemperatur, Hormonproduktion), wird von inneren, periodisch veränderlichen Prozessen gesteuert (endogene Oszillatoren). Viele der angeborenen inneren Oszillatoren sind mit äußeren Zeitgebern gekoppelt. Der innere Rhythmus erfolgt oftmals synchron zum äußeren Tag-Nacht-Zyklus mit seinen Hell-Dunkel-Schwankungen (*zirkadiane Periodik*).

Der erste zentrale Schrittmacher der zirkadianen Periodik liegt im ventralen Hypothalamus genau über der Sehnervenkreuzung (*chiasma opticus*). Die Region wird daher als *nucleus supra-chiasmaticus* (SCN) bezeichnet. Eine chirurgische Entfernung oder Zerstörung des SCN führt zu einem völligen und anhaltenden Verlust der zirkadianen Aktivitäten. Der SCN wird afferent von Sehnervenfasern direkt über dem *chiasma opticus* innerviert und mit Hell-Dunkel-Informationen versorgt. Weiter ist er mit dem *nucleus raphe* auf der dorsalen Seite der Brücke (Pons) im Hirnstamm über serotonerge Fasern verbunden. Efferente Bahnen führen zu Zentren im Hirnstamm.

Untersuchungen der Gehirnforschung haben ergeben, dass die Steuerung des Schlafbedürfnisses von Zentren im Hirnstamm ausgeht (*formatio reticularis*, *locus coeruleus*, *nucleus raphe*), die mit dem SCN verbunden sind. Dabei hemmen beim Einschlafen vor allem die Raphe-Kerne mit ihrem Transmitter Serotonin das noradrenerge Aktivierungssystem der *formatio reticularis* und die gesamte Thalamusaktivität. Die Einwirkung von Giften auf die Raphe-Kerne im Hirnstamm, wodurch diese selektiv ausgeschaltet werden, führt zu einer deutlichen Abnahme des Schlafes bei Versuchstieren. Es hat sich jedoch gezeigt, dass nach entsprechenden Erholungsphasen trotz geschädigtem Serotoninsystem der Schlafrhythmus sich langsam wieder normalisiert.

Um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts wurde herausgefunden, dass es *zwei Formen des Schlafes* gibt, die leicht unterscheidbar sind. Den einen Typ bezeichnet man als *REM-Schlaf* (rapid eye movement, schnelle Augenbewegungen), weil er durch rasche Bewegungen der Augenlider gekennzeichnet ist. Darüber hinaus zeigt die Messung von elektrischen Gehirnströmen (Elektroenzephalogramm, EEG) der Großhirnrinde jene Aktivitätsmuster, wie sie auch für das wache Gehirn charakteristisch sind; die alpha-Wellen (8-12 Hz) bei entspannter Wachheit und die beta-Wellen (13-30 Hz) bei starker Aktivität. Die REM-Phasen befinden sich typischerweise am Ende jeder Schlafperiode. Auf Grund des EEG-Musters der REM-Phasen wird dabei eine verstärkte cortikale Aktivität registriert (so genannte Traumphasen).

Die andere Form des Schlafes wird einfach Nicht-REM-Schlaf oder kurz *NREM-Schlaf* genannt. Dabei treten keine schnellen Augenbewegungen auf, und ein cortikales EEG zeigt langsame Wellen; die theta-Wellen (4-7 Hz) und die delta-Wellen (1-3 Hz).

Die moderne Gehirnforschung unterscheidet vier Schlafstadien des NREM-Schlafes, wovon das letzte als Tiefschlaf bezeichnet wird. Beim erwachsenen Menschen sind die ersten Schlafstunden zur vitalen Regeneration am wichtigsten (Kernschlaf). Die Lebenserwartung der Menschen ist bei mittlerer Schlafdauer von sieben Stunden am längsten.

Der wohl interessanteste Unterschied zwischen REM- und NREM-Schlaf betrifft das *Träumen*. Personen, die aus dem REM-Schlaf aufgeweckt wurden, sagten fast immer, dass sie geträumt hätten, während aus dem NREM-Schlaf geweckte Personen viel seltener von Träumen berichteten. Eine Analyse der nach Aufweckung berichteten Traum Inhalte zeigt, dass die meisten Inhalte von Ereignissen der vergangenen Tage herrühren. Unerledigte Tagesreste, konflikthafte Ereignisse und im Schlaf umgedeutete Sinnesempfindungen sind die häufigsten Traum Inhalte.

Während einer Traumphase kommt der visuelle Input nicht mehr aus der Augennetzhaut wie im Wachzustand, sondern aus dem Hirnstamm, was mit einer Abnahme der Aktivität noradrenerger und serotonerger Neuronen verbunden ist. Dies wiederum enthemmt cholinerge Neuronen, welche zu feuern beginnen und im visuellen System von Thalamus und Cortex die subjektiven Vorstellungsbilder der Träume erzeugen.

Die gesamte tägliche Schlafzeit nimmt mit dem Lebensalter deutlich ab. Untersuchungen von Schlafstörungen haben ergeben, dass bei vielen dementen Personen der Tiefschlaf-Anteil bis auf Null reduziert sein kann. Bei *Depressionen* findet man ausgeprägte *Irregularitäten der zirkadianen Rhythmen*, eine Verkürzung der Gesamtschlafzeit und ein wesentlich früheres Auftreten von REM-Phasen, bereits 40 Minuten nach dem Einschlafen. Weitere Forschungen zeigten, dass der Verlauf der Schlafphasen im Alter eng mit der Kompetenz des Immunsystems zusammenhängt und für das physiologische Altern und die menschliche Lebensdauer entscheidend ist.

[7.4] Hunger und Durst

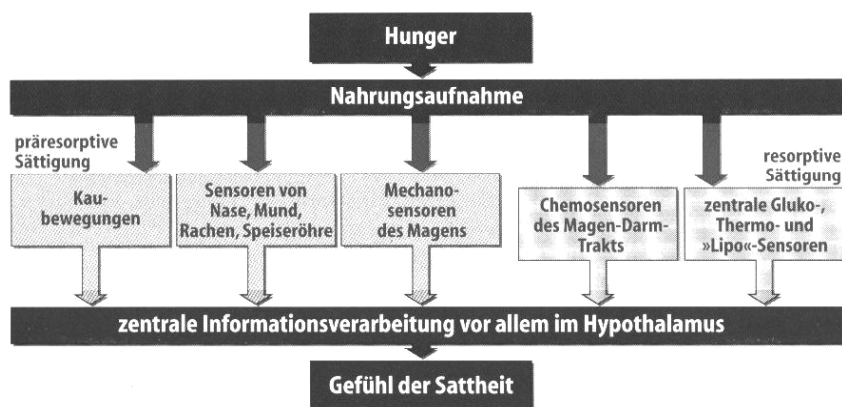
[7.4.1] Der Hungertrieb

Hunger ist ein homöostatischer Trieb, der primär durch die Konzentration von *Zucker* (Glukose) im Blut geregelt wird. Sinkt der Zuckerspiegel unter einen biologisch vorgegebenen Soll-Wert, beginnen spezialisierte Neuronen (Gluko-Sensoren) im ventrolateralen Hypothalamus (VLH) zu feuern, also elektrochemische Erregungen zu produzieren. Über Nervenbahnen, die Dopamin als Neurotransmitter benutzen, ziehen dann die Signale zu motorischen Hirnregionen und lösen dort das Verhalten der Nahrungssuche aus.

Zusätzlich fließen Erregungen ins limbische System und weiter zur Großhirnrinde. Auf diese Weise wird der Hungertrieb als Drangerlebnis bewusst. Nach der Wahrnehmung der Nahrung (Schlüsselreiz) kommt es zum konsumatorischen Fressverhalten, also zur Nahrungsaufnahme. Dadurch wird der Zuckerspiegel wieder angehoben. Dieser Anstieg wird von entsprechenden Neuronen im ventromedialen Hypothalamus (VMH) registriert, welche ihrerseits auf die Aktivität des VLH hemmend einwirken und zur Beendigung des Fressverhaltens führen.

Der VLH erweist sich somit als ein *aktivierendes Fresszentrum*, der VMH als ein *hemmendes Sättigungszentrum*. Künstliche Reizungen bzw. Ausschaltungen dieser beiden Hirnzentren im Hypothalamus bestätigen die beschriebene Wirkungsweise.

Zusätzlich zu diesen zentralen Steuerzentren spielen beim Hungertrieb auch andere Strukturen eine Rolle: Magenkontraktionen und sensorische Afferenzen vom Vagusnerv, so wie die Rezeptoren für Geruch und Geschmack in Nase und Mund. Schließlich produziert der Verdauungstrakt ein Gewebehormon, das Peptidhormon Cholecystinin (CCK), welches über den Blutweg auf den VMH einwirkt und so eine Sättigung bzw. eine Fresshemmung verursacht.



[7.4.2] Der Dursttrieb

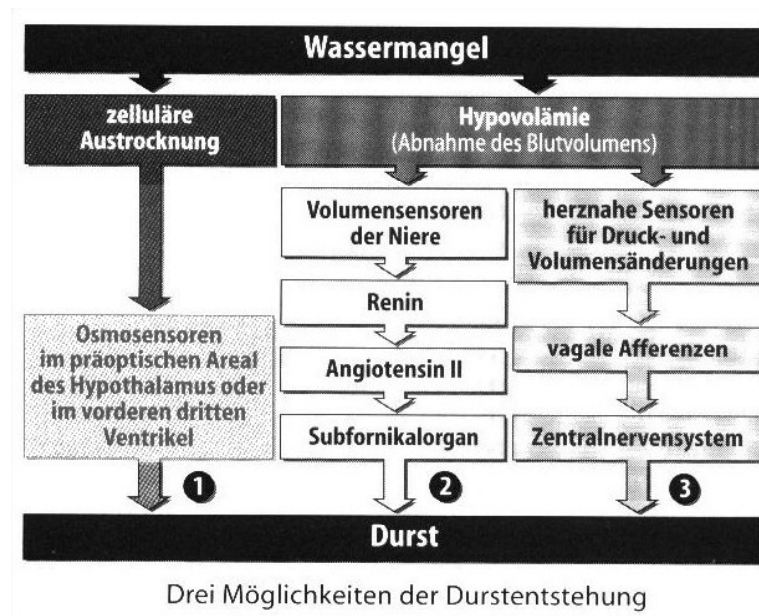
Durst ist ein homöostatischer Trieb, der primär durch die Konzentration von *Salz* geregelt wird. Wasserverluste des Körpers (Harn, Atem, Schweiß, Tränen, Durchfall, Blutungen) führen zur *Abnahme des Wassergehaltes* und einem entsprechenden *Anstieg der Salzkonzentration*. Dadurch kommt es zu einer geringfügigen Zunahme des osmotischen Druckes im Gewebe.

Spezifische Neuronen im lateralen *nucleus supraopticus* (SON) im Hypothalamus reagieren auf den Anstieg der Salzkonzentration indem sie einfach schrumpfen. Diese Osmorezeptoren haben drei Wirkungen. Erstens wird durch efferente Fasern über das motorische System das Trinkverhalten eingeleitet. Zweitens werden über, vom limbischen System zur Cortex aufsteigende Bahnen Durstgefühle ausgelöst. Drittens werden endokrine Nervenzellen im Hypophysenhinterlappen veranlasst, das Hormon *Vasopressin* (ADH, antidiuretisches Hormon) auszuschütten. Dieses Hormon gelangt über das Blut in die Nieren.

Das *Vasopressin* fördert die *Resorption von Wasser* in der Niere und wirkt damit der Wasserausscheidung (Diurese) entgegen. Durch Erhöhung des Wasservolumens sinkt der osmotische Druck und auf Grund der nunmehr niedrigeren Salzkonzentration stellen die Osmorezeptoren im Hypothalamus ihre Tätigkeit ein und auch die Vasopressin-Ausschüttung wird eingestellt. Dadurch ist der Regelkreis beendet.

Neben diesem Regelkreis existieren noch zwei weitere Steuermechanismen für den Wasserhaushalt. Nimmt mit der Wasserausscheidung der Natriumgehalt des Blutes ab, so wird in den Nieren der chemische Stoff *Renin* gebildet, welcher seinerseits die Produktion des Bluteiweißstoffes *Angiotensin* anregt. Dieses veranlasst zunächst die Freisetzung des Nebennierenhormons *Aldosteron*, welches zurück zur Niere gelangt und dort die Natriumresorption fördert. Das Angiotensin wirkt aber auch als Dursthormon, in dem es spezielle Rezeptorneurone im sogenannten *Subfornikalorgan* in der Wand der dritten Hirnkammer erregt. Die Fasern dieser Nervenzellen ziehen zum *nucleus supraopticus* im Hypothalamus, von wo aus die Durstgefühle und das Trinkverhalten ausgelöst werden.

Der dritte Mechanismus wird von Dehnungsrezeptoren im linken Vorhof des Herzens gesteuert. Diese registrieren den Abfall des venösen Gefäßdruckes auf Grund der Abnahme des Blutvolumens (z.B. bei starken Blutungen) und melden dieses Geschehen über afferente Nervenfasern des Vagus dem *nucleus supraopticus* im Hypothalamus, von wo aus die Durstgefühle und das Trinkverhalten ausgelöst werden.



Die Durstentstehung verläuft somit über verschiedene Wege, die alle zum Hypothalamus führen. Der dort befindliche *nucleus supraopticus* erweist sich als zentrales Durstzentrum. Die Injektion von hypertoner Salzlösung in diese Region löst das Trinken aus, eine Zerstörung dieser Region führt zum Verlust des Trinkverhaltens.

Neben dem rein physiologischen Regelkreis werden Hunger und Durst auch durch konditionelle Lernprozesse beeinflusst. Soziale Gewohnheiten und Umgebungsreize, wie die optische Zubereitung von Speisen, spielen eine wichtige Rolle bei der Steuerung des Triebverhaltens.

Schließlich muss noch der kognitive Aspekt erwähnt werden, wobei durch bewusste Einsicht und Absicht die Triebe teilweise beherrscht werden können. Die Impulshemmung beruht auf einem Zusammenspiel von präfrontalem Cortex, cingulärem Cortex und Amygdala. Vor allem der präfrontale Cortex kann mit seinen absteigenden Signalen die Aktivität der hypothalamischen Kerne kontrollieren.

[7.5] Der Sexualtrieb

Das Sexualverhalten hat bei den meisten Säugetieren einen ähnlichen Verlauf, kann aber durch verschiedene Lernmodifikationen sehr variabel gestaltet sein.

• Die vier Phasen des Sexualverhaltens.

- (1) Sexuelle Attraktion (Anziehung).
- (2) Appetitive Phase (Annäherung).
- (3) Kopulatorisches Verhalten (eigentliche Paarung).
- (4) Postkopulatorisches Verhalten (Erholungsphasen).

Die sexuelle Anziehung wird durch Geruchsreize, Handlungsänderungen und Farbänderungen bewirkt. Zur appetitiven Phase gehören Einladungssignale, spezielle Bewegungen, Erektion und Lautäußerungen. Die Annäherung der beiden Partner mündet in das kopulatorische Verhalten, dessen Höhepunkt der Orgasmus darstellt. Dieser korreliert mit Kontraktionen der Beckenmuskulatur, beim Mann mit dem Samenerguss (Ejakulation) und bei der Frau mit konvulsivischen Uteruskontraktionen. Verbunden damit sind mehr oder minder starke Lustgefühle. Die postkopulatorische Phase ist gekennzeichnet durch ein Absinken der sexuellen Erregung.

• Die drei Aspekte des sexuellen Erlebens.

- (1) Der reproduktive Aspekt (Fortpflanzung, Vererbung).
- (2) Der narzisstische Aspekt (egoistische Lustgewinnung).
- (3) Der Beziehungsaspekt (Ich-Du-Beziehung, Familie).

• Die vier geschlechtlichen Typisierungsebenen.

- (1) Das genetische Geschlecht (XY- oder XX-Chromosomen).
- (2) Das hormonale Geschlecht (Androgen oder Östrogen).
- (3) Das morphologische (körperliche) Geschlecht, bestimmt durch primäre Sexualorgane und sekundäre Geschlechtsmerkmale.
- (4) Das psychologische Geschlecht, bestimmt durch die erlernte Identifikation mit der männlichen oder weiblichen Rolle in der Gesellschaft.

• Die drei Grundformen von sexuellen Störungen.

- (1) Sexuelle Funktionsstörungen (Orgasmusunfähigkeit, Impotenz, ...).
- (2) Geschlechtliche Identitätsstörungen (Transsexualismus).
- (3) Sexuelle Präferenzstörungen (Perversionen bzw. Paraphilien):
Voyeurismus, Exhibitionismus, Fetischismus,
Masochismus, Sadismus, Pädophilie, Sodomie, usw.

Sexuelle Orientierung bedeutet die Auswahl eines Zielgeschlechts für die eigene Sexualität. Man unterscheidet „asexuell“ (keine sexuelle Aktivität), „homosexuell“ (Ausrichtung auf gleichgeschlechtliche Partner), „heterosexuell“ (Ausrichtung auf verschieden-geschlechtliche Partner) und „bisexuell“ (Ausrichtung auf gleich- und verschieden-geschlechtliche Partner).

Transgender (*Transsexuelle, Transvestiten, ...*) sind Menschen, die sich mit ihrem körperlichen Geschlecht **nicht** identifizieren können – unabhängig von ihrer sexuellen Orientierung.

Unter primärer **Homosexualität** versteht man das ausschließliche Bedürfnis nach einer sexuellen Beziehung mit gleichgeschlechtlichen Partnern. Für die primäre Homosexualität erweisen sich die Androgenmengen oder die Östrogenmengen im Blut des erwachsenen Menschen als bedeutungslos. Somit können nur genetische oder entwicklungsbedingte Faktoren eine Rolle spielen. Dafür spricht auch die Tatsache, dass der Anteil an Homosexuellen in allen Kulturen etwa gleich groß ist (ungefähr 5% der männlichen Bevölkerung, bei Frauen etwas weniger). Bei Ratten lässt sich die männliche Homosexualität durch Manipulation der Sexualhormone in kritischen Phasen vor der Geburt herstellen. So führt extreme Stressbelastung des Muttertieres in der Schwangerschaft zu Androgenunterdrückung in den männlichen Feten. Nach der Geburt entwickeln diese Tiere zwar männliche Geschlechtsorgane normal, sie ignorieren aber weibliche Annäherung (Hüpfen, Darbieten, Lordosestellung) und zeigen selbst weibliches Paarungsverhalten. Und schließlich zeigt die Erfahrung, dass bei primären Homosexuellen, die bereits vor der Pubertät ausschließlich auf das eigene Geschlecht orientiert sind, spätere psychologische Einflussmaßnahmen (Umerziehungsversuche) eine nur sehr geringe Wirkung haben. Alle diese Befunde legen den Schluss nahe, dass für primäres homosexuelles Verhalten eine biologische Grundlage vorgegeben ist: nicht im Sinne einer pathologischen Abweichung sondern als normvariante Hormonproduktion in kritischen Wachstumsphasen des Individuums. Die Veränderungen dabei können genetisch oder entwicklungsbedingt sein.

- **Die Komplexität des sexuellen Verhaltens.**

Bisher wurden nur die biologischen Aspekte besprochen. Menschliche Sexualität ist aber mehr als bloße Biologie der Hormone. Sie ist einerseits eng vernetzt mit anderen psychischen Erlebnisweisen, wie Emotionen und Wertvorstellungen. Andererseits wird sie stark beeinflusst von Erziehungsfaktoren, vor allem in der Kindheit und von gesellschaftlichen Normen (Tabus).

Die in einer Gesellschaft herrschende Einstellung zur Sexualität ist in den verschiedenen kulturellen Epochen der europäischen Geschichte sehr unterschiedlich. So ist beispielsweise die Moral der katholischen Kirche seit dem Mittelalter stark sexualfeindlich geprägt. Das Gleiche gilt für den Puritanismus der beginnenden Neuzeit. In der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts hingegen werden die sexuelle Selbstbestimmung und die sexuelle Freizügigkeit mehr und mehr zu Leitgedanken einer offenen Moral.

Bis etwa 1950 beschränkten sich die Untersuchungen der menschlichen Sexualität auf klinische Daten über sexuelle Störungen und Krankheiten. Die Erforschung des normalen Sexualverhaltens des Menschen wurde angeregt durch die Arbeiten von **Kinsey und Mitarbeitern** (Erster Kinsey-Report, 1953). In ausgedehnten Studien beobachteten und analysierten **Masters und Johnson** (1970) physiologische Abläufe und Verhaltensmuster, die beim normalen menschlichen Geschlechtsverkehr auftreten. In der Zwischenzeit wurden Untersuchungen zu fast allen Themen der Sexualität durchgeführt: die Sozialisierung auf geschlechtsspezifische Rollenbilder, Sexualität und Aggression, Pornographie, Prostitution, abnorme sexuelle Praktiken, usw.

Schließlich muss noch **Sigmund Freud** erwähnt werden, der schon um 1900 die Bedeutung des Sexualtriebes für die menschliche Persönlichkeit erkannte und vor allem die Entwicklungsphasen der menschlichen Sexualität untersuchte und analysierte. Trotz kritischer Einwände gegenüber der Tiefenpsychologie bzw. klassischen Psychoanalyse muss festgehalten werden, dass sie eine Wegbereiterin in der Geschichte der Psychologie war, welche radikal mit gesellschaftlichen Tabus und Vorurteilen gebrochen hat und dadurch eine unvoreingenommene Sicht auf die menschliche Persönlichkeit und ihre Sexualität ermöglichte.

[7.6] Das Bindungsbedürfnis

Die Bindung eines Kindes an eine Bezugsperson (zumeist die Mutter) beginnt im ersten Lebensjahr durch den engen körperlichen Kontakt, welcher sich aus der Nahrungsversorgung und der körperlichen Pflege ergibt. Werden die Äußerungen der kindlichen Hilfebedürftigkeit durch eine primäre Bezugsperson positiv beantwortet, so entwickelt sich eine frühe emotionale Bindung. Das ist die Voraussetzung für die spätere soziale Beziehungsfähigkeit des Individuums. Kinder, die als Babys von der Mutter getrennt, in Waisenhäusern aufwuchsen, zeigten höhere Infektionsanfälligkeit, Verdauungsstörungen und eine erhöhte Sterblichkeitsrate (Hospitalismus).

Der Aufbau von Bindungsverhalten, der sofort nach der Geburt beginnt, hat in seinem Ablauf durchaus den Charakter eines angeborenen, nicht homöostatischen Triebes, wird aber schon sehr früh durch Lernvorgänge entscheidend mitbestimmt. Eine positive Bindungssituation ist die geschützte Basis, von der aus das Kind seine Erkundung der unbekannteren Umwelt startet. Sie ist Grundlage für den Zusammenschluss von Gemeinschaften. Die Auflösung einer Bindung durch Trennung erzeugt Hilf- und Hoffnungslosigkeit, die zu schweren Depressionen führen kann.

Für das Bindungsverhalten von Säugetieren und Menschen von entscheidender Bedeutung ist das Hormon *Oxytocin*, welches hauptsächlich in bestimmten Zellgruppen im Hypothalamus produziert wird. Über den Hinterlappen der Hypophyse gelangt das Oxytocin ins Blut und reguliert im weiblichen Organismus Milchdrüsensekretion und Uteruskontraktion. Durch den Druck auf die Mutterbrust beim Saugen werden sensorische Signale an den Hypothalamus weitergeleitet, so dass dort die neuronale Aktivität erheblich ansteigt, was zu einer vermehrten Oxytocinausschüttung führt. Auf diese Weise kommt es durch Saugen an der Mutterbrust zum Milchausstoß.

Mikroinjektionen von Oxytocin in die Hypothalamuskern von Ratten bewirken ein erhöhtes sexuelles Interesse und gesteigerte Kopulationsbereitschaft. Monogame Tiere, die ihren Partner lebenslang beibehalten, zeigen in limbischen und hypothalamischen Hirnregionen eine deutlich vermehrte Anzahl neuronaler Rezeptorstellen für Oxytocin, wobei zwischen den beiden Geschlechtern kein Unterschied besteht. Schließlich haben weitere Untersuchungen gezeigt, dass in positiven sozialen Bindungssituationen nicht nur Oxytocin sondern auch β -Endorphine in den Lust- und Belohnungsstrukturen des zentralen Nervensystems deutlich ansteigen.

[7.7] Aggressives Verhalten

Aggressives Verhalten tritt innerhalb einer Tierart und zwischen den Arten auf. Im letzteren Fall wird es als *Jagdverhalten* (Raubtier-Beutetier) bezeichnet. Dieses ist nicht nur vom Hunger des Raubtiers sondern auch von verschiedenen Auslösereizen des Beutetiers abhängig.

Die *innerartliche Aggression* steht im Zusammenhang mit zahlreichen sozialen Verhaltensweisen (Rivalenkampf bei der Fortpflanzung, Revierverteidigung beim Nahrungstrieb, Rangordnungskämpfe). Sie führt nur selten zu ernsthaften Verletzungen (Beschädigungskampf). Häufiger kommt es zu ritualisiertem Drohverhalten, Imponiergehabe und Vergleichskämpfen nach festen Regeln. Diese werden auf der Seite des Unterlegenen mit *Beschwichtigungs- und Demutsgesten* beantwortet, die der Überlegene akzeptiert und sein aggressives Verhalten beendet (instinktive Tötungshemmung als arterhaltende Leistung). Solche Demutshaltungen sind das Darbieten von ungeschützten Körperteilen: die Flanken bei Hirschen, Bauch und Kehle bei Hunden, die Hinterköpfe bei Raben. Je stärker die Bewaffnung der Tiere ist (Beißwerkzeuge, Krallen, Hörner), umso sicherer wirkt diese Tötungshemmung. Je schwächer die natürliche Bewaffnung ist, umso häufiger kommen echte Beschädigungskämpfe vor.

Der emotionale Affekt Wut muss vom aggressiven Verhalten, das häufig im Dienste von anderen biologischen Funktionen steht, unterschieden werden. Typische Situationen für Aggressionen sind:

- *Jagdverhalten (Hunger)*
- *Revierteidigung (Hunger, Aufzucht)*
- *Jungenschutz (Aufzucht, Bindung)*
- *Rivalenkampf (Sexualität, Fortpflanzung)*
- *Rangordnungskampf (Geltung, Macht)*
- *gegen Gruppenfremde (Fremdenfurcht)*
- *gegen abnorme Gruppenmitglieder (Erhaltung)*
- *bei Angstübersättigung (kritische Reaktion)*
- *bei Schmerz und Frustration (Irritation)*
- *gegen das eigene Ich gerichtete Aggressionen*

Man kann das Grundmuster des aggressiven Verhaltens auf zwei Umweltereignisse zurückführen, nämlich auf das Setzen von negativen Reizen (*Aversion*) oder das Entziehen positiver Reize (*Frustration*). Die dadurch erzeugte *Irritation* des Individuums ist die Basis für die verschiedenen Formen der Aggression. Beispielsweise wird das Beißen als elementarste, angeborene Aggressionsreaktion einerseits ausgelöst durch die Zufügung schmerzhafter Reize oder andererseits durch den Entzug von Triebobjekten. Ob Aversion bzw. Frustration zu *Aggression* und *Kampf* oder *Furcht* und *Flucht* führen, hängt von der Einschätzung der Reizkonfiguration ab. Die beteiligten neuronalen Strukturen bei Furcht und Aggression überlappen sich teilweise. Bei Wahrnehmung einer übermächtigen Feindüberlegenheit kommt es zu Furcht und Flucht.

Interessant ist das Phänomen der *kollektiven Aggression*, wenn von den Mitmenschen starke Aufforderungs-Signale zum Kampf gegen einen gemeinsamen Feind gesendet werden und diese auf eine entsprechende Bereitschaftslage des Individuums treffen (erhöhte innere Anspannung oder Konfliktpotential). Das ist der Fall bei Gewaltausbrüchen in Fußballstadien oder auch bei gewalttätigen Demonstrationen in Großstädten.

Psychologisch ebenfalls interessant ist auch das Phänomen der *asozialen Psychopathie* (Soziopathie). Soziopathen sind Personen, die wiederholt antisoziale, aggressive Akte begehen, ohne durch negative Verstärkung (Bestrafung) korrigierbar zu sein. Sie zeigen wenig Furcht, Reue und Schuld, sind jedoch zumeist überdurchschnittlich intelligent. In der klinischen Psychologie werden hauptsächlich nicht erfolgreiche, kriminelle Soziopathen erfasst. Mindestens genauso häufig aber sind gesellschaftlich erfolgreiche Soziopathen, die nicht als gestört eingestuft werden, obwohl sie für ihre Mitmenschen eine zumindest gleich große Belastung darstellen.

Die Ausdrucksformen der Aggression sind vielfältig. Sie reichen von direkter, körperlicher Gewalt über Schikanierung, Lächerlich-Machen und Missachten der persönlichen Würde (z.B. Mobbing am Arbeitsplatz) bis zu versteckten Formen von sprachlichem Zynismus.

Die Lokalisation der neuronalen Entstehungsorte aggressiven Verhaltens auf wenige, eng umschriebene Hirnzentren ist wegen der Verschiedenartigkeit und Vielfalt aggressiven Verhaltens nicht möglich, jedoch können mithilfe der Befunde von Hirnläsionen und Hirnstimulationen einige Knotenpunkte der zu Grunde liegenden neuronalen Netze angegeben werden.

Die elektrische Stimulation von lateralen Regionen im Mandelkern (Amygdala) im limbischen System bewirkt Kampfverhalten besonders bei Rangkonflikten von männlichen Tieren. Diese Stimulationsstudien zeigen, dass die künstliche Reizung der basolateralen Kerne der Amygdala zunächst Furcht auslöst, jedoch ein Anstieg der Reizintensität einen graduellen Anstieg von aggressivem Verhalten bewirkt (Summationsmechanismus). Eine Läsion dieser Teile des Mandelkerns produziert zahme, friedfertige Tiere.

Die künstliche Reizung lateraler Regionen des Hypothalamus führt zu Beuteaggression. Durch Stimulation medialer Gebiete des Hypothalamus können Wutaffekte ausgelöst werden. Dorsale Hypothalamusreizung erzeugt Flucht und bei vorhandenen Hindernissen Aggression. Der Hypothalamus erweist sich so als gegliederte neuronale Musterstruktur für aggressives Verhalten.

Auch androgene (männliche) Sexualhormone zeigen einen aktivierenden Einfluss auf die Aggression. Die medikamentöse Behandlung schwangerer Frauen mit Androgenen bewirkt eine deutlich erhöhte Aggressivität ihrer Kinder. Werden bei Versuchstieren in ihren Gehirnen die Androgen-Rezeptoren blockiert, dann verschwindet das aggressive Verhalten auch bei hochdosierten Gaben von Testosteron. Umgekehrt haben Studien gezeigt, dass nach einer erfolgreichen Aggression der Androgenspiegel im Blut erheblich erhöht ist. Jedenfalls weisen alle diese Untersuchungen eine enge Beziehung von **aggressivem Verhalten** und **männlichen Sexualhormonen** nach.

In der psychologischen Forschung gibt es zwei grundsätzliche Lehrmeinungen über die Aggression. Die eine behauptet, dass Aggressionsverhalten genetisch vererbt ist; die andere besagt, dass aggressives Verhalten durch die Umwelt erlernt wird. Zur Differenzierung zwischen den Einflüssen von Vererbung und Umwelt wurden so genannte Zwillingsstudien herangezogen. Erwachsene Zwillingspaare füllten Fragebogen aus, die unter anderen Eigenschaften auch die Aggressivität erfassten. Bei 179 zweieiigen Zwillingen desselben Geschlechtes, welche aus zwei verschiedenen Eizellen stammen, korrelierten die Aggressionswerte nicht ($r = 0,04$). Bei 286 eineiigen Zwillingen hingegen, die aus einer Eizelle stammen, war die Korrelation der Aggressivitätswerte deutlich positiv ($r = 0,40$). Das bedeutet sehr wohl einen Beitrag genetischer Faktoren zur Aggressivität, weil eineiige Zwillinge ja die gleiche Genausstattung besitzen. Ein Unsicherheitsfaktor solcher Studien besteht in den verschiedenen Umweltsituationen, in denen eineiige Zwillinge aufwachsen.

Jedenfalls zeigen die Ergebnisse, dass ungefähr 40% der Varianz von aggressivem Verhalten auf Vererbung und ungefähr 60% auf Umwelteinflüsse zurückzuführen sind. Aggression erweist sich somit als geringgradig genetisch bedingt, von hormonellen Voraussetzungen abhängig und durch frühkindliche Lernprozesse hochgradig geformt. Gelernt wird durch Konditionierung, Beobachtung und Nachahmung. Aggressives Verhalten, das zu einem bestimmten Erfolg führt, wird eingepreßt und nachgemacht. Geprügelte werden selber prügeln, Getretene werden selber treten.

Aggressives Verhalten und seine Folgen sind entscheidende Faktoren in unserer menschlichen Lebensgemeinschaft. Um diese zu schützen, muss nach Strategien gesucht werden, welche die Flut der Aggression eindämmen. Langfristig kann das nur dadurch geschehen, dass in der Erziehung jene Motivationen und Emotionen positiv verstärkt werden, welche ein zur Aggression genau gegensätzliches Wirkungsmuster zeigen. Antagonistisch zur Aggressivität wirkt vor allem die Intensivierung der zwischenmenschlichen Kontakte und damit die Erhöhung der sozialen Bindungsbedürfnisse. Kurzfristig hilft auch das motorische Ausagieren in ungefährlicher Art und Weise (z.B. Sport, Tanz, dynamische Meditation).

Unbestritten ist auch die aggressionsfördernde Wirkung der Darstellung von Gewalt und Brutalität in öffentlichen Medien (Fernsehen, Zeitungen). Hier wäre eine Selbstbeschränkung und Zurücknahme wünschenswert.

Der österreichische Tiefenpsychologe *Sigmund Freud* (um die Wende des 20. Jahrhunderts) sieht im Aggressionstrieb (Todestrieb, Thanatos) und in der Liebe (Eros) die zwei dynamischen Grundtriebe des Menschen. Alle anderen Motivationen sind Mischungen aus diesen beiden und enthalten sowohl destruktive als auch konstruktive Elemente. Die Triblehre Sigmund Freuds ist ein eher spekulatives Gedankengebäude, welches ursprünglich der Erklärung von psychischen Störungen diene, vor allem von sexuellen Konflikten. Der Wiener Psychologe *Viktor Frankl* (1905-1997) sieht in der Hyperaggressivität (z.B. beim jugendlichen Vandalismus) eine Folgeerscheinung der mangelnden Sinngebung im Leben.

Der österreichische Biologe und Verhaltensforscher *Konrad Lorenz* (in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts) schreibt dem Aggressionstrieb eine außerordentliche biologische Bedeutung zu. Weil der Mensch mit einer sehr schwachen natürlichen Bewaffnung ausgestattet ist, besitzt er auch keine besonders wirksame instinktive Tötungshemmung. Auf Grund seiner Intelligenz jedoch hat der Mensch mithilfe der Technik Waffenarsenale entwickelt, die ungleich gefährlicher sind als Zähne, Krallen oder Hörner der Raubtiere. Die Atomwaffen bedrohen heute sogar den gesamten Bestand der Menschheit.

Als Ersatz für die verloren gegangene, instinktive Tötungshemmung sind bei den Menschen das *Mitgefühl* und die *Moral* als so genanntes Gewissen wirksam. Diese Grundmotive des Altruismus wirken antagonistisch dem Egoismus und der Aggression entgegen und müssen mithilfe der Erziehung erlernt werden. Auf diesen beiden Eckpfeilern beruhen die Hoffnungen der Gesellschaft auf soziale Gerechtigkeit und Frieden.

Die kriegstreibenden Militärs aller politischen Systeme sind stets darauf bedacht, erstens durch Indoktrination und Manipulation über die Propaganda in öffentlichen Medien ein deutliches Feindbild zu erzeugen, und zweitens wird immer versucht, den einzelnen Soldaten von seinen Gegnern emotional abzuschirmen. Ein direkter Augenkontakt, eine Fraternisierung über die Schützengräben hinweg würde zur Erkenntnis führen, dass der feindliche Soldat auch nur ein Mensch mit ähnlichen Sorgen und Nöten ist. Die Kommunikation und das Mitgefühl würden das indoktrinierte und propagierte Feindbild in Frage stellen und somit zu einer Reduktion der Kampfbereitschaft führen. Der *mitmenschliche Dialog* erweist sich dabei als ein wichtiger Aggressionshemmer!

[8] Die Interessen

Interessen sind *triebähnliche Drangerlebnisse*, die zumeist *erlernt* werden. Ihre Ziele sind jedoch nicht biologischer Natur, sondern kulturelle Aktivitäten wie beispielsweise Forschung und Kunst. Die Interessen können auch als Kulturtriebe bezeichnet werden. Durch entsprechende Lernimpulse aus der Umwelt kommt es zur Weckung und Entwicklung von Interessen. Diese wirken sehr oft wie ein unbewusst einsetzender, zwanghafter Drang, der lebensbestimmend sein kann. Man unterscheidet dabei unterschiedliche Interessensgebiete: Forschung, Wissenschaft, Kunst, Politik, Ethik, Religion, usw.

Ein Wert ist ein Leitmotiv für das individuelle Denken und Handeln, welches von den vitalen Trieben oder von den kulturellen Interessen gesetzt wird.

[9] Die Süchte

[9.1] Die Wirkung von Suchtmitteln

Sucht ist eigentlich ein erlernter Trieb, der zur Lustgewinnung oder Unlustvermeidung dient. Seine Auslöser heißen Suchtmittel (Drogen). Nach ihren Wirkungen unterscheidet man:

Beruhigungsmittel: Sedativa und Analgetika wie Opium, Morphin, Heroin, Barbiturate (Schlafmittel).

Anregungsmittel: Stimulantia, wie Amphetamine, Kokain, Koffein, Nikotin, Alkohol, ...

Halluzinogene: wie LSD (Lysergsäurediätylamid), Psilocybin, Meskalin oder Marihuana (Haschisch), die das Bewusstsein verändern und Halluzinationen erzeugen (d.h. intensive Vorstellungen mit Wahrnehmungscharakter).

Neben substanzbezogenen Suchtformen gibt es auch handlungsbezogene Suchtformen wie Esssucht, Arbeitswut, Spielsucht, Putzzwang, Sexsucht, usw.

Zunächst steht im Suchtverhalten die hedonistische (lusterzeugende) oder analgetische (schmerzlindernde) Drogenwirkung im Vordergrund. Beiden Wirkungen liegen bestimmte neurochemische Mechanismen zu Grunde. Im ersten Fall werden das dopaminerge Lustsystem im Hypothalamus erregt und auch körpereigene Hirnopiate ausgeschüttet, im zweiten Fall werden Glutamat-Rezeptoren im Schmerzsystem blockiert. Durch wiederholten Drogenkonsum kommt es zu chemischen Veränderungen in bestimmten Neuronen im Gehirn, wodurch die Drogenwirkung kompensiert werden kann. Beispielsweise erhöht Nikotin die Herzfrequenz und kompensatorisch wird daraufhin über den Vagusnerv der Herzschlag verlangsamt.

Zur Erklärung von Suchtverhalten und von Entzugserscheinungen dient die *Hypersensivitätstheorie*, der zufolge das Gehirn versucht den Drogenwirkungen entgegen zu arbeiten. Eine Droge besetzt Rezeptormoleküle auf der Membran einer Nervenzelle. Dadurch wird die Biosynthese von bestimmten Vermittlerstoffen (second messenger, z.B. zyklisches Adenosinmonophosphat cAMP) im Innern der Zelle gehemmt. Die Zelle reagiert darauf und arbeitet dieser Veränderung entgegen, indem sie beispielsweise größere Mengen von cAMP produziert. Bei wiederholtem Drogenkonsum stellen sich in der Nervenzelle lang andauernde Veränderungen ein, welche dann bei Drogenentzug fortbestehen und welche die unangenehmen Entzugserscheinungen bewirken. Diese Veränderungen im Nervensystem werden unter dem Begriff *Neuroadaptation* zusammengefasst. Dadurch kommt es zur so genannten *Toleranz*: um eine gleiche Wirkung zu erreichen, müssen immer größere Mengen des Suchtmittels eingenommen werden.

Stellt der Süchtige seinen Drogenmissbrauch ein, so treten Entzugserscheinungen auf. Darunter versteht man bestimmte, als unangenehm erlebte emotionale und physiologische Reaktionen. Diese dauern solange an, bis die von der Droge verursachten neurochemischen Veränderungen wieder rückgängig gemacht werden (Normalisierung). Die Vermeidung der negativen Entzugserscheinungen führt häufig zu neuerlichem Drogenkonsum.

Zwanghafte Sucht (Suchen der Droge), Gewöhnung und Toleranz, Entzug, so wie Normalisierung und Rückfälligkeit sind die Kennzeichen einer Drogenkarriere.

Die meisten Ursachen für ein solches Suchtverhalten sind psychosozialer Natur. Chronische Schmerz-, Angst-, Stress- und Konfliktsituationen verursachen den Griff zum Suchtmittel. Wenn andere Bewältigungsversuche scheitern, kommt es oft zur Flucht in den Drogenkonsum. Umwelteinflüsse (die Szene) und erlernte Erwartungshaltungen spielen ebenfalls eine maßgebliche Rolle.

Interessant beim Drogenverhalten ist die Tatsache, dass die Toleranz gegenüber einer Droge in gewissem Ausmaß auch von Lernvorgängen abhängig ist. Ratten, denen man in ihrer gewohnten Umgebung wiederholt Morphin injiziert, entwickeln eine erstaunliche Toleranz gegenüber der Droge. Sie können eine Dosis überleben, die für sie tödlich ist, wenn man sie ihnen in einer fremden Umgebung spritzt.

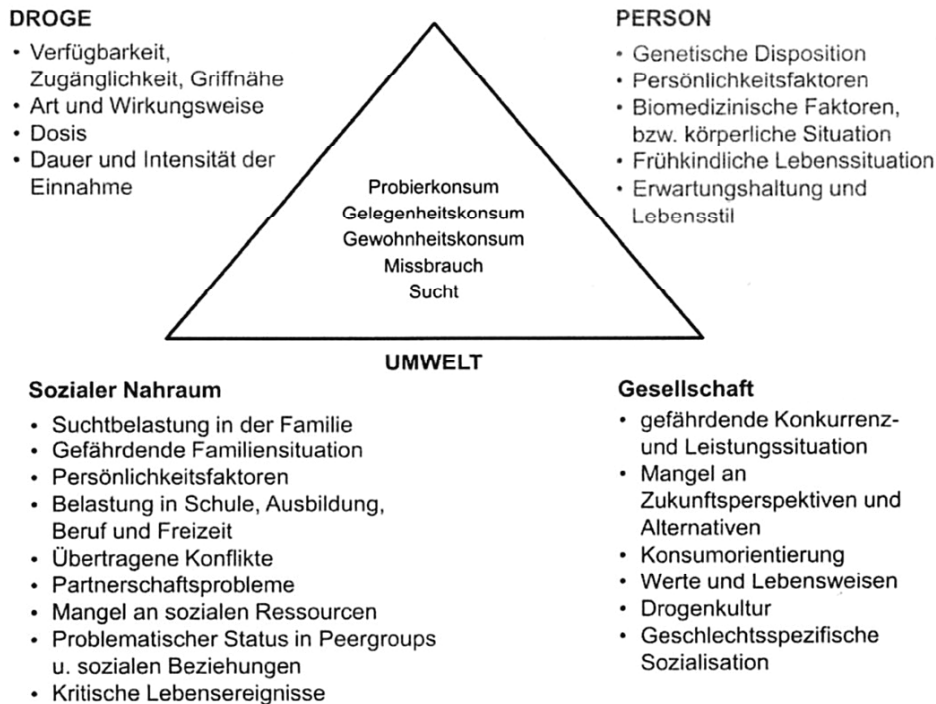
[9.2] Grundlagen der Suchtprävention

Die Entwicklung von Präventionsprogrammen basiert auf zwei zentralen Fragen:
 „Welche Faktoren begünstigen die Entstehung des Problemverhaltens?“
 „Mit welcher Intervention können diese Faktoren verhindert werden?“

Um die Fragen beantworten zu können, ist das Wissen um die Risikofaktoren und Schutzfaktoren im bio-psycho-sozialen Lebensraum der Zielgruppe erforderlich.

Risikofaktoren (RF)	Schutzfaktoren (SF)
Genetische Dispositionen	Stabile, sichere familiäre Bindung
Gestörtes Bindungsverhalten	Konsistenter Erziehungsstil
Frühkindliche Auffälligkeiten	Klare, nachhaltige Wertevermittlung
Missbrauchs- und Gewalterfahrungen	Positives Schulklima
Ungünstige familiäre Situation	Soziale Integration
Unklare Wertevermittlung	(Bildung, Arbeit, ...)
Geringe soziale Integration	Entwicklung von Kompetenzen
Desorganisierte Schule	(sozial, emotional, kognitiv)
Versagen in Schule und Beruf	.....
Geringe Impulskontrolle	
Mangel an Kompetenzen	
(sozial, emotional, kognitiv)	
Leichte Erhältlichkeit der Suchtmittel	

Die Wahrscheinlichkeit, Suchtprobleme zu entwickeln, wird durch das Verhältnis der Risikofaktoren (RF) zu den Schutzfaktoren (SF) bestimmt. Das unten dargestellte Sucht-Modell spiegelt den gesamten bio-psycho-sozialen Kontext wider.



[10] Die Gefühle

[10.1] Beschreibung der Gefühle

Gefühle (Emotionen) sind Reaktionen auf äußere oder innere Reize, die in drei verschiedenen Ebenen ablaufen: der psychologischen, der vegetativen und der motorischen. Emotionen sind bewusstseinsbefüllende Zustände, die als angenehm oder unangenehm erlebt werden, und welche die psychischen Funktionen (Wahrnehmung, Gedächtnis, Denken) zur Erreichung bestimmter Verhaltensziele aktivieren können. Als Motivationen unterscheiden sie sich von den Trieben, denn es fehlt die homöostatische Regelung und die stereotype Reiz-Reaktions-Abfolge.

Emotionen können mit Hilfe von drei voneinander unabhängigen Faktoren (Erlebnisdimensionen) beschrieben werden, die in jedem Gefühl mehr oder minder ausgeprägt vorhanden sind: *Lustbetontheit*, *Aktivitätsgrad*, *soziale Dominanz*. Gefühle werden zunächst stets als angenehm oder unangenehm erlebt, so dass entweder mit Annäherung (*Appetenz*) oder mit Ablehnung bzw. Vermeidung (*Aversion*) reagiert wird. Dem entsprechend werden die auslösenden Reize als positiv oder negativ bewertet. Zweitens liegt der Aktivitätsgrad der Gefühle zwischen aktiv und inaktiv (bzw. angespannt und entspannt), und drittens besitzen viele Gefühle auch eine soziale Ausrichtung, die zwischen dominant (vorherrschend) und submissiv (unterordnend) schwankt.

Affekte sind besonders starke Gefühle mit heftigen vegetativen und motorischen Symptomen. Ihre Dauer überschreitet selten einige Sekunden. **Stimmungen** hingegen sind länger anhaltende Reaktionstendenzen, die das Auftreten bestimmter Gefühle und Affekte wahrscheinlich machen. Die menschliche Affektivität kann durch folgende allgemeine, operationale Merkmalsbegriffe beschrieben werden:

- *Affektlabilität (Launenhaftigkeit)* versus *Stabilität*.
- *Affektinkontinenz (Unbeherrschtheit)* versus *Kontrolliertheit*.
- *Affektarmut (Teilnahmslosigkeit)* versus *Gefühlsbetontheit*.

[10.2] Einteilung der Gefühle

Die Vielfalt subjektiver, emotionaler Zustände wird als Mischung von wenigen Grundgefühlen verstanden. Die Zahl der primären Emotionen wird in der Literatur zwischen sechs und zehn angegeben. Nach dem amerikanischen Anthropologen und Psychologen **Paul Ekman** können sieben Grundgefühle unterschieden werden:

Furcht, Wut, Freude, Verachtung, Überraschung, Ekel, Traurigkeit

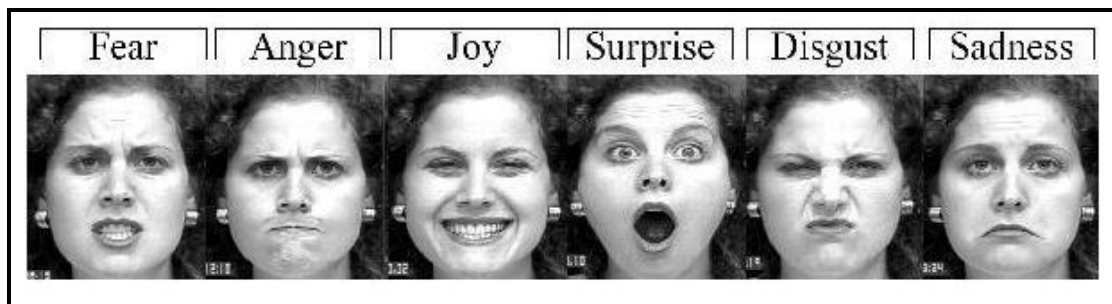
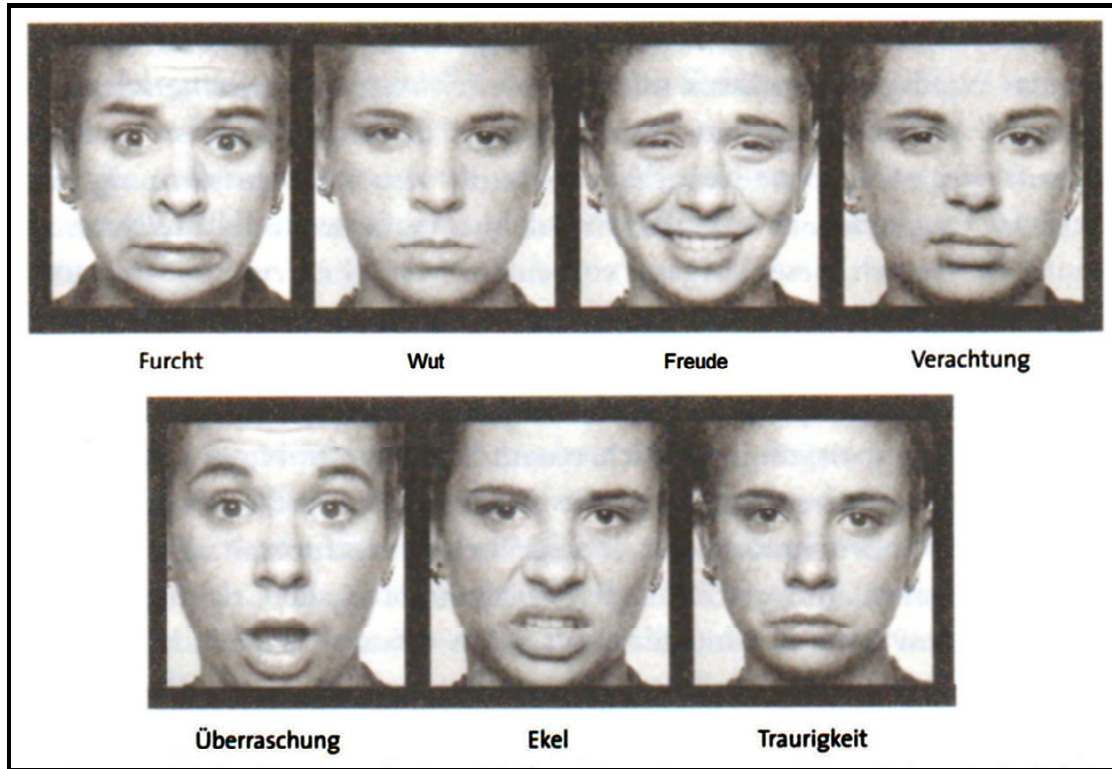
Diesen primären Emotionen sind angeborene physiologische und motorische Reaktionsmuster zugeordnet, die in den meisten Kulturen gleich ablaufen. Die mit den primären Emotionen verbundenen motorischen Ausdrucksbewegungen in Gesicht- und Körperhaltung sind angeboren in dem Sinne, dass sie ab einer gewissen Hirnreifung auf einige wenige spezifische Reize spontan einsetzen, d.h. ohne Vermittlung von konditionellen Lernprozessen.

Darüber hinaus entwickelt jede Kultur ihre eigenen Darstellungsregeln und Riten für die primären Emotionen, welche die angeborenen Muskelbewegungen zwar überlagern, aber nicht völlig maskieren können.

Emotionen werden kommuniziert, sowohl verbal als auch nonverbal (gestisch, mimisch), wobei die nonverbale Form die wirksamere ist. Emotionen können so übertragen werden und wirken zuweilen sogar ansteckend (z.B. Begeisterung). Man kann mit Sicherheit behaupten, dass der biologische Sinn der Emotionen in der Evolution darin liegt, dass sie mit ihren körperlichen Symptomen als *soziale Signale* wirken und so der sozialen Anpassung in einer Gemeinschaft dienen.

Die über die Emotionen ablaufende Informationsausgabe der privaten Zustände des Einzelindividuums steuert das Verhalten der anderen Individuen. Furchtausdruck signalisiert Gefahr, Wut über ein Hindernis bedeutet feindselige und zerstörerische Absichten, vertrauende Akzeptanz signalisiert den Wunsch nach sozialem Anschluss, Trauer über Verlust teilt Hilfebedürfnis mit, Freude zeigt Erfolg und Erwerb an, Ekel bedeutet Zurückweisung, und Überraschung signalisiert Neuorientierung. Das ist die kommunikative Bedeutung der Gefühle.

Die Grafiken zeigen den Gesichtsausdruck und die entsprechenden mimischen Merkmale der Grundgefühle: *Furcht, Wut, Freude, Verachtung, Überraschung, Ekel, Traurigkeit.*



	Angehobene Augenbrauen	Gesenkte Augenbrauen (gerunzelte Stirn)	Oberes Augenlid	Unteres Augenlid	Mundwinkel	Mund geöffnet	Angehobene Oberlippe	Mundwinkel angehoben, auf einer Seite angespannt
Furcht	⊗		angehoben					
Wut		⊗	angehoben	angespannt		⊗		
Freude				angespannt	angehoben			
Verachtung								⊗
Überraschung	⊗		angehoben			⊗		
Ekel				angespannt			⊗	
Traurigkeit		⊗			gesenkt			

Der amerikanische Psychologe **Robert Plutchik** modifiziert **Ekman's** System und unterscheidet acht Basisemotionen (primäre Emotionen), denen bestimmte Verhaltensweisen zugeordnet sind. Plutchik postuliert die Existenz von vererbten Dispositionen zu den acht Basisgefühlen. Diese emotionalen Reaktionen werden durch bestimmte Ereignisse in der Umwelt ausgelöst, und parallel dazu erfolgt auch eine *kognitive Einschätzung*. So wird die Furcht durch eine bedrohliche Situation ausgelöst, die dann kognitiv als eine mehr oder minder starke Gefahr eingeschätzt wird, so dass mit passenden Handlungen (Flucht) reagiert werden kann. Ärger wird zumeist dann erlebt, wenn einem Menschen Hindernisse in den Weg gelegt werden. Die Verursacher davon werden kognitiv als Feinde eingeschätzt und es werden dann passende Handlungen (Angriff) ausgeführt.

Emotion	Handlung	Biologische Funktion
Furcht	Flucht	Sich schützen
Ärger	Angriff	Zerstören
Freude	Paarung	Sich fortpflanzen
Traurigkeit	Weinen	Hilfe suchen
Vertrauen	Umsorgen	Sich binden
Ekel	Wegstoßen	Zurückweisen
Neugier	Untersuchen	Erkunden
Überraschung	Innehalten	Sich orientieren

Alle anderen Emotionen sind nach Plutchik Mischungen oder Kombinationen von gleichzeitig auftretenden primären Emotionen. Mischen sich zwei Grundgefühle, dann entstehen so genannte Dyaden. Freude und Vertrauen ergeben „Liebe“. Furcht und Ekel mischen sich zu „Scham“. Aus Freude und Ärger ergibt sich „Stolz“. Wenn entgegengesetzte primäre Emotionen gleichzeitig auftreten, die Appetenz und Aversion gleich stark erzeugen, so erfolgt meistens eine Hemmung.

Der amerikanische Psychologe **Andrew Ortony** unterscheidet nach dem Objekt der emotionalen Bewertung drei Gruppen von insgesamt 24 Gefühlen:

(1) Ereignisbezogene Gefühle:

- (1a) Bei den Empathie-Gefühlen wird ein Ereignis in seiner Bedeutung für eine andere Person bewertet: *Mitfreude – Neid, Mitleid – Schadenfreude*.
- (1b) Bei den Wohlbefinden-Gefühlen wird ein Ereignis in seiner Bedeutung für die eigene Person bewertet: *Freude – Trauer, Glück – Leid*.
- (1c) Erwartungs-Gefühle sind mit einer Erwartungshaltung der eigenen Person verknüpft: *Hoffnung – Enttäuschung, Furcht (Angst) – Erleichterung*.

(2) Attributions-Gefühle:

- (2a) Bewertung von Handlungen einer anderen Person (Billigung – Missbilligung): *Wohllwollen – Zorn (Wut), Dankbarkeit – Verärgerung*.
- (2b) Bewertung von Handlungen der eigenen Person (Billigung – Missbilligung): *Stolz – Scham, Zufriedenheit – Unzufriedenheit*.

(3) Beziehungs-Gefühle:

Kriterien der emotionalen Stellungnahme sind Werte und Vorlieben einer Person, d.h. Wertschätzung oder Geringschätzung: *Bewunderung – Verachtung, Liebe – Hass*.

[10.3] Der neuronale Schaltkreis der Furcht

(aus „Emotionale Intelligenz“ von Daniel Goleman)

Bei der Kartierung der Schaltungen für Furcht sind die Neurowissenschaftler am Genauesten fortgeschritten, doch eine vollständige Kartierung ist beim gegenwärtigen Stand der Wissenschaft für keine der Emotionen durchgeführt. Die Furcht ist ein passendes Beispiel für das Verstehen der neuronalen Dynamik der Emotion. In der Evolution spielt die Furcht eine besondere Rolle, denn wohl keine andere Emotion ist so wichtig für das Überleben. In der Neuzeit sind unbegründete Ängste dagegen der Fluch des Alltags, und so leiden wir unter Geiztheit, Angst und banalen Sorgen - oder, im pathologischen Extremfall, unter Panikanfällen, Phobien oder obsessiven Zwangsvorstellungen. Angenommen, Sie sind nachts allein im Haus und lesen ein Buch, als Sie plötzlich aus einem anderen Zimmer **einen „Krach“ hören**. Was sich anschließend in Ihrem Gehirn abspielt, bietet einen Einblick in den neuronalen Schaltkreis der Furcht. Die erste Schaltung nimmt dieses Geräusch als bloße physikalische Wellen auf und transformiert sie in die Sprache des Gehirns, um Sie aufzurütteln. Diese Schaltung geht vom Ohr zum Hirnstamm und dann zum Thalamus. Dort trennen sich zwei Äste: ein kleineres Bündel von Projektionsfasern führt zum **Mandelkern (Amygdala)** und zum nahe gelegenen **Hippocampus**, die andere, längere Bahn führt zur Hörrinde im Temporallappen, wo Geräusche analysiert und verstanden werden.

Der **Hippocampus**, ein zentraler Speicherplatz für Erinnerungen, vergleicht diesen „Krach“ rasch mit ähnlichen Geräuschen, die Sie schon gehört haben, um herauszufinden, ob es ein vertrautes Geräusch ist: Ist dies ein „Krach“, den Sie sofort erkennen? Unterdessen führt die **Hörrinde** eine eingehendere Analyse des Geräusches durch, um seine Quelle herauszufinden: Ist es die Katze? Ein Fensterladen, der gegen die Hauswand schlägt? Ein Herumtreiber? Die Hörrinde tischt ihre Hypothese auf - es könnte die Katze sein, die eine Lampe vom Tisch gestoßen hat, aber es könnte auch ein Herumtreiber sein - und schickt diese Nachricht zum Mandelkern und zum Hippocampus, die sie rasch mit ähnlichen Erinnerungen vergleichen.

Wenn die Schlussfolgerung beruhigend ist (es ist nur der Fensterladen, der bei jedem stärkeren Windstoß gegen die Hauswand knallt), steigert sich der allgemeine Alarm nicht zur nächsten Stufe. Wenn Sie sich aber noch nicht sicher sind, tritt eine weitere Spirale von hin- und hergehenden Signalen zwischen **Mandelkern, Hippocampus** und dem **präfrontalen Cortex** in Aktion, die Ihre Unsicherheit weiter erhöht und Ihre Aufmerksamkeit fesselt, so dass es für Sie noch dringlicher wird, die Quelle des Geräusches zu identifizieren. Erbringt diese zusätzliche, eingehende Analyse keine befriedigende Antwort, löst der Mandelkern einen Alarm aus, sein Zentralbereich aktiviert **Hypothalamus, Hirnstamm** und **autonomes Nervensystem**.

In diesem Moment der Besorgnis und der unterschwelligsten Angst wird deutlich, wie hervorragend der **Mandelkern** als zentrales Alarmsystem des Gehirns konstruiert ist. Der Mandelkern enthält mehrere Bündel von Neuronen mit eigenen Projektionen, deren Rezeptoren auf unterschiedliche Neurotransmitter eingestellt sind, vergleichbar mit den Sicherheitsfirmen, wo Telefonistinnen in Bereitschaft stehen, um die nächste Feuerwehrration, die Polizei oder einen Nachbarn anzurufen, sobald eine häusliche Alarmanlage Ärger signalisiert. Die einzelnen Teile des Mandelkerns empfangen unterschiedliche Informationen. In den zum Mandelkern gehörenden Nucleus lateralis münden Projektionen vom **Thalamus**, von der **Hörrinde** und von der **Sehrinde**. Geruchswahrnehmungen gelangen über den Riechkolben in die cortikomediale Gruppe des Mandelkerns, Geschmackswahrnehmungen und Nachrichten von den Eingeweiden gelangen in die zentralen Gehirnbereiche. Diese einlaufenden Signale machen den Mandelkern zu einem permanenten Wachtposten, der jede sensorische Wahrnehmung kritisch prüft.

Vom **Mandelkern** gehen Projektionen zu allen wichtigen Teilen des Gehirns aus. Von der zentralen und der medialen Gruppe verläuft ein Ast zu jenen Bereichen des **Hypothalamus**, die die **Notfallreaktionssubstanz** des Körpers ausschütten, das Cortikoliberin (Releasing Faktor für **Hypophysenhormone**), das über eine Kaskade anderer Hormone die Kampf- oder Flucht-Reaktion mobilisiert. Der Nucleus basalis des Mandelkerns schickt Fasern zum Corpus striatum, der eine Verbindung zum Bewegungssystem des Körpers herstellt. Und über den benachbarten Nucleus centralis schickt der Mandelkern Signale über das verlängerte Mark ans **autonome Nervensystem** und aktiviert eine Vielzahl von entfernten Reaktionen im kardiovaskulären System, den Muskeln und den Eingeweiden. Von der basolateralen Gruppe des Mandelkerns verlaufen Äste zum **zentralen Höhlengrau** am Boden der dritten Hirnkammer - das sind Zellen im Zwischenhirn, welche die großen Skelettmuskeln regulieren. Es sind diese Zellen, die einen Hund drohend die Zähne fletschen und eine Katze einen Buckel machen lassen, wenn jemand in ihr Territorium eindringt. Beim Menschen bewirken diese Bahnen eine Straffung der Stimmbänder und erzeugen die hohe Stimme, wenn man erschrickt.

Eine andere Bahn führt vom Mandelkern zum **Locus coeruleus** im Hirnstamm, der seinerseits Noradrenalin erzeugt und über das ganze Gehirn verteilt. Der Endeffekt des Noradrenalins besteht darin, die Reaktionsfähigkeit der Hirnbereiche, die es empfangen, insgesamt zu erhöhen, wodurch die sensorischen Schaltungen empfindlicher werden. Noradrenalin durchflutet den Cortex, den Hirnstamm und das limbische System und versetzt das ganze Gehirn in Spannung. Jetzt genügt schon ein gewohntes Knarren im Haus, um Sie vor Angst erbeben zu lassen. Diese Veränderungen vollziehen sich überwiegend außerhalb des Bewusstseins, so dass Sie noch keine bewusste Furcht empfinden.

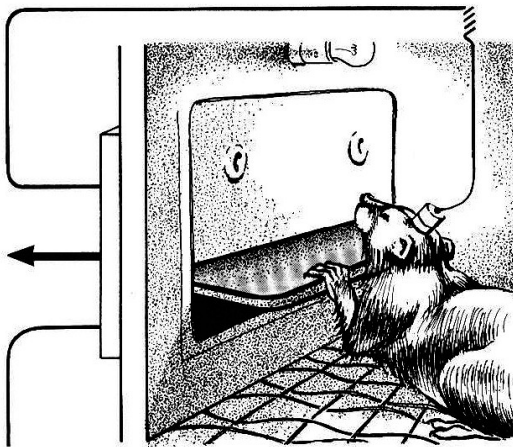
Doch sobald Sie wirklich Furcht empfinden, sobald also die unbewusste Angst ins Bewusstsein dringt, löst der Mandelkern unverzüglich eine weitreichende Reaktion aus. Er weist Zellen im **Hirnstamm** an, einen furchtsamen Ausdruck in Ihr Gesicht zu legen, Sie nervös und schreckhaft zu machen, unkoordinierte Bewegungen Ihrer Muskeln einzufrieren, Ihren Herzschlag zu beschleunigen, Ihren Blutdruck zu erhöhen und Ihre Atemfrequenz zu senken (vielleicht fällt Ihnen auf, dass Sie plötzlich den Atem anhalten, wenn eine Furcht Sie beschleicht, um deutlicher zu hören, was es ist, wovor Sie sich fürchten). Das ist nur ein Teil eines breiten, genau koordinierten Spektrums von Veränderungen, welche der Mandelkern und mit ihm zusammenhängende Bereiche veranlassen, wenn sie in einer kritischen Situation das Gehirn mit Beschlag belegen.

Unterdessen aktivieren der **Mandelkern** und der mit ihm verbundene **Hippocampus** jene Zellen, die Neurotransmitter aussenden (um zum Beispiel Dopamin auszuschütten). Diese führen dazu, dass die Aufmerksamkeit sich auf die Quelle Ihrer Furcht, die seltsamen Geräusche, heftet und die **Muskeln in Bereitschaft** versetzt, entsprechend zu reagieren. Gleichzeitig übermittelt der Mandelkern den sensorischen Bereichen für Sehen und Aufmerksamkeit den Befehl, dass die Augen Ausschau nach allem halten, was für die aktuelle kritische Situation relevant sein könnte. Die kortikalen Gedächtnissysteme werden zugleich in der Weise neu geordnet, dass Erkenntnisse und Erinnerungen, die für den vorliegenden emotionalen Notfall die größte Relevanz besitzen, ganz rasch aufgerufen werden können und gegenüber weniger relevanten Gedanken Vorrang erhalten. Sind diese Signale ausgeschickt, so hat die Furcht Sie voll im Griff.

Sie bemerken die charakteristische innere Anspannung, das rasende Herz, die Anspannung der Muskeln im Hals- und Schulterbereich und das Zittern Ihrer Gliedmaßen. Ihr Körper erstarrt, während Sie mit gespannter Aufmerksamkeit auf weitere Geräusche lauschen, und blitzschnell geht es Ihnen durch den Kopf, welche Gefahren dort lauern und wie Sie darauf reagieren könnten. Dieser ganze Ablauf - von der Überraschung über die Ungewissheit und Beklemmung bis zum bewussten Furchterlebnis - kann sich innerhalb einer einzigen Sekunde abspielen.

[10.4] Die neuronalen Zentren der Lust

Eine der aufregendsten Entdeckungen der Gehirnforschung machten **James Olds** und **Peter Milner** 1953 an der McGill-Universität in den USA. In der Hoffnung ein Schlafkontrollsystem zu reizen, versetzten sie verschiedenen Hirnregionen frei umherlaufender Ratten milde Stromstöße. Die implementierten Elektroden zeigten auf Regionen im ventrolateralen **Hypothalamus**. Die Tiere konnten sich selbst stimulieren, indem sie durch einen mechanischen Hebeldruck den elektrischen Stromkreis schlossen (**ICSS**, Inter-cranielle Selbststimulation). Es zeigte sich, dass die Tiere bis zu 5 000 Mal und mehr pro Stunde die Selbstreizung durchführten und dies bis sie vor Erschöpfung einschliefen. Olds und Milner hatten etwas gefunden, was sie ursprünglich gar nicht suchten, nämlich ein neuronales Lust- und Belohnungssystem. Sie nannten es „Pleasure Centres“ (Zentren der Freude). Bemerkenswert war dabei, dass nach einer relativ kurzen Lernzeit (2-5 Minuten) eine starke Einspeicherung jener Orte und Hebelmechanismen stattfand, durch welche die Lustempfindung ausgelöst worden war. Die **ICSS** wurde allen anderen Verhaltensweisen vorgezogen. Die Tiere nahmen das Überqueren elektrisch geladener Platten auf sich und ließen sogar ihre Sexualpartner und Jungen im Stich. Auch zeigte **ICSS** eine angstreduzierende Wirkung.



Durch die Entdeckungen von Olds und Milner wurden die anatomisch-biologischen Grundlagen für jene Verstärkersysteme gefunden, welche bei jeder instrumentellen Konditionierung wirksam werden, und die schon jahrzehntelang von Lernpsychologen wie von **B. F. Skinner** angenommen worden waren. Die Neuronen des Lustsystems bewirken mit ihren Signalen eine synaptische Verstärkung (Sensibilisierung) in den Leitungsbahnen von jenen Verhaltensweisen, welche zu einer Belohnung führen, d.h. die Lustgefühle auslösen. Dadurch erfolgt eine stärkere Einspeicherung.

Die moderne Neurobiologie hat festgestellt, dass **ICSS** im so genannten medialen Vorderhirnbündel (MFB, medial forebrain bundle) an der vorderen Basis des Großhirns und im ventrolateralen Hypothalamus (VLH) am wirksamsten ist. Besonders gut auslösbar ist die **ICSS** in jenen absteigenden Teilen des MFB, welche den VLH mit der vorderen Seite der Vierhügelplatte im Mittelhirn verbinden (VTA, ventrales tegmentales Areal). Dieses Areal leitet seinerseits aufsteigend weiter zum frontal gelegenen Nucleus accumbens (NA), welcher auch Informationen von Hippocampus und Mandelkern erhält und selbst motorische Kerne des Hirnstammes versorgt. Der **Nucleus accumbens** erweist sich so als eine zentrale Schaltstelle im Lustsystem.

In dem nervösen System MFB-VLH-VTA-NA spielt der Transmitter Dopamin die entscheidende Rolle bei der Erregungsübertragung. Es handelt sich dabei also um ein **dopaminerges System**. Künstliche Gaben von Dopamin-Antagonisten blockieren die Dopaminrezeptoren und heben so die Wirkung der **ICSS** auf, ja sie schalten sogar den belohnenden Effekt von Nahrung und Wasser aus, so dass bei der entsprechenden Triebbefriedigung keine Lustgefühle mehr entstehen (Anhedonie). Hingegen erregen künstliche Gaben von Dopamin-Agonisten die Dopaminrezeptoren und intensivieren die **ICSS** und die Lustempfindung beim Triebverhalten.

[10.5] Die Kontrolle der Affekte

Im Sommer 1848 erleidet ein junger amerikanischer Bauarbeiter namens Phineas Gage einen schweren Arbeitsunfall, bei dem eine Eisenstange den Schädelknochen unterhalb des Auges durchbohrt und an der Schädeldecke wieder austritt. Wie ein Wunder überlebt Gage. Und wie ein Wunder scheinen auf den ersten Blick alle Fähigkeiten intakt geblieben zu sein. Allerdings stellte sich heraus, dass die Persönlichkeit von Gage sich auf markante Weise verändert hat: Der vormals ehrliche Mann galt in den restlichen dreizehn Jahren seines Lebens als verlogen, launisch und unzuverlässig. „Die Balance zwischen seiner intellektuellen Fähigkeit und seinen animalischen Trieben war zerstört“, notierte Gages Hausarzt John Harlow.

Denken und Gefühlsleben scheinen vollkommen unabhängig voneinander zu funktionieren. Bewegende Situationen lösen überhaupt keine Gefühlsreaktion aus. Umgekehrt kann es jedoch in emotional neutralen Situationen zu Wut- oder Freudenausbrüchen kommen. Überhaupt verflachen sich die emotionalen Reaktionen. Der Gehirn- und Gedächtnisforscher Alberto Damasio beschreibt diesen Zustand so:

"Der auffälligste Aspekt an dieser unerfreulichen Geschichte ist das Missverhältnis zwischen der normalen Persönlichkeitsstruktur, die Phineas Gage vor dem Unfall zeigte, und den anderen Persönlichkeitszügen, die danach zutage traten und wohl auch für den Rest seines Lebens erhalten blieben. . . . Nach dem Unfall kümmerten ihn keine sozialen Konventionen mehr, er verstieß gegen moralische Prinzipien, fluchte, beleidigte Leute, hielt Vereinbarungen nicht ein, und traf Entscheidungen, die seinen Interessen zuwiderliefen. . . . Er konnte keine vernünftigen Entscheidungen mehr treffen. . . ."

Ein zweiter wichtiger Aspekt in Gages Geschichte ist das Missverhältnis zwischen dem Verfall seines Charakters und der scheinbaren Unversehrtheit von zahlreichen geistigen Fähigkeiten. Aufmerksamkeit, Wahrnehmung, Gedächtnis, Sprache und Intelligenz scheinen intakt, aber das Zusammenspiel scheint nicht mehr zu klappen. Das, was man als "einheitliche Persönlichkeit" empfindet, scheint nicht mehr zu existieren. Phineas Gage scheint sich in unterschiedliche Teilpersönlichkeiten mit unterschiedlichen Charakteren aufgelöst zu haben. Dieses Zustandsbild, wo Verstand und Emotion auseinanderfallen, wird als Dissoziation bezeichnet.

In Gehirnuntersuchungen nach dem Tod von Gage stellt sich heraus, dass durch den Unfall vor allem präfrontale Rindengebiete im Stirnlappen irreversibel beschädigt worden sind. Daraus schließen Neurologen wie Damasio, dass diese Regionen etwas mit der Verbindung von Emotion und intellektuellen kognitiven Fähigkeiten zu tun haben müssen und dass dies wiederum eine sehr zentrale Voraussetzung für Planungen in die Zukunft darstellt. Damasio schreibt, "Die selektiven Schädigungen in den präfrontalen Rindenabschnitten im Gehirn von Phineas Gage waren schuld daran, dass er weitgehend die Fähigkeit verloren hatte, seine Zukunft zu planen, sich nach sozialen Regeln zu richten, die er einst gelernt hatte, und die Handlungsabläufe zu wählen, die letztlich für sein Überleben am günstigsten waren. In seinem Sozialverhalten war er triebhaft und distanzlos."

Der Fall „Phineas Gage“ und viele ähnliche Krankheitsfälle zeigen, dass der **präfrontale** und der **orbitofrontale Cortex** im Stirnlappen eine wesentliche Rolle bei der kognitiven Affektkontrolle spielen. Von hier werden hemmende Signale an die **Amygdala** im limbischen System gesendet. Im Zusammenspiel mit **cingulärem** und **insulärem Cortex** bilden sich die Fähigkeiten zu Impulshemmung, Belohnungsaufschub, Frustrationstoleranz und auch zu sozialem Mitgefühl.

[10.6] Emotionale Gesichtserkennung

Wenn wir jemanden anschauen, erkennen wir oft intuitiv an der Mimik, in welcher Stimmung er ist. Dass der Mensch diese evolutionär wertvolle Fähigkeit so gut beherrscht, verdankt er spezialisierten Hirnarealen, die der Gesichtserkennung dienen. Eine Fahrt mit dem Zug kann schnell einmal zu einer kleinen Sozialstudie werden. Denn oft genügt schon ein Blick in die Gesichter der Mitreisenden, um herauszufinden, wer sich gerade ärgert, wer sich freut und wer traurig ist. Dabei hat man die Leute um sich herum noch nie vorher gesehen. Doch wir Menschen sind Experten darin, die Emotionen anderer aus ihren Gesichtern zu lesen. Das hat zwei Gründe: Zum einen machen sich die so genannten Basisemotionen wie Freude, Überraschung, Wut, Trauer, Furcht, Ekel oder Verachtung quer durch alle Kulturen durch das gleiche Mienenspiel bemerkbar – was es erleichtert, diese elementaren Gefühle identifizieren zu können. Zum anderen sind wir auch neurobiologisch bestens dafür ausgerüstet, im Antlitz anderer zu lesen wie in einem Buch. Spezielle Areale in unserem Gehirn ermöglichen es uns, anhand des mimischen Ausdrucks den emotionalen Zustand zu erkennen. Und mehr noch: Spiegelneuronen helfen uns dabei, uns in die Gefühle anderer Menschen hineinzusetzen und ihre Lage nachzuempfinden – auf dass wir sie besser verstehen.

Im Gehirn gibt es spezialisierte Areale, die für die Erkennung von Gesichtsausdrücken zuständig sind. An der emotionalen Gesichtserkennung sind unter anderem der **orbitofrontale Cortex**, der Cortex im hinteren Abschnitt des superioren temporalen Sulcus und Teile des limbischen Systems wie die **Amygdala** beteiligt. **Spiegelneuronen** helfen dabei, die Gefühle anderer nicht nur zu erkennen, sondern diese auch nachzuempfinden.

Das richtige Deuten von Emotionen in der Mimik anderer ist ein evolutionärer Vorteil, der vor Gefahren schützt und das soziale Zusammenleben erleichtert. Aus Sicht der Evolution ist diese Fähigkeit sinnvoll, denn sie stellt einen Überlebensvorteil dar. Weil Menschen seit jeher in Gruppen zusammenleben, mussten sie ein feines Gespür für den Innenzustand anderer „Rudelmitglieder“ entwickeln - um so ein kooperatives Miteinander überhaupt zu ermöglichen und Konflikten aus dem Weg zu gehen. Wer die Stimmung seiner Mitmenschen treffsicher deuten kann, ist hier klar im Vorteil. Zudem können die Gefühle anderer auch indirekte Hinweise auf die Umgebung geben. Geht man etwa gemeinsam durch einen dichten Wald und der Gewährsmann zeigt plötzlich deutliche Anzeichen von Furcht, während er in eine bestimmte Richtung starrt, ist für alle Beteiligten Vorsicht geboten. Freude oder Wohlbehagen hingegen signalisieren positive Umweltbedingungen oder ein zwischenmenschliches Interesse am anderen.

Wenn wir Gesichter betrachten, achten wir auf die Augen und die Mundpartie besonders stark. Sie sind bei emotionalen Gesichtsausdrücken oft besonders aussagekräftig. So deutet die Blickrichtung an, worauf sich die Mimik bezieht. Schließlich ist es ein wichtiger Unterschied, ob der wütend dreinblickende Mann, der mir entgegenkommt, seinen Blick auf mich gerichtet hat oder auf eine andere Person. Die Blickrichtung anderer wird zu großen Teilen im orbitofrontalen Cortex verarbeitet, welcher bei der emotionalen Gesichtserkennung aktiv wird.

Der Verarbeitungsprozess bei der emotionalen Gesichtserkennung erfolgt sehr schnell. Bereits nach 170 Millisekunden hat das Gehirn eine erste Repräsentation des gesehenen Gesichtsausdrucks erzeugt. Nach 350 Millisekunden lösen Signale des Mandelkerns (Amygdala), welcher an der emotionalen Bewertung von Sinnesinformationen maßgeblich beteiligt ist, körperliche Reaktionen aus. Die Auswertung von emotionalen Reizen läuft schneller ab als jene von neutralen Reizen, vermutlich weil bei ihnen im Zweifelsfall sofortiges Handeln erforderlich ist, entweder Weglaufen oder Kämpfen.

Wie genau die Gesichtserkennung funktioniert, beschäftigt die Hirnforschung noch. Durch zahlreiche Studien können einige beteiligte Areale aber schon benannt werden: Die visuellen Eindrücke werden über den Thalamus, dem zentralen Verteilerknoten für sensorische Informationen, an mehrere Areale weitergeleitet. Dabei gibt es einen bewussten Weg, der eine umfassende Interpretation des Gesehenen liefert, aber langsam ist, und einen schnellen, unbewussten, aber auch fehleranfälligen Weg, der dafür sorgt, dass wir bei Gefahr sofort handeln können.

Die bewusste Route führt vom **Thalamus** zur primären **visuellen Hirnrinde** am Hinterkopf, in ein Areal, das Forscher gemeinhin V1 nennen. Eine erste Gesichtserkennung erfolgt dann im inferioren okzipitalen Gyrus, einem Teil des visuellen Assoziationscortex. Von dort werden die Informationen zu zwei Arealen geleitet, die für unterschiedliche Bereiche der konkreteren Gesichtserkennung zuständig sind: Der laterale Teil des **Gyrus fusiformis** befasst sich verstärkt mit den unveränderlichen Merkmalen des Gesichtes und ist für die Identifikation individueller Merkmale zuständig. Mit diesem Areal erkennen wir also Freunde, Verwandte oder Bekannte.

Zur Analyse der Mimik hingegen trägt vermehrt die Hirnrinde entlang des hinteren superioren temporalen Sulcus bei, in welcher die Informationen bezüglich Blickrichtung, Ausdruck und Lippenbewegung verarbeitet werden. Von dort gelangen die Informationen zur Amygdala und zur Insula, die dann die Emotionen hinter den Gesichtsausdrücken deuten. Diese Areale senden letztlich dann wiederum eine Rückmeldung an den frontalen Cortex.

Die unbewusste Route führt vom **Thalamus** direkt zur **Amygdala** im limbischen System. Dieser direkte Verarbeitungsweg ermöglicht eine besonders schnelle Reaktion auf Umweltreize. Denn er bereitet uns schon körperlich auf eine Flucht oder einen Kampf vor, bevor wir die potenzielle Bedrohung über die cortikale Schleife bewusst wahrgenommen haben. Die Amygdala ist sozusagen die Feuerwehr der Gesichtserkennung. Dazu passt, dass diese Hirnstruktur besonders stark auf ängstliche oder aggressive Mimik reagiert.

Soweit die Arbeitsteilung in der Theorie. Die Neurowissenschaftler vermuten jedoch, dass alle Areale, welche der Gesichtserkennung dienen, miteinander in engem Kontakt stehen und sich gegenseitig beeinflussen können. So wurde nachgewiesen, dass der **Gyrus fusiformis** beim Anblick emotionaler Gesichtsausdrücke aktiv wird. Gleichzeitig zeigen aber Läsions-Studien, dass Menschen, bei denen dieses Areal beschädigt ist, zwar nicht mehr in der Lage sind, einzelne Gesichter zu identifizieren, die Mimik in einem Gesicht aber immer noch deuten können. Der Gyrus fusiformis ist also nicht direkt an der Mimik-Erkennung beteiligt, wird von dieser aber sehr beeinflusst.



Die Bilder zeigen den Gesichtsausdruck von Wut und Ekel.

Neben der Amygdala sind noch andere Areale des Gehirns mit der emotionalen Bewertung von Gesichtsausdrücken betraut. Dies konnte man bei Patienten ermitteln, bei denen spezifische Hirnbereiche geschädigt oder zerstört sind. Dabei zeigte sich, dass Läsionen der **Amygdala** Probleme beim Erkennen von Angst erzeugten. Schädigungen des **ventralen Striatums** führten zu Schwierigkeiten beim Deuten von wutverzerrten Gesichtsausdrücken. Und bei Läsionen der **Insula** konnten Patienten ein Gesicht, in dem sich Ekel widerspiegelte, nicht zuordnen.

Auch Menschen mit Chorea Huntington oder Zwangsstörungen haben die Fähigkeit verloren, Ekel-Mienen zu erkennen. Die erblich bedingte Huntington-Krankheit führt zur Zerstörung des Nucleus caudatus und des Putamen, zweier zu den so genannten Basalganglien gehörenden Nervenzellregionen. Auch Zwangsstörungen stehen oft mit Veränderungen dieser Hirnareale in Zusammenhang. Gesunde hingegen zeigen in den Basalganglien und der Insula erhöhte Aktivität beim Anblick von Gesichtern, die Ekel ausdrücken.

Um die Mimik der Mitmenschen korrekt zu interpretieren, sind außerdem noch ganz spezielle Nervenzellen wichtig, die italienische Forscher erst 1996 entdeckten: die Spiegelneuronen. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand ermöglichen sie es uns nachzufühlen, was andere fühlen. Es gibt sie zum Beispiel im prämotorischen Cortex, aber auch in anderen Hirnregionen. Studien zeigen, dass es Patienten, bei denen der **somatosensorische Cortex** und damit die dortigen **Spiegelneuronen** beschädigt sind, ungleich schwerer fällt, Emotionen an der Mimik richtig zu erkennen.

Gesichter sind also nicht nur das Spiegelbild der Seele von anderen Menschen, sondern beeinflussen auch unser eigenes Seelenleben. Was sich wiederum bei jeder Zugfahrt erleben lässt. Lächelt uns ein Mitreisender freundlich an, lächelt man ohne nachzudenken zurück. Und dabei heben sich nicht nur die Mundwinkel – sondern auch die Laune.

[11] Der Wille und seine Freiheit

[11.1] Entscheidungen und Einstellungen

Nach **Hubert Rohracher** sind Willenserlebnisse psychische Vorgänge, in denen eine Person klarbewusst und mit voller innerer Zustimmung ihre physischen und psychischen Kräfte zur Erreichung eines Zieles zum Einsatz bringt. Im Wollen wird das eigene Ich (Selbst) am kräftigsten erlebt.

Je nach dem Verhalten in Wahlsituationen können zwei Entscheidungstypen unterschieden werden: der wagende und der wägende Typ. Nach der Art des gewünschten Zieles gibt es nur wenige neue (*primäre*), aber viele nachfolgende (*sekundäre*) Willensentscheidungen. Zu den primären Entscheidungen im menschlichen Leben zählen beispielsweise die Berufs- und die Partnerwahl, zu den sekundären alle jene, welche der Erreichung der primären Ziele dienen.

Determiniert ist jeder Entscheidungsprozess einerseits durch die gegebenen Wahlmöglichkeiten und andererseits durch die individuelle Persönlichkeit mit allen ihren Motiven (Trieben, Interessen, Gefühlen, Gesinnungen, Werthaltungen).

Das Wollen kann grob in fünf Phasen aufgliedert werden:

- (1) *Feststellung der Wahlmöglichkeiten (abhängig vom Informationsstand).*
- (2) *Vorstellung der möglichen Folgen der einzelnen Handlungsalternativen (abhängig von Intelligenz und Persönlichkeit).*
- (3) *Kampf der Motive, welche für oder gegen die Alternativen sprechen.*
- (4) *Eigentliche Entscheidung für eine bestimmte Handlungsalternative (dabei setzt sich das stärkste Motiv durch).*
- (5) *Realisierung der gefüllten Entscheidung (kann sofort oder später erfolgen).*

Einstellungen sind erlernte Erwartungshaltungen, welche auf den Erlebnisablauf einer Person selektiv und regulativ wirken. Beispiele für Einstellungen sind die Leistungserwartung, die Termineinstellung und die Gesinnungen.

Ein Experiment von **Viktoria Brandner** in Wien demonstriert sehr augenfällig den Einfluss der erwarteten Leistung auf die Beurteilung der tatsächlichen Leistung. 400 Kinder aus mehreren Schulklassen im Alter von 10 bis 14 Jahren mussten ein einfaches kurzes Gedicht fehlerfrei auswendig lernen.

Nach einer Woche wurden ein sehr guter und ein sehr schlechter Schüler in jeder Klasse ausgewählt. Diese mussten hinter einer aufgespannten Decke das Gedicht vorlesen, wobei genau 15 Fehler vorkamen. Die Decke diente dazu, dass Vortragende und Zuhörende Schüler nicht abgelenkt waren und sich besser konzentrieren konnten. Weiters wurde die Klasse aufgefordert, genau hinzuhören und etwaige Fehler zu zählen. Dabei stellte sich heraus, dass beim guten Schüler durchschnittlich 9,5 Fehler, beim schlechten Schüler hingegen 14,5 Fehler gefunden wurden. Der Versuch zeigt, dass in den Mitschülern eine Erwartungshaltung bestand, dass ein guter Schüler weniger Fehler begeht als ein schlechter. Deswegen wird beim schlechten Schüler auch aufmerksamer zugehört.

Die *Leistungserwartung* wirkt somit regulierend auf die *Aufmerksamkeit*. Ein zusätzliches Ergebnis war, dass die Freunde des guten Schülers nur durchschnittlich 8,6 Fehler feststellten, die Feinde aber 10,2 Fehler. Es werden auch durch Sympathie und Antipathie Einstellungen geschaffen, welche unsere Wahrnehmung und Beurteilung regulieren.

Andere Untersuchungen mit Schülern haben gezeigt, dass bei Prüfungen eine deutliche *Termineinstellung* besteht, welche die Reproduktionsleistung beeinflusst. Ein Maximum an Leistung wird dann erreicht, wenn die tatsächliche Prüfung genau am vorgegebenen und vereinbarten Termin abgehalten wird. Bei einer kurzfristigen zeitlichen Verschiebung des Termins sinkt die Leistung signifikant ab.

Schließlich müssen noch die *Gesinnungseinstellungen* (Überzeugungen, Werthaltungen) erwähnt werden. Darunter versteht man automatisch auftretende Reaktivierungen von früheren Entscheidungsprozessen, die auf das Erleben und das Verhalten steuernd einwirken.

Die Quellen der Gesinnungen sind verschiedene äußere Lerneinflüsse und innere Motivationen. Gesinnungen sind ökonomisch, sie ersparen der Person, mühsame und komplizierte Entscheidungsprozesse immer wieder von neuem durchführen zu müssen. Sie wirken als Problemlöser, Arbeitssparer und als Sicherheitsspender. So ist es nicht verwunderlich, dass eingelebte Gesinnungen nur schwer verändert werden können. Die Fähigkeit zur Umstellung (Flexibilität) nimmt im Alter ab. Ein weiteres Phänomen ist die so genannte „*kognitive Dissonanz*“. Das ist jener innere Konflikt, der dann entsteht, wenn das Verhalten eines Menschen nicht mit seinen inneren Werthaltungen übereinstimmt. So ist es einem Menschen bewusst, dass Zigarettenrauchen gesundheitsschädlich ist – aber er raucht trotzdem.

Meistens sind einmal erworbene Einstellungen nicht klarbewusst, sondern nur vorbewusst. Sie können aber jederzeit ohne große Anstrengung erinnert werden.

[11.2] Qualia, Selbstwahrnehmung, Willensfreiheit

Die modernen Neurowissenschaften sehen sich drei wichtigen Fragestellungen gegenüber. Im Folgenden werden wissenschaftliche Erklärversuche dieser drei Phänomene vorgestellt.

- Wie ist die so genannte *Qualia* erklärbar? Darunter versteht man die spezifische Qualität subjektiver Sinnesempfindungen, beispielsweise die Farbe „blau“ oder den Geschmack „süß“ oder den unverwechselbaren Klang eines Saxophons.
- Wie ist *Selbstwahrnehmung* (Selbstbewusstheit, Selbstreflexion) möglich? Damit meint man die Grunderfahrung, dass wir uns selbst als ein wahrnehmendes, bewertendes, entscheidendes und handelndes ICH wahrnehmen. Unser Bewusstsein konstruiert ein Modell von sich selbst.
- Wie kann der intuitive Glaube an den eigenen *freien Willen* erklärt werden? Damit meint man die grundsätzlich freie Entscheidungsmöglichkeit für verschiedene Handlungsalternativen.

[11.2.1] Die Qualia

Der Neurobiologe *Francisco Varela* führte folgendes Experiment durch: Er bat die Versuchspersonen (Vpn) Schwarz-Weiß-Bilder anzuschauen, von denen einige Profilansichten von Gesichtern darstellten. Während die Vpn versuchten, in diesen Bildern Gesichter zu erkennen, wurden mit einem dichten Netz von Elektroden Hirnströme gemessen. Die Vpn mussten durch Drücken einer Taste angeben, ob sie ein Gesicht erkannt hatten. Jedes Mal, wenn dies der Fall war, wurden über den Hirnrindenarealen, welche sich mit dem Sehen befassen, kurzfristige (einige Zehntel-Sekunden andauernde) *hochsynchrone, elektrische Wellen* mit einer Frequenz von etwa *vierzig Hertz* registriert. Dies war nicht der Fall, wenn die Vpn die vorgelegten Bilder nicht als Gesichter identifizieren konnten.

Wenn sensorische Inputs zu einer bewussten Wahrnehmung zusammengefügt (rekonstruiert) werden, dann synchronisieren jene Neuronen, welche sich in der Hirnrinde mit der Verarbeitung dieser Inputs befassen, ihre Entladungen über kurze Zeitspannen. Die zeitlich koordinierte und synchrone Aktivität einer sehr großen Anzahl von räumlich verteilten Nervenzellen charakterisiert somit eine bewusste Sinnesempfindung und ist damit das *neurophysiologische Korrelat der Qualia*.

Unsere Sinne liefern oft nur unvollständige und lückenhafte Informationen an die Großhirnrinde. In diesen Fällen vervollständigt und ergänzt unser Gehirn mit Hilfe von gespeichertem Vorwissen die Wahrnehmung. Es rekonstruiert die Wahrnehmung. Das Gleiche gilt auch für unsere Denkprozesse.

Parallel zu den neurobiologischen Untersuchungen über *Wahrnehmungsprozesse* wurden auch Untersuchungen über die *Willkürmotorik* durchgeführt.

In einem Experiment von **Benjamin Libet** wurde die Vp aufgefordert, zu beliebigen Zeitpunkten innerhalb der Versuchszeit eines ihrer Handgelenke zu bewegen während sie einen schnell laufenden Lichtzeiger beobachtete. Dieser durchlief in drei Sekunden einen Kreis. Sofort wenn die Vp sich bewusst für eine Bewegung entschied, musste sie die Stellung des Zeigers notieren. Dadurch wurde der Zeitpunkt einer Entscheidung genau registriert. Gleichzeitig wurden die Gehirnaktivitäten mittels EEG aufgezeichnet. Die Muskelbewegungen wurden mittels EMG (Elektromyogramm) aufgezeichnet.

Es wurde nun festgestellt, dass die für die Bewegungen verantwortlichen Gehirnaktivitäten immer etwa eine halbe Sekunde **VOR** jenen Zeitpunkten einsetzten, in denen sich die Vp bewusst entschied ihr Handgelenk zu bewegen.

Dieses und auch viele ähnliche Experimente beweisen, dass einer bewussten Entscheidung für eine bestimmte Bewegung bereits eine dafür verantwortliche unbewusste Gehirnaktivität zeitlich vorangeht (*Bereitschaftspotential*). Damit ist aber auch bewiesen, dass die bewusste Willensentscheidung für eine Bewegung nicht die alleinige Ursache für die dann ausgeführte Bewegung sein kann. Eine freie Willensentscheidung im engeren Sinne scheint daher eine Illusion zu sein.

[11.2.2] Die Selbstwahrnehmung

Es gibt keinen Grund gegen die Annahme, dass *Selbstwahrnehmung* und Selbsterfahrung auf neuronalen Vorgängen beruhen. Ein erstes wichtiges Faktum ist, dass die meisten neuronalen Informationsverarbeitungen unbewusst ablaufen. Wir haben beispielsweise keinen bewussten Zugriff zu Informationen über unseren Blutdruck oder über unseren Blutzuckerspiegel, obgleich diese Variablen sehr sorgfältig gemessen, vom Gehirn ausgewertet und in Regulationsprozesse umgewandelt werden. Der wahrscheinliche Grund hierfür ist, dass diese Informationen ohne Beteiligung der Großhirnrinde verarbeitet werden.

Aber auch von den in der Großhirnrinde ablaufenden Prozessen wird uns immer nur ein kleiner Ausschnitt bewusst - das sind jene Aspekte, denen wir unsere Aufmerksamkeit schenken und die dann unser Handeln steuern. Auch die unbewussten Prozesse hinterlassen Spuren und beeinflussen unser zukünftiges Handeln. Aber wir werden uns dieser Handlungsdeterminanten nicht bewusst und können sie deshalb nicht als Gründe für unser Tun anführen.

Neben diesen *unbewussten Verarbeitungsprozessen* im Gehirn ist eine zweite Voraussetzung für die Konstitution eines Selbst (Ich) die sogenannte *soziale Interaktion*. Für die Entwicklung des Selbstmodells scheint der Dialog mit den Anderen wesentlich. Dialoge der Form "*Ich weiß, dass Du weißt, dass Ich fühle*" führen dazu, dass wir uns in der Wahrnehmung des Anderen spiegeln. Mit Hilfe seiner Reaktionen entwirft dann das Gehirn ein eigenes Selbstbild.

Damit ein effektiver zwischenmenschlicher Dialog stattfinden kann, müssen zwei Prämissen erfüllt sein: *Erstens* muss das abstrakte Denken entsprechend hoch entwickelt sein. *Zweitens* muss die sprachliche Codierung von Vorstellungen und Denkinhalten möglich sein. Mit Ausnahme der großen Menschenaffen fehlen den Tieren diese Fähigkeiten. Auch kleine Menschenkinder besitzen sie noch nicht, weil für diese höchsten kognitiven Leistungen bestimmte Hirnstrukturen vor allem in der Großhirnrinde erforderlich sind, die erst beim Menschen im Laufe der ersten Lebensjahre ihre volle Ausprägung erfahren.

Somit kann die *Selbstwahrnehmung* (eben unser Ichbewusstsein) als eine höchst komplexe, kognitive Leistung von selbstorganisierenden neuronalen Netzen verstanden werden, wobei viele unbewusste Verarbeitungsprozesse mitspielen und die soziale Kommunikation ein wesentlicher Faktor ist.

Zur Erklärung der Selbstwahrnehmung ist es nicht nötig, eine Transzendenz in immaterielle Sphären zu postulieren. Auch wäre der Schluss falsch, dass hinter den kognitiven Leistungen des Gehirns ein Dirigent, eine Führungsinstanz steht, welche die neuronalen Prozesse steuert und lenkt. Die neuronalen Verarbeitungsprozesse laufen parallel und dezentral ab und erzeugen in ihrer Gesamtheit kohärente Wahrnehmungen und Handlungen. Zwar gibt es verschiedene hierarchische Gliederungsebenen im Nervensystem mit reziproken Kopplungen, aber es gibt kein eigenes übergeordnetes Koordinationszentrum der parallelen Prozesse.

[11.2.3] Die Willensfreiheit

Wie aber kommen wir zu der unerschütterlichen Überzeugung, dass unser Selbst (Ich) *freie Entscheidungen* treffen und über Prozesse in unserem Gehirn verfügen kann, welche dann unser Handeln steuern?

Eine erste und vermutlich entscheidende Erfahrung mit der Zuschreibung von Autonomie und Freiheit machen wir schon als *Kleinkinder*. Eltern sagen ihren Kindern fortwährend sie sollten dies tun und jenes lassen, weil andernfalls diese oder jene Konsequenzen eintreten würden.

Diese Verweise und die mit ihnen verbundenen Sanktionen legen den Schluss nahe, man könne sich auch anders verhalten und müsse dazu nur wollen. Wir erfahren (erleiden) also schon sehr früh eine Behandlung, welche sich durch die Annahme rechtfertigt, wir seien in unseren Entscheidungen frei - eine Annahme, die mit Hilfe der Erziehung verlässlich von Generation zu Generation übermittelt wird. Wir internalisieren diese *Annahme der Willensfreiheit* und handeln dann in unserem Leben auch nach ihr.

Die Dialoge, die ein Wertesystem vermitteln, beginnen in einer Entwicklungsphase, in der Kleinkinder noch kaum ein deklaratives Gedächtnis haben. Sie lernen, machen sich das Gelernte zu Eigen. Sie können aber nicht angeben, woher sie wissen, was sie wissen, d.h. sie erinnern sich zwar an das Gelernte, nicht aber an den Lernprozess. Diese Unfähigkeit, den Kontext von Erlebnisinhalten bewusst zu erinnern, bezeichnet man als *frühkindliche Amnesie*. So erscheint den Kleinkindern das, was sie wissen als nicht verursacht, als immer schon gewusst.

Diese frühkindliche Amnesie könnte der Grund dafür sein, dass uns später, wenn wir beginnen über uns nachzudenken, die Inhalte des frühkindlichen Lernens als nicht verursacht erscheinen.

Die Annahme einer Willensfreiheit erscheint als eine durch die Erziehung vermittelte Attribution. Die fehlende Erinnerung an die frühen sozialen Lernprozesse könnte somit der Grund für die eigentümliche Transzendenz unseres Selbstmodells sein, für den Glauben an einen freien Willen, welcher unverursacht allen materiellen Prozessen vorausgeht.

Bemerkenswert ist, dass wir - trotz aller Überzeugung grundsätzlich frei zu sein - in der Bewertung des eigenen und fremden Verhaltens sehr wohl zwischen freien und unfreien Akten unterscheiden. Für erstere übernehmen wir Verantwortung, für zweitere fordern wir Nachsicht. Dieser Unterschied wird durch den *Bewusstseinsgrad der Motive* bewirkt. Nur jene Motive erscheinen dem freien Willen unterworfen, die wir auch bewusst erkennen. Jene Motive aber, die unbewusst wirken, unterliegen offenbar nicht dem freien Willen.

Aus der Sicht der *Neurowissenschaft* sind die Annahme einer Willensfreiheit und die Unterscheidung von freien und weniger freien Handlungen nicht haltbar. Allen kognitiven Leistungen des Gehirns, so auch dem Entscheiden, gehen unbewusste Verarbeitungsprozesse in neuronalen Netzen voran. Diese determinieren unseren Handlungsspielraum. Die Experimente zur Willkürmotorik von *Benjamin Libet* bestätigen dies sehr eindrucksvoll.

Das Gehirn besteht aus Milliarden von Nervenzellen. Eine Nervenzelle kann mit tausenden anderen Nervenzellen verbunden sein. In hoch organisierten Gehirnen machen die Eingänge von den Sinneszellen und die Ausgänge zu den Muskelzellen nur einen verschwindend kleinen Prozentsatz der Verbindungen aus. Die meisten Verbindungen kommen von anderen Nervenzellen. Das Gehirn beschäftigt sich also vorwiegend mit sich selbst. Das Gehirn kann die eigene Tätigkeit, seine eigenen kognitiven Prozesse analysieren und bewerten. Aus der wiederholten Anwendung der Kognition auf sich selbst resultiert dann die Selbstwahrnehmung, d.h. das Ichbewusstsein.

Willensentscheidungen sind mehrstufige Prozesse, bei denen sich immer das stärkste Motiv durchsetzt. Soll ein Motiv einem anderen vorgezogen werden, dann muss es auch gestärkt werden - beispielsweise durch überzeugende Argumente in einem *sozialen Dialog*. Wir sind zwar im neurobiologischen Mechanismus des Entscheidungsprozesses determiniert, aber sowohl durch äußere Einflüsse als auch durch innere Denkkakte kann es zu einer Umordnung der Motivstärken, zu einer Neuorientierung des erlernten Wertesystems kommen. Aber damit verschiebt sich nur die Determiniertheit. Ein nicht determiniertes, freies Ich ist eine Illusion.

Trotz aller Determiniertheit unseres Wollens und Tuns haben wir einen gewissen Spielraum. Wir können lernen unser Handeln und unsere Motive zu hinterfragen. Wir können lernen *selbstanalytisch* und *selbstkritisch* zu agieren und gewinnen damit *Selbstdistanz*, d.h. eine Distanz zu unseren Trieben und Zwängen. Dadurch verlieren diese ihre unmittelbare Macht. Eine *kritische Selbsterkenntnis* wird nur mühsam errungen, kann aber zu jenem Spielraum führen, der ein verantwortungsvolles Entscheidungsverhalten ermöglicht. Soziale Verantwortung erscheint somit durchaus kompatibel mit der Determiniertheit des Menschen.

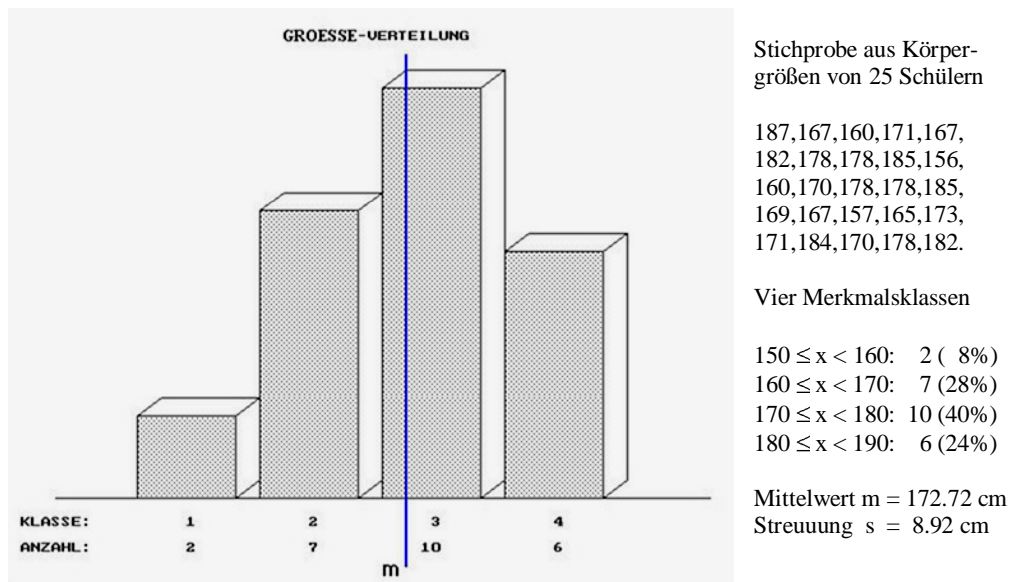
Das trainierte, sich selbst reflektierende Bewusstsein erarbeitet sich ein *Vetorecht*, welches ihm erlaubt, sich dem Zwang der subkortikalen Triebe und Gefühle zumindest teilweise zu entziehen. *Impulskontrolle*, *Befriedigungsaufschub* und auch *Frustrationstoleranz* sind trainierbar.

[12] Grundbegriffe der Statistik

[12.1] Eindimensionale Statistik

Bei der statistischen Datenauswertung wird zuerst ein Datenmerkmal x (Körpergröße, Schulnote, usw.) bestimmt. Dann wird aus der Population der Merkmalsträger eine Stichprobe (Anzahl N) herausgegriffen. Im nächsten Schritt werden die *Häufigkeiten* $H(x)$ der Merkmalswerte x gezählt. Zur besseren Übersicht können die Werte x auch zu wenigen Klassen zusammengefasst werden. Diese Klassen werden in der Zeichenebene auf der x -Achse aufgetragen. Ihre Häufigkeiten werden dann parallel zur y -Achse aufgetragen. Dadurch entsteht eine *Häufigkeitsverteilung*.

Die *kumulative Häufigkeit* $H[x \leq x_0]$ gibt an, wie viele Werte x kleiner oder gleich dem Wert x_0 sind. Statt der absoluten Häufigkeit $H(x)$ kann auch *die relative Häufigkeit* $h(x) = H(x) / N$ betrachtet werden. Für diese gilt $0 \leq h(x) \leq 1$, und $100 * h(x)$ ist die prozentuelle Häufigkeit $p(x)$.



Zur Beschreibung der Häufigkeitsverteilung werden bestimmte Kenngrößen berechnet. Die wichtigsten sind der *Mittelwert* m und die *Varianz* v .

Der *Mittelwert* m ist der durchschnittliche Merkmalswert und wird berechnet nach der Formel: $m = \text{Datensumme} / \text{Datenanzahl} = \Sigma(x) / N$.

Das Symbol $\Sigma(x)$ ist eine Abkürzung für die Summe $x_1 + x_2 + \dots + x_N$.

Die *Varianz* v gibt an, wie stark die Werte x vom Mittelwert m abweichen. Sie wird als mittleres Abweichungsquadrat vom Mittelwert m definiert:

$$v = \Sigma((x-m)^2) / N.$$

Diese Formel kann umgeformt werden zu $v = (\Sigma(x^2) / N) - m^2$. Oft wird zur Beschreibung der Streuung die Standardabweichung $s = \text{sqrt}(v)$ verwendet. (sqrt = square root = Quadratwurzel).

Der *Median* ist jener x -Wert unter und über dem genau 50% aller Fälle liegen.

[12.2] Zweidimensionale Statistik

Bei der statistischen Datenauswertung können auch zwei Merkmale (x, y) von N Merkmalsträgern erfasst und als Punkte in der zweidimensionalen Ebene gezeichnet werden (*Streuungsdiagramm*). Dann berechnet man Mittelwert, Varianz und Streuung der Merkmalsverteilungen (m_x, v_x, s_x) und (m_y, v_y, s_y) . Zur Beschreibung des statistischen Zusammenhangs der beiden Merkmale werden weitere beschreibende Kenngrößen benötigt, nämlich die Korrelation und die Regression.

Zuerst bildet man die Abweichungsprodukte $(x - m_x) \cdot (y - m_y)$, summiert diese und dividiert dann durch die Anzahl N . Das liefert die so genannte **Kovarianz** v_{xy} .

$v_{xy} = \sum (x - m_x) \cdot (y - m_y) / N$. Sie wird umgeformt zu $v_{xy} = (\sum x \cdot y) / N - m_x \cdot m_y$.

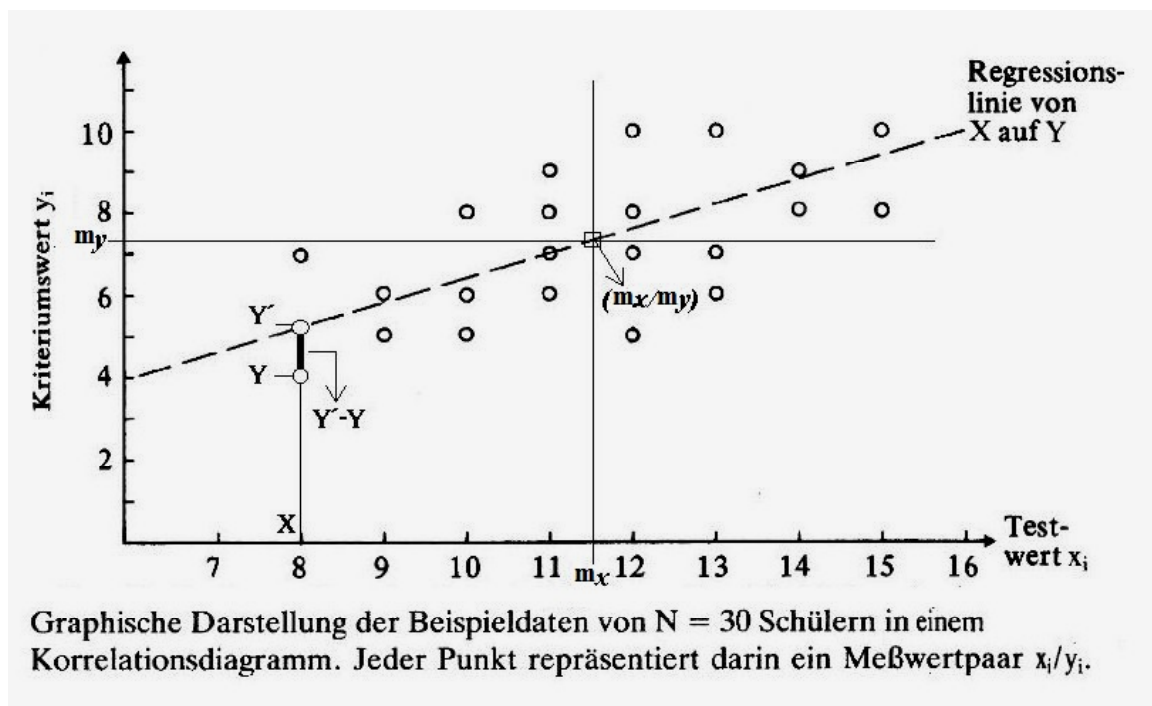
Die Kovarianz beschreibt den Zusammenhang der Merkmale.

Die Kovarianz wird noch normiert zum **Korrelationskoeffizienten** r , der zwischen -1 und $+1$ liegt: $r = v_{xy} / (s_x \cdot s_y)$. Der Korrelationskoeffizient r gibt an, wie gut die Merkmalspaare (x, y) im ebenen Streuungsdiagramm einem geraden (linearen) Verlauf angepasst sind.

Bei $r = +1$ sind **große** (kleine) x -Werte mit **großen** (kleinen) y -Werten gepaart.

Bei $r = -1$ sind **große** (kleine) x -Werte mit **kleinen** (großen) y -Werten gepaart.

Bei $r = 0$ gibt es keinen linearen Zusammenhang von x - und y -Werten.



Zuletzt wird eine Gerade $y' = k \cdot x + d$ ermittelt, die optimal an die Punkte (x, y) angepasst ist, wenn die Summe der Fehlerquadrate $\sum (y' - y)^2$ ein Minimum ist. Für diese *Regressionsgerade* gilt: $k = v_{xy} / v_x$ mit k als Regressionskoeffizient und $d = m_y - k \cdot m_x$.

Mit Hilfe von y' kann dann zu einem bekannten x -Wert der y -Wert geschätzt werden.

[12.3] Die Normalverteilung (NV)

Viele quantitativ messbare Merkmale x (Körpergröße, Gewicht, usw.), die von mehreren verschiedenen Faktoren abhängen und die in nicht zu kleinen Stichproben erfasst werden, haben eine Häufigkeitsverteilung mit glockenförmigem Aussehen.

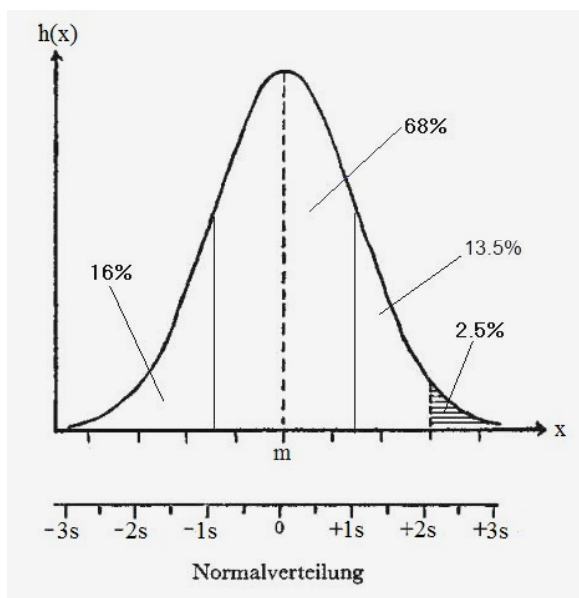
Diese Verteilungskurve verläuft symmetrisch zu einem Gipfel (Mittelwert) und nähert sich auf beiden Seiten davon asymptotisch der x -Achse. Je extremer ein Merkmalswert ist, umso seltener kommt er vor. Die relativen Häufigkeiten $h(x)$ können durch eine Formel beschrieben werden, die vom Mittelwert m und der Streuung s abhängt, NV(m,s):

$$h(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2s^2}} \quad (e = 2.718..., \pi = 3.141...)$$

Die Formel wird deutlich einfacher, wenn man folgende Ersetzung vornimmt: $z = (x - m) / s$. Diese Standardisierung bedeutet eine Verschiebung des Mittelwertes in den Nullpunkt und Stauchung der verschobenen x -Werte durch den Faktor s . So erhält man die *standardisierte Normalverteilung* mit Mittelwert 0 und Streuung 1, NV(0,1):

$$h(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$$

Die *kumulative Häufigkeit* $h[z \leq z_0]$ bzw. $\Phi(z_0) = 100 \cdot h[z \leq z_0]$ der standardisierten Normalverteilung gibt an, wie viele Prozente aller Werte kleiner oder gleich einem bestimmten Wert z_0 sind. Für diese Prozentrangwerte $\Phi(z_0)$ gibt es schon fertige Tabellen zum Nachschlagen.



Für jede Normalverteilung gilt:

Im Bereich $[m - 1s ; m + 1s]$ liegen 68.00 % aller Werte (Normalbereich).

Im Bereich $[m - 2s ; m + 2s]$ liegen 95.00 % aller Werte.

Im Bereich $[m - 3s ; m + 3s]$ liegen 99.75 % aller Werte.

[12.4] Grundbegriffe der Faktorenanalyse

In einer Stichprobe mit N Versuchspersonen werden M Merkmale gemessen. Die Messergebnisse können in einem zweidimensionalen Schema angeordnet werden (Datenmatrix). X_{ij} ist der Messwert der j -ten Versuchsperson (Spalte) im i -ten Merkmal (Zeile), d.h. $1 \leq i \leq M$ und $1 \leq j \leq N$.

Datenmatrix ((X_{ij})):

X_{11}	X_{12}	.....	.....	.....	X_{1N}
X_{21}	X_{22}	.....	.....	.....	X_{2N}
.....
.....	.....	.....	X_{ij}	.....	.....
.....
X_{M1}	X_{M2}	.....	.....	.....	X_{MN}

↑
j-te Versuchsperson

→ i-tes Merkmal

Man berechnet nun alle *paarweisen Korrelationen* r_{kl} der einzelnen Merkmale X_k und X_l und trägt sie in eine **Korrelationsmatrix** ((r_{kl})) ein:

r_{11}	r_{12}	.....	.....	.....	r_{1M}
r_{21}	r_{22}	.....	.....	.....	r_{2M}
.....
.....	.....	.....	r_{kl}	.....	.....
.....
r_{M1}	r_{M2}	.....	.....	.....	r_{MM}

Mit komplizierten mathematischen Techniken (Extraktions- und Rotations-Methoden) werden alle gegebenen Merkmale entsprechend ihren Korrelationen in nur wenige, voneinander *unabhängige Gruppen* zusammengefasst. Dabei gelten folgende „simple structure“-Kriterien:

- (a) Die Merkmale in derselben Gruppe korrelieren hoch miteinander.
- (b) Die Merkmale aus verschiedenen Gruppen korrelieren niedrig miteinander.

Hinter den Merkmalen einer Gruppe wird ein *gemeinsamer Faktor* angenommen, welcher das Gemeinsame der hoch korrelierenden Merkmale erklärt.

Die Faktorenanalyse dient somit einer datenreduzierenden Klassifizierung. Ihr Ergebnis sind wechselseitig unabhängige Faktoren, welche das System der gegebenen Merkmale möglichst erschöpfend erklären. So gewinnt man eine Hypothese über Dimensionalität und Struktur von Merkmals-Systemen.

Als Ergebnis der Faktorenanalyse erhält man für jedes der insgesamt M Merkmale X eine lineare Funktion (Grundgleichung):

$$X = a_1 * f_1 + a_2 * f_2 + a_3 * f_3 + \dots + a_R * f_R + q \quad (R = \text{Anzahl der Faktoren})$$

Die f_k sind die Faktorenwerte einer bestimmten Person. Der Merkmalswert X der Person stellt sich so als gewichtete Summe ihrer Faktorenwerte dar. Die Koeffizienten a_k (Gewichtszahlen) geben an, wie stark ein bestimmter Faktor auf das Merkmal Einfluss nimmt, d.h. wie stark das Merkmal mit dem Faktor aufgeladen ist. Die additive Konstante q ist ein merkmalspezifischer Restwert, in welchem etwaige Schätzfehler enthalten sind.

Wichtig ist in der obigen Grundgleichung, dass die Anzahl R der Faktoren kleiner ist als die Anzahl M der Merkmale. Dadurch kann eine große Menge von Merkmalen auf wenige, unabhängige Faktoren zurückgeführt werden.

[12.5] Beurteilende Statistik

Die *beschreibende Statistik* beschäftigt sich mit der Verteilung von Häufigkeiten in Stichproben, welche aus Populationen gewonnen werden. Diese Häufigkeitsverteilungen werden mit bestimmten Kennzahlen (Parametern) beschrieben: Mittelwert, Varianz, Korrelation, usw.

Die *beurteilende Statistik* beschäftigt sich mit der Frage, wie die Häufigkeitsverteilung eines Merkmals aussieht, wenn man von den Stichproben auf die zugrunde liegende Population übergeht. Dabei werden Schätzverfahren mit speziellen Testverteilungen angewendet, die zum Teil mathematisch kompliziert sind.

Typische Fragestellungen der beurteilenden, schlussfolgernden Statistik sind:

- (a) **Schätzen der Populationsparameter** mit Hilfe von Intervallen, in denen sie sich mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit befinden (Konfidenzbereich).
- (b) **Prüfen von Hypothesen** über den Unterschied von Mittelwerten oder über das Verhältnis von Streuungen, usw. (Signifikanztest).

Wenn eine Hypothese auf dem *5%-Fehlerniveau signifikant* ist, dann bedeutet das anschaulich Folgendes: Wenn man aus einer Population 100 zufällige Stichproben herausgreift, dann wird die Hypothese in 95% aller Fälle zutreffen.

Zur Lösung von diesen Grundaufgaben ist die Kenntnis der Häufigkeitsverteilungen jener statistischen Kennzahlen erforderlich, auf die sich eine Hypothese bezieht. Entnimmt man als Denkmodell einer Population eine große Anzahl unabhängiger, gleich großer, zufälliger Stichproben und berechnet für jede die gewünschte statistische Kennzahl (z.B. den Mittelwert m), so werden sich diese Stichproben-Kennzahlen um den entsprechenden Populationsparameter (μ) in einer bestimmter Weise verteilen. Ist diese *Testverteilung* bekannt, dann kann man damit Konfidenzintervalle und Hypothesen für die unbekanntes Populationsparameter ermitteln.

Beispielsweise sind die Stichproben-Mittelwerte von normalverteilten Zufallsmerkmalen selbst wieder normalverteilt. Hingegen gehorchen die Unterschiede von Mittelwerten der t^2 -Verteilung. Die Summen der Abweichungsquadrate vom Stichprobenmittelwert bei normalverteilten Zufallsmerkmalen unterliegen der χ^2 -Verteilung und die Verhältnisse der Varianzen zweier normalverteilter Zufallsmerkmale unterliegen der F -Verteilung.

[13] Psychologische Tests

[13.1] Beobachten, Messen und Skalieren

Die Basis jeder Wissenschaft besteht in der Datenerfassung durch Beobachtung und Messung. Bei jeder Messung wird einem Merkmal eines Objektes O eine reelle Zahl X als Messergebnis zugeordnet. Diese Zuordnung erfolgt mithilfe eines Messwerkzeuges (technisches Instrument oder psychologischer Test) und muss **eindeutig** und **relationentreu** sein. Eine solche Zuordnung heißt homomorphe Funktion (kurz Homomorphismus). Als Symbol für die Messfunktion wird der Buchstabe f verwendet, und man schreibt dann $X = f(O)$, d.h. X ist eine Funktion von O . Unter Eindeutigkeit versteht man, dass einem Objekt nur eine Maßzahl zugeordnet werden kann. Die Relationentreue setzt voraus, dass in der Objektmenge eine Beziehung (Relation) B zwischen den Objekten besteht, und dass es auch in der Menge der Maßzahlen eine entsprechende Relation R gibt. Bei der Messung wird der Objektbeziehung die Zahlenbeziehung zugeordnet. Sind beispielsweise die Objekte O die Schüler einer Klasse und die Maßzahlen X ihre Körpergrößen, dann muss der Sachverhalt, dass Schüler O_1 physisch kleiner als Schüler O_2 ist, dazu führen, dass auch X_1 zahlenmäßig kleiner als X_2 ist. Die Messwerte müssen die Objektbeziehung getreu widerspiegeln. Das ist mit dem Begriff Homomorphismus bzw. Relationentreue gemeint.

Das Ergebnis dieser eindeutigen und relationentreuen Abbildung einer empirischen Menge in eine numerische Menge wird als **Skala** bezeichnet. Unter einer **zulässigen Transformation t** versteht man nun eine Funktion, welche zwar die Zahlenwerte X einer Skala verändert, nicht aber die zwischen ihnen bestehende Relation. Man schreibt symbolisch $Y = t(X)$. So wird beispielsweise bei der Temperaturmessung die Celsius-Skala X durch eine lineare Funktion in die Fahrenheit-Skala Y transformiert: $Y = 9/5 * X + 32$ (d.h. $0^\circ\text{C} = 32^\circ\text{F}$, $100^\circ\text{C} = 212^\circ\text{F}$).

Entsprechend den zulässigen Transformationen unterscheidet man grundsätzlich vier Skalentypen. Bei einer einfachen **Nominalskala** werden zum Zwecke bloßer Identifizierung den verschiedenen Objekten verschiedene Kennzahlen zugewiesen. Bei einer **Ordinalskala** liegt eine Rangordnung der Daten vor. Erlaubt sind alle Transformationen, welche diese Rangordnung nicht verändern, also alle monoton wachsenden Funktionen. So ist beispielsweise die quadratische Funktion $Y = X^2$ monoton wachsend, d.h. größeren X -Werten werden auch größere Y -Werte zugeordnet. Eine Anwendung der Transformation auf die X -Werte 1, 2, 3, 4, 5 ergibt die Y -Werte 1, 4, 9, 16, 25. Augenscheinlich bleibt dabei die „Kleiner“-Relation erhalten. Auf einer **Intervallskala** sind die Intervalle zwischen zwei direkt benachbarten Datenpunkten immer gleich groß (äquidistant), sodass beispielsweise die Differenz (5-4) das Gleiche bedeutet wie die Differenz (2-1). Alle linearen Transformationen $Y = k * X + d$ ändern am Verhältnis dieser Differenzen nichts. Jedoch wird über die Lage des Nullpunktes nichts ausgesagt. Wird dieser Nullpunkt noch zusätzlich festgelegt, dann spricht man von einer **Verhältnisskala**. Auf ihr sind nicht nur die Verhältnisse der Differenzen, sondern auch die Verhältnisse der Skalenwerte selbst invariant. Als Transformationen sind nur proportionale Funktionen $Y = k * X$ zulässig (Ähnlichkeitstransformationen). Erst die Verhältnisskalen erlauben Aussagen wie die, dass ein Objekt doppelt so groß ist wie ein anderes. Bei reinen Intervallskalen sind solche Vergleiche nicht möglich.

Von dem **Skalentyp der Messwerte** hängt auch ab, welche **statistischen Berechnungen** durchgeführt werden dürfen. So setzen Mittelwertbildungen offensichtlich Intervallskalen voraus. Das arithmetische Mittel aus den drei Daten 2, 3, 4 kann nur dann mit 3 berechnet werden, wenn die Intervalle [2; 3] und [3; 4] als gleich groß vorausgesetzt werden.

Sind quantitative Messungen in der Psychologie überhaupt möglich?

In der Psychologie wird durch ein vorgelegtes Item (eine Frage, ein Bild) eine Reaktion der Versuchsperson (Vp) provoziert. Man unterstellt nun der Versuchsperson, dass sie psychische Merkmale (X_1, X_2, \dots) aufweist, deren individueller Ausprägungsgrad für die jeweilige Antwort bestimmend ist. Nur das Reaktionsverhalten kann beobachtet oder gemessen werden. Daraus wird dann auf den Ausbildungsgrad der Merkmale rückgeschlossen. Beispielsweise kann durch Beantwortung entsprechender Fragen festgestellt werden, dass die Menschen Heuschnupfen weniger fürchten als Lungenkrebs. Es lassen sich also Grade der Furcht unterscheiden. Folglich lässt sich die Rangordnung der Zahlen verwenden, um die verschiedenen Grade der Furcht vor Krankheiten zumindest auf einer Ordinalskala abzubilden.

Für die Erstellung von Messskalen (Skalierung) in der Psychologie muss eine Versuchsperson über das Ausmaß ihrer Reaktion auf ein vorgelegtes Item Auskunft geben. Nach der Art und Weise, wie sie das tut, kann man zwei Gruppen von Skalierungsmethoden unterscheiden: Erstens, bei den **direkten Methoden** gibt die Vp quantitative Urteile ab. Dann liegen Intervall- oder Verhältnisskalen vor. Zweitens, bei den **indirekten Methoden** beurteilt die Vp das Ausmaß ihrer Reaktion mittels bestimmter, vorgegebener qualitativer Antwortkategorien (ja - nein - vielleicht). Ein numerischer Messwert wird erst nachträglich durch Anwendung bestimmter Messmodelle zugeordnet. Die sich dabei ergebenden Skalen sind zumeist vom ordinalen Typ.

Neben der Unterscheidung von direkten und indirekten Urteilsverfahren kann auch zwischen einer **reizzentrierten** und einer **personenzentrierten Skalierung** unterschieden werden. Bei der ersten Methode (Stimulusskalierung) beurteilt eine Vp einen Reiz hinsichtlich seines Verhältnisses zu anderen Reizen. Diese Situation liegt in der so genannten Psychophysik vor, wo verschiedene Reizschwellen und der Zusammenhang von Reizintensitäten und Empfindungsstärken untersucht werden (siehe auch Wahrnehmungspsychologie). Bei der zweiten Methode (Personenskalierung) interessiert die Variation der individuellen Reaktionen der einzelnen Versuchspersonen auf bestimmte, vorgelegte Reize. Ursache dieser Variation sind die unterschiedlichen Ausprägungsgrade der urteilsrelevanten Persönlichkeitsmerkmale bei den verschiedenen Versuchspersonen. Einstellungsmessungen und die gesamte Testpsychologie werden hier hinzugegerechnet.

Schließlich muss noch die **Dimensionalität des Merkmals** als Einteilungsgesichtspunkt beachtet werden. Mit den **linearen Skalierungsmethoden** werden eindeutig spezifizierte Merkmale erfasst. Dazu zählen die **direkten Techniken** wie Rating Scaling (Beurteilungen durch Zahlenzuordnungen), Stimulus Scaling (Methode der gleicherscheinenden Intervalle), Absolute Scaling (Methode der Verhältnisurteile) und die **indirekten Techniken** wie Paarvergleiche und Rangreihungen. Als interessantes mathematisches Problem sei die Entwicklung von Intervallskalen aus Rangreihen erwähnt. Bei der **multidimensionalen Skalierung** wird versucht, ein Reaktionsverhalten auf mehrere, voneinander verschiedene Merkmalsfaktoren zurückzuführen. Es werden dafür die mathematischen Methoden der **Varianzanalyse** und der **Faktorenanalyse** eingesetzt.

[13.2] Axiome der klassischen Testtheorie

Die klassische Testtheorie hat ein einfaches Grundkonzept. Es besagt, dass der beobachtete oder gemessene Merkmalswert X einer Versuchsperson aus einem wahren Wert T (true score) und einem Messfehler E (error) zusammengesetzt ist.

Axiom I: $X = T + E$

In dieser Grundannahme (Axiom) sind die Indizes (Kennzeichen) für die Merkmale i und die Personen j der Referenzpopulation zur besseren Übersicht weggelassen. So müsste beispielsweise an Stelle von X die doppelt indizierte Variable \mathbf{X}_{ij} stehen. In der Datenmatrix $((\mathbf{X}_{ij}))$ entsprechen den Zeilen die Merkmale (i) und den Spalten die Personen (j).

Die zweite Annahme besagt, dass der Erwartungswert (Mittelwert) des Messfehlers gleich Null ist, d.h. der durchschnittliche Messfehler eines Merkmals in der Referenzpopulation ist Null.

Axiom II: $\boldsymbol{\varepsilon}(\mathbf{E}) = \mathbf{0}$ (d.h. $(\sum E_{ij})/N = 0$ für $1 \leq j \leq N$)

Zur statistischen Berechnung werden im Folgenden die Korrelation und die Varianz benötigt. Die Varianz $\boldsymbol{\sigma}$ berechnet die statistische Streuung eines Merkmals X um seinen Mittelwert $\boldsymbol{\varepsilon}$. Die Korrelation $\boldsymbol{\rho}$ berechnet den statistischen Zusammenhang von zwei Merkmalen X_1 und X_2 . Bei einer idealen positiven Übereinstimmung ist der Korrelationskoeffizient genau 1, bei einer idealen negativen Übereinstimmung ist er genau -1 und wenn kein Zusammenhang besteht, dann liegt er um den Wert 0.

Das dritte Axiom besagt, dass die Korrelation des Fehlers mit dem wahren Wert gleich Null ist.

Axiom III: $\boldsymbol{\rho}(\mathbf{E}, \mathbf{T}) = \mathbf{0}$

Die folgenden beiden Grundannahmen beziehen sich auf den Zusammenhang zweier voneinander unabhängiger Merkmale $X_1 = T_1 + E_1$ und $X_2 = T_2 + E_2$. Es wird behauptet, dass sowohl die Korrelation der Messfehler zweier solcher Merkmale als auch die Korrelation des Messfehlers von dem einen Merkmal mit dem wahren Wert des anderen Merkmals Null ergibt.

Axiom IV: $\boldsymbol{\rho}(\mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2) = \mathbf{0}$

Axiom V: $\boldsymbol{\rho}(\mathbf{E}_1, \mathbf{T}_2) = \mathbf{0}$ bzw. $\boldsymbol{\rho}(\mathbf{E}_2, \mathbf{T}_1) = \mathbf{0}$

Diese fünf plausiblen und direkt einsichtigen Axiome der klassischen Testtheorie ermöglichen die formale Herleitung testtheoretischer Konzepte, wie z.B. die Testzuverlässigkeit (Reliabilität).

Ein wichtiger Grundbegriff ist jener der **Testparallelität**. Zwei Tests X , X_1 heißen parallel, wenn in einer Population die wahren Werte ($T=T_1$) und die Fehlervarianzen ($\sigma^2(\mathbf{E})=\sigma^2(\mathbf{E}_1)$) übereinstimmen. Daraus folgt, dass die Verteilungen der beiden parallelen Testmerkmale die gleichen Mittelwerte und die gleichen Streuungen haben.

Unter **Reliabilität** (Zuverlässigkeit) des Tests versteht man seine **Messgenauigkeit**, d.h. wie genau der wahre Wert T durch den beobachteten Wert X erfasst wird. Mathematisch kann die Reliabilität als Anteil der wahren Varianz $\sigma^2(\mathbf{T})$ an der Gesamtvarianz $\sigma^2(\mathbf{X})$ ausgedrückt werden.

Rel = $\sigma^2(\mathbf{T}) / \sigma^2(\mathbf{X})$, mit T als wahren und X als beobachteten Merkmalswert.

Ist die Testvariable X nicht fehlerbehaftet ($X = T + E$, mit $E = 0$), dann erreicht die Reliabilität einen Betrag von 1. Offensichtlich wird die Reliabilität immer kleiner, je größer der Messfehler E wird. Die Reliabilität erweist sich so als ein Maß für die Messgenauigkeit eines Tests X . Durch algebraische Umformung der Ausgangsdefinition lässt sich die Reliabilität auch als quadrierte Korrelation zwischen wahren Wert T und beobachteter Variable X auffassen.

Rel = $\sigma^2(\mathbf{T}) / \sigma^2(\mathbf{X}) = \boldsymbol{\rho}^2(\mathbf{X}, \mathbf{T})$

Bei der praktischen Berechnung ist es allerdings notwendig, die Reliabilität mithilfe beobachtbarer Größen zu bestimmen, weil ja der wahre Wert T nicht bekannt ist. Dies gelingt durch Ausführung von parallelen Tests X, X_1 . Durch einfache Umformung kann gezeigt werden, dass die Reliabilität eines Tests X gleich der Korrelation des Tests X mit einem Paralleltest X_1 ist.

$$\mathbf{Rel} = \sigma^2(T) / \sigma^2(X) = \rho(X, X_1)$$

In der Praxis werden Paralleltests erzeugt durch einfache Wiederholung eines Tests, durch Entwicklung von echten Parallelformen oder durch Aufteilung eines Tests in zwei Testhälften mit Items von gleicher Schwierigkeit (split half).

Mithilfe der Reliabilität lässt sich auch die Fehlervarianz abschätzen. Es gilt nämlich die Formel:
 $\sigma^2(E) = \sigma^2(X) * (1 - \mathbf{Rel}) = \sigma^2(X) * (1 - \rho(X, X_1))$

Ein weiterer Grundbegriff der klassischen Testtheorie ist jener der **Validität (Testgültigkeit)**. Es geht dabei nicht um die Messgenauigkeit wie bei der Reliabilität, sondern um die Frage, ob ein Test X wirklich jenes Merkmal misst, das er vorgibt zu messen. Der Begriff Validität ist nun ein Oberbegriff für mehrere methodische Vorgangsweisen zur Beantwortung dieser Frage. Eine besonders oft verwendete Validierungsmethode besteht darin, dass die eigentlichen Testergebnisse X mit außerhalb des Tests liegenden Daten (Außenkriterium Y) verglichen werden. Als Maß für die Übereinstimmung wird der Korrelationskoeffizient $\rho(X, Y)$ genommen.

$\mathbf{Val} = \rho(X, Y)$, mit X als Test und Y als Vergleichskriterium.

So kann beispielsweise ein Test (X), der die Schulangst von Kindern misst, an den Schätzurteilen für die Schülerangst durch die Lehrer (Y) überprüft (validiert) werden.

Weiters gilt, dass die Validität nicht größer als die Wurzel aus der Reliabilität werden kann:
 $\rho(X, Y) \leq \sqrt{\rho(X, X_1)}$, d.h. $\mathbf{Val} \leq \sqrt{\mathbf{Rel}}$

[13.3] Die Entwicklung eines Tests

Bei der Entwicklung eines Tests gibt es prinzipiell drei Mitspieler: den **Auftraggeber**, den **Psychologen** und die **Testperson**. Der Auftraggeber entstammt zumeist den Bereichen Gericht, Klinik, Arbeitsamt, Schule, Beratung, Firma, Wirtschaft. Die Zielsetzungen eines Tests sind verschieden: Sie reichen von gesellschaftlicher Selektion (z.B. bei Eignungstests) bis zur diagnostischen Hilfestellung im medizinischen Bereich (z.B. bei psychiatrischen Gutachten). In Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber wird durch ein Expertenteam (Psychologen) nach einer Planungsphase ein Rohentwurf des Tests erstellt. Dabei muss geklärt werden WAS, WIE und WER getestet werden soll. Eine oft recht schwierige Arbeit ist die Konstruktion von einschlägigen Testaufgaben (Items), welche sich möglichst eindimensional auf die spezifizierten Merkmale beziehen (**Homogenität**). Diese Itemselektion ist in hohem Maße von der Erfahrung und der Intuition der Experten abhängig.

Nach ihrer Zusammenstellung müssen die Testaufgaben in einer genügend großen, repräsentativen Stichprobe analysiert werden, insbesondere sollten ihr **Schwierigkeitsgrad** und ihre **Trennschärfe** ermittelt werden. Der nächste Arbeitsschritt besteht in einer Analyse der Häufigkeitsverteilung der Testwerte. Vor allem geht es dabei um die Überprüfung, ob eine Normalverteilung vorliegt oder nicht (χ^2 -Test). Davon hängen die anschließenden statistischen Verfahren zur Gütekontrolle (Reliabilität und Validität) des Tests ab.

Schließlich müssen die Testwerte, auch Rohwerte genannt, noch normiert werden. Dies geschieht mittels so genannter **Testeichung**. Aus der Verteilung der Testwerte in einer genügend großen, repräsentativen Stichprobe werden jene Grenzwerte um den Mittelwert errechnet, zwischen denen ein bestimmter Prozentsatz von Personen liegt. Mithilfe der kumulativen Häufigkeitsverteilung ist es außerdem möglich, die Position einer einzelnen Person in der Referenzpopulation genau zu bestimmen, d.h. wie viele Prozent unterhalb bzw. oberhalb von ihrem Testwert X liegen.

Zur eigentlichen Begriffsbestimmung psychologischer Tests sei der deutsche Psychologe **Gustav Adolf Lienert** zitiert: Ein Test ist ein Routineverfahren zur Untersuchung eines oder mehrerer empirisch abgrenzbarer Merkmale mit dem Ziel einer möglichst quantitativen Aussage über den relativen Grad der individuellen Merkmalsausprägung.

Nach Lienert soll ein Test bestimmte Gütekriterien erfüllen: Objektivität (der Durchführung, Auswertung und Interpretation), Reliabilität, Validität, Normierung, Ökonomie und Nützlichkeit.

Eine Klassifizierung psychologischer Tests unterscheidet folgende Testtypen. Entsprechend den tatsächlich durchgeführten Kontrollverfahren wird zwischen standardisierten (geeichten) und nicht standardisierten (informellen) Tests unterschieden. Nach dem Inhalt der zu messenden Merkmale unterscheidet man allgemeine Intelligenztests, besondere Begabungstests, Leistungstests (sensorische, motorische, psychische), allgemeine Persönlichkeitstest und besondere Interessenstests und Einstellungstests.

Weiters sei noch die Unterscheidung von **Fragebogentests** und **projektiven Tests** erwähnt. Bei Fragebogentests werden der Person M Testfragen (Items) vorgelegt, die sie nach bestimmten Kategorien beantworten muss. Meistens werden zwei Antwortkategorien (JA - NEIN) vorgegeben. Man spricht dann von dichotomen Items. Zur Berechnung des rohen Testwertes X werden beispielsweise alle JA-Antworten zusammengezählt ($0 \leq X \leq M$). Bei projektiven Tests muss die Versuchsperson ein bestimmtes Bildmaterial deuten. In diese Deutungen projiziert sie ihre persönlichen Merkmale, auf welche dann durch Analyse und Interpretation der Deutungen zurückgeschlossen werden kann. Die Zuordnung von quantitativen Testrohwerten X auf Grund von Auswertungsrichtlinien gestaltet sich bei projektiven Tests ungleich schwieriger als bei Fragebogentests. Projektive Tests erweisen sich vor allem als weniger objektiv und zuverlässig.

[13.4] Konstruktion und Analyse von Testaufgaben

Die Zusammenstellung von Testaufgaben (Items) erfolgt auf Grund der vorgegebenen inhaltlichen Zielsetzungen, der Erfahrung und Intuition der mit der Testkonstruktion vertrauten Experten. Bei dieser Itemselektion muss nicht nur auf den eindeutigen inhaltlichen Bezug zu dem relevanten Merkmal (Eindimensionalität, Homogenität), sondern auch auf die richtige sprachliche Formulierung geachtet werden. Auch sorgsame Überlegungen über Art und Weise der Beantwortung (zwei oder mehrere Kategorien, freie Antwortmöglichkeit, usw.) müssen angestellt werden. Jedenfalls stehen nach der Itemselektion M mehr oder minder passende Aufgaben zur Verfügung. Im Folgenden sollen der Einfachheit halber nur dichotome Fragebogenitems, welche mit JA oder NEIN (bzw. RICHTIG oder FALSCH) zu beantworten sind, betrachtet werden. Für JA oder RICHTIG wird 1 Punkt vergeben, sonst 0 Punkte. Der Testrohwert X entspricht dann der Anzahl der mit JA beantworteten Fragen. Er liegt dann größtenteils zwischen 0 und M ($0 \leq X \leq M$). Diese so entwickelte Testvorform wird nun einer genügend großen, repräsentativen Stichprobe von Versuchspersonen ($1 \leq j \leq N$) vorgelegt. Mit X_j wird der Rohwert der j -ten Versuchsperson bezeichnet.

Die einzelnen Testaufgaben werden durch bestimmte statistische Kennwerte charakterisiert. Dazu zählen vor allem die **Homogenität**, der **Schwierigkeitsgrad** und die **Trennschärfe**.

Homogenität bedeutet die inhaltliche Einheitlichkeit bei erhaltener Unabhängigkeit der verschiedenen Testaufgaben. Als Maß für die Homogenität einer Aufgabe kann der mittlere Grad, mit dem sie mit allen übrigen Testaufgaben korreliert, dienen.

Die Lösungswahrscheinlichkeit (bzw. der **Leichtigkeitsgrad**) p_L einer Testaufgabe wird durch das Verhältnis der Anzahl der Richtig-Antworten (N_R) zur Gesamtanzahl der befragten Versuchspersonen (N) bestimmt.

$$p_L = (N_R / N) * 100$$

Für den **Schwierigkeitsgrad** p_S einer Testaufgabe gilt dann $p_S = 100 - p_L$. Jedenfalls ist diese Maßzahl von der jeweiligen Referenzpopulation abhängig. Eine durchschnittliche Intelligenzaufgabe für 12-jährige Kinder wird bei Sonderschülern „schwer“, bei Gymnasiasten aber „leicht“ ausfallen.

Der Begriff des Schwierigkeitsgrades bezieht sich zunächst nur auf Leistungsaufgaben, kann aber problemlos auch auf Items übertragen werden, welche keine Leistungsaufgaben sind. Eine Gruppe von Items bezieht sich beispielsweise auf das Persönlichkeitsmerkmal der vegetativen Labilität. Greift man die beiden Fragen „Erröten Sie leicht?“ und „Können Sie abends nicht einschlafen?“ heraus, so kann man für beide Fragen die Schwierigkeitsindizes nach obiger Formel bestimmen, indem man die Anzahl der JA-Antworten im Verhältnis zur Gesamtzahl ermittelt. Statt Schwierigkeitsgrad wäre hier vielleicht der Begriff der **Ladungsstärke** angebrachter. Eine Frage ist dann stärker mit einem Merkmal aufgeladen, wenn eine hohe Merkmalsausprägung erforderlich ist, um die Frage mit JA zu beantworten.

Unter der **Trennschärfe** einer Aufgabe versteht man ihre Fähigkeit, die „guten“ von den „schlechten“ Versuchspersonen zu trennen. Als Maß hierfür wird die so genannte punkt-biseriale Korrelation der einzelnen, alternativen Aufgabenantwort (ja/nein) mit dem quantitativen Gesamttestwert X verwendet. In der Praxis wird oft, um die aufwendige Korrelationsrechnung zu vermeiden, ein einfacherer Weg zur Ermittlung der Trennschärfe einer Aufgabe beschritten. Vorausgesetzt wird ein gültiges Außenkriterium Y für das zu messende Merkmal X . Danach teilt man die Menge aller Versuchspersonen in zwei gleichgroße Hälften, sodass in der einen nur Personen mit einem hohen Kriteriumswert liegen (Hochgruppe **H**) und in der anderen nur Personen mit einem niedrigen Kriteriumswert (Tiefgruppe **T**). Als Grenze der beiden Gruppen wird der Median der Kriteriumsverteilung genommen, das ist jener Wert unterhalb und oberhalb dessen genau 50% aller Fälle liegen. $p_R(H)$ ist der prozentuelle Anteil der Personen in der Hochgruppe, welche das Item mit RICHTIG (R) oder JA beantworten. $p_R(T)$ ist der prozentuelle Anteil der Personen in der Tiefgruppe, welche eine richtige Antwort (R) geben. Als ein einfaches, aber durchaus gutes Maß für die Trennschärfe kann die Differenz $p_R(H) - p_R(T)$ genommen werden. Dabei gilt eine Differenz von mehr als 10% als wünschenswerte Trennschärfe von Testaufgaben. Eine Aufgabe ist dann trennscharf, wenn sie von deutlich mehr „guten“ als von „schlechten“ Personen gelöst wird.

Zwischen Trennschärfe und Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe besteht ein plausibler Zusammenhang. Leichte Aufgaben werden von fast allen Personen gelöst, schwierige Aufgaben nur von sehr wenigen Personen. Mittelschwere Aufgaben hingegen werden von den „Guten“ gelöst und von den „Schlechten“ nicht; sie differenzieren am besten und sind somit am trennschärfsten.

Beispiel: In einer Klasse mit 20 Schülern wird eine Mathematikschularbeit, bestehend aus sechs Aufgaben, durchgeführt. Jede Aufgabe wird mit 0 bis 4 Punkten bewertet (0 = falsch, 1 = wenig richtig, 2 = halb richtig, 3 = fast richtig, 4 = richtig). Zur Ermittlung der Trennschärfe wird eine Aufgabe als „nicht gelöst“ eingestuft, wenn sie mit 0, 1 oder 2 Punkten bewertet ist. Bei 3 oder 4 Punkten soll sie als „gelöst“ gelten. Die Schüler werden auf Grund der Mathematiknote im Zeugnis des vorangehenden Schuljahres in eine „Tiefgruppe“ und eine „Hochgruppe“ eingeteilt. In der folgenden Tabelle sind für die Gesamt-, die Tief- und die Hochgruppe die Prozentsätze jener Schüler angegeben, welche eine Aufgabe „gelöst“ haben.

	Gesamtgruppe	Tiefgruppe	Hochgruppe	Trennschärfe
1. Aufgabe	50 %	20 %	80 %	+ 60 %
2. Aufgabe	45 %	30 %	60 %	+ 30 %
3. Aufgabe	90 %	88 %	92 %	+ 4 %
4. Aufgabe	8 %	5 %	11 %	+ 6 %
5. Aufgabe	60 %	50 %	70 %	+ 20 %
6. Aufgabe	75 %	60 %	90 %	+ 30 %

Die erste Spalte liefert die Lösungswahrscheinlichkeiten (Leichtigkeiten) und die letzte Spalte die Trennschärfen der einzelnen Aufgaben. Daraus ist ersichtlich, dass die dritte Aufgabe sehr leicht und die vierte sehr schwierig ist. Dementsprechend niedrig sind ihre nach obigem Verfahren ermittelten Trennschärfen. Diese beiden Aufgaben sind nicht in der Lage die „guten“ von den „schlechten“ Schülern herauszufiltern!

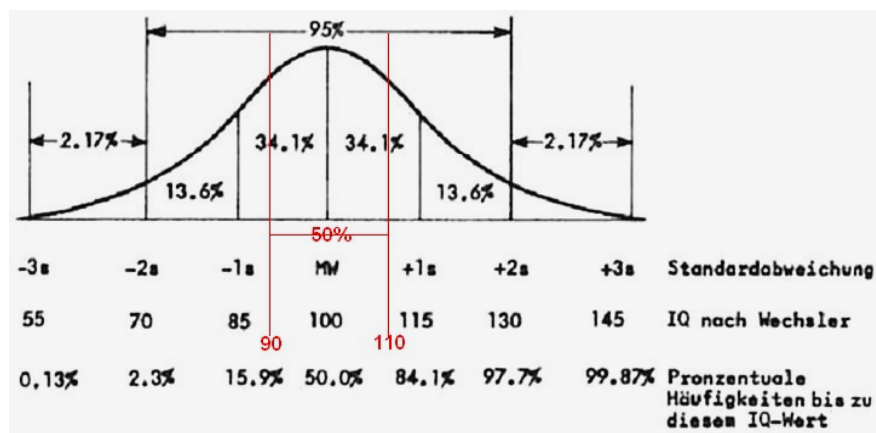
[13.5] Die Eichung eines Tests

Nachdem durch sorgfältige Selektion und Analyse der Items genügend passende Testaufgaben erstellt wurden, besteht der nächste Schritt der Testentwicklung in einer grundlegenden Analyse der Häufigkeitsverteilung der Testrohwerte, welche an einer genügend großen, repräsentativen Stichprobe durchgeführt wird. Die mathematische Statistik stellt Verfahren bereit zur Prüfung von Verteilungen. So kann beispielsweise überprüft werden, ob und wie gut die reale Verteilung durch eine Normalverteilung angenähert wird (χ^2 -Test). Dies ist auch meistens der Fall, sodass Intelligenz- und Persönlichkeitsmerkmale näherungsweise durch Normalverteilungen beschrieben werden können. Gelingt dies nicht, so erreicht man durch nachträgliches Weglassen von störenden Items einen annähernden Verlauf einer Normalverteilung.

Das nächste Problem ist jenes der **Normierung**. Angenommen ein Testmerkmal X sei normalverteilt mit dem Mittelwert m und der Streuung s . Wie soll dann ein individueller Testrohwert X_1 interpretiert werden? Wo und wie ist der Wert X_1 in der Merkmalsverteilung zu lokalisieren? Die Beantwortung dieses wichtigen Problems erfolgt durch die **Testeichung**. Dabei wird der bereits durch Aufgaben- und Verteilungsanalysen optimierte Test einer genügend großen, repräsentativen Stichprobe vorgelegt. Durch die Standardisierungsformel $Z_1 = (X_1 - m) / s$ wird der Testwert in Streuungseinheiten ausgedrückt, sodass dadurch ersichtlich ist, wieviele Streuungseinheiten er unterhalb oder oberhalb des Mittelwertes liegt. Aus der Tabelle für die kumulierten Häufigkeiten kann man zusätzlich entnehmen, wie viele Prozent der Stichprobe einen kleineren oder gleichen Messwert wie X_1 haben (Prozentrangwert $p[X \leq X_1]$). So wird die Position eines Individuums innerhalb einer Eichstichprobe genau lokalisiert.

Außerdem ist es üblich, jene 50% aller Fälle, welche symmetrisch um den Mittelwert liegen, als Normalbereich zu definieren. Aus der Tabelle für die kumulierte Häufigkeit der standardisierten Normalverteilung wird das Intervall $[m - s * 0.68 / m + s * 0.68]$ abgelesen, in dem die Hälfte aller Fälle liegen. Zur Normierung der Testwerte eines Intelligenztests (z.B. Intelligenzquotient IQ nach David Wechsler) wird der Rohwert zuerst standardisiert, $Z = (X - m) / s$, und dann der Standardwert Z noch einmal linear transformiert, $IQ = 100 + 15 * Z$. Diese Skalentransformation verändert den Mittelwert auf 100 und die Streuung auf 15. Demnach wird der Normalitätsbereich des Intelligenzquotienten (d.h. 50% aller Fälle) durch das Intervall $[90 / 110]$ begrenzt.

Die Grafik zeigt die verschiedenen Prozentränge der standardisierten Normalverteilung.



[13.6] Verfahren zur Kontrolle eines Tests

Die wichtigsten Gütekriterien eines Tests sind die Zuverlässigkeit (Reliabilität), die Gültigkeit (Validität) und die Objektivität. Im Folgenden sollen alle drei kurz besprochen werden. Die Kontrolle des Tests, d.h. die statistische Überprüfung der genannten Kriterien erfolgt nachträglich nach der Fertigstellung des Tests an entsprechend großen Zufalls-Stichproben.

(a) Die Reliabilität eines Tests

Unter Reliabilität versteht man die Messgenauigkeit des Tests. Ihre testtheoretische Begründung wurde bereits im Abschnitt [13.2] durchgeführt. In der Praxis wird die Reliabilität als Korrelation berechnet: (1) zwischen Test X und seiner Wiederholung X_1 , (2) zwischen zwei echten Parallelformen X und X_1 , oder (3) zwischen zwei parallelisierten Testhälften (split half). Problematisch sind alle drei Verfahren. Bei der Testwiederholung gefährdet ein möglicher Merk- und Übungseffekt die gegenseitige Unabhängigkeit der Messungen. Die Entwicklung echter, voneinander unabhängiger Paralleltests ist sehr aufwendig. Die Halbierung des Tests in zwei parallele Testhälften erweist sich oftmals bei nicht sehr homogenen Items als problematisch. Trotzdem stellt die Reliabilität ein wesentliches Gütekriterium eines Tests dar. In der Literatur werden nur Reliabilitäten, die größer als 0.9 sind, akzeptiert. Falls die angegebene Reliabilität kleiner ist, oder die statistischen Daten für Ihre Berechnung nicht aufliegen, oder eine Reliabilitätskontrolle überhaupt fehlt, dann sollte auf den Einsatz des Tests verzichtet werden.

(b) Die Validität eines Tests

Die Gültigkeit (Validität) ist ein Oberbegriff für verschiedene Verfahrenstechniken, um festzustellen, ob der Test wirklich jenes Merkmal misst, welches er vorgibt zu messen. Hier geht es also nicht um die Testgenauigkeit, sondern um die Testwahrheit. In der Praxis wird der Test X mit einem bestimmten Kriterium Y verglichen. Die Korrelation $\rho(X,Y)$ ist sodann ein Maß für die kriterienbezogene Gültigkeit. Man spricht auch von **Übereinstimmungs-Validierung**.

Ein Kriterium soll das zu messende Merkmal in idealer Weise repräsentieren. Man muss zwischen **objektiven Kriterien** (z.B. mit Berufserfahrung / ohne Berufserfahrung; Farbtauglichkeit / Farbblindheit) und **subjektiven Kriterien** unterscheiden. Bei letzteren handelt es sich um Expertenurteile, welche den Ausprägungsgrad eines Merkmals an der Versuchsperson schätzen. Die Schätzverfahren (Ratings) müssen einen quantitativen Kriteriumswert Y ergeben.

Liegt der Test zeitlich deutlich vor der Ermittlung des Kriteriums, dann spricht man von einer **Vorhersagevalidität**. Der Test dient dann der Vorhersage eines Kriteriums.

Ist eine repräsentative Kontrollstichprobe nicht verfügbar, und ist somit die Berechnung eines Korrelationskoeffizienten nicht möglich, kann die so genannte **Extremgruppen-Validierung** durchgeführt werden. Dabei wird der Test zwei Gruppen von Versuchspersonen vorgelegt, von denen die einen das untersuchte Merkmal in extrem hohem Grad und die anderen es in extrem niedrigem Grad besitzen. Die dadurch gewonnene Differenz der Gruppenmittelwerte ($m_1 - m_2$) wird mithilfe eines *t*-Tests auf statistische Signifikanz überprüft. Eine akzeptable Validität liegt vor, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit für den Mittelwertsunterschied kleiner als 1% ist.

Abschließend kann gesagt werden, dass das Hauptproblem bei allen Validierungsmethoden die Auswahl eines geeigneten Vergleichskriteriums ist. Die vorangehenden Erläuterungen haben gezeigt, auf welche Art und Weise akzeptable Validierungsverfahren durchgeführt werden können. Nach Ansicht der meisten Psychologen sollte der Validitätswert von gültigen Tests mindestens den Betrag 0.6 erreichen.

(c) Die Objektivität eines Tests

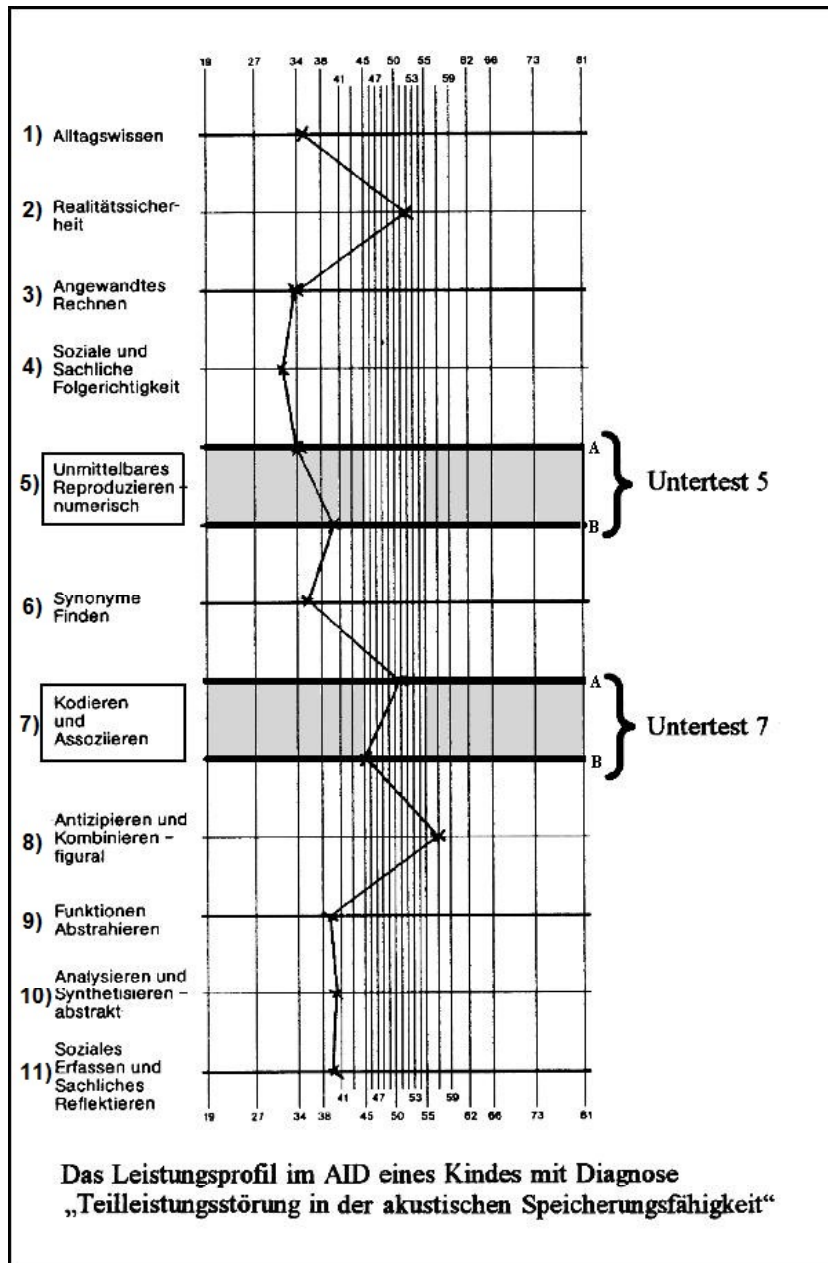
Das letzte zu besprechende Gütekenzeichen eines Tests ist seine Objektivität. Darunter versteht man die Forderung, dass die Ergebnisse eines Tests unabhängig vom Untersucher sind, d.h. mehrere Untersucher müssen zu dem gleichen Testergebnis kommen. Man unterscheidet dabei die Objektivität der Testdurchführung, der Auswertung und der Interpretation. Eine wichtige Rolle spielen die einfache und klare Abfassung der Testanleitung und die Automatisierung der Testauswertung.

[13.7] Testsysteme und Testprofile

Grundsätzlich wird in der Testtheorie zwischen Elementartests und Testsystemen (Testbatterien) unterschieden. **Elementartests** liefern für eine Person nur einen Wert, **Testsysteme** hingegen liefern mehrere Werte. Diese können ihre Selbstständigkeit bewahren oder zu einem Gesamtwert vereinigt werden. Ein Testsystem besteht aus einer Kombination von mehreren Elementartests (Unter- oder Subtests), welche sich auf verschiedene Aspekte (Faktoren) des zu messenden Merkmalsbereiches beziehen. Die Ergebnisse der Einzeltests werden in ein gemeinsames grafisches Schaubild eingetragen und können dann direkt miteinander verglichen werden. Zu diesem Zwecke müssen die Einzelrohwerte mit den üblichen statistischen Methoden in Standardwerte oder Prozentränge umgerechnet werden, ehe ihre Eintragung in ein vorgedrucktes Koordinatensystem erfolgt. Vereinbarungsgemäß werden die einzelnen Subtests 1, 2, M auf der einen und ihre standardisierten Messergebnisse Z_1, Z_2, \dots, Z_M auf der anderen Koordinatenachse eingezeichnet. Ein solches Diagramm wird als **Testprofil** bezeichnet.

Ein Beispiel für eine komplexe Testbatterie ist der so genannte **AID-Test** (Adaptives Intelligenz Diagnostikum), welcher von **Klaus Kubinger** für 6- bis 16-jährige Kinder entwickelt wurde (Erstauflage 1985). Er ist in elf Untertests gegliedert, die aus verschiedenen schweren Items bestehen. Die Testdauer beträgt 75 Minuten. Die Testkontrolle lieferte Split-Half-Reliabilitäten zwischen 0.70 und 0.95. Die Wiederholungszuverlässigkeit (Stabilität) liegt bei Werten zwischen 0.67 und 0.95. Extremgruppen-Validierungen erbrachten hohe diskriminante Ergebnisse. Die Übereinstimmungs-Validitäten mit anderen Intelligenzfragebogen sind mittelmäßig. Die Testeichung wurde an 2144 Versuchspersonen vorgenommen und liefert für die unterschiedlichen Altersgruppen geschlechtsspezifische Mittelwerte und Streuungen.

Die nachfolgende Grafik zeigt das Leistungsprofil eines Kindes im AID-Test. Dabei wird eine so genannte T-Skala verwendet, wobei der standardisierte Z-Wert in einen T-Wert umgerechnet ist ($T = 50 + 10 * Z$), sodass sich eine Normalverteilung zwischen den Grenzen 20 und 80 ergibt. Der Mittelwert liegt dann entsprechend der Transformationsformel bei 50, die Streuung bei 10.



Die durchschnittlichen guten Ergebnisse des Kindes beim manuellen-visuellen Zuordnen von abstrakten zu konkreten Symbolen (Untertest 7, Kodieren und Assoziieren) gepaart mit unterdurchschnittlichen schlechten Testergebnissen beim Zahlennachsprechen (Untertest 5, unmittelbares numerisches Reproduzieren) weisen auf eine **Teilleistungsstörung** in der akustischen Merkfähigkeit hin. Im abgebildeten Testprofil werden die beiden Untertests noch in zwei zusätzliche Teile (A, B) aufgliedert.

Der gesamte **AID-Test** basiert auf einem hierarchischen Prozessmodell von Teilleistungen: „Wahrnehmen - Merken - Verarbeiten/Verwenden“ von visuellen, akustischen und haptischen Aufgabenmaterialien. Diese Prozesse beziehen sich auf vier Typen von Teilleistungsfähigkeiten: Differenzierungsfähigkeit, Gliederungsfähigkeit (Serialität), Merkfähigkeit und Sprachfähigkeit (sensorisch und motorisch). In der nachfolgenden Liste werden zum besseren Verständnis die verschiedenen Untertests des AID-Tests genauer beschrieben:

(01) **Alltagswissen** soll die Fähigkeit eines Kindes prüfen, sich Sachkenntnisse über Inhalte anzueignen, die in der heutigen Gesellschaft alltäglich sind. (Dem Kind werden mündlich Fragen gestellt, die es zu beantworten hat.)

(02) **Realitätssicherheit** soll prüfen, inwieweit die Wirklichkeit, d.h. die Dinge des Alltags, vom Kind verstanden bzw. kontrolliert werden können. (Dem Kind werden auf Bildkarten Gegenstände mit fehlenden Details gezeigt, die es entdecken muss.)

(03) **Angewandtes Rechnen** soll weitgehend unabhängig von schulischen Rechenfertigkeiten prüfen, inwieweit das Kind bei der Problemlösung alltäglicher Aufgabenstellungen durch entsprechende Schlussfolgerungen die dazu passenden Rechenoperationen anzuwenden imstande ist. (Das Kind muss einfache Textrechnungen lösen.)

(04) Mit dem Untertest **soziale und sachliche Folgerichtigkeit** soll die Fähigkeit eines Kindes erfasst werden, die Abfolge sozialen Geschehens bzw. alltäglicher Sachgegebenheiten zu verstehen und zu kontrollieren. (Das Kind erhält ungeordnete Bildfolgen von Geschichten, die es zu ordnen hat.)

(05) Unmittelbares **numerisches Reproduzieren** soll den verbal-akustischen Aspekt der Konzentrationsfähigkeit eines Kindes prüfen. (Dem Kind werden Zahlenreihen vorgesagt, die es wiederholen muss.)

(06) **Synonyme Finden** soll den passiven Wortschatz prüfen. Als geeigneter Repräsentant wurde die Fähigkeit gewählt, für bestimmte Begriffe ein anderes Wort mit derselben Bedeutung zu finden. (Dem Kind werden Fragen gestellt, die es zu beantworten hat.)

(07) Mit dem Untertest **Kodieren und Assoziieren** sollen zwei voneinander partiell unabhängige Fähigkeiten erfasst werden: Die Schnelligkeit bei der (symbolischen) Informationsverarbeitung im manuell-visuellen Bereich und die „latente Lernfähigkeit“, das ist die Fähigkeit, in bestimmten Problemsituationen selbständig Lösungsstrategien oder Fertigkeiten (Assoziationen) zu entwickeln. (Das Kind hat nach einer Vorlage Symbole zu kodieren, d.h. richtig zuzuordnen.)

(08) **Antizipieren und figurales Kombinieren** soll das schlussfolgernde Denken in Bezug auf die Fähigkeit prüfen, Teile eines (konkreten) Ganzen zu erkennen und dieses Ganze zu gestalten. (Dem Kind werden Teile einer Figur vorgelegt, die es zusammenzusetzen hat.)

(09) Mit dem Untertest **Funktionen Abstrahieren** soll die Fähigkeit erfasst werden, durch Abstraktion zu einer Begriffsbildung zu gelangen. (Dem Kind werden Fragen gestellt, die es zu beantworten hat.)

(10) **Analysieren und abstraktes Synthetisieren** soll die Fähigkeit prüfen, komplexe (abstrakte) Gestalten durch eine geeignete Strukturierung zu reproduzieren. (Dem Kind werden geometrische Muster vorgegeben, die es mit den verschiedenen Seiten von Würfeln nachlegen muss.)

(11) Mit dem Untertest **soziales Erfassen und sachliches Reflektieren** soll geprüft werden, inwieweit das Kind Sachzusammenhänge der „gesellschaftlichen“ Umwelt begreift bzw. inwieweit es sozialisiert in dem Sinn ist, dass es über sozial angepasste Verhaltensweisen und gesellschaftliche Bedingungen Bescheid weiß. (Dem Kind werden Fragen gestellt, die es zu beantworten hat.)

[13.8] Die probabilistische Testtheorie

Jedes Testergebnis X wird von zwei grundlegenden Einflussgrößen bestimmt. Erstens von der wahren Merkmalsausprägung ξ der Testperson und zweitens von der wahren Schwierigkeit σ der Testaufgabe (Item). Erstere bezeichnet man als **Personenparameter** und zweitere als **Itemparameter**. In der klassischen Testtheorie wird die Beurteilung des Personenparameters einer bestimmten Testperson bezogen auf die Merkmalsverteilung in der Eichstichprobe. So ist es durchaus möglich, dass dieselbe Testleistung einer Person, je nachdem in welcher Stichprobe sie eingebettet ist, verschieden bewertet wird.

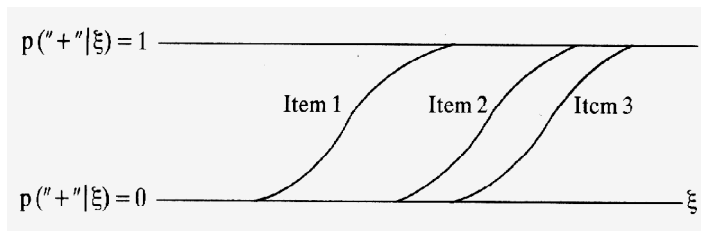
Die gleichen Überlegungen gelten auch für den Schwierigkeitsgrad einer Testaufgabe. Dieser Itemparameter ist innerhalb einer Stichprobe durch die Anzahl der „richtigen“ Antworten auf das Item gegeben, welche aber von den vorliegenden Personen und ihren Merkmalsausprägungen abhängt. Die Relativierung von Personen- und Itemparameter auf die jeweilige Referenzstichprobe ist eine offenkundige Schwäche der klassischen Testtheorie.

Eigentlich wäre es ja wünschenswert stichprobenunabhängige Beurteilungen von Personen und Items zu erhalten, d.h. die Ermittlung von Personenparametern und Itemparametern ohne Bezug auf die jeweilige Stichprobe getrennt voneinander durchführen zu können.

Der wesentlichen Forderung nach **stichprobenunabhängigen** Verfahren zur Ermittlung der Testparameter (auch spezifische Objektivität genannt) wird in der so genannten **probabilistischen Testtheorie** weitgehend Rechnung getragen, welche 1960 von **G. Rasch** entwickelt und von **G. Fischer** in Wien weiter ausgeführt wurde. Diese nicht klassische Testtheorie geht aus von der Wahrscheinlichkeit p (probability) mit welcher eine Person mit dem Parameter ξ ein Item mit der Schwierigkeit σ löst, was durch $p(\cdot|\xi, \sigma)$ symbolisiert wird. Personen mit geringen ξ -Werten werden das Item nur schwer lösen (p liegt nahe bei 0), hingegen werden Personen mit hohen ξ -Werten das Item eher leicht lösen (p liegt nahe bei 1). Der Funktionsverlauf der Lösungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Personenparameter ξ wird als Itemcharakteristik bezeichnet. Eine Itemcharakteristik wird mathematisch durch eine logistische Funktion beschrieben, welche aus einfachen Exponentialfunktionen zusammengesetzt ist.

$$p(\cdot|\xi, \sigma) = \exp(\xi - \sigma) / (1 + \exp(\xi - \sigma))$$

In der nachstehenden Grafik sind die Itemcharakteristiken für drei Items mit den Schwierigkeitsgraden $\sigma_1 = 1/2$, $\sigma_2 = 1$ und $\sigma_3 = 2$ eingezeichnet. Schwer zu lösende Items benötigen zu ihrer Lösung hohe Ausprägungen des Personenparameters; ihre Itemcharakteristiken verlaufen daher weiter rechts auf der ξ -Achse.



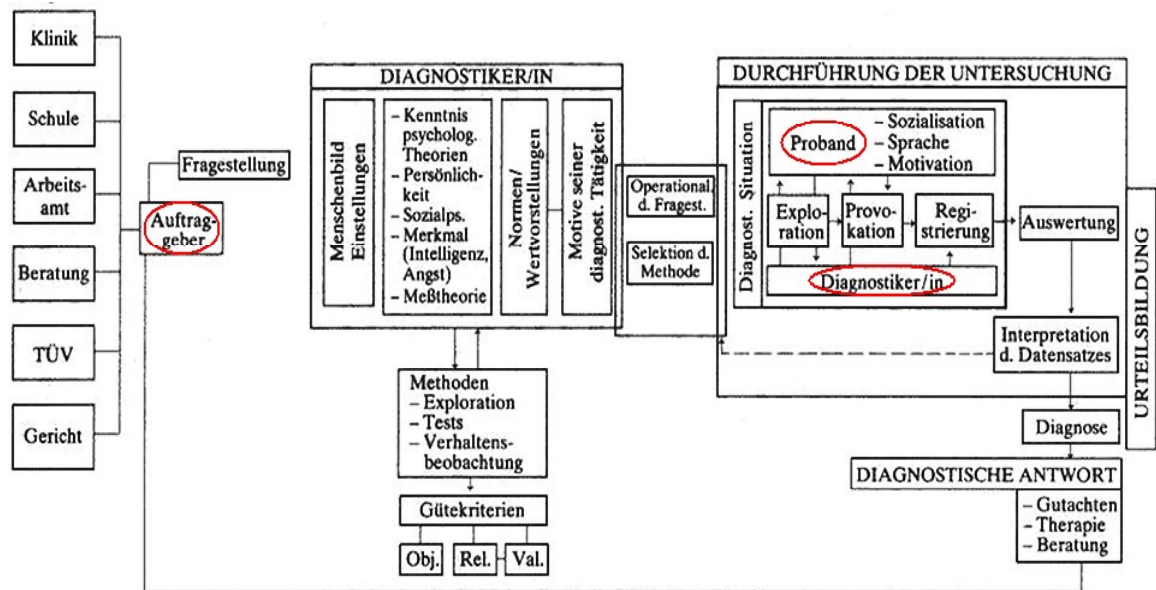
Sowie in der klassischen Testtheorie ist der Ausgangspunkt eine Datenmatrix $((X_{ij}))$, welche die Antworten X der Personen j auf die Items i enthält. Vorausgesetzt wird dabei aber zweierlei: **Erstens** sollen sich alle Items auf dasselbe Merkmal beziehen (homogen). **Zweitens** sollen alle Items entweder mit 1 (ja / richtig) oder mit 0 (nein / falsch) beantwortet werden (dichotom).

Das Ziel der probabilistischen Testtheorie ist es, aus der vorliegenden Datenmatrix Schätzwerte für die unbekannt Parameter der Aufgaben (Schwierigkeitsgrade) und für die unbekannt Parameter der Personen (individuelle Merkmalsausprägungen) zu gewinnen. Diese Schätzwerte sollen dabei die Forderung nach Stichprobenunabhängigkeit erfüllen.

Mithilfe der mathematischen **Wahrscheinlichkeitstheorie** sind, ausgehend von der gegebenen Datenmatrix unter Einbeziehung der logistischen Funktion der Itemcharakteristiken, komplizierte Näherungsverfahren entwickelt worden, welche die getrennte Bestimmung von Itemparametern und Personenparametern ermöglichen. Diese Näherungsverfahren werden mithilfe einschlägiger Computerprogramme durchgeführt und haben sich in der Praxis gut bewährt. Auf Grund der Möglichkeit der Trennung der Item- von den Personenparametern erweist sich das probabilistische Testmodell als vollständig stichprobenunabhängig. Das ist sein wesentlicher Vorteil gegenüber der klassischen Testtheorie. Dieser Vorteil muss jedoch mit einer erheblich komplizierteren theoretischen Fundierung und einem umfangreicheren Rechenaufwand erkaufte werden.

[13.9] Die psychologische Diagnose

Zum Abschluss soll noch einmal das Augenmerk auf die prinzipielle Ausgangssituation psychologischer Tests gelenkt werden. Das Beziehungsgefüge der Mitspieler (Auftraggeber, Diagnostiker und Proband) und die wichtigsten Einflussgrößen sind in der unten stehenden Grafik detailliert aufgelistet.



Die **psychologische Diagnose** ist ein vielschichtiger Prozess, bei dem unter Verwendung verschiedener Verfahren (Beobachtung, Exploration bzw. Interview, Test) zielgerichtete Information über psychische Merkmale einer Person gewonnen werden. Dieser Prozess umfasst die Klärung der Fragestellung; die Auswahl, Anwendung und Auswertung des diagnostischen Verfahrens; und schließlich die Interpretation, Gutachtenabfassung und Vorschläge für Interventionen (Beratung, Therapie). Grundsätzliche Ziele einer Diagnoseerstellung sind einerseits die gesellschaftliche Selektion und andererseits die individuelle Förderung.

Bei der **selektionsorientierten Diagnose** geht es um Schulreife, um Zugangsmöglichkeiten zu höheren Bildungsinstituten, um Berufseignung und Klassifikationen in der Arbeitswelt. Dabei besteht die Gefahr inhumaner Vorgangsweisen, sozialer Benachteiligungen und Ausgrenzungen. Aus möglichst wertfreier Beschreibung (Deskription) wird Beurteilung, aus Beurteilung häufig und vorschnell eine Verurteilung. Durch psychologische Diagnosen festgesetzte Maßnahmen zur Stabilisierung der Persönlichkeit dienen hintergründig oft nur der Stabilisierung des etablierten, gesellschaftlichen Systems und seiner Strukturen.

Im Gegensatz dazu dient die **förderungsorientierte Diagnose** der autonomen Entfaltung und Entwicklung der individuellen Person, zu ihrer Orientierung und Hilfe für gezielte Förderung. In diesem Sinne sollte auch jegliche Diagnose innerhalb der klinischen Psychologie verstanden werden.

[14] Die Intelligenz

[14.1] Faktoren der kognitiven Intelligenz

Die *kognitive Intelligenz* ist der Leistungsgrad der psychischen Funktionen (Wahrnehmung, Gedächtnis, Denken) bei der Lösung von neuen Aufgaben - und zwar unter normalen emotionalen Bedingungen.

Der britische Forscher *Louis Thurstone* entwickelte faktorenanalytische Methoden zur Erfassung des intelligenten Verhaltens. Thurstone kommt nach umfangreichen statistischen Untersuchungen von Testdaten, welche er aus 56 verschiedenen Tests an 240 Personen gewonnen hatte, zu genau sieben Grundfaktoren der Intelligenz (*seven primary mental abilities*).

P - perceptual speed, Wahrnehmungsgeschwindigkeit

(a) speed of closure (Gestalterkennung)

(b) flexibility of closure (Umstrukturierung)

S - space ability, räumliches Anschauungsvermögen

(a) visualisation (Veranschaulichung)

(b) spatial relations (Lagebeziehungen)

M - memory, mechanische Gedächtnisleistung

N - numerical ability, einfache Rechenfertigkeit

W - word fluency, motorische Wortflüssigkeit

V - verbal comprehension, sensorisches Sprachverständnis

R - reasoning, logisches Problemlösen

(a) deduction (vom Allgemeinen zum Einzelfall)

(b) induction (vom Einzelfall zum Allgemeinen)

Diese sieben Grundfaktoren sind voneinander relativ unabhängig und bilden die Basis für viele Intelligenztests, wie der Intelligenz-Struktur-Test (IST-70) von *Rudolf Amthauer* oder der Wilde-Intelligenz-Test (WIT) von *Jäger und Althoff*.

[14.2] Das Berliner Intelligenzstrukturmodell (BIS)

(1) Die Struktur der Intelligenz ist hierarchisch gegliedert. Auf der höchsten Stufe steht ein allgemeiner Generalfaktor der Intelligenz (GF), der auf allen untergeordneten Strukturebenen wirksam wird. Dieser Generalfaktor steckt in allen intelligenten Leistungen, in denen zusätzlich noch bestimmte Spezialfaktoren (SF) mit unterschiedlicher Gewichtung enthalten sind.

(2) Bei Intelligenzleistungen sind neben kognitiven Fähigkeiten auch emotionale Bedingungen entscheidend.

(3) Intelligenzleistungen können hinsichtlich verschiedener Aspekte klassifiziert werden. Grundlegend für das Modell ist die zweiteilige Klassifikation in „Inhalte“ und in „Operationen“.

O P E R A T I O N					
I	FK	FE	FM	FB	F = Figural (bildhaft)
N					
H	VK	VE	VM	VB	V = Verbal (sprachlich)
A					
L	NK	NE	NM	NB	N = Numerisch (quantitativ)
T					
	K	E	M	B	

K = Verarbeitungskapazität, E = Einfallsreichtum,
M = Merkfähigkeit, B = Bearbeitungsgeschwindigkeit

Inhaltsgebundene Fähigkeiten:

F = figural-bildhaft = anschauungsgebundenes Denken.

V = verbal = sprachgebundenes Denken.

N = numerisch = zahlengebundenes Denken.

Operative Fähigkeiten:

K = Verarbeitungskapazität = Verarbeitung komplexer Informationen bei Aufgaben, die nicht spontan lösbar sind.

E = Einfallsreichtum = flexible Ideenfülle bei der Lösung von Aufgaben.

M = Merkfähigkeit = aktives Einprägen, Wiedererkennen oder Reproduzieren von verschiedenartigem Material.

B = Bearbeitungsgeschwindigkeit = Arbeitstempo und Auffassungsgeschwindigkeit beim Lösen von einfachen Aufgaben.

Die Verknüpfung der drei Inhaltsbereiche mit den vier Grundoperationen ergibt zwölf Merkmalsfelder. Damit können fast alle intelligenten Leistungen beschrieben werden. Dazu wurde ein eigener Intelligenztest (*BIS-Test, Adolf Otto Jäger* 1997) entwickelt.

[14.3] Die emotionale (und soziale) Intelligenz

Neben der kognitiven Intelligenz wird noch eine *emotionale Intelligenz* unterschieden. Nach **Daniel Goleman** ist ein emotional intelligentes Verhalten durch die folgenden fünf Grundmerkmale gekennzeichnet:

(E1) Die eigenen Emotionen wahrnehmen und analysieren (Selbsteinsicht)

(E2) Die eigenen Emotionen kontrollieren und gestalten (Impulskontrolle)

(E3) Die eigenen Emotionen produktiv einsetzen und nutzen (Selbstwirksamkeit)

(E4) Die Emotionen der Mitmenschen erkennen und verstehen (Empathie)

(E5) Auf Emotionen der Mitmenschen angepasst reagieren (soziale Kompetenz)

Soziale Intelligenz ist die Fähigkeit, Gedanken und Motivationen und Absichten des Mitmenschen zu erkennen und sich auch angemessen zu verhalten (d.h. praktische Menschenkenntnis).

[14.4] Kompetenzen

Eine allgemein akzeptierte Definition von **Kompetenz** stammt von **Franz Weinert**:

„Kompetenzen sind die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“.

Offensichtlich steht hinter allen Kompetenzen eine allgemeine Intelligenz, sowohl in kognitiver als auch in emotionaler Hinsicht. In der folgenden Zusammenschau soll nur der Aspekt der kognitiven Intelligenz betrachtet werden. Als Ausgangspunkt dient die angeführte Definition des Kompetenz-Begriffs von Weinert. Entsprechend dem Berliner Intelligenzstrukturmodell (BIS) wird eine grundlegende Unterscheidung von Fachkompetenzen und Methodenkompetenzen getroffen.

a) Fachkompetenzen betreffen erstens das einschlägige Sachwissen und zweitens die sachgebundenen Fertigkeiten aus dem jeweiligen Fach.

b) Methodenkompetenzen umfassen die kognitiven Fähigkeiten, um erstens neues Wissen zu erwerben und zweitens selbständig Probleme zu lösen.

Ein Vergleich der in Österreich, Deutschland und der Schweiz beschriebenen Methodenkompetenzen führt im Fach Mathematik zu nachfolgender Liste von sechs Grundkompetenzen, welche in ähnlicher Form auch auf andere Unterrichtsfächer übertragen werden können:

MK1, Modellieren und Darstellen	Erfassen einer Aufgabenstellung und Übersetzen in die Sprache der Mathematik. Dabei können Skizzen, Tabellen oder grafische Darstellungen verwendet werden. Planung der Problemlösung.
MK2, Operieren und Berechnen	Ausführen von praktischen, sachgebundenen Fertigkeiten zur richtigen Lösung der Aufgabenstellung.
MK3, Verwendung von Werkzeugen	Hilfsmittel richtig einsetzen können. Datenlisten und Formelsammlungen, Computer und Tabellenkalkulation verwenden. Das Internet benutzen, um relevante Informationen zu finden.
MK4, Transferieren	Gefundene Lösungen auf ähnliche Aufgaben übertragen können.
MK5, Argumentieren und Kommunizieren	Aufgabe und Lösung präsentieren und auch sprachlich richtig und wohlgeformt kommunizieren können.
MK6, Interpretieren und Reflektieren	Die Aufgabenstellung und ihre Lösung in einem umfassenden Kontexte erkennen, und über deren Bedeutung nachdenken.

[14.5] Geschichte der Intelligenzmessung

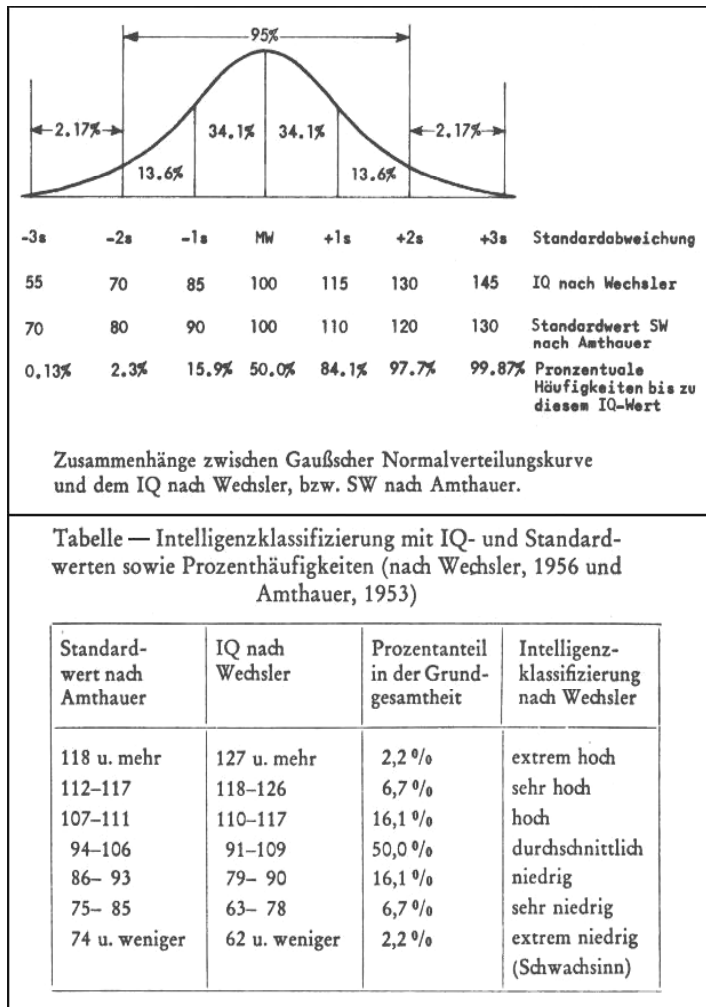
Um die Jahrhundertwende (1905) entwickelten *Alfred Binet* und *Theophile Simon* im Auftrag des französischen Unterrichtsministeriums einen Schulfreitest. Durch eine quantitative Messung der intellektuellen Leistung wollten sie erstens die Schulreife und zweitens individuelle Intelligenzdefizite feststellen, so dass eine gezielte Lernförderung eingesetzt werden konnte. Zu diesem Zweck stellten sie für die Altersstufen von 3 bis 13 Jahren jeweils fünf Aufgaben zusammen. Diese bezogen sich inhaltlich auf die Bereiche: allgemeine Urteilsfähigkeit, gesunder Menschenverstand, praktische Intelligenz, Initiative und soziale Anpassungsfähigkeit. Diese Items eichten sie an großen Stichproben für jeden Jahrgang getrennt. Als **altersgemäß** wird ein Item dann bezeichnet, wenn es von 67% bis 75% aller Kinder einer Altersstufe richtig gelöst wird. Beispiele von Items für 8-Jährige: (a) Fünf Ziffern wiederholen, (b) Zwei Gegenstände aus dem Gedächtnis miteinander vergleichen, (c) möglichst schnell rückwärts von 20 bis 0 zählen, (d) bestimmte Figuren erkennen, (e) das Datum genau angeben, usw.

Die Berechnung des von A. Binet entwickelten Intelligenzmaßes sei an dem Beispiel des zehnjährigen Knaben Michael demonstriert (Lebensalter LA = 10). Dem Kind werden zunächst alle fünf Fragen von jeder Altersstufen vorgelegt, deren Schwierigkeitsgrade daher ansteigend sind. Man bestimmt nun jene Altersstufe, von der als letzte alle Fragen richtig beantwortet werden (z.B. Grundjahr GJ = 8). Man zählt dann alle Fragen der nachfolgenden Altersstufen zusammen, welche richtig gelöst wurden (z.B. drei vom 9. Jahrgang und vier, drei, zwei und null von den folgenden Jahrgängen). Diese Anzahl (also zwölf) dividiert man durch fünf und addiert den erhaltenen Wert zum Grundjahr. Das Ergebnis wird als so genanntes Intelligenzalter IA bezeichnet ($IA = 8 + 12/5 = 10,4$). In einem letzten Schritt wird die Differenz ID von Intelligenzalter und Lebensalter gebildet (im Beispiel ist $ID = IA - LA = +0,40$). Je nach Vorzeichen dieser **Intelligenzdifferenz** liegt ein Intelligenzvorsprung (+) oder ein Rückstand (-) vor. Somit hat Michael einen Intelligenzvorsprung von +0,40 - also etwa $\frac{1}{2}$ Jahr gegenüber Gleichaltrigen.

Kritik an der Intelligenzdifferenz ID von Binet wird von *Wilhelm Stern* erhoben: Ein Rückstand von beispielsweise einem Jahr ($ID = -1,0$) hat für verschiedene Altersstufen verschieden starkes Gewicht. Bei einem Vierjährigen bedeutet es ein Defizit von 25%, bei einem zehnjährigen Kind jedoch nur mehr 10% Benachteiligung. Ein kleiner Rückstand in der frühen Kindheit ist viel schwerwiegender als der gleichgroße Rückstand in einem späteren Lebensjahr. Wilhelm Stern (1912) schlägt daher vor, das Intelligenzalter im Verhältnis zum Lebensalter zu betrachten. Das ergibt, in Prozenten ausgedrückt, den **Intelligenzquotienten** $IQ = 100 * IA / LA$. Michael würde demnach einen IQ von $100 * 10,4 / 10 = 104$ aufweisen. Eine durchschnittliche Intelligenz liegt dann vor, wenn Intelligenzalter gleich dem Lebensalter ist, also bei $IQ = 100$.

Der Intelligenzquotient von Stern stellt die menschliche Intelligenz in ihrer Abhängigkeit vom jeweiligen Lebensalter dar, was bei Kindern sicher sehr sinnvoll ist, bei Erwachsenen aber eher nicht mehr so ins Gewicht fällt. *David Wechsler* (1939) führte aus diesen Gründen den Intelligenzquotienten als statistischen Abweichungsquotienten ein. Dabei wird als Bezugsgröße die zumeist normale Häufigkeitsverteilung der Messwerte in der jeweiligen Altersstufe genommen. Es seien X der Testrohwert einer Person, m der Mittelwert der Testrohwerte X in einer repräsentativen Stichprobe der entsprechenden Altersstufe und s die Streuung der Werteverteilung. Zunächst wird der standardisierte Wert $Z = (X - m) / s$ ermittelt. Das ergibt eine Verteilung mit dem Mittelwert 0 und der Streuung 1. Durch die Transformation $Y = 100 + 15 * Z$ wird eine endgültige Skalierung mit dem Mittelwert 100 und der Streuung 15 erreicht. Diese Maßzahl $IQ = 100 + 15 * (X - m) / s$ wird von Wechsler als **Intelligenzquotient** bezeichnet.

Durch diese mathematische Umrechnung ist es möglich, die Werte von unterschiedlichen Altersstufen mit verschiedenen Mittelwerten und Streuungen direkt miteinander zu vergleichen. Jeder IQ-Wert gibt eindeutig den Abstand zum jeweiligen Mittelwert der Stichprobe, gemessen in Einheiten der jeweiligen Streuung an.



Weil die Intelligenz eine normalverteilte Messgröße ist, liegen auf Grund der kumulativen Normalverteilung in dem Intervall $[m-1*s / m+1*s]$ etwa 68%, in $[m-2*s / m+2*s]$ etwa 95%, in $[m-3*s / m+3*s]$ bereits 99,7% aller Fälle.

So kann nicht nur die relative Position von einem Individuum in seiner Referenzpopulation angegeben werden, sondern sogar auch, wie viele Individuen eine höhere oder geringere Intelligenz aufweisen.

In Gegensatz zu **Wechsler** transformiert **Amthauer** die Testrohwerte gemäß der Formel:

$$SW = 100 + 10 * (X - m) / s$$

Das ergibt eine Skalierung der Verteilung mit dem Mittelwert 100 und mit der Streuung 10.

Die von einer Person erreichten Werte haben somit im Amthauer-Test eine etwas andere Gewichtung als im Wechsler-Test.

Kreativität

Kreativität wird definiert als Fähigkeit zu originellen (= nicht häufigen), produktiven (= schöpferischen) und nützlichen (= zweckdienlichen) Leistungen. Es gibt Formen von künstlerischer, literarischer oder wissenschaftlicher Kreativität, aber auch solche von durchführungstechnischer oder methodologischer Art. Kreativität äußert sich in Gedankenflüssigkeit, im Assoziationsreichtum, in Flexibilität und Umstellfähigkeit. Vier typische Arten von Testaufgaben dazu sind:

- Möglichst viele Objekte mit einer bestimmten, vorgegebenen Eigenschaft aufzählen
- Möglichst viele Anwendungszwecke eines bestimmten Objektes nennen
- Möglichst viele Sätze aufschreiben, in denen bestimmte Worte vorkommen
- Möglichst viele einfache Gleichungen mit vorgegebenen Zahlen bilden

[14.6] Vererbung und Umwelt

Die Entwicklung der menschlichen Intelligenz, sowie aller anderen Verhaltensmerkmale auch, ist das Ergebnis des Zusammenwirkens (Interaktion) des genetisch festgelegten Organismus mit seiner jeweiligen Umwelt. Die Schätzungen für den genetisch bedingten Anteil der Intelligenz schwanken zwischen 70% und 50%, für den umweltbedingten Anteil zwischen 30% und 50%.

Familien-Untersuchungen

Familien, deren Angehörige nachweislich eine hervorstechende Eigenschaft besitzen (Schwachsinn, musikalische oder mathematische Begabungen, usw.) wurden über mehrere Generationen hin untersucht. Dabei zeigte es sich, dass auch bei den Nachkommen in den Folgegenerationen diese auffallenden Merkmale signifikant häufiger auftraten. Dieses Ergebnis spricht für eine Vererbbarkeit der beobachteten Merkmale. Ein Einwand dagegen ist jedoch der Umstand, dass der Geschädigte schon in einem hemmenden Milieu und der Begabte meistens in einer förderlichen Umwelt aufwachsen. Es ist schwierig den Erbeinfluss vom Milieueinfluss zu trennen.

Zwillings-Forschungen

Zwillinge bieten aus verschiedenen Gründen besonders günstige Voraussetzungen für die Erbforschung: Es gibt so genannte eineiige Zwillinge (EZ), die sich beide aus derselben befruchteten Eizelle entwickeln. Sie sind erbgleich in dem Sinne, dass ihre gesamte Genausstattung identisch ist. Daneben gibt es zweieiige Zwillinge (ZZ), die sich aus zwei verschiedenen Eizellen entwickeln. Sie haben nicht mehr Erbgut gemeinsam als andere Geschwisterpaare auch, nämlich 50%. Besonders aufschlussreich ist das Studium solcher EZ-Paare, welche frühzeitig getrennt und in verschiedenen Milieus aufgewachsen sind. Das Ausmaß ihrer Unterschiedlichkeit zeigt den Umwelteinfluss, das Ausmaß ihrer Ähnlichkeit hingegen zeigt den Einfluss der Vererbung.

Personen-Paare	Korrelation
Ehepaare	0.40
Eltern - Kinder	0.50
milieugleiche Geschwister	0.50
milieugeschiedene Geschwister	0.30
milieugleiche ZZ	0.56
milieugeschiedene ZZ	0.40
milieugleiche EZ	0.92
milieugeschiedene EZ	0.75
nichtverwandte Kinder bei denselben Pflegeeltern	0.25
Zufällige Menschen	0.00

Die wohl umfangreichste Studie auf diesem Gebiet unternahm **Erlenmeyer-Kimling** und **Jarvik** 1963. Dieses Forscherteam untersuchte über 30 000 Versuchspersonen auf ihre Ähnlichkeit im Hinblick auf einen Katalog von 20 Persönlichkeits- und Intelligenzmerkmalen. Als Maß für die mittlere Übereinstimmung nahmen sie den Median der Korrelationskoeffizienten innerhalb bestimmter Personengruppen. Dabei kamen sie zu den nebenstehenden Ergebnissen.

Bestimmende Umweltfaktoren für die Intelligenzentwicklung:

- *Pränatale (vorgeburtliche) Einflüsse*
- *Zeitpunkt und Ausmaß frühkindlicher Stimulationen*
- *Emotionale Situation in der Primärgruppe:*
 - Ernährung (streng - frei)*
 - Sauberkeit und Ordnung (mit Druck - mit Geduld)*
 - Zärtlichkeit (abweisend - annehmend)*
- *Die jeweilige familiäre Sprachumwelt*
- *Vorschulisches, kognitives Lerntraining*
- *Die jeweilige Schulbildung*

[14.7] Vier Denksportaufgaben

Denksportaufgaben eignen sich vortrefflich für das Intelligenztraining.

[1] Ein Wägeproblem: Unter zwölf Kugeln gibt es eine Kugel, die schwerer oder leichter als die anderen ist. Diese Kugel ist durch höchstens drei Wägungen zu ermitteln und außerdem ist dabei zu bestimmen, ob sie schwerer oder leichter ist. Zur Verfügung steht eine zweiarmige Balkenwaage, mit deren Hilfe zwei Gewichte nur direkt miteinander verglichen werden können.

Lösungsweg: Zuerst erfolgt eine Nummerierung der Kugeln und Teilung in drei Vierergruppen {1,2,3,4}, {5,6,7,8}, {9,10,11,12}. Man beginnt mit der Vergleichswägung von den beiden ersten Gruppen {1,2,3,4} & {5,6,7,8}, während die Gruppe {9,10,11,12} beiseite gelegt wird. Ein Vergleich (&) kann zu drei Ergebnissen führen: < (leichter), = (gleich) und > (schwerer). Das Symbol +X kennzeichnet, dass die gesuchte Kugel schwerer ist. -X bedeutet jedoch, dass die gesuchte Kugel leichter ist. Die Lösung erfolgt nun durch systematische Fallunterscheidung, wobei nicht zielführende (widerspruchsvolle) Fälle ausgeschlossen werden.

Vergleich von {1,2,3,4} & {5,6,7,8}:

Fall 1: {1,2,3,4} = {5,6,7,8} → X in {9,10,11,12}

Vergleich von {1,2,3} & {9,10,11}:

Fall 1a: {1,2,3} = {9,10,11} → X ist {12}

Vergleich von {1} & {12} führt direkt zur Lösung !

Fall 1b: {1,2,3} < {9,10,11} → +X in {9,10,11}

Vergleich von {9} & {10} führt direkt zur Lösung !

Fall 1c: {1,2,3} > {9,10,11} ist symmetrisch zu Fall 1b.

Fall 2: {1,2,3,4} < {5,6,7,8} → X nicht in {9,10,11,12}

Vergleich von {1,2,5} & {3,6,9}:

Fall 2a: {1,2,5} = {3,6,9} → -X in {4} oder +X in {7,8}

Vergleich von {7} & {8} führt direkt zur Lösung !

Fall 2b: {1,2,5} < {3,6,9} → -X in {1,2} oder +X in {6}

Vergleich von {1} & {2} führt direkt zur Lösung !

Fall 2c: {1,2,5} > {3,6,9} ist symmetrisch zu Fall 2b.

Fall 3: {1,2,3,4} > {5,6,7,8} ist symmetrisch zu Fall 2.

[2] Die Geschichte vom Gefangenen

Diese Geschichte beschreibt die allgemeine Situation des Menschen auf sehr treffliche Weise, denn von Geburt an erscheint der Mensch als ein Gefangener, der immer danach strebt, die Grenzen seines Lebensraumes auszuweiten und mehr Freiheit zu erlangen. Stellen wir uns diesen Menschen als einen Gefangenen vor, der von zwei Wächtern in einem Raum festgehalten wird, welcher über zwei Ausgänge verfügt. Beide Türen sind geschlossen, aber nur eine ist versperrt. Der Gefangene weiß, dass einer der beiden Wächter stets die Wahrheit sagt, der andere dagegen immer lügt. Welcher Wächter lügt und welche Tür versperrt ist, weiß er aber nicht. Die Gefängnisdirektion bestimmt nun, dass der Gefangene nur dann freigelassen wird, wenn er durch eine **einzige** Frage an nur **einen** der beiden Wächter herausfindet, welche Tür offen (unversperrt) ist. Die so begrenzte Situation des Menschen fordert seine Intelligenz heraus. Nach längerer Überlegung findet er die richtige Fragestellung und gewinnt seine Freiheit. Die richtige Lösung besteht darin, dass der Gefangene auf eine der beiden Türen deutet und einem der beiden Wächter folgende Frage stellt: „*Wenn ich Ihren Kollegen fragen würde, ob diese Tür offen ist, was würde er sagen ?*“

Der Leser möge an dieser Stelle nicht sofort weiterlesen, sondern selbstständig versuchen nachzuweisen, dass die schlaue Fragestellung es dem Gefangenen in jedem Fall ermöglicht, die unversperrte Türe herauszufinden.

Lösung des Gefangenen-Problems:

Der Gefangene deutet auf eine der beiden Türen und stellt einem der beiden Wächter die Frage: *„Wenn ich Ihren Kollegen fragen würde, ob diese Türe offen ist, was würde er sagen?“*

Lautet die Antwort des gefragten Wächters „NEIN“, so ist die Türe offen. Lautet die Antwort hingegen „JA“, dann ist sie versperrt. Dies ist in allen Fällen die richtige Lösung, und zwar unabhängig davon, welcher Wächter gefragt wird und auf welche Türe gezeigt wird. Folgende Überlegungen sollen hierfür den Beweis erbringen. Dazu werden die Türe, auf welche der Gefangene zeigt, mit dem Symbol T und die andere Türe mit S, der vom Gefangenen gefragte Wächter mit A und sein Kollege mit B bezeichnet.

Im ersten Fall nehmen wir an, dass die Türe T in Wirklichkeit offen sei. Ist nun A der wahrheitsliebende Wächter und B der Lügner, dann wird dieser auf die Frage, ob die offene Türe T offen ist, mit „NEIN“ antworten. A hingegen gibt dieses „NEIN“ unverändert wieder, sodass seine Antwort ebenfalls „NEIN“ lautet. Ist aber A der Lügner und B der wahrheitsliebende Wächter, dann wird dieser auf die Frage, ob die offene Türe T offen ist, wahrheitsgetreu mit „JA“ antworten. Der Lügner A hingegen ändert das „JA“ in ein „NEIN“ um, sodass seine Antwort „NEIN“ lautet. In jedem Fall bedeutet die Antwort „NEIN“, dass die Türe T offen ist.

Im zweiten Fall nehmen wir an, dass die Türe T in Wirklichkeit versperrt sei. Ist nun A der wahrheitsliebende Wächter und B der Lügner, dann wird dieser auf die Frage, ob die versperrte Türe T offen ist, mit „JA“ antworten. A hingegen gibt dieses „JA“ unverändert wieder, sodass seine Antwort ebenfalls „JA“ lautet. Ist aber A der Lügner und B der wahrheitsliebende Wächter, dann wird dieser auf die Frage, ob die versperrte Türe T offen ist, wahrheitsgetreu mit „NEIN“ antworten. Der Lügner A hingegen ändert das „NEIN“ in ein „JA“ um, sodass seine Antwort „JA“ lautet. In jedem Fall bedeutet die Antwort „JA“, dass die Türe T versperrt ist.

Durch die scharfsinnige Fragestellung des Gefangenen lässt sich somit das gestellte Problem eindeutig lösen. Diese Geschichte erscheint in zweifacher Hinsicht äußerst interessant:

- **Der lebensphilosophische Aspekt** stellt den Menschen als Gefangenen dar, welcher kraft seiner Kreativität und Intelligenz seine Beschränkungen sprengen und zu Freiheit gelangen kann.
- **Der erkenntnistheoretische Aspekt** verdeutlicht, dass Problemlösungen immer auch Fragen der Kommunikation sind. Die Lösung wird aber erst dadurch ermöglicht, dass die Ebene der Objektsprache (offene und versperrte Türen) und die Ebene der Metasprache (Wahrheit und Falschheit der Aussagen) scharfsinnig miteinander verknüpft werden. Der Gefangene leitet also den objektiven Zustand der Türen aus der Information über die spezifische Beziehungsform zwischen sich und den beiden Wächtern her.

Verallgemeinert man das Lösungsverhalten des Gefangenen, so erkennt man daran einerseits die Intensionalität (Objektbezogenheit) und andererseits die Reflexivität (Rückbezüglichkeit) des menschlichen Bewusstseins. Einmal mehr ist an dieser Geschichte ersichtlich, dass die Verzahnung von Objektbewusstsein und Selbstwahrnehmung eine wesentliche Funktionseigenschaft der Psyche darstellt. Erst dadurch, dass die Kommunikationsbeziehungen des eigenen ICHs reflektiert werden können, wird die Leistungsvielfalt des menschlichen Bewusstseins ermöglicht.

[3] Die Hängebrücke

Indiana Jones ist mit seinen drei Freunden auf der Flucht. Sie kommen zu einer Hängebrücke über eine tiefe Schlucht. Die Brücke trägt das Gewicht von maximal zwei Personen. Es ist dunkle Nacht und es ist nur eine Taschenlampe vorhanden, so dass eine Person immer zurückgehen muss. Die vier Freunde haben genau eine Stunde Zeit zur Überquerung der Hängebrücke, denn dann werden sie von ihren Verfolgern eingeholt.

Folgende Informationen sind bekannt: Indiana Jones braucht zur Überquerung der Brücke nur 5 Minuten. Mr Green braucht 10 Minuten, Mr Red braucht 20 Minuten und Mr Blue braucht sogar 25 Minuten. In welchen Paarungen müssen die vier Personen über die Brücke gehen, damit sie es *genau in einer Stunde* schaffen?

Lösung:

Die vier Personen Indiana Jones (IJ), Mr Green (G), Mr Red (R) und Mr Blue (B) überqueren die Hängebrücke in drei Paarungen:

- (1) → IJ + G (= 10 Min.) ... Hinweg
 ← IJ (= 5 Min.) ... Rückweg
 (2) → R + B (= 25 Min.) ... Hinweg
 ← G (= 10 Min.) ... Rückweg
 (3) → G + IJ (= 10 Min.) ... Hinweg

Als Gesamtzeit ergibt sich sodann $15 + 35 + 10 = 60$ Minuten.

[4] Das unbekannte Alter (eine Textgleichung)

Adam und Eva sind Geschwister. Adam war vor fünf Jahren doppelt so alt wie Eva. In vier Jahren werden beide zusammen 27 Jahre alt sein. Wie alt sind sie heute?

Lösungstabelle:

	Adam	Eva
Alter vor 5 Jahren:	$x-5$	$y-5$
Alter heute :	x	y
Alter in 4 Jahren :	$x+4$	$y+4$

Eine wesentliche Hilfe bei der Lösung solcher Aufgaben ist die übersichtliche Anordnung der gegebenen Daten in Tabellenform und die Aufstellung passender mathematischer Gleichungen.

Gleichungen: (I) $x-5 = 2*(y-5)$
 (II) $(x+4) + (y+4) = 27$

Die Gleichungen werden äquivalent umgeformt und dann gelöst:

(I) $x-5 = 2*(y-5)$ (II) $(x+4) + (y+4) = 27$
 $x-5 = 2*y-10$ $x + y + 8 = 27$
 $x = 2*y-5$ $x + y = 19$

Das x aus Gleichung I wird nun in Gleichung II eingesetzt:

$2*y-5 + y = 19$
 $3*y = 24$
 $y = 8$ und $x = 2*8 - 5 = 11$

Lösung: $x = 11$ Jahre, $y = 8$ Jahre.

[15] Die Persönlichkeit

[15.1] Faktoren der Persönlichkeit

Unter Persönlichkeit versteht man die Gesamtheit der psychischen Eigenschaften und der Verhaltensweisen, welche dem Menschen seine eigene, charakteristische und unverwechselbare Individualität verleihen. **Raymond Catell** fand mit Hilfe der Faktorenanalyse sechs relativ unabhängige Grundfaktoren der Persönlichkeit:

F1, Extraversion vs. Introversion
F2, Emotionale Stabilität vs. Neurotizismus
F3, Gefühlsbetontheit vs. Gefühlskälte
F4, Soziale Abhängigkeit vs. Unabhängigkeit
F5, Kooperationsbereitschaft vs. soziale Dominanz
F6, Willenskontrolle vs. Spontanität

Paul Costa und Robert McCrae entwickelten einen Test, der fünf relativ unabhängige Persönlichkeitsfaktoren (THE BIG FIVE) überprüft. Sie stimmen teilweise mit den Grundfaktoren von **Raymond Catell** überein.

NF1, Extraversion vs. Introversion:

außengeleitet – innengeleitet
 gesprächig – schweigsam
 offen – verschlossen
 gesellig – zurückgezogen

NF2, Emotionale Stabilität vs. Neurotizismus:

gelassen, entspannt – nervös, angespannt
 ruhig, stabil – unruhig, labil, ängstlich
 beherrscht, kontrolliert – unbeherrscht, launisch
 zufrieden – unzufrieden, selbstbemitleidend

NF3, Verträglichkeit, Liebenswürdigkeit vs. Unverträglichkeit:

mitfühlend, freundlich – hartherzig, unfreundlich
 gutmütig, sanftmütig – aufbrausend, streitsüchtig
 vertrauensvoll, anpassungsfähig – misstrauisch, eigensinnig
 hilfsbereit, altruistisch – ablehnend, egoistisch

NF4, Gewissenhaftigkeit, Pflichtbewusstsein vs. Gewissenlosigkeit:

ordentlich – nachlässig
 verantwortungsvoll, zuverlässig – verantwortungslos, unzuverlässig
 gewissenhaft – skrupellos
 ausdauernd – wankelmütig

NF5, Offenheit für Neues vs. Verschlossenheit für Neues:

künstlerisch sensibel – künstlerisch unsensibel
 intellektuell offen – engstirnig, gedankenlos
 gewandt, vornehm – ungehobelt, rüpelhaft
 fantasievoll – einfältig, primitiv

[15.2] Persönlichkeitsbeschreibungen

Zusammengefasst kann die Persönlichkeit **P** als ein einheitliches, stabiles, strukturiertes, offenes, dynamisches, sich selbst regulierendes System dargestellt werden, in welchem dauernd Information verarbeitet wird. Sie kann als ein viergliedriges Beziehungsgefüge $P = \{ S, R, Z, B \}$ verstanden werden, wobei **S** die Reize der Umwelt, **R** das äußere Verhalten, **Z** die inneren Zustände bzw. Vorgänge und **B** die Menge aller Beziehungen (Relationen) zwischen **S, R, Z** bezeichnen. Trotz unterschiedlicher Aspekte lassen sich fundamentale gemeinsame Merkmale dessen, was als Persönlichkeit verstanden wird, herausfiltern:

[1] *Stabilität und Konsistenz.*

Die Persönlichkeit zeigt in ihren Wesenszügen eine Konstanz bezüglich verschiedener Zeitpunkte (Stabilität) und bezüglich unterschiedlicher Situationen (Konsistenz).

[2] *Ganzheit und Einheitlichkeit.*

Die menschliche Persönlichkeit ist ein einheitliches Ganzes. Eine einzelne isolierbare Eigenschaft, ein einzelner isolierbarer Prozess erhält seine Bedeutung und Funktion erst im Gesamtzusammenhang aller Eigenschaften und Prozesse. Beispielsweise wird gleich hohe und gleich geartete Intelligenz zu einem anderen Verhalten führen, je nachdem, welche Gesinnungen und Werte eine Person hat.

[3] *Strukturiertheit und Hierarchie.*

Persönlichkeit ist kein amorphes ungegliedertes Gebilde, sondern wohl strukturiert, vielleicht sogar hierarchisch gegliedert. Daher sind Strukturmodelle zur Beschreibung der menschlichen Persönlichkeit entwickelt worden. Erst durch die verschiedenartige Struktur, wo die einzelnen Strukturmerkmale unterschiedlich stark ausgeprägt sind, entsteht die Einzigartigkeit und Unverwechselbarkeit der individuellen Person.

[4] *Dynamik und Prozesshaftigkeit.*

Die individuelle Persönlichkeit ist aber keine statische Struktur, sondern eine dynamische. Unterschiedliche, sich gegenseitig beeinflussende Prozesse (Wahrnehmungen, Vorstellungen, Denkkakte, Triebe, Gefühle, Interessen und Willensentscheidungen) bilden ein dynamisches Geschehen, das Entwicklung und Wandel unterworfen ist.

[5] *Offenheit und Informationsaustausch.*

Bei der individuellen Persönlichkeit handelt es sich um ein offenes System. Eine Person ist nicht abgeschlossen, sondern steht in regem Informationsaustausch mit der Umwelt. Sie verarbeitet Reize von draußen, bewertet sie, und reagiert dementsprechend. So wird auch die Außenwelt ständig verändert. Es gilt das Prinzip des reziproken Determinismus, d.h. der gegenseitigen Beeinflussung von Innenwelt und Außenwelt.

[6] *Selbstregulation und Anpassung.*

Durch den Informationsaustausch mit der Realität werden Rückkopplungen möglich. Die Wahrnehmung eigener Handlungsfolgen führt zu passenden Regulationen des Verhaltens. Diese Selbstregulation dient einer optimalen Anpassung und damit der Selbsterhaltung des Systems.

Begriff	Definition	Beispiel
Temperament	Biologisch gegebene typische Reaktionsweise. Es zeigt sich schon bei oder kurz nach der Geburt und äußert sich vor allem in der Emotionalität und im Aktivitätsniveau.	Manche Neugeborene sind erregbar und aktiv, andere zeigen ein ruhiges und passives Temperament.
Eigenschaft (trait)	Eine konstante, überdauernde, spezifische Art des Verhaltens. Sie kann entlang eines Kontinuums gemessen werden und wird sowohl zur Beschreibung von einzelnen Personen als auch zur Vorhersage ihres zukünftigen Verhaltens benutzt.	Eine Person, die für eine gemeinnützige Organisation spendet, die bedürftigen Freunden Geld gibt und einem wichtigen Anliegen Zeit opfert, kann als eine Person beschrieben werden, deren Eigenschaft „Großzügigkeit“ einen hohen Wert erreicht.
Typ	Eine abgegrenzte Kategorie, der Menschen zugeordnet werden können, die ein bestimmtes Muster von Eigenschaften aufweisen.	Der zylothyme Charaktertyp in der Typologie von Kretschmer.
Disposition	Eine Neigung oder eine Bereitschaft einer Person, auf eine gegebene Situation in einer charakteristischen Weise zu reagieren.	Einer Person, die oft lächelt, sich freundlich wohlwollend äußert und zuhört, spricht man eine Disposition zur „Freundlichkeit“ zu.
Charakter	Dieser Begriff ist fast gleichbedeutend mit <i>Persönlichkeit</i> , wenn er benutzt wird, um auf das gesamte Muster von regelmäßig wiederkehrenden Verhaltensweisen einer Person zu verweisen. Wird er hingegen zur Bewertung der <i>Qualität</i> der Persönlichkeit benutzt, so impliziert er ein Urteil über die Moral, die Werte und andere Attribute der Person.	Empfehlungsschreiben verweisen üblicherweise auf den vertrauenswürdigen oder emotional stabilen Charakter einer Person.
Charakter-Typen	Werden in einigen Theorien verwendet, um identifizierbare Verhaltensmuster von Erwachsenen zu beschreiben, die sich früh im Leben gebildet haben und um bestimmte Themen organisiert sind.	Der orale und der anale Charaktertyp nach der Theorie Freuds.
Zustand (state)	Ein subjektives bewusst erlebtes Muster von bestimmten Gefühlen. Es wird von einer Erregung des autonomen Nervensystems oder von kognitiven Prozessen begleitet. Im Vergleich zu einer Eigenschaft (trait) ist ein Zustand (state) eher ein vorübergehendes Phänomen.	Sich für <u>eine</u> Prüfung nicht vorbereitet zu haben, führt zum Zustand der „Besorgnis“. Bei <u>allen</u> Prüfungen die Nerven zu verlieren, ist jedoch ein Anzeichen der Eigenschaft „Prüfungsangst“.
Stimmung (sentiment)	Ein ausgedehnter emotionaler Zustand, der sowohl die Lebensauffassung einer Person als auch ihr Auftreten für eine gewisse Zeit bestimmen kann.	Erfolg führt zu Euphorie, Misserfolg jedoch versetzt uns in depressive oder gereizte Stimmung.
Gewohnheit (habit)	Eine erlernte Verhaltensweise, die relativ festgelegt ist und in bestimmten Situationen mit hoher Verlässlichkeit auftritt.	Ein Boxer kann etwa die <i>Gewohnheit</i> haben, sich vor jeder Runde des Kampfes mit seinen Händen zu bekreuzigen.
Einstellung (attitude)	Eine erlernte Neigung, Klassen von Gegenständen oder Menschen in Abhängigkeit von den eigenen Überzeugungen und Gefühlen günstig oder ungünstig zu bewerten.	Autoritäre Menschen haben oft sehr vorurteilsbehaftete Einstellungen gegenüber Minderheiten.
Werte	Etwas, das der einzelne als wichtig und lohnend einzuschätzen lernt. Ein Wert kann ein Lebensprinzip sein oder etwas, was man erreichen oder erhalten möchte.	Für autoritäre Persönlichkeiten sind „Ordnung und Macht“ wichtige Werte.

[15.3] Eigenschaften und Typologien

Werden bei mehreren Individuen bestimmte Ähnlichkeiten festgestellt, so fasst man sie oft zu Typen zusammen. Unter **Typus** versteht man ein Bündel von einzelnen Eigenschaften, welche sehr häufig gemeinsam miteinander auftreten. Nach dem Überwiegen von Körpersäften hat der griechische Arzt **Hippokrates** um 450 v. Chr. vier Typen von Temperamenten unterschieden: sanguinisch (Blut) - cholertisch (Galle) - melancholisch (Tränen) - phlegmatisch (Schweiß).

Der deutsche Psychiater **Ernst Kretschmer** entdeckte in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts einen auffälligen Zusammenhang zwischen **Geisteskrankheiten** (Psychosen) und dem **Körperbau**. Diesen unterteilt er in die drei Typen **leptosom** (schlankwüchsig), **pyknisch** (dickwüchsig) und **athletisch** (muskulös). Durch eine Abschwächung der Symptome der beiden großen Geisteskrankheiten **schizophrene Psychosen** und **affektive Psychosen** erhält man ein brauchbares Beschreibungssystem für die normale Persönlichkeit. Demnach werden die beiden Charaktertypen **Schizothymie** und **Zyklothymie** unterschieden. Zu diesen wird als dritter Typus noch die **Ixothymie** hinzugefügt. Dabei bleiben die ursprünglich an Geisteskranken festgestellten Zuordnungen zu den verschiedenen Körperbauformen erhalten.

Körperbau	Charaktertyp	psychische Funktionen	psychische Kräfte
leptosom	schizothym	<p>Wahrnehmung und Vorstellung: Formbeobachter, fixierende Aufmerksamkeit, geringe Ablenkbarkeit, perseverierende Vorstellungen.</p> <p>Denken: systematisch - geordnet, geradlinig - kontinuierlich, logisch - abstrakt, theoretisch - schematisch, geringe Umstellfähigkeit.</p> <p>Arbeitsweise: schnelles persönliches Tempo, gleichmäßige Arbeitsweise, plötzliche Ermüdung.</p>	<p>Triebe: unausgeglichenes Triebleben; krampfhafter Reizhunger, nicht zielsicher; andererseits Tendenz zu moralischer Skrupelhaftigkeit und daher Neigung zu Konflikten und Zwiespältigkeiten.</p> <p>Gefühle: eher gefühlkalt, abwartend und distanziert; in der affektiven Erregung nicht laut und explosiv, sondern innerlich angespannt und beidend; oft Gefühlskälte nach außen und mimosenhafte Empfindlichkeit nach innen; oft soziale Kontaktschwierigkeiten; Neigung zur Introversion.</p> <p>Wille: hohe Selbstkritik und Kontrolle, Willensstärke und Selbstdisziplin.</p>
pyknisch	zyklothym	<p>Wahrnehmung und Vorstellung: Farbbeobachter, fluktuierende Aufmerksamkeit, große Ablenkbarkeit, assoziative Vorstellungen.</p> <p>Denken: unsystematisch - ungeordnet, weitschweifig - sprunghaft, intuitiv - anschaulich, praktisch - lebensnah, gute Umstellfähigkeit.</p> <p>Arbeitsweise: langsam persönliches Tempo, ungleichmäßige Arbeitsweise, allmähliche Ermüdung.</p>	<p>Triebe: ausgeglichenes Triebleben; Freude an irdischen Genüssen ohne starke Abweichungen von der Norm; lebhaftes Triebleben ohne viele moralische Skrupel, und daher relativ frei von Konflikten.</p> <p>Gefühle: eher gefühlswarm und impulsiv; leichte, unkomplizierte Affektabfuhr nach außen; oft sentimentale Schwärmereien; reicher Gefühlshaushalt, der auch zum Ausdruck gebracht werden will; sozial kontaktfreudig; Neigung zur Extraversion.</p> <p>Wille: geringe Selbstkritik und Kontrolle; willensschwach und Mangel an Disziplin.</p>
athletisch	ixothym	<p>In ihrer Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Vorstellung unauffällig; in ihrem Denken zähflüssig und langsam; wenig Fantasie; trockene und wortkarge, oft stockende Sprechweise; in ihrer Leistung gründlich und ausdauernd; in ihrer Körpermotorik bedächtig bis plump.</p>	<p>Zähflüssiges Temperament, nicht nervös, geringe affektive Empfindlichkeit, schwer aus der Ruhe zu bringen, geduldig und eher phlegmatisch; zum Affekt dauert es lange - im Affekt jedoch sind sie explosiv und primitiv, aber auch leicht zu besänftigen; hilfsbereite und zuverlässige Freunde, die besten Kameraden in der Not. Stabile und solide Persönlichkeiten.</p>

[15.4] Das Ichbewusstsein

Schon in seiner frühen Kindheit erkennt der Mensch den Unterschied zwischen „fremd“ und „selbst“ – ähnlich wie sein Immunsystem. Das Kind lernt nicht nur die Welt kennen, sondern auch sich selbst. Dabei stützt es sich auf folgende Informationsquellen: (1) Die Beobachtungen der eigenen Handlungen, ihrer Ursachen und Wirkungen. (2) Die Beobachtungen, wie andere sich zu einem selbst verhalten. (3) Der Vergleich des eigenen Verhaltens mit dem der anderen.

Hinter dem flüchtigen Strom der Wahrnehmungen und Emotionen, hinter dem Wechsel sozialer und situativer Beziehungen wird eine zusammenhängende **stabile Einheit**, ein unverwechselbares und einzigartiges **ICH** erlebt (Ichbewusstsein, Selbstbewusstheit, Selbstidentität). Dabei können wir auch bewusst unsere eigenen Befindlichkeiten und Verhaltensweisen hinterfragen (Selbstreflexion) und bewerten (Selbstwert).

Wichtige Repräsentationsgebiete des Ichbewusstseins im Gehirn sind der mediale, präfrontale Cortex im Stirnlappen so wie insulärer und cingulärer Cortex im limbischen System.

In unserer sozialen Umgebung werden wir von den Mitmenschen in bestimmter Art und Weise wahrgenommen und bewertet. Das Ergebnis sind dann Fremdbilder von der eigenen Person, welche nur selten mit unserem eigenen Selbstbild übereinstimmen. Die Unterschiedlichkeit von Fremd- und Selbstbildern ist der Ausgangspunkt von Dissonanzen und Konflikten. In diesen Erlebnisweisen erhält das **Ichbewusstsein** eine immer schärfere Profilierung. Die vielschichtigen Prozesse der Ich-Entwicklung, Misserfolge und Erfolge, führen zu einer **Selbstidentität**, die jeder Mensch in einer spezifischen Intensität erlebt. In ernsteren Krisen des individuellen Lebens kann es zur Schwächung oder gar zum Verlust dieser Selbstidentität kommen („Wer bin Ich? Wohin gehöre Ich?“). Jeder Mensch kennt diese Phasen der Labilität und Unsicherheit und ist bestrebt, diese zu überwinden und einen Zustand der Selbstsicherheit und inneren Zufriedenheit zu erreichen.

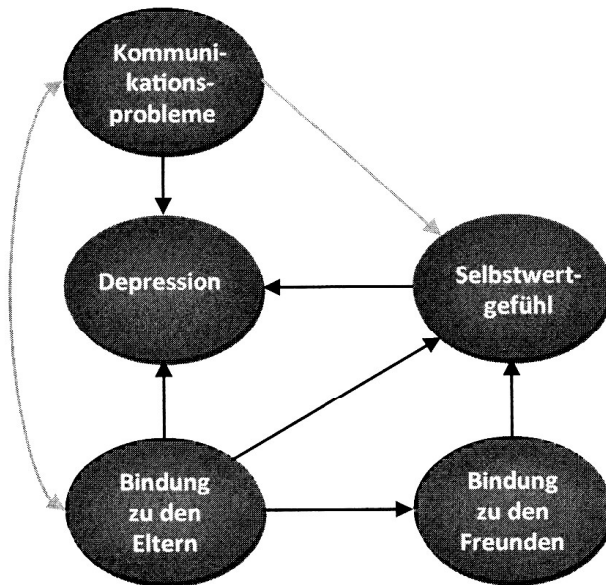
Die drei Begriffe Selbstidentität, Selbstbild und Ichbewusstsein meinen alle im Wesentlichen dasselbe, nämlich die subjektive Repräsentation der eigenen Person im eigenen Bewusstsein. Ein umfassender Begriff ist jener des **Selbstkonzeptes**. Ein damit zusammenhängender Begriff ist jener des **Selbstwertgefühls**. Darunter versteht man die subjektive, emotionale Bewertung des eigenen Selbstkonzeptes. Als ein wichtiges Bewertungskriterium hat sich dabei das so genannte **Leistungsmotiv** erwiesen. Eine Frustration dieses Motives (d.h. die Enttäuschung der Erwartung von eigenen, guten Leistungen) führt zu einer Reduktion des Selbstwertes mit all seinen unangenehmen Folgezuständen, wobei es bis zur Bildung von psychischen Störungen kommen kann.

Das so entwickelte Selbstkonzept stellt eine dynamische Struktur unseres Erlebens dar, welche durch viele intrapersonale Prozesse (Informationsverarbeitungen und Motivationen) und auch viele interpersonale Prozesse (Kommunikationen und soziale Entscheidungen) aufgebaut wird und auf alle diese Prozesse regulierend zurückwirkt (**Selbstregulation**).

Es können verschiedene Formen des Selbstkonzeptes unterschieden werden: (1) **Das private Selbst**, das beim elementaren Körperbewusstsein beginnt und über die Triebhaftigkeit und den Gefühlshaushalt bis zu geistig-kulturellen Einstellungen und kognitiven Werthaltungen reicht. (2) **Das soziale Selbst** besteht aus jenen Rollen, die jeder Mensch in den einzelnen Segmenten seiner sozialen Realität mehr oder minder angepasst spielen muss. Mit jeder sozialen Rolle sind Erwartungshaltungen verknüpft, bei deren Nicht-Erfüllung Sanktionen erfolgen. (3) Das bewusst einsichtige **Oberflächen-Selbst**. (4) Das bewusst nicht einsichtige **Tiefen-Selbst**.

Elterliche und freundschaftliche Bindungen sind für das adoleszente Selbstwertgefühl von großer Bedeutung.

Betreffend psychischer Gesundheit, Depression oder Lebenszufriedenheit nimmt die elterliche Bindung eine bedeutende Funktion ein. Beim jugendlichen Selbstwertgefühl spielen jedoch auch freundschaftliche Bindungen eine entscheidende Rolle. In seinem Modell beschreibt **David Wilkinson** (2004) diese Sachverhalte entsprechend der nachfolgenden Grafik.



Als Kommunikationsprobleme werden alle negativen Stressoren der Außenwelt und Frustrationen (Misserfolgs-erlebnisse, Erwartungsenttäuschungen) bezeichnet. Diese stehen in wechselseitiger Beziehung mit der elterlichen **Bindungssituation**, die im positiven Fall durch Sicherheit und Vertrauen geprägt ist. Im negativen Fall kann sie zur Minderung des Selbstwertgefühls und zu Depressionen führen.

Die elterliche Bindung beeinflusst aber ihrerseits auch das Bindungsverhalten zu Freunden. Dieses wiederum wirkt positiv oder negativ auf das Selbstwertgefühl.

Eine berühmte Selbstwert-Formel von **William James** (1890) besagt, dass der Selbstwert eines Menschen sich als Verhältnis von seinen Erfolgen zu seinen Ansprüchen darstellen lässt.

Selbstwert = Erfolg / Anspruch = tatsächliche Leistung / erwartete Leistung

Um sich in einer von sozialen Kontakten geprägten Umwelt zurecht zu finden, ist es notwendig, seine eigenen Erwartungen, Wünsche, Normen oder Ziele von denen anderer unterscheiden zu können. Trotzdem ist es gleichzeitig wichtig soziale Erwartungen und Anforderungen, die an einen gestellt werden, internalisieren (verinnerlichen) zu können. Man kann zwei verschiedene Formen der Internalisierung unterscheiden, die Selbst-Integration und die Selbst-Infiltration.

Die Selbst-Integration besteht in der Internalisierung von nur jenen sozialen Erwartungen, welche nicht im Gegensatz zum eigenen Selbst stehen. Es ist die Fähigkeit von Außen gestellte Erwartungen mit den eigenen Wertvorstellungen abzugleichen. Die Folge davon ist ein höheres Maß an Selbstzufriedenheit und Selbstwertgefühl.

Die Selbst-Infiltration besteht in der Internalisierung auch von jenen sozialen Erwartungen, welche im Gegensatz zum eigenen Selbst stehen. Es ist die Unfähigkeit von Außen gestellte Erwartungen mit den eigenen Wertvorstellungen abzugleichen. Die Folge sind falsche Selbstzuschreibungen, bei denen beispielsweise eine unattraktive und ungeliebte von Außen verlangte Aufgabe als selbstgewählt bzw. selbstverschuldet eingestuft wird. In weiterer Folge können daraus innere Konflikte mit Gefühlen von Scham, Schuld, Zwang und Entfremdung entstehen.

[16] Die sechs psychoneuralen Grundsysteme

Die emotionalen und motivationalen Merkmale der menschlichen Persönlichkeit werden hauptsächlich durch die Funktionsebenen des limbischen Systems bestimmt (siehe Kapitel [1.3.5]). In seinem Buch „Wie das Gehirn die Seele macht“ unterscheidet *Gerhard Roth* sechs psychoneurale Grundsysteme, welche in den neurobiologischen Strukturen des Gehirns verankert sind.

- *Die Stressverarbeitung (STRE)*
- *Das Beruhigungssystem (BERU)*
- *Das Belohnungssystem (BELO)*
- *Die Impulskontrolle (IMPU)*
- *Das Bindungssystem (BIND)*
- *Realitätsprüfung und Risikobewertung (REAL)*

Die individuellen Ausprägungen und die Interaktionen dieser Systeme sind bedingt durch die genetische Ausstattung und durch die frühkindlichen Lernerfahrungen des Menschen. Im Folgenden werden die Funktionalität der sechs psychoneuralen Grundsysteme und deren Beziehungen zu den Persönlichkeitsmerkmalen erläutert.

[16.1] Die Stressverarbeitung (STRE)

Das Stressverarbeitungssystem soll es dem Organismus ermöglichen, auf körperliche und psychische Belastungen angemessen zu reagieren. Die *Stresstoleranz* gibt an, wie viel Stress ein Mensch vertragen kann.

Die Stressreaktion ist bereits früher ausführlich beschrieben. Entscheidend dafür ist das Zusammenspiel von Hypothalamus, Hypophyse und Nebennierenrinde (Adrena), die so genannte *HPA-Achse*. Wirken starke Stressoren auf den Organismus, werden die wahrgenommenen Signale zuerst an Hypothalamus, Amygdala und Hippocampus weitergeleitet. Im Hypothalamus kommt es zur Produktion des Neuropeptids *CRF* (corticotropin-releasing-factor). Das CRF veranlasst die Hypophyse zur Ausschüttung des adrenocorticotropen Hormons (*ACTH*).

Das ACTH gelangt über den Blutweg in die Rinde der Nebenniere und führt dort zur Bildung und Freisetzung von Glukocorticoid-Hormonen (*Cortisol*) in den Blutkreislauf. Diese Hormone bewirken eine vermehrte Bereitstellung von Zucker (Glukose) und somit eine erhöhte Energiezufuhr für die Muskelzellen. Der Zucker wird in den Muskelzellen als Brennstoff verwendet, der die Energie für die Muskelkontraktion liefert. So kann Flucht- oder Kampfverhalten gestartet werden („flight or fight“).

Das Cortisol wirkt aber über den Blutweg wieder zurück auf das Zwischenhirn und bremst dort die weitere Produktion von CRF („negatives Feedback“).

Zusätzlich wird über den Sympathikus das Nebennierenmark angeregt, die Stresshormone *Noradrenalin* und *Adrenalin* auszuschütten.

Positive frühkindliche Bindungserfahrungen bewirken eine erhöhte Produktion des Hormons *Oxytocin*, eine vermehrte Ausschüttung von *endogenen Opiaten* und eine vermehrte Ausschüttung des Hormons *Serotonin*. Das alles führt zu einem emotionalen Wohlbefinden des Kindes. Das Oxytocin hemmt die Freisetzung von Cortisol und es kommt zu einer verstärkten Stresstoleranz. Bei negativen frühkindlichen Bindungserfahrungen kommt es zu einer verminderten Stresstoleranz.

Menschen, die emotional instabil sind, die hohe Merkmalswerte in Neurotizismus und niedrige Werte in Extraversion aufweisen, zeigen folgende typische Stressverarbeitung: Ihre tägliche Normkonzentration an Cortisol im Blut ist relativ hoch. Durch den negativen Feedback-Mechanismus des erhöhten Cortisols auf die HPA-Achse kommt es dann bei Belastungssituationen zu keiner angemessenen Stressantwort. Die betroffenen Menschen sind im Dauerstress und wenig belastbar.

Die Stresshormone wirken auf das vegetative Nervensystem und auf das Immunsystem und können bei Dauerstress zu *psychosomatischen Erkrankungen* führen. Als ein Beispiel sei die Gastritis (Entzündung der Magenschleimhaut) angeführt.

[16.2] Das Beruhigungssystem (BERU)

Das interne Selbstberuhigungssystem ist überwiegend durch den Neuromodulator *Serotonin* (5-Hydroxytryptamin, 5-HT) bestimmt. Das Serotonin, das vor allem in den Raphe-Kernen erzeugt wird, bewirkt über spezifische Rezeptoren eine allgemeine Beruhigung und Dämpfung. In diesem Sinne wirkt es auch auf das Stressverarbeitungssystem. Umgekehrt kann das Stresshormon Cortisol in hohen Konzentrationen die Ausbildung von Serotoninrezeptoren verringern. Generell vermag ein Serotoninmangel emotionale Angespanntheit, Ängstlichkeit und Depression hervorzurufen. Ein stark erhöhter Serotoninspiegel in Kombination mit niedrigem Cortisolspiegel führt zu einer deutlichen Dämpfung der emotionalen Hirngebiete. Die davon betroffenen Menschen erscheinen gefühlsarm und antriebslos.

Das serotonerge Beruhigungssystem ist an fast allen Persönlichkeitsmerkmalen beteiligt. Ein niedriger Serotoninspiegel führt zum Überwiegen der Merkmale des Neurotizismus (Emotionale Instabilität, Ängstlichkeit, Depression, usw.).

[16.3] Das Belohnungssystem (BELO)

Eine grundlegende Motivation für unser Handeln ist Lust zu gewinnen und Unlust zu vermeiden (hedonistisches Prinzip). Bei der intercraniellen Selbststimulation (ICSS) werden Elektroden in das Gehirn so implementiert, dass sie auf Areale im *ventrolateralen Hypothalamus* zeigen. Die Versuchstiere (Ratten) können sich nun selbst stimulieren, indem sie mit einem mechanischen Hebeldruck den elektrischen Stromkreis schließen.

Die Reizung dieser Areale erzeugt starke Lustgefühle, welche durch Freisetzung von *Dopamin* und von *endogenen Opiaten* vermittelt werden. Bei solchen Versuchen stimulieren sich die Tiere tausende Male pro Stunde bis zur völligen Erschöpfung. Bemerkenswert ist dabei, dass bereits nach einer kurzen Lernzeit von einigen Minuten jene Orte und jene Hebelmechanismen eingespeichert werden, welche die Lustgefühle auslösen. Damit ist aber auch die Funktionsweise der instrumentellen Konditionierung erklärt: Die in den Nervenzellen des Lustsystems freigesetzten Signalstoffe bewirken eine synaptische Verstärkung in den Leitungsbahnen jenes Verhaltens, welches die Lustgefühle auslöst. Diese Mechanismen spielen auch beim Suchtverhalten eine wichtige Rolle.

Einmal erfahrene Belohnungen erzeugen die Erwartung, dass bei einer Wiederholung des erfolgreichen Verhaltens das Lustgefühl neuerlich empfunden wird (Belohnungserwartung). Wichtige Neuronenkerne sind der *Nucleus accumbens*, der *ventrolaterale Hypothalamus* und die *Substantia nigra*, wo vorrangig Dopamin und auch endogene Opiate als Neuromodulatoren freigesetzt werden.

Bei der Einnahme von Dopamin-Antagonisten (*Neuroleptika*) werden Dopaminrezeptoren und damit auch das Belohnungssystem blockiert. Dadurch wird die Wirkung der ICSS aufgehoben und es entstehen keine Lustgefühle (*Anhedonie*).

Bei der *Schizophrenie* ist in bestimmten Arealen des Gehirns ein übermäßig hoher Dopaminspiegel nachweisbar. Um die psychotischen Symptome der Schizophrenie zu dämpfen werden Dopamin-Antagonisten verabreicht. Als unerwünschte Nebenwirkung kommt es dann zur Anhedonie.

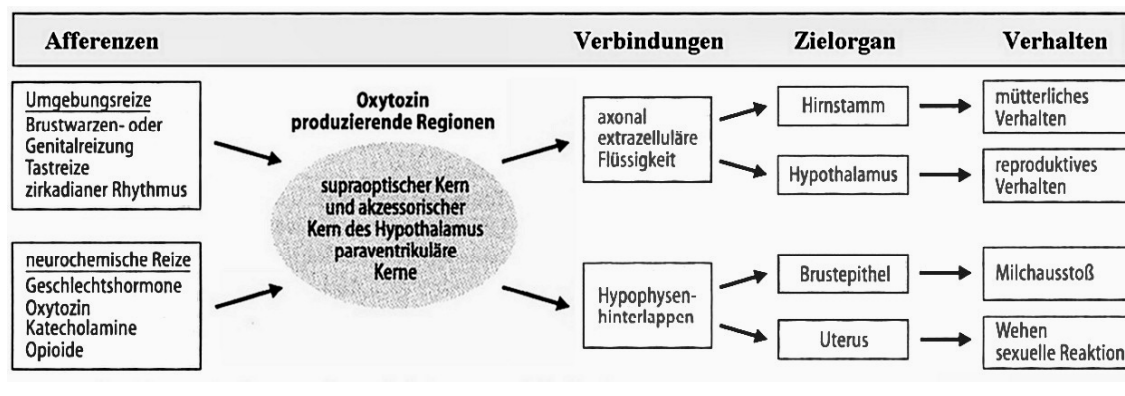
Bei der *Parkinsonschen Schüttellähmung* sind in der Substantia nigra die Dopamin produzierenden Zellen abgestorben, so dass dann in den Basalganglien ein deutlich verringerter Dopaminspiegel nachweisbar ist. Zur Therapie wird L-Dopa eingenommen, eine chemische Vorstufe von Dopamin, welche die Blut-Hirn-Schranke passieren kann und im Gehirn zu Dopamin umgebaut wird.

Einige bedeutsame Merkmale der *Extraversion* (gesprächig, gesellig, offen) und auch der *Kreativität* sind eng mit dem dopaminergen Belohnungssystem verbunden. Das *Borderline-Syndrom* und die *antisoziale Persönlichkeitsstörung* werden als eine Unterfunktion des endogenen Opiatsystems und des Serotoninsystems interpretiert.

[16.4] Das Bindungssystem (BIND)

Das Bedürfnis nach *sozialer Bindung* ist ein zentraler Trieb. Die Entwicklung des Bindungssystems im Gehirn beginnt in den ersten Wochen nach der Geburt, wenn der Säugling anfängt, seine Mutter anzulächeln und in vielfältiger Weise mit ihr zu interagieren. Hierbei spielt das Neuropeptid *Oxytocin* eine wesentliche Rolle. Dieses Hormon wird bei Wahrnehmung bestimmter physiologischer Reize im Hypothalamus erzeugt und über die Hypophysen in die Blutbahn ausgeschüttet und gelangt so zu den Zielorganen.

Die folgende Grafik zeigt die unterschiedlichen Funktionen von Oxytocin.



Das Bindungs-Hormon Oxytocin wirkt bei allen vertrauensvollen sozialen Kontakten. Es ist die Grundlage für das Mitgefühl (Empathie) und für das Fürsorgeverhalten. Das Bindungssystem steht in enger Beziehung zu dem Belohnungssystem und zu dem Beruhigungssystem. Die Wirkung des Oxytocins wird meistens begleitet von der Ausschüttung endogener Opiate, welche das Wohlgefühl bei sozialen Kontakten vermitteln. Dabei kommt es auch zu vermehrter Ausschüttung von Serotonin, welches für den Beruhigungseffekt bei Bindungen zuständig ist.

Bei negativen, aversiven frühkindlichen Erfahrungen kommt es zu einer deutlich verringerten Produktion von Oxytocin. Das kann zu schwerwiegenden Störungen im späteren Sozialverhalten führen (*Bindungsunsicherheit*). Zusätzlich ist auch eine Verringerung der Stresstoleranz und der Impulskontrolle feststellbar.

Bei positiven frühkindlichen Erfahrungen hingegen kommt es zu einer vermehrten Oxytocinproduktion, wodurch sich *Bindungssicherheit* und mitfühlendes Sozialverhalten (Empathie, Altruismus) entwickeln. Auch können dann sozialer Stress besser bewältigt und die affektiven Impulse besser kontrolliert werden.

[16.5] Die Impulskontrolle (IMPU)

Die Säuglinge und die Kleinkinder erfahren in der Regel positive frühkindliche Inputs (Zuwendungen und Belohnungen) und bilden entsprechende Belohnungserwartungen aus. Sie dulden keinen Befriedigungsaufschub. Ihr Gehirn sagt: „Ich will alles, und zwar sofort!“. Doch dieser egozentrische Anspruch würde ein soziales Leben und damit auch das eigene Vorankommen erheblich behindern.

Daher müssen unbedingt Impulskontrolle (Impulshemmung), Belohnungsaufschub und auch Frustrationstoleranz vom ersten Lebensjahr an bis ins Erwachsenenalter hinein entwickelt werden – ein zumeist sehr mühsamer Prozess, der durch eine entsprechende Erziehung mit achtsamen, aber unmissverständlichen Grenzsetzungen unterstützt werden sollte.

Dass sich eine Impulshemmung ausbildet, beruht hirnganisch auf der Interaktion zwischen präfrontalem Cortex, cingularem Cortex und Amygdala. Dabei wird die Dopaminfreisetzung verringert und gleichzeitig die Serotoninausschüttung erhöht, d.h. das Belohnungssystem wird gedämpft und das Beruhigungssystem wird aktiviert.

Unterschieden werden muss dabei zwischen *aktiver und reaktiver Impulsivität*. Die aktive Impulsivität ist mit hohen Werten in Extraversion und eher geringen Werten im Neurotizismus verbunden. Das Streben nach sozialer Akzeptanz und auch Dominanz, so wie die zwanghafte Gier nach Lustgewinn sind weitere Merkmale. Bei aktiver Impulsivität ist der Dopaminspiegel stark erhöht. Aktiv-impulsive Gewalttäter gehen oft auf die Suche nach möglichen Opfern, um ihren aggressiven Drang nach Gewaltausübung zu stillen.

Die reaktive Impulsivität geht mit niedrigen Serotoninwerten und hohen Cortisol- und Adrenalinwerten einher. Eine mangelnde Kontrolle der Affekte ist die Folge. Bei den reaktiv-impulsiven Gewalttätern ist bei einer Bedrohung die Impulskontrolle ausgeschaltet. Sie werden dann in vermeintlichen oder tatsächlichen Bedrohungssituationen gewalttätig. Sie weisen geringe Werte in Extraversion und hohe Werte im Neurotizismus auf.

[16.6] Realitätsprüfung und Risikobewertung (REAL)

Das psychoneurale System zur Realitätsprüfung und Risikobewertung entwickelt sich verstärkt nach dem dritten Lebensjahr, wenn sich die kognitiven Fähigkeiten des Gehirns (bewusste Aufmerksamkeit, systematisches Lernen und begriffliches Denken) allmählich ausbilden. Diese Funktionen sind an die beiden Transmitter *Acetylcholin* und *Noradrenalin* gebunden. Beteiligt sind dabei hauptsächlich die assoziativen sensorischen Areale der Großhirnrinde, wobei die Windungen im Stirnlappen eine wichtige Rolle spielen.

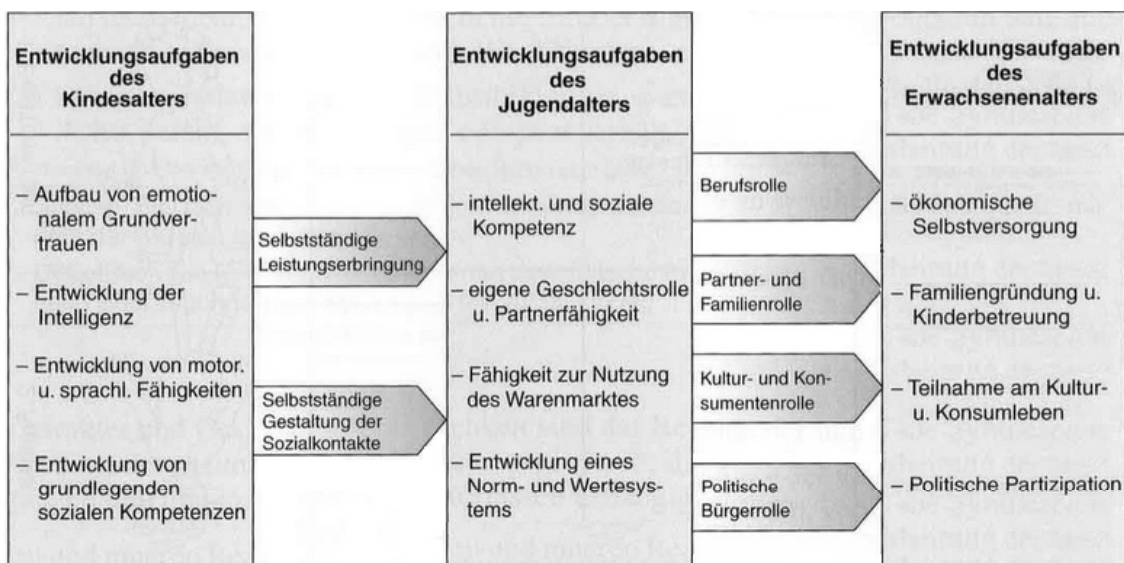
Das Gehirn konstruiert ein angemessenes Modell der Außenwelt (Realität), aber auch ein davon unterscheidbares Modell seiner Innenwelt (Selbstreflexion, Ichbewusstsein). So wie das Immunsystem lernt das Gehirn zwischen „selbst“ und „fremd“ zu unterscheiden und sich optimal zu verhalten.

Dieses System entwickelt sich parallel zur Sozialisation sehr langsam und ist erst zu Beginn des Erwachsenenalters mehr oder weniger ausgereift. Das Erreichen des Erwachsenenalters ist entsprechend dadurch charakterisiert, dass junge Menschen langsam „zur Vernunft kommen“, reale Situationen richtig bewerten, ihre eigenen Kräfte richtig einschätzen, ihr eigenes und fremdes Verhalten kritisch analysieren und die Konsequenzen ihres Handelns bedenken.

Das Ergebnis von realitätsgerechter Risikoabschätzung im Leben ist nicht nur ein Gewinn an Sicherheit, sondern auch ein Gewinn an Selbstwirksamkeit. Dadurch kann sich dann ein gesundes Selbstbewusstsein entwickeln.

[17] Entwicklungspsychologie

Frühe Kindheit (0-2 Jahre)	Abhängigkeit, Bindung, Anhänglichkeit (social attachment) Grundlegende motorische Funktionen entwickeln Sensomotorische Intelligenz, Erkennen einfacher Kausalitäten Implizites Erlernen von Sprache Unterscheidung von Subjekt und Objekt, Objektpermanenz Entwicklung einer „Theory of Mind“
Kindheit (2-5 Jahre)	Verfeinerung der motorischen Funktionen Selbstkontrolle (vor allem motorisch) Fortgesetzte Sprachentwicklung, Phantasie und Spiel
Schulübergang und frühes Schulalter (6-7 Jahre)	Konkrete Operationen Einfache moralische Unterscheidungen treffen Geschlechtsrollen-Identifikation Spiel in Gruppen, Rollenspiele
Mittleres Schulalter (8-12 Jahre)	Selbstbewusstsein (mutig, tüchtig, usw.) Erwerb der Kulturtechniken (Lesen, Schreiben, Rechnen etc.) Soziale Kooperation, Spielen und Arbeiten im Team
Jugend, Adoleszenz (13-19 Jahre)	Formale Operationen Körperliche Reifung Gemeinschaft mit Gleichaltrigen (Peergruppen) Sexuelle Beziehungen Internalisiertes moralisches Bewusstsein Autonomie von den Eltern Berufswahl
Frühes Erwachsenenalter (20-34 Jahre)	Heirat und Geburt von Kindern Arbeit/Beruf und eigenen Lebensstil finden
Mittleres Erwachsenenalter (35-59 Jahre)	Berufliche Karriere Heim/Haushalt führen Kinder aufziehen
Spätes Erwachsenenalter (60 und älter)	Energien auf neue Rollen lenken Akzeptieren des eigenen Lebens Eine Haltung zum Sterben finden



[17.1] Kindheit und Kindererziehung

Dieses Kapitel ist ein Auszug aus dem Buch <*Kinderjahre*> von R. H. Largo, einem Kinderarzt, Entwicklungspsychologen und Buchautor.

[17.1.1] Vielfalt und Individualität

Es gibt kein Entwicklungsmerkmal, das bei gleichaltrigen Kindern gleich ausgeprägt wäre. Die Vielfalt bei gleichaltrigen Kindern entsteht, weil Eigenschaften und Fähigkeiten von Kind zu Kind verschieden angelegt sind (z.B. Körpergröße) und verschieden rasch ausreifen (z.B. die gesprochene Sprache). Gewisse Fähigkeiten können von Kind zu Kind verschiedenartige Entwicklungsverläufe nehmen (z.B. die frühe motorische Entwicklung). Mädchen sind durchschnittlich in jedem Alter etwas weiter entwickelt als Jungen. Dieser Geschlechtsunterschied ist vor allem auf eine unterschiedliche biologische Zeitskala zurückzuführen. Die Vielfalt bei Kindern ist in jeder Hinsicht so groß, dass Normvorstellungen irreführend sind. Die Vielfalt in ihrem ganzen Ausmaß zu kennen und als biologische Realität zu akzeptieren ist eine grundlegende Voraussetzung dafür, den individuellen Bedürfnissen der Kinder gerecht zu werden.

Beim einzelnen Kind sind Eigenschaften und Fähigkeiten ebenfalls unterschiedlich angelegt und reifen verschieden aus (z.B. sprachliche Fähigkeiten entwickeln sich rascher als motorische). Die Individualität eines Kindes wird durch drei Faktoren bestimmt: (1) Durch seine vererbten und erworbenen Fähigkeiten und Eigenschaften, (2) durch seine Fremdwahrnehmung und (3) durch seine Selbstwahrnehmung (ab dem dritten Lebensjahr). Die Art und Weise, wie die Eltern mit dem Kind umgehen, die soziale Anerkennung von Eltern, Bezugspersonen und Gleichaltrigen sowie kulturelle und gesellschaftliche Faktoren bestimmen die Individualität eines Kindes. Eine Erziehung zur Individualität bedeutet: Das Kind kann seine Stärken entwickeln und lernt, seine Schwächen anzunehmen.

[17.1.2] Anlage und Umwelt

Die *Anlagen* bestehen aus organischen und funktionellen Strukturen, die das Wachstum und die Entwicklung eines Kindes ermöglichen. Sie werden durch die Gene (Erbanlagen) und auch vorgeburtliche Einflüsse bestimmt. Die Ausreifung der Strukturen besteht in einer Differenzierung und einer Spezifizierung von Fähigkeiten und Verhaltensweisen während der Kindheit, z.B. nimmt die Sprachkompetenz ständig zu (Differenzierung) und wird aber gleichzeitig auf die Sprache der Umgebung festgelegt (Spezifizierung). Differenzierung und Spezifizierung kommen in der Adoleszenz zum Abschluss.

Die Eltern geben die Gene an ihre Kinder weiter. Die vererbten organischen und funktionellen Strukturen schaffen die Grundvoraussetzungen, damit sich Fähigkeiten und Verhaltensweisen ausbilden können. Sie allein bringen aber weder Fähigkeiten noch Verhaltensweisen hervor. Dazu ist die *Umwelt* nötig, welche in zweierlei Hinsicht zur Entwicklung eines Kindes beiträgt:

- Sie befriedigt seine körperlichen und seine psychischen Grundbedürfnisse.
- Sie ermöglicht dem Kind die Erfahrungen, die es braucht, um sich Fähigkeiten und Wissen anzueignen.

Erfahrungen kann das Kind nur verarbeiten, wenn entsprechende organische und funktionelle Strukturen ausreichend ausgereift sind; z.B. beginnt das Kind dann zu sprechen, wenn seine Sprachorgane einen bestimmten Reifungsgrad erreicht haben.

Das Kind ist **aktiv und selektiv**: Es entwickelt sich aus sich heraus und sucht selbst bestimmte Erfahrungen. Seine Interessen und Neigungen richten sich nach seinem Entwicklungsstand. Die individuellen Fähigkeiten und Verhaltenseigenschaften setzen sich während der Entwicklung immer mehr durch: Die Umwelt bestimmt das Angebot an Erfahrungen, die das Kind machen kann, das Kind bestimmt, was es aufnimmt. Das Kind kann nur so viel von der Umwelt aufnehmen, wie es ihm von seinem Entwicklungsstand her möglich ist. Ein Angebot, das über seine Bedürfnisse hinausgeht, bleibt ungenutzt oder behindert sogar seine Entwicklung.

Die Entwicklung eines Kindes wird dann beeinträchtigt, wenn seine Grundbedürfnisse nicht befriedigt oder ihm entwicklungspezifische Erfahrungen vorenthalten werden. Die Eigenregulation ermöglicht es dem Kind, eine Entwicklungsverzögerung aufzuholen. Dieser Aufholprozess fällt umso vollständiger aus, je jünger das Kind ist und je kürzer die Beeinträchtigung gedauert hat. Eine Beeinträchtigung des Wachstums oder der intellektuellen Entwicklung kann eher aufgeholt werden als eine des Bindungs- und des Sozialverhaltens.

[17.1.3] Geborgenheit und Zuwendung

Der Mensch ist in jedem Alter für sein **psychisches Wohlbefinden** auf Geborgenheit und Zuwendung angewiesen. Sich geborgen und angenommen zu fühlen, ist ein Grundbedürfnis von Kindern und auch von Erwachsenen. **Geborgenheit** erlebt das Kind, wenn seine körperlichen Bedürfnisse befriedigt werden und ihm vertraute Menschen ein Gefühl von Nähe und Sicherheit geben. **Zuwendung**, ein Gefühl des Angenommenseins, wird vor allem durch die Körpersprache (nonverbale Kommunikation) vermittelt. Für ein Kind besonders wichtig sind der Körper- und Augenkontakt, die Mimik und auch das Distanzverhalten.

Je älter ein Kind wird, desto bedeutsamer wird die **soziale Anerkennung**, die es für Person, Verhalten und Leistung erhält. Ein Kind muss sich geborgen und angenommen fühlen, damit es sich seinen Möglichkeiten entsprechend entwickeln kann. Ein Mangel an Geborgenheit und Zuwendung beeinträchtigt das psychische Wohlbefinden, das Gedeihen und die Entwicklung eines Kindes. Ein solcher Mangel kann zu Entwicklungsstörungen führen.

[17.1.4] Bindungsverhalten und Bezugspersonen

Die Bindung zwischen Eltern und Kind stellt zuerst Ernährung, Pflege und Schutz des Kindes sicher und ermöglicht dann auch Entwicklung von Fähigkeiten und Weitergabe von Wissen. Die **Kind-Eltern-Bindung** wird durch verschiedene verhaltensbiologische Mechanismen gewährleistet:

- Die Bereitschaft, sich an vertraute Personen zu binden, bildet die Grundlage des menschlichen Bindungsverhaltens. Eine wichtige Rolle spielt dabei das Hormon Oxytocin. Das Kind sucht Nähe, Schutz und Zuwendung bei vertrauten Personen. Trennungsangst und Fremdenfurcht (Fremdeln) binden das Kind zusätzlich an Bezugspersonen.
- Angeborene Verhaltensmuster stellen dabei lebenserhaltende Funktionen sicher (Saug- und Schluckreflex), erleichtern soziale Kontakte (soziales Lächeln) und lösen Zuwendung aus (Kindchenschema).
- Das kindliche Bindungsverhalten besteht in einem Anhänglichkeits- und Abhängigkeitsverhalten. Das Kind bindet sich bedingungslos an diejenigen Personen, die ihm vertraut sind. Die Stärke der kindlichen Bindung hängt nicht nur von der Qualität der elterlichen Fürsorge und ihres Beziehungsverhaltens ab, sondern vor allem von einer früh geprägten Vertrautheit.

Die Bindung des Kindes an die Eltern ist die Grundlage der Erziehung. Die emotionale Abhängigkeit richtet das Kind auf die Eltern und andere Bezugspersonen aus und macht es lenkbar. Die Art und Weise, wie die Eltern mit dem Kind umgehen, ist von großer Bedeutung für sein psychisches Wohlbefinden und sein Selbstwertgefühl. Das kindliche Bindungsverhalten wandelt sich ständig. Die Eltern müssen ihre Fürsorge und ihr Verhalten dem Kind laufend anpassen. Die Bindungen, die das Kind in jeder Entwicklungsperiode eingeht, sind Lernerfahrungen, die sein zukünftiges Bindungsverhalten und seinen Umgang mit anderen Menschen mitbestimmen. Die Eltern-Kind-Bindung hat ihre Wurzeln in den Kindheitserfahrungen und auch in den Beziehungserfahrungen der Eltern.

Das Kind geht in den ersten Lebensjahren eine bedingungslose Bindung zu den Personen ein, die seine körperlichen und psychischen Bedürfnisse befriedigen. Die Bindung stellt die Befriedigung der folgenden Bedürfnisse sicher: Körperliche Bedürfnisse, Bedürfnis nach Nähe und Sicherheit, sowie Bedürfnis nach Zuwendung und sozialer Anerkennung. Jedes Bedürfnis ist von Kind zu Kind unterschiedlich ausgeprägt und verändert sich ständig während der Entwicklung.

Körperliche Bedürfnisse:

- Sie bestimmen beim Säugling die Bindung (Ernährung, Pflege).
- Kleinkind und Schulkind werden selbständig in der Ernährung und Pflege. Sie bleiben aber von der elterlichen Fürsorge emotional abhängig.
- Der Jugendliche hingegen will über seinen Körper selbst verfügen.

Bedürfnis nach Nähe und Sicherheit:

- Besteht für den Säugling vor allem im Körperkontakt.
- Das Kleinkind braucht Bezugspersonen, die sofort erreichbar und verfügbar sind.
- Das Schulkind benötigt Gewissheit, immer Zugang zu Bezugspersonen zu haben.
- Der Jugendliche braucht die Nähe und den Rückhalt der Gleichaltrigen.

Bedürfnis nach Zuwendung und Anerkennung:

- Der Säugling bekommt Zuwendung durch den Austausch von Zärtlichkeiten.
- Für das Kleinkind sind gemeinsame Erlebnisse mit Bezugspersonen sehr wichtig.
- Das Schulkind braucht für seine Person, sein Verhalten und seine Leistungen die Anerkennung der Erwachsenen und Gleichaltrigen.
- Der Jugendliche ist vor allem auf die Anerkennung der Gleichaltrigen angewiesen. In der Adoleszenz löst sich die Bindung zu den Hauptbezugspersonen.

Eine **Bezugsperson** zeichnet sich dadurch aus, dass ein Kind in ihrer Gegenwart sich wohl und geborgen fühlt, interessiert und aktiv ist, sowie bei ihr Geborgenheit, Zuwendung und Schutz findet (ohne wenn und aber). Die leibliche Mutter ist nicht die einzig mögliche Bezugsperson für ein Kind. Nicht die biologische Herkunft bindet, sondern die Vertrautheit, die durch Fürsorge, Nähe und Zuwendung entsteht. Vertrautheit setzt gegenseitiges Kennenlernen, Kontinuität und Intensität der Beziehung voraus. Die dabei ausgesendeten Signale müssen unmissverständlich und auf keinen Fall ambivalent sein.

Die Anzahl der Personen, an die sich ein Kind enger binden kann, ist durch sein begrenztes Anpassungsvermögen beschränkt. Bereits ein Säugling vermag sich aber an mehrere Personen zu binden. Umfassend vertraut mit einem Kind sind nur wenige Personen, zumeist die Eltern. Neben diesen Hauptbezugspersonen gibt es Bezugspersonen, die die Bedürfnisse des Kindes in einem begrenzten Lebensbereich und während einer beschränkten Zeit befriedigen können (z.B. Lehrer). Beim Verlust einer Bezugsperson trauert ein Kind weniger um eine bestimmte Person. Es leidet vielmehr darunter, daß seine Bedürfnisse nicht mehr oder nur noch ungenügend befriedigt werden.

[17.1.5] Intelligenz, Kompetenz und Lernen

Charakteristisch für die *menschliche Intelligenz* sind die Symbolfunktionen. Ein Symbol ist ein inneres Bild (Schema), das losgelöst von unmittelbaren Erfahrungen in immer wieder neuen Zusammenhängen verwendet werden kann, d.h. Abstraktion und semantischer Transfer (z.B. der Begriff "Tisch"). Die *Symbolfunktionen* haben unsere kulturellen Errungenschaften ermöglicht:

- Sprache und Mathematik
- Moral und Rechtssysteme
- Malerei, Bildhauerei und Architektur
- Totenkult, Mythenbildung und Religion
- Wissenschaft und Technik

Die Symbolfunktionen sind eine Erfindung der Evolution. Kulturrevolutionen, Eigendynamik der Symbolsysteme, der technischer Fortschritt und der steigende Bildungsstand der Bevölkerung haben zu einer exponentiellen Verbreitung symbolischer Aktivitäten geführt. Symbolfunktionen treten in der kindlichen Entwicklung ab dem zweiten Lebensjahr auf (Sprache, funktioneller Gebrauch von Gegenständen, Symbolspiel). Die wichtigsten geistigen Fähigkeiten lassen sich in sechs Grundkompetenzen einteilen:

- Sprache (Hören, Sprechen, Lesen, Schreiben)
- logisch-mathematisches Denken (Abstrahieren)
- figural-räumliches Vorstellungsvermögen
- Musikalität
- motorisch-kinästhetische Geschicklichkeit
- soziale (emotionale) Kompetenz

Eine *Kompetenz* ist ein Teilfaktor der Intelligenz. Sie ist jedoch keine funktionelle Einheit. Sie besteht aus mehreren, sehr oft unterschiedlich entwickelten Anteilen (z.B. Sprache: der formal-syntaktische, der semantische und der sozial-kommunikative Bereich). Verhalten und Leistungen werden meist nicht durch eine, sondern durch mehrere Kompetenzen bestimmt. Beim einzelnen Kind sind die Kompetenzen zumeist unterschiedlich ausgeprägt (beispielsweise kann die sprachliche Kompetenz besser entwickelt sein als die motorische).

Das Kind hat einen angeborenen Drang, seine soziale und seine materielle Umwelt begreifen zu wollen. Die zwei treibenden Kräfte der Entwicklung sind Neugier und Eigenaktivität. Interessen und Eigenaktivität sind in jedem Alter entwicklungsspezifisch: Das Kind sucht sich aus der Vielzahl möglicher Erfahrungen diejenigen heraus, die seinem Entwicklungsstand entsprechen. Der Sinn des kindlichen Lernens liegt nicht im Endprodukt, sondern im Lernprozess selbst. Umwege, Fehlschläge und Enttäuschungen gehören ebenso zu den Lernerfahrungen wie der Erfolg. Sinnvolles Lernen zeichnet sich durch Eigenkontrolle und Selbstbestimmung aus. Die gesamte kindliche Entwicklung wird im Wesentlichen durch *drei Lernformen* bestimmt.

- Soziales/imitatives Lernen: Das Kind orientiert sich am Vorbild vertrauter Personen und ahmt deren Verhalten und Tun nach. Es ist wichtig für Sozialisierung, Sprachentwicklung und Erwerb von Kulturtechniken.
- Objektorientiertes Lernen: In der Auseinandersetzung mit der gegenständlichen Umwelt erwirbt sich das Kind geistige Fähigkeiten wie Raumvorstellung, Kategorisieren (Begriffsbildungen) oder kausales Denken.
- Lernen durch Unterweisung: Das Kind übernimmt Fähigkeiten und Wissen von Erwachsenen. Das Lernen erfolgt durch Handlungsanweisungen und erklärende Belehrungen. Das Kind wird so unterstützt, dass es selbständig zu Erfahrungen und neuen Einsichten kommen kann.

[17.1.6] Das Fit-Konzept

Die grundlegenden Anliegen des *Fit-Konzeptes* sind Wohlbefinden, Aktivität, Selbstwirksamkeit und Selbstwertgefühl des Kindes, so dass es fit für die Anforderungen des Lebens wird.

- Das Kind fühlt sich wohl und sicher, ist aktiv und eigeninitiativ.
- Das Kind erlebt seine Selbstwirksamkeit, d.h. es fühlt sich von anderen Menschen angenommen und anerkannt. Es kann mit seinen Leistungen auch vor den anderen Menschen bestehen.
- Das Kind entwickelt ein gutes Selbstwertgefühl.

Wohlbefinden ist eine Grundvoraussetzung für die bestmögliche Entwicklung des Kindes. Ein gutes Selbstwertgefühl ist entscheidend für die zukünftige Beziehungsfähigkeit und Leistungsfähigkeit. Wohlbefinden und Selbstwertgefühl eines Kindes werden im Wesentlichen durch drei Faktoren bestimmt: (1) Geborgenheit und Sicherheit, (2) Zuwendung und soziale Anerkennung und (3) Entwicklungsfortschritt und Leistung.

Das Kind fühlt sich dann geborgen, wenn seine Bezugspersonen verfügbar sind, beständig und angemessen in ihrem Verhalten sind, sowie eine Kontinuität in der Betreuung gewährleisten. Den wichtigsten Beitrag, den Eltern und Bezugspersonen wie Lehrer für die Entwicklung und das Selbstwertgefühl eines Kindes leisten können, ist jener, ihm die notwendige Geborgenheit und Zuwendung zu geben und es immer als Person und nicht nur als Leistungsträger vorbehaltlos zu akzeptieren. Nur wenn das Kind seine Selbstwirksamkeit auf seine Umgebung erlebt, kann sich auch ein starkes Selbstwertgefühl entwickeln.

Kulturelle und familiäre Faktoren (z.B. leistungsorientierte Gesellschaft und Stellung in der Geschwisterfolge) bestimmen das individuelle Wohlbefinden und das Selbstwertgefühl mit. Das Kind lernt seine Entwicklungsmöglichkeiten und seine Leistungsfähigkeiten, aber auch deren Grenzen nur dann kennen und damit richtig umzugehen, wenn es aus sich heraus handeln kann. Initiative und Kontrolle über seine Aktivitäten sollten daher möglichst bei ihm liegen.

Grundlegend für das *Fit-Konzept* ist der dialogische und – soweit möglich – auch der demokratische Umgang der Bezugsperson mit dem Kind. Verhaltensregeln werden nicht autoritär befohlen, und es wird auch keine bedingungslose Gehorsamshaltung eingefordert. Verhaltensregeln werden erklärt und – soweit möglich – auch diskutiert und dann in angemessener Form (d.h. mit Geduld und Nachsicht) eingefordert. Ein kinderorientierter Umgang zeichnet sich durch eine wohlwollende, aufmerksame Gelassenheit aus, welche dem Kind zu verstehen gibt: Ich bin da, wenn du mich brauchst, aber ich dränge mich dir nicht auf. Die Herausforderung des Fit-Konzeptes besteht darin, sich als Eltern und Erzieher auf die Individualität des Kindes einzustellen, sein Verhalten richtig zu erkennen, und im Umgang mit dem Kind das richtige Maß zu finden.

Fit-Beispiel „Sauberkeit“

Das Alter, in dem Kinder trocken und sauber werden, wird durch deren individuelle Reifung bestimmt. Ein früher Beginn und eine hohe Intensität der Sauberkeitserziehung beschleunigen die Entwicklung der Blasen- und Darmkontrolle nicht wesentlich. Das Kind zeigt mit seiner Eigeninitiative an, wann es bereit ist, trocken und sauber zu sein. Um sauber und trocken zu werden, braucht das Kind kein besonderes Sauberkeitstraining, sondern Vorbilder zum Nachahmen (soziales Lernen). Die Eltern haben zwei Aufgaben: Sie sind Vorbild und unterstützen das Kind in seinem Bestreben, selbständig zu werden. Selbstbestimmtes Handeln führt zu einem guten Selbstwertgefühl.

Unter einem *Misfit* versteht man eine mangelnde Übereinstimmung zwischen Kind und Umwelt, welche durch Extremvarianten in der Entwicklung und/oder durch ungenügende Anpassung der Umwelt an das Kind verursacht werden. Extremvarianten bestehen in einem ungewöhnlichen Entwicklungstempo oder in einer ungewöhnlichen Ausprägung eines Entwicklungsmerkmals (beispielsweise verlangsamte Sprachentwicklung oder Rechenschwäche). Eine ungenügende Anpassung der Umwelt an das Kind kann zu einem Misfit führen bei ungenügender Befriedigung der Grundbedürfnisse, bei ungenügender sozialer Anerkennung oder bei Überforderung der Leistungsfähigkeit. Ein *Misfit* kann sich auf ein Kind unterschiedlich auswirken:

- vermindertes Wohlbefinden und reduziertes Selbstwertgefühl
- reaktives Verhalten (z.B. Kind verlangt zusätzlich mehr Nähe und Zuwendung)
- Verhaltensauffälligkeiten, psychosomatische Symptome, Beeinträchtigung von Entwicklung und Leistung (Entwicklungsstörungen)
- depressive Gefühle und Verhaltensweisen

Wenn ein Kind auffällig ist, sollten wir uns nicht damit zufrieden geben, uns nur mit dem störenden Verhalten zu beschäftigen. Wir müssen uns vielmehr fragen: Worin besteht der Misfit? Was sind seine Ursachen? Wie kann er behoben werden? Jeder Misfit ist genauso einmalig wie das Kind. Die Auflösung eines Misfits ist immer individuell, abgestimmt auf die Bedürfnisse und die Eigenheiten des Kindes.

Die autoritäre Erziehung geht davon aus, dass ein Kind mit mehr schlechten als guten Wesenszügen auf die Welt kommt. Die schlechten Seiten müssen ihm ausgetrieben und die guten Seiten anezogen werden. Sie baut auf Gehorsam auf, der durch Zwang und sogar Gewalt erreicht wird. Der Wille des Kindes muss gebrochen werden, damit das Kind die Autorität des Erwachsenen vorbehaltlos anerkennt. Ordnung und Unterwürfigkeit sind die Grundlagen der Tugendhaftigkeit. Negative Gefühlsäußerungen wie Trotzreaktionen müssen unterdrückt werden, damit sie nicht überhandnehmen. Bestrafungen und Belohnungen dienen dazu, das Kind zu kontrollieren.

Die negativen Auswirkungen der autoritären Erziehung sind: Angst vor der Autorität, unreflektierte Gehorsamshaltung, mangelhafte Entfaltungsmöglichkeit, Mangel an Konflikt- und Kritikfähigkeit, Fremdbestimmung, schwaches Selbstwertgefühl.

Die antiautoritäre Erziehung definiert sich – wie ihr Name sagt – durch die genaue Gegenposition zur autoritären Erziehung: Jedes Kind wird als ein ethisch gutes Wesen geboren. Es soll sich frei von jeder Autorität fühlen. Es braucht nicht Zwang und Druck, sondern Freiheit.

Das Fit-Konzept unterscheidet sich von der autoritären und der antiautoritären Erziehung grundsätzlich in den folgenden Punkten:

- Ein Kind wird weder gut noch schlecht geboren. Es orientiert sich in seinem sozialen Verhalten und in seinen Wertvorstellungen an seinen Vorbildern.
- Das Kind selbst macht den Erwachsenen zu seiner natürlichen Autorität, indem es sich an ihn bindet. Es lässt sich in dieser emotionalen Abhängigkeit führen und lenken.
- Freiheit im Sinne von Selbstbestimmung kann es nur so weit geben, wie das Kind bereits kognitive und soziale Kompetenzen erworben hat.
- Die Spielregeln des Verhaltens sollten – soweit möglich – mit demokratischem Dialog, mit sozialem Vorbild und mit nachhaltiger Konsequenz anezogen werden.
- Je vertrauensvoller die Beziehung eines Kindes zu den Eltern und Bezugspersonen ist, desto weniger werden diese auf autoritäre Erziehungsmittel angewiesen sein.
- Autoritäre Erziehungsmittel lassen sich nie ganz vermeiden. Sie sollten aber auf erzieherische "Notfälle" beschränkt bleiben und kein Erziehungsprinzip darstellen.

[17.2] Das psychosoziale Entwicklungsmodell von Erikson

Das Stufenmodell der psychosozialen Entwicklung nach **Erik Erikson** besteht aus genau acht aufeinanderfolgenden Phasen, welche der Mensch von der Geburt bis zu seinem Tod durchläuft. Dabei geht es um die emotionalen und kognitiven Haltungen und Einstellungen, welche das Individuum sich selbst und den anderen gegenüber einnimmt. Jede Stufe zeigt ein neues Niveau von sozialen Interaktionen und das Auftreten eines alterstypischen Konfliktes. Von seiner positiven Bewältigung hängt der Verlauf der weiteren Entwicklung ab. Die ersten vier Stufen sind Bestandteile der kindlichen Sozialisation und reichen von der Geburt bis zur Pubertät. Dann folgen die Phasen der Jugend (Adoleszenz), des jungen und reifen Erwachsenen und schließlich des alten Menschen.

Alter	Krise	Angemessene Lösung	Unangemessene Lösung
0 – 1½ Jahre	Vertrauen vs. Misstrauen	Stabiles (grundlegendes) Sicherheits-Bewusstsein	Unsicherheit, Angst
1½ – 3 Jahre	Autonomie vs. Selbstzweifel	Selbstwahrnehmung als Handelnde(r), als fähig zur Körperbeherrschung, als Verursacher von Geschehnissen	Zweifel an der eigenen Fähigkeit zur Kontrolle von Ereignissen
3 – 6 Jahre	Initiative vs. Schuld	Vertrauen auf eigene Initiative und Kreativität	Gefühl fehlenden Selbstwertes
6 Jahre – Pubertät	Kompetenz vs. Minderwertigkeit	Vertrauen auf angemessene soziale und intellektuelle Fähigkeiten	Mangelndes Selbstvertrauen, Gefühle des Versagens
Jugend (Adoleszenz)	Identität vs. Rollendiffusion	Festes Vertrauen in die eigene Person	Wahrnehmung des eigenen Selbst als bruchstückhaft; unsicheres Selbstbewusstsein
Junges Erwachsenenalter	Intimität vs. Isolierung	Fähigkeit zur Nähe und zur Bindung an jemand anders	Gefühle der Einsamkeit und des Abgetrenntseins; Leugnung des Bedürfnisses nach Nähe
Mittleres Erwachsenenalter	Generativität vs. Stagnation	Interesse an Familie, Gesellschaft, künftigen Generationen, das über unmittelbare persönliche Belange reicht	Selbstbezogene Interessen; fehlende Zukunftsorientierung
Höheres Erwachsenenalter	Ich-Integrität vs. Verzweiflung	Gefühl der Ganzheit, grundlegende Zufriedenheit mit dem Leben	Gefühle der Vergeblichkeit und Enttäuschung

Auf der ersten Stufe muss das Kind durch entsprechende Interaktionen mit seinen Bezugspersonen ein **Urvertrauen** zur Umgebung entwickeln. Dieses Vertrauen stellt sich ganz natürlich ein, wenn eine starke und stabile Beziehung zu den Eltern besteht, die das Kind mit Nahrung, Wärme, körperlicher Nähe, Zärtlichkeit und Geborgenheit versorgen.

Ein Kind jedoch, dessen Grundbedürfnisse nicht befriedigt werden, welches erlebt, dass man sich nur gelegentlich mit ihm beschäftigt, dem Körperkontakt und Nähe vorenthalten werden, und dessen erwachsene Bezugsperson häufig gar nicht da ist, entwickelt möglicherweise ein grundlegendes Misstrauen, ein Gefühl der Unsicherheit und Angst - und ist nicht gerüstet für die Herausforderungen der nächsten Stufe.

Wenn das Kind zu laufen und zu sprechen beginnt, erweitern sich seine Möglichkeiten, Gegenstände (und manchmal auch Menschen) zu erforschen und zu manipulieren. Diese Aktivitäten sollten von einem Gefühl der **Autonomie** und der Anerkennung als fähige und wertvolle Person begleitet sein.

Übertriebene Kontrolle oder Kritik auf dieser Stufe können dazu führen, dass statt dessen Selbstzweifel entstehen. Werden die Fähigkeiten des Kindes überfordert, wie zum Beispiel im Falle einer zu frühen oder zu strengen Sauberkeitserziehung, so fehlt ihm dadurch der Mut, seine Anstrengungen beim Bewältigen neuer Aufgaben aufrechtzuerhalten. Es kann durch solche Überforderung auch zu wilden Szenen der Konfrontation kommen, welche die enge und schützende Eltern-Kind-Beziehung zerstören, die das Kind braucht, um Risiken eingehen und neue Herausforderungen annehmen zu können. Ein Dreijähriger, der darauf besteht, dass ein bestimmtes Ritual vollzogen wird, oder der das Recht verlangt, irgendetwas ohne Hilfe tun zu dürfen, handelt aus einem Bedürfnis heraus, seine Autonomie und seine Selbständigkeit im Tun zu bestätigen. Die Botschaft, die er vermittelt, lautet: „*Behandelt mich nicht wie ein Baby - es sei denn, ich wünsche das!*“

Gegen Ende der Vorschulzeit ist aus einem Kind, das zunächst zur unmittelbaren Umgebung und dann zu sich selbst ein Urvertrauen entwickeln konnte, eine Person geworden, die nun sowohl bei intellektuellen als auch körperlichen Aktivitäten die Initiative ergreifen kann. Die Reaktionen der Eltern auf die Aktivitäten, die das Kind von sich aus unternimmt, stärken entweder sein Gefühl für Freiheit und sein **Selbstvertrauen**, das es auf der nächsten Stufe braucht, oder sie versehen es mit Schuldgefühlen und dem Bewusstsein, ein dummer Eindringling in die Erwachsenen-Welt zu sein.

Während der Grundschuljahre wird das Kind, das die Krisen der vorhergehenden Stufen erfolgreich bewältigt hat, bereit sein, vom zufälligen Erkunden und Ausprobieren zur systematischen Entwicklung seiner Fähigkeiten überzugehen. Schule und Sport bieten Möglichkeiten, intellektuelle und körperliche Fähigkeiten zu erlernen, die Interaktion mit Gleichaltrigen bietet Möglichkeiten zum Erwerb von **sachlichen und sozialen Kompetenzen**. Weitere Chancen ergeben sich durch zusätzlichen Unterricht, organisierte Gruppenaktivitäten und individuelle Beharrlichkeit bei der Verfolgung eines Interesses. Sind diese Bemühungen erfolgreich, so resultieren daraus Gefühle der Kompetenz. Manche Kinder jedoch werden eher zu Zuschauern als zu Akteuren oder haben so viele Misserfolgserlebnisse, dass sie ein Gefühl der Minderwertigkeit erwerben, welches sie daran hindert, den Anforderungen der nächsten Stufen nachzukommen.

Die Pubertät ist gekennzeichnet von körperlichen Wachstumsschüben, welche zur Erreichung der körperlichen und geschlechtlichen Reife führen (Adoleszenz). Die sexuelle Orientierung, die Entwicklung einer verbindlichen Sexualmoral, die Attraktivität des äußeren Aussehens und die Annahme der eigenen Körperlichkeit (Körperidentität) sind wichtige Aspekte dieser Periode. In den sozialen Beziehungen tritt ein Wandel ein, der einerseits durch die Loslösung von den Eltern und andererseits durch das Bedürfnis nach sozialer Anerkennung durch Gleichaltrige gekennzeichnet ist. Ein zentraler Bestandteil jugendlicher Identitätsbildung ist das Bemühen um ein gewisses Maß an physischer und psychischer **Unabhängigkeit** von Autoritäten - hingegen sind gerade jetzt sachliche und moralische Autoritäten (Ideale) zur Identifizierung wesentlich.

Die Jugend ist eine Zeit, in der die kindliche Abhängigkeit von den Bezugspersonen (Eltern) durch Unabhängigkeit und **Selbstbestimmung** ersetzt wird. Die Jugendlichen in den modernen, westlichen Gesellschaften sehen sich damit konfrontiert, dass sie die Auswahl aus einer Vielzahl von möglichen und divergenten Rollen und Werten zu treffen haben. Die Entwicklung einer eigenständigen, persönlichen **Identität** ist ein schwieriger und langwieriger Prozess, der oftmals von großen Belastungen und innerer Zerrissenheit begleitet ist. Die wohl wichtigsten drei Aufgaben in dieser Periode sind: [1] die Annahme der eigenen, ausreifenden Sexualität, [2] die Loslösung von den Eltern und Neubestimmung sozialer Rollen und [3] die Festlegung von geeigneten Berufszielen.

In diesem Zusammenhang ist auch die Wahl eines geeigneten Berufszieles zu sehen. Dieses hängt jedoch sehr vom sozioökonomischen Hintergrund ab. Je höher der soziale Status der Familie ist, umso wahrscheinlicher ist eine höhere Schulbildung. Je bildungsferner das Elternhaus ist, umso benachteiligter sind die Kinder bei den Selektionen in der Schule und im Beruf.

Das Erwachsenenalter wird nach Erikson in drei Perioden aufgegliedert. Die wichtigste Aufgabe des jungen Erwachsenen ist nach der erfolgreichen beruflichen Ausbildung das Finden einer stabilen, intimen Beziehung. Die Statistik belegt, dass in der BRD jede dritte Ehe und in den USA sogar jede zweite Ehe geschieden wird. Im mittleren Erwachsenenalter wird neben dem beruflichen Erfolg (Karriere) der Aufbau einer intakten Familie zum Hauptthema. **Liebe und Arbeit** scheinen während der ganzen Lebensspanne von zentraler Bedeutung für Gesundheit und Wohlbefinden zu sein. Die Gegenpole sind emotionale Isolation und Arbeitslosigkeit, die zu Verzweiflung und Depression führen können.

Das höhere Lebensalter hat zwei wichtige Schwerpunkte: Einerseits geht es um die Erlangung einer tiefen Zufriedenheit durch ein erfülltes Leben und andererseits um die Entwicklung geeigneter Strategien für den Umgang mit chronischen Krankheiten und für die Konfrontation mit dem unvermeidlichen eigenen Sterben. **Lebenszufriedenheit**, positive Sinnggebung trotz Leiden und ein würdevoller Tod sind wohl die letzten großen Themen unseres Lebens.

[17.3] Der Prozess der Sozialisierung nach Piaget

Dass man Nahrung aufnimmt, ist eine biologische Notwendigkeit - wie man dies tut, ist hingegen durch soziale Normen geregelt. Unter Sozialisierung (Sozialisation) versteht man den Prozess der Anpassung des Individuums an sein soziales Umfeld, eben an die Gesellschaft. Diese Anpassung erfolgt durch eine Verinnerlichung (Internalisierung, d.h. emotionale und kognitive Akzeptanz) der gesellschaftlichen Normen. Den Prozess der Sozialisation beschreibt **Jean Piaget** in einem Vier-Phasen-Modell. Dabei geht es im Wesentlichen um den Übergang von moralischer Fremdbestimmung (**Heteronomie**) zur eigenverantwortlichen Selbstbestimmung (**Autonomie**).

(1) **Vorethische Phase** (circa bis 3. Lebensjahr). Durch eine innige Beziehung zu einer liebevollen Bezugsperson erfährt das Kleinkind Geborgenheit und Sicherheit. Es entwickelt dabei ein Regelbewusstsein durch die Begegnung mit Sachverhalten unter gleichbleibenden situativen Bedingungen. So entsteht ein Urvertrauen.

(2) **Phase der personellen Heteronomie** (circa bis 6. Lebensjahr). Das Regelbewusstsein wird zum Pflichtbewusstsein, welches in der konstanten Erfüllung sozialer Normen besteht. Das Kind akzeptiert diese Normen aber nur aus Liebe zur ausgezeichneten Bezugsperson oder aus Angst vor Liebesverlust. Pflichtbewusstsein um der Liebe Willen.

(3) **Phase der sachlichen Heteronomie** (circa bis 10. Lebensjahr). Es kommt zur schrittweisen Unabhängigkeit von der personellen Autorität und zur Akzeptanz von sachlichen Autoritäten. Begründete Spielregeln werden ernst genommen (Angst vor Sachschaden). Soziale Normen gelten wie Naturgesetze (ethischer Realismus). Pflichtbewusstsein um der Sache Willen.

(4) **Phase der Autonomie** (bis ins Erwachsenenalter). Der junge Mensch gelangt zur Erkenntnis des relativen und normativen Charakters der sozialen Spielregeln. Nach der Periode der Rebellion (Sturm und Drang) folgt die Einsicht, dass ohne Regeln kein gemeinschaftliches Zusammenleben funktioniert. Es werden demokratische Diskussionen über sinnvolle Regeländerungen geführt, bis schließlich viele Entscheidungsfindungsprozesse und zum Teil leidvolle Erfahrungen zu einer autonomen (selbstbestimmten) moralischen Haltung führen.

[17.4] Die Entwicklung der Intelligenz nach Piaget

Jean Piaget erforschte nicht nur die Persönlichkeits-Entwicklung sondern auch die Intelligenz-Entwicklung. Intelligentes Verhalten dient vor allem der optimalen Anpassung des Menschen an die jeweilige Umweltsituation, wobei immer wieder neue Aufgaben mit Hilfe der psychischen Funktionen (Wahrnehmung, Gedächtnis und Denken) gelöst werden müssen. Die Assimilation ist die Aufnahme von Reizen und deren Verarbeitung zu motorischen Reaktionsmustern und kognitiven Inhalten (Schemata). Akkommodation besteht in den notwendigen Änderungen der erworbenen Schemata beim Auftreten neuartiger Situationen. Assimilation und Akkommodation sind die eigentlichen Prozesse bei jedem intelligenten Verhalten. So wie bei der Sozialisation unterscheidet *Jean Piaget* auch bei der Intelligenz-Entwicklung vier Stufen. Dabei geht es im Wesentlichen um den Übergang vom *anschaulichen*, wahrnehmungsgebundenen Denken zum *abstrakten*, begrifflichen Denken. Die Grenzen dieser Entwicklungsstufen sind nicht starr fixiert, sondern verlaufen fließend.

(1) Stufe der sensomotorischen Intelligenz (Geburt bis ca. 2 Jahre).

In dieser Phase erwirbt das Kind durch sensomotorische Auseinandersetzungen mit der Umwelt bereits vage Vorstellungen von Raum, Zeit und Kausalität als Voraussetzungen für ein konkretes Objektkonzept. Das Kind sieht die Welt nur von seinem egozentrischen Standpunkt, welcher erst viel später relativiert wird.

(2) Stufe der präoperationalen Intelligenz (ca. 2 - 7 Jahre).

Das Kind lernt Dinge und Handlungen als Symbole zu verwenden und ist zu symbolischen Spielen (Rollenspielen) in der Lage. Aus den verwendeten Symbolen entwickeln sich schrittweise sprachliche Begriffe. Das Kind erkennt den Unterschied zwischen der Klasse von Gegenständen und den einzelnen Gegenständen, die zu der Klasse gehören (Menge-Element-Relation). Das Denken verläuft dabei anschaulich.

(3) Stufe der konkreten Operationen (ca. 7 - 12 Jahren).

Operationen sind verinnerlichte Handlungen, die auch reversibel sind. Induktives und analoges Denken sind charakteristisch. Die Phase der konkreten Operationen bildet damit die Überleitung von der Koordination von Handlungen zur Formalisierung der Gedanken auf der nächsten Stufe.

(4) Stufe der formalen Operationen (ab 12 Jahren).

Das Denken beschränkt sich nicht mehr auf konkrete Objekte, Klassen und einfache Relationen. Es kann mit sprachlichen Begriffen operieren und Aussagen deduktiv ableiten. Komplexere Abstraktionen sind möglich.

Erwähnenswert ist noch, dass die Intelligenz in ihrem zeitlichen Entwicklungsverlauf deutlich altersabhängig ist. Die Verlaufskurve der Intelligenz kann dahingehend beschrieben werden, dass sie zunächst steil anwächst, zwischen dem 20. und dem 25. Lebensjahr ein Maximum erreicht und danach langsam abfällt. Interessant ist dabei, dass verschiedene Intelligenzfaktoren auch unterschiedliche Entwicklungsverläufe aufweisen. Die Wahrnehmungsgeschwindigkeit und das räumliche Vorstellungsvermögen erreichen frühe Höhepunkte und sinken dann relativ schnell ab. Allgemeines Wissen und verbale Fähigkeiten erreichen späte Höhepunkte und fallen dann langsam ab.

[17.5] Autorität und Erziehung

Unter einer Autorität versteht man eine Instanz, welche verbindliche Richtlinien setzt und einfordert. Die Quellen der Autorität können Fachkompetenz, Lebenserfahrung und persönliche Weisheit, oder eine gesellschaftliche Institution sein. Dementsprechend unterscheidet man eine fachliche, persönliche oder institutionelle Autorität. Gehorsam ist eine Haltung oder Einstellung des Individuums, welche sich in der Akzeptanz und Befolgung der von einer Autorität gesetzten Richtlinien äußert.

Die *institutionelle Autorität* besteht in einer hierarchischen Ordnungsstruktur, wo **Einer** an der Spitze steht und für alle anderen, die pyramidisch unter ihm stehen, sämtliche Verhaltensweisen bindend regelt. Jede hierarchische Stufe hat somit eine übergeordnete und untergeordnete Ebene. Ein Beispiel für eine hierarchische Ordnungsstruktur ist das Schulsystem (Schüler – Lehrer – Direktor – Inspektor – Ministerium). Das Gegenteil zur hierarchisch-institutionellen Autorität ist die *egalitär-demokratische Autorität*, welche nicht Zwang durch Macht ausübt, sondern durch demokratisch geführte Argumentation den Einzelnen von der Zweckmäßigkeit der gesetzten Richtlinien überzeugen will (Überzeugen durch Argumente). Institutionelle Autorität darf nicht hinterfragt werden und gewöhnt dem jungen Menschen sein natürliches Neugierverhalten ab. Dieser wird dadurch zum Befehlsempfänger, zum sturen Einhalter der Ordnung. Es wird verlangt, dass man Befehlen gehorcht, bevor man sie versteht. Die egalitäre Autorität hingegen unternimmt die mühevollen Erziehungsarbeit, zuerst zu erklären und dann Richtlinien aufzustellen. Erst denken, dann handeln. Sie konstituiert sich gerade in der Dialektik von Annehmen und Zurückweisen. Aus dieser Sichtweise sind drei grundsätzliche Erziehungsstile zu unterscheiden: der streng-autoritäre, der demokratische und der anti-autoritäre (*laissez faire*). Für die Zukunft unserer Gesellschaft ist es von entscheidender Bedeutung, in welcher Form heute junge Menschen Autorität erfahren. Nur eine *demokratische Erziehung* ist in der Lage, mündige und verantwortungsbewusste Persönlichkeiten heranzubilden.

Der österreichische Individual-Psychologe *Alfred Adler* sieht in der Entwicklung eines starken, aber sozial eingestellten Selbstbewusstseins das wichtigste Erziehungsziel. Erziehung sollte alles vermeiden, was zu Minderwertigkeitsgefühlen führt. Statt Entmutigungen sollen Ermutigungen stattfinden, welche den Selbstwert des Kindes heben. Eine verzärtelnde Erziehung entmutigt, weil sie frustriertolerant macht. Eine repressiv-autoritäre Erziehung entmutigt, weil sie unselbstständig macht. Eine lieblose Erziehung entmutigt, weil sie verzweifelt und liebesunfähig macht und deshalb meist zu Aggression und Asozialität führt. Nur eine liebevolle, demokratische Erziehung stellt jene Ermutigungen bereit, die zu einer integrierten, reifen Persönlichkeitsbildung führen.

Psychische und physische Gewalt haben in der Erziehung nichts zu suchen. Es gibt keine „gesunden Ohrfeigen“. Sie bedeuten enormen Stress für das betroffene Kind. Es erlebt sich ohnmächtig und hilflos und wird in seinem Selbstwert geschwächt. Es reagiert dann entweder mit nachgiebiger Überanpassung oder mit einer chronischen Widerstandshaltung. Wenn Strafen tabu sind, wie soll eine gute Erziehung gelingen? Die Antwort ist eine *Erziehung mit Konsequenz*. Von Anfang an sollten dem Kind bestimmte Spielregeln klar gemacht werden, und dass ihre Nichteinhaltung immer Konsequenzen nach sich zieht. Ist beispielsweise ausgemacht, dass das Kind vor dem Schlafengehen nur **ein** Computerspiel spielen darf und es spielt dann aber weiter, so darf es am nächsten Tag eben nicht mehr spielen. Eltern sollen mit ihren Kindern immer Klartext reden, wenn es Grenzen überschreitet – jedoch sollte dies in respektvollem und liebevollem Ton passieren. Spielregeln immer erklären, die Einhaltung dieser Regeln konsequent einfordern, und dabei trotzdem einen achtsamen gegenseitigen Umgang pflegen.

[17.6] Neurobiologische Aspekte der Entwicklung

Der Neurobiologe *Gerald Edelman* führt die Gehirnentwicklung auf drei Grundprinzipien zurück (Entwicklungsselektion - Erfahrungsselektion - dynamische Wechselwirkungen).

Die *Entwicklungsselektion* erzeugt ein neuronales Grundmuster (*primäres Repertoire*). Der genetische Code liefert hierzu den grundsätzlichen Entwurf. Die Feinstruktur der synaptischen Verbindungen hingegen unterliegt keiner direkten genetischen Steuerung, sondern hängt von verschiedenen chemischen Faktoren ab. Dazu zählen Wachstumsfaktoren (NGF, nerve growth factor), Anheftungen mit Hilfe von bestimmten Oberflächenmolekülen und fasergeleitete Zellwanderungen. Dadurch ist die Anatomie im Wesentlichen festgelegt. Durch die selektive Verbindung von Neuronen zu Gruppen mit spezialisierten Funktionen wird das Gehirn in unterschiedliche Teilbereiche gegliedert, welche ihrerseits die einzelnen Körpergebiete sensorisch oder motorisch repräsentieren (*Karten*). Beispielsweise spricht man dann von einer sensorischen visuellen Karte, wenn Neuronen, die in einem Gebiet der Hirnrinde nahe nebeneinander liegen, auf die Aktivität von nahe auf der Netzhaut nebeneinander liegenden Rezeptorzellen reagieren, d.h. auf nahe nebeneinander liegende Punkte der zweidimensionalen Netzhautprojektion des dreidimensionalen Sehraumes.

In der zweiten Phase, der *Erfahrungsselektion*, werden durch das Verhalten des Individuums in seiner Umwelt und die Rückmeldungen darauf synaptische Verbindungen in der vorhandenen Anatomie selektiv gestärkt oder geschwächt (Lernen). Dies führt zur Ausbildung einer Vielfalt von neuronalen Schaltkreisen (*sekundäres Repertoire*).

Ein entscheidendes Kriterium für die Vermehrung der Ganglienzellen und das Wachstum ihrer Synapsen ist ein *reichhaltiges Angebot an äußeren Reizen*. Ein Entzug von visuellen Reizen (Deprivation) während der ersten Lebensmonate führt bei Katzen (und auch bei Menschen) zu einer deutlich schwächeren Vernetzung der Neuronen im visuellen Cortex. Vergleiche von erfahrungsarmen Ratten und erfahrungsreichen Ratten zeigten ebenfalls, dass eine abwechslungsreiche Umgebung mit einer größeren Fülle an Informationen sich vorteilhaft auf die Vernetzungsdichte der Neuronen auswirkt, was zu einer komplexeren Organisation synaptischer Verknüpfungen in den Rinden von Großhirn und Kleinhirn führt. Das wiederum hat direkte Folgen für den Leistungsgrad dieser neuronalen Strukturen.

Der dritte wesentliche Mechanismus besteht in der *dynamischen Wechselwirkung* zwischen den bereits entwickelten Karten des Gehirns. Dieser Vorgang des gegenseitigen Informationsaustausches und der gegenseitigen Beeinflussung von verschiedenen Gehirnbereichen wird von Edelman als *reziproke Kopplung* bezeichnet. Ein Beispiel für reziprok gekoppelte Karten sind die unterschiedlichen visuellen Felder der Sehrinde des Großhirns. Ein anderes Beispiel ist die reziproke Kopplung zwischen den vorderen Windungen der Großhirnrinde und dem Thalamus im Zwischenhirn. Dadurch sind die organischen Grundlagen für die *bewusste Aufmerksamkeit* gegeben. Edelman sieht in der reziproken Kopplung von komplex organisierten Teilbereichen des Gehirns die Basis für Bewusstsein und Ich-Erleben schlechthin. Dabei scheint das Ich-Bewusstsein (Selbst) vor allem durch die Funktion des insulären Cortex bestimmt zu sein.

Dieser kurze Überblick zeigt die enge Verzahnung zwischen dem Ausreifen von Hirnstrukturen und der Entwicklung psychischer und kognitiver Funktionen. Eine wichtige Rolle hierbei spielt die teils genetisch, teils durch Lernerfahrungen bedingte differenzielle Synapsenentstehung als Grundlage der Eigenschaften neuronaler Netzwerke.

Von großer Bedeutung ist das Vorhandensein **kritischer Perioden**, also von Entwicklungsphasen der frühen Kindheit, in denen sowohl sensorisch-kognitive als auch emotional- limbische Zentren besonders empfänglich gegenüber Umwelteinflüssen sind. Erfahrungen während dieser Zeit wirken stark verändernd auf die Struktur von Nervenzellen, vor allem hinsichtlich der Länge und Verzweigung ihrer Dendriten und Neuriten und ihrer Synapsenbildung. Diese strukturbildende Empfänglichkeit für Umwelteinflüsse nimmt aber mit der Zeit deutlich ab, und die entsprechenden Strukturen werden zunehmend resistenter gegen weitere Einflüsse. In der späteren Jugend- und Erwachsenenzeit treten dann überwiegend Verstärkungen oder Abschwächungen von bereits vorhandenen synaptischen Kontakten auf. Deutliche strukturelle Änderungen einschließlich der Bildung einer Vielzahl neuer Synapsen erfolgen dann nur mehr nach massiven und lang anhaltenden Einwirkungen, insbesondere wenn sie mit starken Emotionen verbunden sind.

Wichtige Schritte der psychischen Entwicklung des Kindes umfassen die Ausbildung des Emotionsverständnisses und einer „**Theory of Mind**“, also des Verstehens kognitiv-emotionaler Prozesse bei anderen Personen. Diese Entwicklung wird stark von der Beziehung zwischen dem Säugling und den primären Bezugspersonen beeinflusst, und das ist für eine Ausdifferenzierung angeborener Grundlagen unabdingbar. Vor diesem Hintergrund wird auch verständlich, warum es bei starker Vernachlässigung des Säuglings oder Kleinkindes zu emotionalen und kognitiven Defiziten kommt, die später nur schwer kompensierbar sind. Eine ausgebildete „**Theory of mind**“ und ein entwickeltes Mitgefühl (**Empathie**) sind grundlegend für das Sozialverhalten.

Eine besondere Bedeutung in der kognitiv-emotionalen Entwicklung kommt auch der Ausbildung eines **autobiographischen Gedächtnisses** zu, ohne welchem die Ausformung eines Selbst (Ichs) als einer überdauernden Instanz unmöglich ist. Hier gibt es allerdings die Periode der **infantilen Amnesie**, in der vom Säugling und Kleinkind Erlebnisse zwar durchaus bewusst gemacht, aber nicht erinnerungsfähig gespeichert werden können. Das ist der Grund, warum uns solche positiven oder negativen Erfahrungen später stark beeinflussen, ohne dass wir uns daran erinnern können. Diese Tatsache ist für die Psychotherapie von großer Bedeutung.

Zentral für die emotionale und psychische Entwicklung des Kindes ist die Qualität der Bindungserfahrung. Im Normalfall bildet sich hier die für unsere Persönlichkeit grundlegende Spannung zwischen Bindung und Autonomie heraus. **Sicher gebundene Kinder** entwickeln einen tragfähigen Kompromiss zwischen Exploration und Nähe oder Aufregung und Beruhigung, indem sie über Bezugspersonen verfügen, die fähig sind, einerseits loszulassen und andererseits Geborgenheit zu vermitteln. **Unsicher gebundene Kinder** klammern sich entweder zu sehr an ihre Bezugspersonen oder distanzieren sich zu sehr von ihnen. Dramatisch werden die psychischen Defizite bei Kindern mit einem desorientierten und desorganisierten Bindungsstil, bei denen die Suche nach Nähe und das Streben nach Distanz kompromisslos aufeinandertreffen (Ambivalenz). So gestörte Bindungsformen können dann zur Ursache von schweren psychischen Erkrankungen werden.

Das Bindungsverhalten eines Kindes ist das Ergebnis einer komplexen Interaktion zwischen genetisch-angeborenen Dispositionen und Umwelteinflüssen, und zwar sowohl auf Seiten des Kindes als auch der Mutter oder einer anderen primären Bezugsperson. Die so erworbenen kindlichen Bindungserfahrungen werden zur Grundlage des emotionalen und sozialen Verhaltens.

Das **Temperament** (d.h. die emotionale Grundstimmung) ist der Kern der psychisch-kognitiven Ausstattung eines Menschen. Dieses Temperament ist hochgradig genetisch und epigenetisch, sowie durch vorgeburtliche und frühe nachgeburtliche Ereignisse bedingt. Es betrifft vornehmlich jene Vorgänge, welche auf der unteren limbischen Ebene angesiedelt sind. Entsprechend treten die Temperamentmerkmale schon früh auf und sind gegen spätere Umwelteinflüsse relativ resistent.

[18] Sozialpsychologie

Jeder Mensch lebt in einem bestimmten sozialen Umfeld. Das bedeutet: **[a]** die reale oder nur vorgestellte Existenz anderer Individuen, **[b]** die Interaktionen (wechselseitige Beeinflussungen) zwischen den einzelnen Individuen, **[c]** die Auswirkung der aktuellen Umgebung (setting) und **[d]** ein Bestand an sozialen Spielregeln und Rollenerwartungen für das individuelle Verhalten. Die Sozialpsychologie befasst sich mit diesen Themen. Sie erforscht die Einflüsse der Gesellschaft auf den Einzelnen, die Prozesse innerhalb von Gruppen, die Struktur von Gruppen, die Interaktionen zwischen verschiedenen Gruppen, das Verhalten des Einzelnen in Massen und vieles mehr. Im Folgenden werden einige sozialpsychologische Phänomene näher beschrieben.

[18.1] Das Konzept der sozialen Rollen

Ralf Dahrendorf sieht im Menschen einen „**homo sociologicus**“. Das Individuum muss in der Gesellschaft bestimmte vorgegebene Rollen spielen und bestimmte Erwartungen, welche an das Rollenspiel geknüpft sind, möglichst gut erfüllen. Die Gesamtheit dieser Rollenzwänge ist die „**ärgerliche Tatsache**“ der Gesellschaft.

Eine soziale Rolle besteht aus einem Bündel von Verhaltensvorschriften, die unabhängig vom Einzelnen vorgegeben sind. Ihre Inhalte werden von der Gesellschaft bestimmt und verändert. Diese Rollenerwartungen sind in verschiedenem Ausmaß verbindlich. Ihre Nicht-Erfüllung hat bestimmte Sanktionen zur Folge. So unterscheidet man: **[a] Muss-Erwartungen** haben keine positiven Sanktionen. Hingegen haben sie gerichtliche Verfolgung und Bestrafung als negative Sanktionen. **[b] Soll-Erwartungen** führen bei Erfüllung zu Sympathie, bei Nicht-Erfüllung hingegen zu Antipathie oder sogar zum Ausschluss aus der Gruppe. **[c] Kann-Erwartungen** haben als positive Sanktionen Hochschätzung, als negative hingegen Geringschätzung.

Die **soziale Position** (Status) ist der Standort des Individuums im Bezugsfeld der Gesellschaft. Verschiedene Bezugsgruppen stellen verschiedene Wertskalen auf, die oft sehr divergent sein können. Man orientiert sein Handeln an der Zustimmung oder Ablehnung durch die Bezugsgruppen. Durch die mehrfache Zugehörigkeit zu verschiedenen Bezugsgruppen, können starke intrapsychische Konflikte entstehen (z.B. Beruf - Familie).

Der „**homo sociologicus**“ ist nach Dahrendorf der seiner persönlichen Individualität entfremdete Mensch, der nur als Positionsträger und Rollenspieler in der ärgerlichen Tatsache der Gesellschaft funktioniert. Dieser eher negativen Sichtweise steht der positive Standpunkt entgegen, nach dem sich erst in der Gemeinschaft der Mensch voll entfalten kann, und Glück und Zufriedenheit erst im sozialen Miteinander und Füreinander erreicht werden. Der Mensch ist ein Gemeinschaftswesen („**zoon politicon**“ nach Aristoteles). Das Streben nach **sozialer Entfaltung** und nach **sozialer Anerkennung** sind wichtige dynamische Motive in seinem Leben.

[18.2] Die öffentliche Meinung

Die öffentliche Meinung besteht aus einem Bündel von Phrasen, Formeln, Schablonen, Moden, Stereotypen und Vorurteilen, welche auf das Denken und Handeln des Einzelnen steuernd einwirken. Die modernen Massenkommunikationsmittel (Zeitungen, Fernsehen) verbreiten öffentliche Meinung, man denke nur an die täglichen Nachrichtensendungen und an die Werbung.

Die Grundlage für die Macht der öffentlichen Meinung ist der verunsicherte Mensch. Die Kompliziertheit und Undurchsichtigkeit der modernen westlichen Gesellschaftsstrukturen (vor allem der wirtschaftlichen und technologischen) bewirken eine immer stärker werdende Entscheidungsunsicherheit des Individuums (z.B. Streit um die Sicherheit von Atomkraftwerken). Genau das ist aber der Ansatzpunkt für jegliche Propaganda und Indoktrination (suggestive Beeinflussung und Überredung). Der Mensch wird so in seinen Bedürfnissen, Gefühlen und Überzeugungen offen oder versteckt täglich manipuliert („die geheimen Verführer“). Die so genannte objektive Meinungsforschung erweist sich nur zu oft als Handlanger der politischen Herrschaftssicherung. Eine besser erfasste individuelle Meinung kann dann auch besser öffentlich manipuliert werden. Vor diesem Hintergrund scheint die Unabhängigkeit der individuellen Meinungsbildung nur mehr eine Illusion zu sein.

Das erste Großprogramm zur Massenindoktrination mithilfe des Rundfunks und des Films in der Geschichte der Menschheit wurde durch Adolf Hitler in der Zeit vor und während des Zweiten Weltkrieges in Deutschland durchgeführt. Der nationalsozialistische Führer richtete ein eigenes Propagandaministerium ein, welches psychologisch gut durchdachtes Material zum Aufbau von suggestiven Feindbildern herstellte. Diese künstlichen Feindbilder waren vor allem jüdische Mitbürger und ausländische Mächte. Sie wurden mit möglichst negativen Attributen versehen, welche bei der Masse starke emotionale Reaktionen hervorrufen sollten. Ein wenig später entwickelten die USA ihr eigenes Programm der „psychologischen Kriegsführung“, um eine die ganze Nation umfassende, patriotische Unterstützung des Kriegseintrittes aufzubauen. Jedenfalls hängen die Wirksamkeit der Kommunikation und die soziale Einwilligung des Informierten weitgehend von der Glaubwürdigkeit der Kommunikationsquelle ab. Jede Massenindoktrination versucht daher mit allen erdenklichen Mitteln ein hohes Maß an solcher Glaubwürdigkeit zu erreichen.

[18.3] Formen der menschlichen Gemeinschaft

In der Sozialpsychologie unterscheidet man folgende verschiedene Formen der menschlichen Gemeinschaft:

Familie - Klasse - Menge (Masse, Kollektiv, Gruppe)

Die **Familie** ist auch in der heutigen Zeit noch immer die primäre Sozialisations-Instanz. Unter einer **Klasse** fasst man alle Träger einer bestimmten Merkmalskombination zusammen (z.B. Weiße, Schwarze, Arbeiter, Unternehmer usw.). Zumeist entwickelt sich ein so genanntes Klassenbewusstsein als Ausdruck der Identifizierung und Zugehörigkeit.

Unter einer **Menge** fasst man alle Personen zusammen, die zur gleichen Zeit am gleichen Ort anwesend sind (Nebeneinander). Eine **Masse** ist eine größere, handlungsrelevante Menge ohne innere Strukturierung. Mit Handlungsrelevanz ist gemeint, dass durch ein äußeres Ereignis eine plötzliche Aktivierung der Menge stattfindet, wie beispielsweise durch eine Katastrophe oder ein Fußballtor durch die gegnerische Mannschaft. Die Masse ist kurzlebig und zeigt typische massenpsychologische Merkmale: [1] **Keine Struktur** außer jener von Anführer und Gefolge; [2] **Gleichschaltung** des individuellen Erlebens und des Handelns durch affektive Ansteckung; [3] **Deindividuation** und Depersonalisation (Entpersönlichung); [4] **Verantwortungsdiffusion** (Schwinden der Eigenverantwortlichkeit); [5] **Verprimitivierung** des Erlebens und Handelns (deutliche Reduktion der kognitiven Kontrolle und Steigerung der Aggressionsbereitschaft) und [6] **Dehumanisierung** (Vorherrschen von asozialen Verhaltensweisen).

Der spanische Kulturphilosoph *Ortega y Gasset* beklagte schon 1930 den Aufstand der Massen und den damit einhergehenden Verlust der Individualität. Ein typisches Massenphänomen der modernen Zeit sind die Gewaltausbrüche in Sportstadien.

Eine **Gruppe** ist eine kleine, handlungsrelevante Menge mit einer ausgebildeten inneren Struktur. Dadurch entsteht ein ordnendes und zugleich integrierendes Rollensystem. Außerdem finden starke Interaktionen zwischen den Mitgliedern statt. Eine Gruppe ist somit gekennzeichnet durch ein internes Rollensystem, durch Interaktivität und durch Leistungs- und Sicherheitsvorteile. Nach ihrer Entstehung unterscheidet man Naturgruppen (biologisch bedingt), Pflichtgruppen (arbeitsbedingt) und Interessensgruppen (wertungsbedingt).

Unter einem **Kollektiv** versteht man eine Großgruppe mit einer sehr straffen inneren, zumeist hierarchischen Struktur. Kollektive Werte verdrängen die individuellen, persönlichen Gesinnungen. Kollektive entstehen oft durch die Flucht des Einzelindividuums aus Realitätskonflikten. Der materielle Schutz und die Sicherheit werden erkaufte um die Abnahme der Eigenverantwortlichkeit. Eine Gefahr besteht in der Ausbildung von totalitären, streng-autoritär und streng-hierarchisch gegliederten Kollektiven, in denen die Freiheit des Einzelnen kaum mehr gewährleistet ist.

[18.4] Psychologie der Gruppe

Wie bereits gesagt, versteht man allgemein unter einer Gruppe eine kleine, handlungsrelevante Menge mit einer ausgebildeten inneren Struktur und starken Interaktivitäten zwischen den Mitgliedern. Im Folgenden sollen verschiedene gruppenspezifische Phänomene beschrieben werden.

[18.4.1] Die Bildung einer Gruppe

Der in Amerika tätige türkische Soziologe *Muzafer Sherif* führte 1949 dreiwöchige Ferienlager mit 25 zwölfjährigen Burschen durch. Dabei studierte er wichtige gruppenspezifische Prozesse. In den ersten Tagen lernten die Buben einander kennen, und es bildeten sich auf Grund gegenseitiger Sympathie spontane Freundschaftsgruppen. Nach dieser Eingangsphase wurde von *Sherif* entgegen der anfänglichen Sympathiebindungen eine neue Einteilung in zwei Gruppen vorgenommen. Vor allem durch gemeinschaftliche Aktivitäten in Rivalität zur anderen Gruppe (sportliche Wettkämpfe) kam es schon nach wenigen Tagen zu einem engen Zusammenschluss innerhalb der jeweiligen Gruppen und zu einem besonderen „**WIR-Erlebnis**“ (**Unifikation**). Es bildeten sich positive Meinungen über die Eigengruppe (Autostereotype) und negative Meinungen über die Fremdgruppe (Heterostereotype). Am Ende des Ferienlagers wurden die beiden Gruppen wieder aufgelöst, und in eine einzige Großgruppe integriert. Dabei zeigte es sich, dass der Unterschied zwischen Auto- und Heterostereotypen wieder geringer wurde und der erreichte Gruppenzusammenhalt (Kohärenz) sich wieder lockerte.

Die Ferienlager von *Sherif* demonstrieren fünf wichtige Faktoren der Gruppenbildung:

- der gemeinsame Gegner
- die gemeinsame Not
- der gemeinsame Leistungsvorteil
- der gemeinsame Sicherheitsvorteil
- die gemeinsame Freude

[18.4.2] Die Binnenstruktur der Gruppe

Jede Gruppe enthält ein System von Rollen und Rollenerwartungen. Es hat sich gezeigt, dass in Gruppen sehr häufig ein zweidimensionales Rangsystem entsteht, dessen eine Dimension die **Beliebtheit** und dessen andere Dimension die **Tüchtigkeit** ist. Sympathie- und Leistungsreihenfolge divergieren zumeist, so dass sich an der Spitze ganz bestimmte Führungs-Duale entwickeln (z.B. Präsident und Kanzler). Die so genannte „*Homan'sche Regel*“ besagt, dass je höher die Rangposition, umso stärker die persönliche Identifizierung mit den Gruppennormen ist.

In Rangsystemen mit steilem Anstieg sind mehrere interessante Effekte beobachtet worden: Aus Angst vor dem Nachrücken des Untergebenen und aus Neid auf den Vorgesetzten entstehen oft alternierende Bündnisse zwischen den Mitgliedern einer hierarchischen Stufe. Das als „*Radfahrer-Effekt*“ bezeichnete Phänomen zeigt die Tendenz auf, sich zum Vorgesetzten submissiv und zum Untergebenen dominant zu verhalten (nach oben buckeln, nach unten treten).

Bei Trägern mittlerer Rangpositionen, deren Versuche an die Führungsspitze zu gelangen erfolglos sind, wird oft eine **Tendenz zur Radikalisierung** beobachtet. Sie verwandeln ihre gruppenintern erlittenen Frustrationen in eine nach Außen gerichtete Aggressivität (siehe Ferienlager von *Sherif*).

Interessant sind auch die so genannten Außenseiterrollen und die erste (Alpha) und die letzte (Omega) Rangposition. So ist beispielsweise die **Führerrolle** im Wesentlichen durch 4 typische Merkmale gekennzeichnet: [**a**] große persönliche Tüchtigkeit, [**b**] hohes Selbstbewusstsein und Dominanzstreben, [**c**] starke Identifikation mit den Gruppennormen, [**d**] scharfe soziale Wahrnehmung und überdurchschnittliche soziale Intelligenz. Personen an der letzten Rangposition erfüllen oft eine „Blitzableiterfunktion“, indem sie die Sündenböcke für negative Vorkommnisse in der Gruppe sind.

Zur Erfassung der Beziehungsstruktur innerhalb einer Gruppe wird die **Soziogramm**-Technik angewendet. Jedes Mitglied muss den Beliebtesten (+) und den Unbeliebtesten (-) angeben. Trägt man dann die Wähler als Zeilen und die Gewählten als Spalten in eine so genannte **Soziomatrix** ein, kann man aus der Verteilung der (+) und (-) in der Matrix gruppenspezifische Erkenntnisse gewinnen (Rangreihe, Cliquesbildung, usw.). Innerhalb einer Gruppe können sich auch verschiedene Beziehungsstrukturen entwickeln (Kette, Stern, Ring, vollständiges Netz).

Die **Kontaktdichte** kann direkt an der Anzahl der gegenseitigen Kontakte gemessen werden. Sie ist ein Maß für den Zusammenhalt (Kohäsion) der Gruppe. Allgemein zeigt es sich, dass bei leistungsmäßiger Überbeanspruchung der Gruppe ihre Kohäsion deutlich absinkt. Umgekehrt proportional zur Kontaktdichte wird die so genannte **soziale Distanz** definiert. „Ghetto“ und „Elite“ sind Minderheiten in einer Großgruppe, welche einen starken Binnenkontakt und eine hohe Distanz zur Majorität in der Gesamtgruppe aufweisen.

Interessant und originell ist das so genannte „*Peter-Prinzip*“, welches behauptet, dass in jedem hierarchischen System eine Einzelperson in ihrer Karriere so lange aufsteigt, bis sie den Zustand ihrer Inkompetenz erreicht hat. Die gute Kompetenz auf einer niederen Ebene bedeutet noch lange nicht, dass die betreffende Person auch das Anforderungsprofil der angestrebten höheren Stufe leistungsmäßig erfüllt. So kommt es schlussendlich dazu, dass in den höheren Etagen von Verwaltungshierarchien immer nur inkompetente Leute sitzen.

[18.4.3] Die Leistungs- und Sicherheitsvorteile einer Gruppe

(A) Leistungsvorteil vom Typus des Hebens und Tragens

Dieser kann am Beispiel des gemeinsamen Tauziehens demonstriert werden. Es kommt dabei zur Summierung der Einzelkräfte zu einer Gesamtleistung, welche jedoch nicht proportional zur Personenanzahl ansteigt, weil eine optimale Koordination (Zeit, Richtung) oft schwierig ist. Die Gruppenleistung ist keine lineare, sondern eine logarithmische Funktion der Mitgliederanzahl.

(B) Leistungsvorteil vom Typus des Suchens und Beurteilens

In einem Experiment von *Albert Poffenberger* (1932) sind zehn verschiedene Figuren, deren Flächeninhalte sich immer um 5% unterscheiden, entsprechend ihrer Flächengröße in eine Rangordnung zu bringen. Dabei können sich die N Versuchspersonen nicht gegenseitig beeinflussen. Die Spearman'sche Rangreihenkorrelation der geschätzten mit der richtigen Rangreihe, ist ein Maß für die Urteilsrichtigkeit der einzelnen Personen (r_i). Berechnet man zunächst den arithmetischen Mittelwert von allen Urteilsrichtigkeiten, so erhält man die durchschnittliche Urteilsrichtigkeit ($r_D = (\sum r_i) / N$).

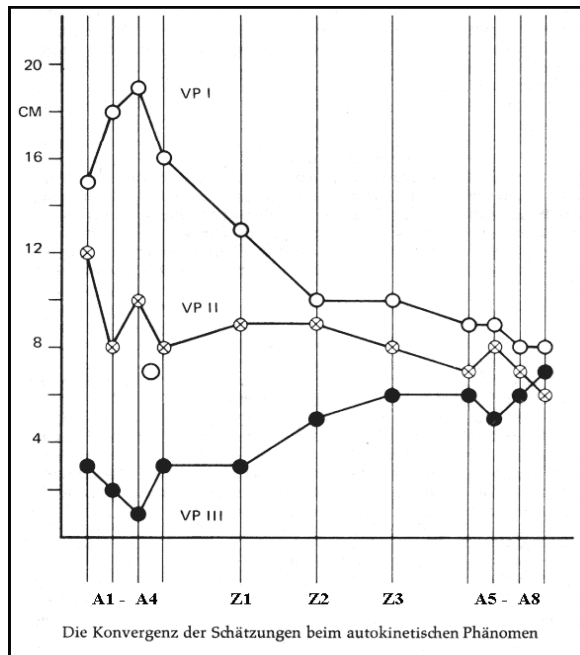
Dann ermittelt man in der Gruppe der N Personen den durchschnittlichen Rangplatz von jeder Figur. Das ergibt die Rangreihe der geschätzten Figuren in der Gruppe. Diese wird nun ebenfalls mit der richtigen Rangreihe korreliert (r_G).

Das erstaunliche Ergebnis dieser Untersuchung ist die immer festgestellte Tatsache, dass $r_G > r_D$ ist, d.h. das Gruppenurteil ist immer richtiger als der Durchschnitt aller Einzelurteile. Dieser vorteilhafte Effekt kann mit dem statistischen Fehlerausgleich bei der Bildung des Gruppenurteils erklärt werden. Voraussetzungen dafür sind ein möglichst großer Gruppenumfang N, die gegenseitige Unabhängigkeit der Urteilsbildungen und geregelte Organisation der Urteilszusammenfassung.

(C) Leistungsvorteil vom Typus des Bestimmens und Normierens

In einem klassischen Experiment von *Muzafer Sherif* (1935) wird in einem verdunkelten Raum ein schwacher Lichtstrahl konstant auf eine bestimmte Wandstelle gerichtet, sodass ein fester Lichtpunkt entsteht. Durch die automatisch ablaufenden, kleinen Augenbewegungen kommt es zu einer scheinbaren Bewegung des Lichtpunktes. Die Versuchspersonen sollen nun die Länge dieser scheinbaren Bewegung des Lichtpunktes schätzen. Dabei geht es im Gegensatz zum oben beschriebenen Leistungstyp nicht um die Beurteilung eines objektiven Sachverhaltes, sondern um die Bestimmung einer fiktiven Norm, welche nichts mit der sachlichen Realität zu tun hat.

Es geht dabei also um die **Normierung einer Illusion**. Sherif gliedert sein Experiment in drei zeitliche Phasen. Zunächst erfolgen vier isolierte Einzelversuche (A1 - A4) und eine dreißig Minuten dauernde Pause, in der zur Ablenkung ein Rechentest durchgeführt wird. Hierauf erfolgen drei Gruppenversuche (Z1 - Z3), wobei jede Person ihr Schätzergebnis der Scheinbewegung laut mitteilt, ansonsten aber nichts sagt. Nach einer abermaligen Pause von dreißig Minuten, erfüllt mit Rechenaufgaben zur Vermeidung einer Diskussion, werden zuletzt wieder vier isolierte Einzelversuche (A5 - A8) durchgeführt. Dieses Experiment zeigt für drei Versuchspersonen (I, II, III) ein Ergebnis, welches in der nachfolgenden Grafik dargestellt ist.



In der ersten Phase (A1 - A4) weisen die Einzelurteile von den drei Versuchspersonen erhebliche Differenzen auf. Am Beginn der Gemeinschaftssituation (Z1 - Z3) werden die eigenen Urteile in Frage gestellt. Die gegenseitige Kommunikation, welche eine Person über die anderen Schätzurteile informiert, führt dann zu einer deutlichen **Konvergenz der Urteile**.

Die Urteilskonvergenz führt schließlich zu einer normativen Festlegung, die noch zusätzlich mit dem Prädikat der sozialen Selbstverständlichkeit ausgestattet wird. Dabei hat sich gezeigt, dass das Gruppenurteil gegen das geometrische Mittel U_G der Einzelurteile konvergiert. Das geometrische Mittel $U_G = \sqrt{U_1 \cdot U_2}$ ist immer kleiner als das arithmetische Mittel $U_M = (U_1 + U_2) / 2$.

Das **Konvergenzprinzip** in der Gruppe, die resultierende Meinungsübereinstimmung (Konformität) und das WIR-Erlebnis (Unifikation) führen zur Aufstellung von typologischen Hypothesen, welche den Charakter von Selbstverständlichkeiten haben, obwohl sie unbestätigt und zum Teil sogar falsch sind. Solche **kollektiven Urteile** werden **Stereotype** genannt. Kollektive Urteile über die eigene Gruppe heißen **Autostereotype**. Werden sie über fremde Gruppen gefällt, dann bezeichnet man sie als **Heterostereotype**.

Alle Stereotype schließen das Vorurteil mit ein, dass jedes einzelne Gruppenmitglied jene Merkmale aufweist, welche auch der ganzen Gruppe als typische Merkmale zugeschrieben werden. Stereotype haben die träge Eigenschaft trotz neuer und anders lautender Informationen nur sehr schwer korrigierbar zu sein. Jedenfalls ist die Macht weit verbreiteter Stereotype (z.B. in der öffentlichen Meinung) nicht zu unterschätzen. Gefährlich sind sie dann, wenn sie im Dienste der Herrschaftssicherung von diktatorischen Systemen zur suggestiven Indoktrination und Manipulation der Menschen eingesetzt werden.

Der Vorteil der Urteilskonvergenz in einer Gruppe besteht unzweifelhaft darin, dass dadurch für den Einzelnen ein großes Maß an Sicherheit für seine Entscheidungen, Gesinnungen und Verhaltensweisen gegeben wird. Dieser **Sicherheitsvorteil** führt auch schließlich zu einer emotionalen Geborgenheit in der Gruppe, was wiederum umgekehrt die Kohärenz der Gruppe verstärkt. Die Gruppe mit ihren Leitbildern (Idealen) stellt einen wichtigen Faktor im Sozialisationsprozess dar. Erst mithilfe von normativen Idealen kann sich die Selbstidentität des jungen Menschen entwickeln.

Für eine optimale Gruppenleistung ergeben sich folgende drei grundsätzliche Bedingungen:

- **Offene, ehrliche Kommunikation**
- **Gegenseitige Akzeptanz**
- **Gegenseitige Unabhängigkeit**

Je stärker die eigene Freiheit behauptet und zugleich die Freiheit des anderen respektiert wird, umso effektiver gestaltet sich die Arbeit in der Gruppe. Die Gruppendynamik gründet somit auf der Freiheit des Einzelnen.

Beim Zusammentreffen von Menschen können **vier Phasen** bei der Neubildung einer Gruppe beobachtet werden:

[1] **Warming:** In der Eingangsphase begegnet man einander mit reservierter Höflichkeit und lernt einander näher kennen.

[2] **Storming:** Individuelle Triebe und Gefühle (Geltungsdrang, Rivalität, Aggression, Minderwertigkeitsgefühle, Neid, Missgunst, Eifersucht usw.) führen zu Konflikten und Dissonanzen.

[3] **Norming:** Gegen einen drohenden Zerfall der Gruppe und zum Krisen-Management werden verbindliche Spielregeln (Normen) aufgestellt und Rollenzuweisungen und Arbeitsaufteilungen festgesetzt.

[4] **Performing:** Erst in dieser letzten Phase kann eine sachliche Arbeitsleistung in der Gruppe erfolgen und auch optimiert werden.

[18.5] Das Johari-Fenster

Mithilfe des so genannten Johari-Fensters (nach *Joe Luft* und *Harry Ingham*) kann die soziale Wahrnehmung von Einzelpersonen, aber auch von Gruppen dargestellt werden. Damit wird der Unterschied zwischen Selbstbild und Fremdbild demonstriert.

	dem Selbst bekannt	dem Selbst nicht bekannt
den Anderen bekannt	(I) öffentliche Person	(II) blinder Fleck
den Anderen nicht bekannt	(III) Mein Geheimnis	(IV) verschlossen, unbekannt

Bereich I: Alle, einer Person selbst und auch ihrer sozialen Umgebung bekannten Merkmale.

Bereich II: Blinder Fleck. Die Anderen erkennen an uns Merkmale, die wir selbst nicht kennen.

Bereich III: Alles, was wir selbst nicht den Andern preisgeben wollen, was wir verbergen.

Bereich IV: Alle Merkmale, die weder von uns selbst noch von den Anderen erkannt werden.

Im Laufe der Zeit verändert sich die gegenseitige Ausdehnung dieser vier Bereiche. Bei einer neuen, erst entstehenden Gruppe ist der Bereich (I) noch sehr klein. Eine Vergrößerung dieses Bereiches führt beispielsweise zu einer Abnahme der Unsicherheit.

[19] Psychopathologie und Psychotherapie

[19.1] Das Vulnerabilitäts-Stress-Modell

Eine psychische Störung liegt dann vor, wenn bestimmte psychische Merkmale der Persönlichkeit entweder so schwach oder so stark ausgeprägt sind, dass dadurch das Selbstmanagement der Person in ihrem bio-psycho-sozialen Kontext gestört ist. Zur Erklärung der Entstehung von psychischen Störungen werden vier verschiedene Ebenen herangezogen:

- die Körperebene (physische Eigenschaften und Prozesse)
- die psychologische Ebene (psychische Eigenschaften und Prozesse)
- die soziale Mikroebene (soziale Beziehungen und psychosoziale Einflüsse)
- die soziale Makroebene (politische und ökonomische Verhältnisse)

Für viele psychische Störungen wird heute als Arbeitshypothese ein allgemeines *Vulnerabilitäts-Stress-Modell* angenommen, d.h. eine Störung ist meist das Resultat der Auswirkung von mehreren Ursachen (Multikausalität), die zu einer erhöhten körperlich-seelischen Verletzlichkeit (Vulnerabilität) gegenüber den Anforderungen und Belastungen des Lebens (Stress) führen. Ursachen für die **Vulnerabilität** können entweder genetische Defekte oder verletzende Ereignisse (Traumata) sein. Das Gegenteil von Vulnerabilität ist **Resilienz** (Widerstandskraft).

[19.2] Hauptursachen psychischer Störungen

- Defekte in der genetischen Ausstattung
- Epigenetische Veränderungen
- Negative vorgeburtliche Einflüsse
- Negative frühkindliche Erfahrungen
- Konflikte zwischen Wertvorstellungen und Triebansprüchen
- Konflikte in sozialen Beziehungen
- Traumatische Ereignisse

Anmerkung: Die menschlichen Erbanlagen (*Genom*) haben sich im Laufe der Evolution durch Mutation und Selektion entwickelt. Dieses Erbgut ist für alle Zellen gleich. Welche Gene in den einzelnen Zellen aktiviert werden, wird durch chemische Markierungsmoleküle am Genom bestimmt. Die Gesamtheit der Markierungsmoleküle am Genom, welche das Ein- und Ausschalten der einzelnen Gene regulieren wird als *Epigenom* bezeichnet. Dieses ist verantwortlich für die embryonale Zelldifferenzierung. Die Anleitung dafür, welche Zellen sich aus einer menschlichen Stammzelle entwickeln liefert das Epigenom mit seinen Markierungsmolekülen. So entstehen unterschiedliche Zelltypen (Haut-, Muskel-, Nervenzellen, usw.) mit unterschiedlichen Funktionen.

Unter *epigenetischen Veränderungen* versteht man die Tatsache, dass auch Umwelteinflüsse Veränderungen an den Erbanlagen hervorrufen können. Dabei ändert sich nicht die eigentliche genetische Ausstattung (so wie bei den Mutationen), sondern es werden bestimmte Bereiche am Trägermolekül der Gene (d.h. an der Desoxyribonukleinsäure DNS) verändert, welche das Ein- und Ausschalten bestimmter Gene regulieren – beispielsweise durch Anlagerung von Acetyl- und Methylgruppen an der DNS. Durch diese Markierungsmoleküle wird die Genexpression gesteuert, d.h. der Aufbau von Eiweißmolekülen (Proteinen), welche dann ihrerseits bestimmte körperliche Merkmale (Phäne) bedingen.

In vielen wissenschaftlichen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass vorgeburtliche und vor allem frühkindliche Erfahrungen (bedingt durch mütterliche Verhaltensweisen) bei den Kindern epigenetische Veränderungen verursachen können, die dann von diesen Kindern an die nächste Generation weitergegeben werden. Lebensstil, Ernährung, Rauchen oder Stressbelastung können epigenetische Veränderungen in den Keimzellen erzeugen. Dadurch werden Fettsucht, Asthma, Zuckerkrankheit oder Immunschwäche epigenetisch vererbt.

Ein illustratives Beispiel für epigenetische Auswirkungen auf die Psyche ist die nachgewiesene Tatsache, dass die Kinder von Holocaust-Überlebenden häufig unter individuell nicht erklär-baren Angstzuständen leiden. Ängste, Schuldgefühle, Selbstunsicherheit, aber auch Heiterkeit können epigenetisch verursacht werden. Bei diesen psychischen Erlebnissen bestehen die epigenetischen Veränderungen erstens in der verringerten oder vermehrten Produktion von Neurotransmittern und zweitens in der verringerten oder vermehrten Ausbildung von Rezeptor-molekülen für die Neurotransmitter (beispielsweise im Stress-System). Diese neurochemischen Veränderungen wirken sich dann direkt auf die Persönlichkeit aus – und zwar über die sechs psychoneuralen Grundstrukturen, wie sie im Buchkapitel [16] beschrieben sind.

[19.3] Klassifikation psychischer Störungen

Die **Psychiatrie** ist die Lehre von den psychischen Störungen, sie befasst sich mit der Prävention, Diagnostik und Therapie des krankhaft veränderten Seelenlebens. Weil die körperlichen, psychischen und sozialen Störungen eng miteinander verknüpft sind, sich gegenseitig bedingen oder verstärken, fließen in die Psychiatrie als Teilgebiet der Medizin biologische, psychologische und soziologische Kenntnisse und Methoden ein. Die **Psychotherapie** ist die Behandlung von seelischen Krankheiten auf psychologischem Weg. Dabei verwendet sie vielerlei Verfahren, stützt sich aber im Wesentlichen auf die Tiefenpsychologie bzw. Psychoanalyse, die Lerntheorie bzw. Verhaltensforschung und neuerdings immer mehr auf die Ergebnisse der neurobiologischen Hirnforschung.

Um das psychisch Kranke (Psychopathologische) diagnostizieren zu können, muss zuerst geklärt werden, was unter dem **Normalen** zu verstehen ist. Als normal sind sicherlich jene Personen zu bezeichnen, welche mit sich selbst und mit ihrer soziokulturellen Umwelt in relativer Zufriedenheit leben. Die Lebenszufriedenheit (emotional und kognitiv) ist ein wichtiger Indikator. Als **abnormal** werden in allen Kulturen jene Menschen angesehen, die mit anderen nicht kommunizieren und unvorhersagbar handeln (soziale Isolation und Unberechenbarkeit). Daneben kommen inhaltlich auch statistische, juristische und medizinische Normen zur Anwendung. Im nächsten Kapitel werden jene Verfahren aufgelistet, mit deren Hilfe man das von den jeweiligen Normen abweichende Erleben und Verhalten erkennen und behandeln kann. In diesem Kapitel geht es um die Erstellung einer übersichtlichen Klassifikation der psychischen Krankheiten und um deren kurze Beschreibung.

Die traditionelle Psychiatrie unterteilt die psychischen Störungen nach dem **triadischen System** von Emil Kraepelin in organisch bedingte Erkrankungen, endogene Psychosen (Schizophrenie und manisch-depressives Irrsein) und neurotische Reaktionsbildungen. Mangelnde Übereinstimmung in den psychiatrischen Diagnosen hat in den letzten Jahrzehnten zur Ausbildung von zwei international anerkannten Klassifikationssystemen geführt. Im amerikanischen Raum dominiert das Diagnostic Statistic Manual of Mental Disorders in der bereits fünften revidierten Fassung (**DSM-V**). In Europa hingegen ist die International Classification of Diseases der Weltgesundheitsorganisation in der zehnten Revision am meisten verbreitet (**ICD-10**). Diese teilt alle psychischen Erkrankungen in insgesamt zehn Kategorien mit spezifischen internationalen Codes ein, so dass gegenüber dem alten triadischen System eine wesentlich bessere Differenzierung der Hauptdiagnosen möglich ist.

- F0 Organisch bedingte psychische Störungen** (Demenzen, ...)
- F1 Drogeninduzierte Erlebens- und Verhaltens-Störungen** (Süchte, ...)
- F2 Schizophrenie und wahnhaftige Störungen** (desorganisiert, kataton, paranoid, ...)
- F3 Affektive Störungen** (Manie, Depression, bipolare Störung, ...)
- F4 Neurosen, Belastungs- und Affekt-Reaktionen**
(Ängste, Hypochondrie, Zwänge, Konversionen, Explosivreaktionen, ...)
- F5 Normabweichende Verhaltensauffälligkeiten mit körperlichen Störungen**
(Essstörungen, Magersucht (Anorexia), Ess-Brech-Sucht (Bulimia), Schlafstörungen, ...)
- F6 Persönlichkeits- und Verhaltens-Störungen**
(sexuelle Störungen, narzisstisch, antisozial, zwanghaft, ...)
- F7 Intelligenzminderungen** (leicht, mittel, schwer, ...)
- F8 Entwicklungsstörungen**
(sensorisch, motorisch, sprachlich, schulisch, ...)
- F9 Gefühls- und Verhaltens-Störungen mit Beginn in Kindheit oder Jugend**
(ADHS = Aufmerksamkeitsdefizits- und Hyperaktivitäts-Syndrom, ...)
- F99 Nicht näher bezeichnete psychische Störungen**

Im Folgenden soll ein Überblick über die einzelnen psychopathologischen **Symptome** gegeben werden, welche bei der Diagnoseerstellung gezielt zu beobachten sind. Die Merkmalerfassung stützt sich dabei nicht nur auf die Fremdbeobachtung durch den Psychiater oder Psychotherapeuten, sondern auch auf die Mitteilungen über Selbstbeobachtungen des Patienten.

- Äußeres Erscheinungsbild:** Allgemeiner äußerer Eindruck, Outfit und Kleidung, Körperpflege, Körperhaltung, Gestik, Physiognomie, Mimik.
- Verhalten in der Untersuchungssituation:** Auftreten, Auskunftsbereitschaft, Kooperation, Simulation, Interaktionen.
- Wahrnehmung:** Illusionen (verfälschte Wahrnehmungen), Halluzinationen (Vorstellungen mit Wahrnehmungscharakter - aber ohne äußere Reize), Störungen der Aufmerksamkeit und Konzentration.
- Gedächtnis:** Schwächen von Kurzzeitgedächtnis oder Langzeitgedächtnis, Erinnerungslücken (Amnesien), Erinnerungsfälschungen (Paramnesien), Füllen von Gedächtnislücken mit Fantasieinhalten (Konfabulieren), kurze Amnesien oder Blackouts, gesteigerte Erinnerungsfähigkeit (Hypermniesien), Zeitordnungsstörungen.
- Denken und Sprechen:** Perseverationen (hartnäckig immer wiederkehrende Gedanken), Gedankendrängen, Ideenflucht, Weitschweifigkeit, Zerfahrenheit, Vorbeireden, Gedankenabreißen, Sperrungen, Sprunghaftigkeit, Fragmentdenken, Grübelsucht und eingeengtes Denken, Sprechstörungen, Artikulationsschwierigkeiten, monotones Wiederholen von Lauten (Verbigeration), echoartiges Nachsprechen (Echolalie), unverständliche Wortneubildungen (Neologismen), Stammeln und Stottern, allgemeiner Sprachzerfall (Schizophasie).
- Denkinhalte (Wahn):** Zwangsgedanken (z.B. Ordnungszwang), angstbesetzte (phobische oder hypochondrische) Inhalte, Größenwahn, subjektiv überbewertete Ideen (Komplexe), Wahnideen und Wahnstimmungen, Verfolgungs- und Beziehungswahn (Paranoia), Schuldwahn, Eifersuchtwahn.

Intelligenz:	Schwachsinn, normale Intelligenz, Genialität.
Antrieb und Psychomotorik:	Antriebsarmut, Triebhemmung, Antriebslosigkeit (Apathie), Reglosigkeit und Erstarrung (Stupor), Lähmungen (Paralysen), Sprachlosigkeit (Mutismus), Schwätzsucht (Logorrhoe), <u>motorische Unruhe</u> , antriebsgesteigerte Zustände (Hyperkinesen), Hektik, Zittern (Tremor), plötzliche gewalttätige Ausbrüche (Raptus), Tics, Manierismen, theatralisches Verhalten, Zwangshandlungen.
Affektivität:	Störungen der vitalen Triebhaftigkeit, Affektarmut, Affektstarre, Affektlabilität, Affektinkontinenz, inadäquate Gefühlsreaktionen (Parathymien), zwiespältige Gefühlsreaktionen (Ambivalenzen), Ängstlichkeit, Unsicherheit, Insuffizienzgefühle, Selbstwertlosigkeit, Missmutigkeit (Dysphorie), Schuldgefühle, Depressivität, Hoffnungs- und Sinnlosigkeit, Suizidalität (Selbstmordtendenz), <u>mangelnde Affektkontrolle</u> , gesteigerte Affektivität, Euphorie, Aggressivität.
Ich- und Selbstgefühl:	Depersonalisation (das Ich erlebt sich als ein Fremder), Derealisation (die vertraute Umgebung wird als fremd erlebt), Fremdsteuerungserlebnisse, Persönlichkeitszerfall und Realitätsverlust.
Bewusstsein:	Benommenheit, Apathie, Somnolenz (Einschlafendenz), Koma, Einengung des Bewusstseins, Trübung (Sopor), Erweiterung des Bewusstseins, hochgradige Bewusstseins-Helligkeit und Wachsamkeit (Vigilanz).
Orientierung:	Situative, räumliche, zeitliche oder personale Desorientierung.
Sonstige Merkmale:	Sozialverhalten, Suchtverhalten, vegetative Störungen.

Treten bestimmte **Symptome** häufig miteinander auf, so werden sie zu **Syndromen** (Merkmalsbündeln) zusammengefasst. Auf Grund der festgestellten und richtig eingeordneten Syndrome wird dann eine bestimmte psychische Erkrankung diagnostiziert. Beispielsweise bilden die in obiger Zusammenstellung unterstrichenen Symptome (Aufmerksamkeitsstörungen, motorische Unruhe und mangelnde Affektkontrolle) das so genannte ADHS (Aufmerksamkeitsdefizits- und Hyperaktivitäts-Syndrom).

Über die Anzahl der Syndrome herrscht Uneinigkeit, zumal oft völlig verschiedene psychische Krankheiten nahezu idente syndromale Bilder aufweisen (z.B. sind die paranoid-halluzinatorische Schizophrenie und die drogeninduzierte psychische Störung im reinen syndromalen Querschnittsbild kaum voneinander zu unterscheiden).

Neurotische Störungen, Schizophrenien und die affektiven Psychosen sind konkrete psychische Tatbestände, deren **psychische, soziale und organische Ursachen** jedoch noch immer nicht vollständig erforscht und aufgeklärt sind. Eine wichtige Unterscheidung, die aber in der Praxis nicht immer möglich ist, betrifft die Kausalität der Störungen. **Endogene** Störungen haben hauptsächlich innere Ursachen, welche im psychophysischen System des Menschen liegen; zusätzliche Verstärkung erfahren sie durch bestimmte soziale Situationen. **Reaktive** Störungen hingegen werden vorwiegend durch äußere Situationen und Ereignisse verursacht, wobei natürlich auch innere Dispositionen mitbeteiligt sind.

[19.4] Klassifikation psychotherapeutischer Verfahren

Die **psychiatrische Diagnose** umfasst folgende Bereiche: das Untersuchungsgespräch, die psychopathologische Befunderhebung (familiäre, soziale und medizinische), die Durchführung von psychologischen Tests und schließlich die verbindliche Verwendung der Diagnosekategorien von einem der beiden großen Klassifikationssystemen (**DSM-V** oder **ICD-10**). Der Weg zur endgültigen Diagnose-Erstellung beginnt mit der Datenerfassung von Lebenslauf und Lebensmilieu. Sodann werden etwaige medizinische Befunde und testpsychologische Ergebnisse berücksichtigt. Gezielte Gesprächsführung und direkte Verhaltensbeobachtung führen schließlich zur Erkennung von verschiedenen Einzelsymptomen und ihrer ordnenden Zusammenfassung zu typischen Syndromen. Resultat ist dann die Diagnose einer bestimmten psychischen Störung.

Nach erfolgter **Diagnoseerstellung** muss eine geeignete **psychiatrische Therapie** ausgewählt werden. Unter Psychotherapie versteht man einen bewussten und geplanten Behandlungsprozess, der darauf abzielt, mit psychologischen Mitteln Leidenszustände und Verhaltensstörungen positiv zu beeinflussen. Voraussetzungen jeglicher Psychotherapie sind eine dem Verfahren zu Grunde liegende Theorie normalen und pathologischen Verhaltens, eine lehrbare Methodik, die sich verbaler und/oder nonverbaler Techniken bedient und ein Konsens zwischen Patient und Therapeut über die Behandlungsbedürftigkeit und die Zielsetzungen. Dazu ist eine tragfähige emotionale Bindung (**Allianz**) zwischen Therapeuten und Patienten notwendig.

Die **Planung einer Psychotherapie** orientiert sich an **störungsspezifischen Symptomen** und an Gegebenheiten des **psychosozialen Umfelds**. Je nach Art und Schwere der Störung bieten sich Kurzzeit- oder Langzeittherapien, ambulantes oder stationäres Setting (Umfeld) und Einzel- oder Gruppenarbeit an. Vor allem ist die Wahl der psychotherapeutischen Technik auf das Störungsmuster abzustimmen. Psychotherapie wirkt über unspezifische und spezifische Faktoren. Als unspezifisch gelten Einflüsse, die sich durch den Rahmen ergeben in welchem Psychotherapie stattfindet. Bei der stationären Therapie etwa könnten dies die Architektur des Hauses, die Einrichtung, die personelle Struktur und die Gesamtatmosphäre oder das Klima in zwischenmenschlichen Beziehungen (so genannte Milieufaktoren) sein, die jedoch mit der eigentlichen psychotherapeutischen Arbeit nichts zu tun haben.

Allen psychotherapeutischen Verfahren gemeinsam sind Faktoren wie eine vertrauensvolle therapeutische Beziehung (**Allianz**), ein tragfähiges Arbeitsbündnis, in dem Konflikte und Probleme bearbeitet werden können, ferner strukturbildende Maßnahmen durch das therapeutische Setting, Förderung von Kommunikationsfähigkeit, Selbstreflexivität, Beziehungsfähigkeit und Selbstvertrauen, schließlich die Möglichkeit, Gefühle wahrzunehmen und zu verbalisieren und das Finden von Verständnis und Akzeptanz. Die schulenspezifischen Wirkfaktoren hängen mit den Techniken zusammen, derer sich die einzelnen psychotherapeutischen Schulen bedienen.

Die **therapeutischen Verfahren** lassen sich im Wesentlichen in psychoanalytische, verhaltenstherapeutische und systemorientierte einteilen. **Psychoanalytische Verfahren** sind Verfahren, nach deren Verständnis in Entstehung und Verlauf von psychischen Störungen das Unbewusste, Einflüsse aus früher Kindheit und daraus resultierende Beziehungsmuster sowie Verdrängungs- bzw. Abwehrmechanismen eine entscheidende Rolle spielen. Die **Verhaltenstherapie** zielt stärker auf konkrete Veränderungen des Verhaltens ab. Um dieses Ziel zu erreichen, sind genaue Verhaltensdiagnostik und Entwicklung von Zielbestimmungen erforderlich. In den **systemischen Verfahren** wird versucht, die Bedingungen und Regeln der sozialen Systeme, in denen der Mensch lebt (Familie, Schule, Arbeitswelt), zu verstehen und verändernd auf sie einzuwirken.

Liste der wichtigsten therapeutischen Schulen

- I. Somatische Therapien:** Pharmakologische Therapien
Elektrokrampftherapie
Schlafentzug und Lichttherapie
- II. Psychodynamische Therapien:** Klassische Psychoanalyse (Freud)
Individualpsychologie (Adler)
Analytische Psychologie (Jung)
Bioenergetische Verfahren (Reich, Lowen)
- III. Verhaltenstherapien:** Gegenkonditionierung
Systematische Desensibilisierung
Aversives oder negatives Lernen
Extreme Reizüberflutung
Belohnung und Bestrafung
Selbstbehauptungs-Training
Selbstmanagement
Biofeedback, Autogenes Training
- IV. Kognitive Therapien:** Selbst-kognitive Therapie (Beck)
Sozial-kognitive Therapie (Bandura)
Rational-emotive Therapie (Ellis)
Schematherapie (Young, Rödiger)
- V. Humanistische Therapien:** Klientenzentrierte Gesprächstherapie (Rogers)
Logotherapie (Frankl)
- VI. Sozio-systemische Therapien:** Psychodrama (Moreno)
Gestalttherapie (Perls)
Transaktionsanalyse (Berne)
Familien- und Paartherapie (Erikson, Satir)
Gruppentherapie
Eigentliche Soziotherapie

Es gibt zwischenzeitlich mehrere hundert Studien zur **Effizienz von Psychotherapie**, die auf Grund von wissenschaftstheoretischen Einwänden teilweise nur bedingt verwertbar sind. Ohne Zweifel lässt sich heute belegen, dass Psychotherapie seelische Störungen lindern, ja sogar beseitigen kann. Dabei ist allerdings sehr zu differenzieren zwischen Art und Schwere der Störung einerseits und zwischen der angewendeten Therapiemethode andererseits. Häufig ist es auch sinnvoll eine Psychotherapie mit entsprechenden Psychopharmaka zu kombinieren.

[19.5] Einteilung und Wirkung von Psychopharmaka

- Antidepressiva (Mittel gegen Depressionen, z.B. Cipralex bzw. Escitalopram)
- Phasenprophylaktika (Mittel gegen Stimmungsschwankungen, z.B. Lithiumkarbonat)
- Anxiolytika (Mittel gegen Angst- und Spannungszustände, z.B. Valium bzw. Diazepam)
- Neuroleptika (Mittel gegen Schizophrenie, z.B. Chlorpromazin oder Haloperidol)
- Antidementiva (Mittel gegen Demenz, z.B. Donepezil)
- Psychostimulantien (Mittel zur Leistungssteigerung, z.B. Amphetamine)
- Sonstige Psychopharmaka

Die Pharmakologie ist die Lehre von den Wechselwirkungen zwischen chemischen Stoffen (Pharmaka) und Lebewesen. Psychopharmaka sind Stoffe, die auf das Zentralnervensystem wirken und psychische Erlebnisweisen verändern. Sie werden oft als Medikamente zur Therapie bestimmter Krankheiten angewendet. Dabei sind zwei zentrale Begriffe zu unterscheiden. Die **Pharmakokinetik** umfasst Aufnahme, Verarbeitung, Verteilung und Ausscheidung von Medikamenten. Die **Pharmakodynamik** beschreibt die Wirkmechanismen der Medikamente.

• Pharmakokinetik

Psychopharmaka werden zumeist oral eingenommen und dann im Magen oder Darm freigesetzt. Dort erfolgt die Aufnahme ins Blutsystem und die Weiterleitung in die Leber, wo sie chemisch weiter verarbeitet werden können (Metabolismus). Danach werden sie im Körper verteilt. Wenn sie die Blut-Hirn-Schranke überwinden, wirken sie auf das Gehirn. Zum Schluss werden sie ausgeschieden. Zwei wichtige Parameter der Pharmakokinetik sind:

Die Bioverfügbarkeit. Darunter versteht man jenen Prozentsatz des spezifischen Wirkstoffes, der nach Einnahme auch tatsächlich wirksam wird. Er kann aus dem Verhältnis der Konzentrationen zwischen intravenöser Gabe und oraler Einnahme errechnet werden und liegt häufig über 50%.

Die Clearance. Sie ist ein Maß für die Fähigkeit des Organismus, ein Pharmakon zu eliminieren. Sie umfasst Umwandlungsprozesse in der Leber und vor allem die Ausscheidungsleistung der Nieren. Die Eliminationshalbwertszeit gibt an in welcher Zeitspanne die Konzentration des Pharmakons im Blutplasma um die Hälfte abgenommen hat.

• Pharmakodynamik

Die Wirkung der meisten Medikamente beruht darauf, dass sie den natürlichen Botenstoffen (Transmittern) nachgebaut sind und dann die Rezeptormoleküle dieser Transmitter besetzen. Die **agonistischen Substanzen** erzielen die gleiche Wirkung wie die Botenstoffe und verstärken diese. Die **antagonistischen Substanzen** besetzen ebenfalls die entsprechenden Rezeptoren, blockieren sie aber ohne eine Wirkung zu erzielen.

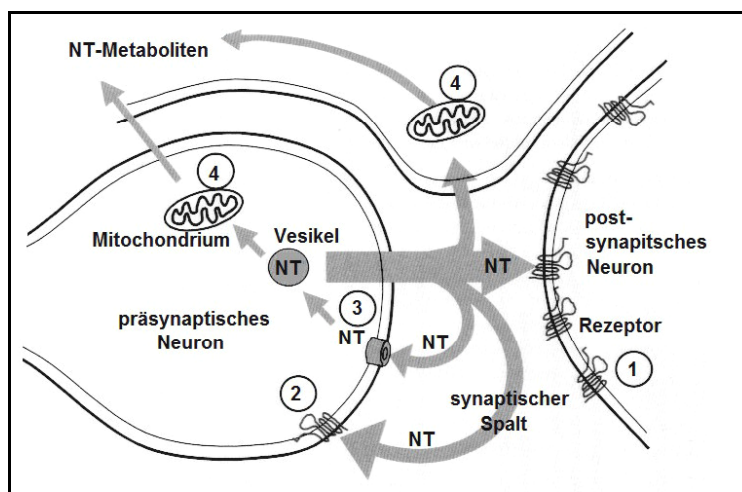
Die Rezeptormoleküle liegen zumeist in der Zellmembran. Rezeptoren für Hormone kommen jedoch auch intrazellulär vor. Transmitter-Substanzen lösen an den passenden Rezeptoren eine Signalwirkung aus (Transduktion), die entweder *ionotrop* oder *metabotrop* ist. Häufig sind auch *Transporter*-Moleküle beteiligt, welche die freigesetzten Substanzen aus dem extrazellulären Raum ins Zellinnere befördern (z. B. bei der Wiederaufnahme der Transmitter).

Die *ionotrope Transduktion* besteht in einer Ionenverschiebung durch einen Membrankanal, so dass beispielsweise durch den Einstrom von Chlorid-Ionen die Nervenzelle hyperpolarisiert wird und dadurch die Erregungsweiterleitung gehemmt wird. So funktionieren alle angsthemmenden Medikamente. Dabei wirken Benzodiazepine (z. B. Valium bzw. Diazepam) als Agonisten für GABA-Transmitter (Gamma-Amino-Buttersäure) auf die entsprechenden GABA-Rezeptoren. Bei der *metabotropen Transduktion* hingegen wird über den Rezeptor eine nachgeschaltete Signalkaskade im Zellinneren ausgelöst, wo so genannte G-Proteine eine vermittelnde Rolle spielen. Sie bewirken Änderungen im zellulären Stoffwechsel, beispielsweise die Bildung von zyklischem Adenosinmonophosphat (cAMP), welches dann als second messenger bestimmte Enzyme aktiviert, die ihrerseits weitere biochemische Prozesse katalysieren.

Die Toleranz. Bei wiederholter Einnahme eines Medikaments kann es zu einer Abschwächung der Wirkung kommen. Um wieder den gleichen Effekt zu erzielen wie zuvor, muss dann die Dosis gesteigert werden. Ursache dafür ist die Neuroadaptation, bei der es zu Anpassungs- und Gewöhnungsprozessen im Stoffwechsel der Nervenzellen kommt.

Nebenwirkungen und Wechselwirkungen. Ein Medikament kann neben der gezielten Wirkung zusätzliche unerwünschte Nebenwirkungen haben. Bei längerer Einnahme kann sich auch eine unerwünschte physische oder psychische **Abhängigkeit** entwickeln. Bei Einnahme von mehreren Medikamenten kann es zu unerwünschten Wechselwirkungen im Organismus kommen.

Wirkungsschema an einer Synapse. Im präsynaptischen Neuron wird ein Neurotransmitter (NT) gebildet und in Bläschen (Vesikeln) abgespeichert. Nach einer elektrochemischen Reizung des Neurons wird der NT in den synaptischen Spalt freigesetzt. Der NT bindet an postsynaptische Rezeptoren (1) und auch an präsynaptische Autorezeptoren (2). Über die postsynaptischen Rezeptoren entfaltet der NT seine spezifische Wirkung. Der NT wird durch Transportermoleküle (3) unter Energieverbrauch wieder in das präsynaptische Neuron aufgenommen. Dies ist für die meisten NT der wichtigste Inaktivierungsmechanismus. Ein weiterer Mechanismus zur Inaktivierung ist der enzymatische Abbau des NT an den Mitochondrien (4). Nach dem Abbau wird der NT im präsynaptischen Neuron wieder neu gebildet und vesikulär gespeichert.



Folgende Tabelle zeigt beispielhaft einige Psychopharmaka, deren Zielstruktur und Wirkung:

Medikament	Enzyme	Effekte und Nebenwirkungen (NW)
Donepezil (Antidementivum), hemmt die die Acetylcholinesterase und erhöht dadurch die AcetylcholinKonzentration an Synapsen.	Acetylcholinesterase (baut Acetylcholin ab)	Gesteigerte Vigilanz (Wachheit). NW: Schwindel, Übelkeit, Durchfall, Appetitlosigkeit.
Iproniazid (Antidepressivum), hemmt die Monoaminoxidase und erhöht so Serotonin-, Noradrenalin-Konzentration an Synapsen.	Monoaminoxidase (baut Monoamine ab)	Langfristig depressionslösend. NW: Kurzfristig Übelkeit und Schlafstörungen.
Transporter		
Kokain (Suchtmittel) wirkt hemmend auf den Dopamin-Transporter und erhöht so die Dopaminkonzentration an Synapsen.	Dopamin-Transporter	Gesteigerte Vigilanz und Euphorie. NW: Appetitlosigkeit, Schlafstörung.
Fluoxetin (Antidepressivum) blockiert den Serotonin-Transporter und erhöht dadurch die Serotoninkonzentration an Synapsen.	Serotonin-Transporter	Langfristig depressionslösend. NW: Kurzfristig Übelkeit, Unruhe, Schlafstörungen, Kopfschmerzen.
Rezeptoren		
Haloperidol (Antipsychotikum) blockiert Dopamin-Rezeptoren.	Dopamin-Rezeptoren	Antipsychotische Wirkung. NW: motorische und vegetative Funktionsstörungen, Anhedonie.
Diazepam (Anxiolytikum) wirkt als Agonist auf die inhibitorischen GABA-Rezeptoren und hemmt so die neuronale Erregung.	GABA-Rezeptoren	Angstlösend, sedierend, hypnotisch, relaxierend, antikonvulsiv. NW: Ataxien, Apathie, Schwäche.

[19.6] Neurobiologie und Psychotherapie

[19.6.1] Das Zwei-Phasen-Modell

Aus neurobiologischer Sicht ist es faktisch nicht möglich, dass durch eine Psychotherapie eine vollständige Reparatur oder ein Ersatz von fehlerhaften Hirnstrukturen erreicht wird. Erreicht werden können eine Vermehrung oder Verminderung von Neurotransmittern (bzw. Neuromodulatoren) und deren Rezeptoren. Erreicht werden können auch eine Vermehrung von Synapsen und sogar eine Neubildung von Nervenzellen. Durch psychotherapeutische Methoden, die gezielt diese *Neuroplastizität* ausnützen, ist es möglich, die psychische Befindlichkeit und das Verhalten der Patienten zu ändern und ihr Leiden erträglicher zu gestalten.

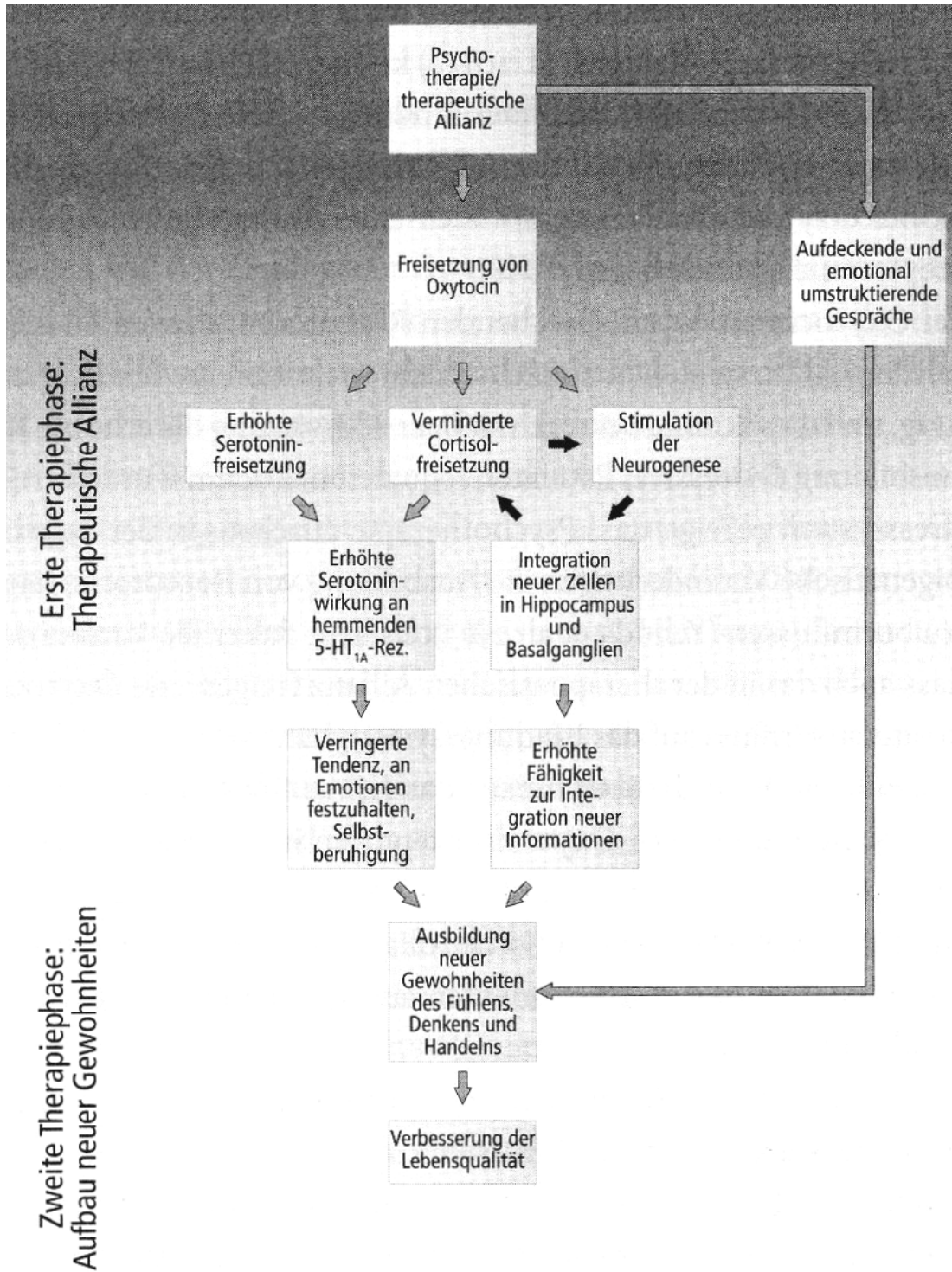
Allen verschiedenen Psychotherapien gemeinsam ist die Bildung einer *therapeutischen Allianz* zwischen Patient und Therapeut, d.h. eine positive emotionale und kognitive Beziehung zwischen den beiden. Diese ist therapeutenseitig gekennzeichnet durch fachliche Kompetenz, Mitgefühl (Empathie), Ermutigung, Verlässlichkeit und dem Willen zu helfen. Seitens des Patienten sind es Vertrauen, Akzeptanz und der Wille sich helfen zu lassen.

In dieser *ersten Phase der Therapie* wird dann auf neurobiologischer Ebene zuerst das *Bindungssystem* aktiviert. Dabei kommt es zu einer starken Erhöhung des Oxytocinpiegels. Dadurch werden das Belohnungssystem mit vermehrter Freisetzung von endogenen Opiaten und das Beruhigungssystem mit erhöhter Ausschüttung von Serotonin aktiviert. Jedoch wird das Stresssystem mit seinen Stresshormonen, insbesondere dem Cortisol aus der Nebennierenrinde deutlich gehemmt. Durch diese Mechanismen kommt es bei leichteren psychischen Störungen zu einer schnellen, kurzfristigen Besserung des psychischen Leidens. Die Ursachen und Folgen einer tiefergreifenden (frühkindlichen) Traumatisierung werden dadurch aber nicht berührt.

Aufbauend auf dieser ersten Phase, in welcher die oben beschriebenen neurobiologischen Mechanismen gestartet werden, folgt die *zweite Phase der Therapie*. Das Ziel ist nun eine nachhaltige Besserung des Leidens. In dieser mühsamen und langwierigen Phase geht es um das Ändern von tief eingegrabenen Gewohnheiten des Fühlens, Denkens und Handelns. Diese sind im Gehirn in den Assoziationszentren der Großhirnrinde und im limbischen Amygdala-Hippocampus-System und vor allem in den Basalganglien (Striatum und Pallidum) lokalisiert. Durch eine anhaltende Allianz mit wiederholtem Üben erfolgt immer wieder eine vermehrte Freisetzung von Oxytocin und verminderte Freisetzung von Cortisol. So wird eine Neubildung von Nervenzellen (*Neurogenese*) im Hippocampus und im Striatum angeregt, wodurch ein *Umlernen der alten Gewohnheiten* erleichtert wird.

Beim Menschen können in einem Tag im Hippocampus rund 1400 neue Zellen entstehen, d.h. in einem Jahr ungefähr eine halbe Million neue Nervenzellen. Das Alles ist durch entsprechende neurowissenschaftliche Untersuchungen verifiziert.

Die unten stehende Grafik zeigt die möglichen Auswirkungen der Psychotherapie auf das depressive Gehirn in zwei Phasen, **Allianzphase** und **Umlernphase**. (Aus „Wie das Gehirn die Seele macht“ von Gerhard Roth, Seite 358.)



[19.6.2] Neurobiologie (NB) und Psychoanalyse (PA)

Ein zentraler Vorgang der PA besteht im Bewusstmachen von Unbewusstem. Das ist aber aus der Sicht der NB nicht möglich. Die unbewussten, subcortikalen Prozesse in der Amygdala, welche die Basis unserer Emotionalität sind, können nicht bewusst gemacht werden. Das autobiografische Gedächtnis eines Menschen zeigt keine Erinnerungen an die ersten zwei bis drei Lebensjahre. Die Erlebnisse aus dieser Zeit unterliegen der so genannten infantilen Amnesie. Auch hier besteht keine Möglichkeit sie später einmal bewusst zu machen.

Aus der Sicht der NB können bewusste Inhalte nur in das Vorbewusste vergessen (oder vielleicht auch verdrängt) werden. Nur von dort ist ein Wiedererkennen oder Erinnern möglich. Grundsätzlich spielen sich aktuell bewusste Erlebnisinhalte in den assoziativen Arealen der Großhirnrinde oder in der obersten Ebene des limbischen Systems im cingulären und im insulären Cortex ab. Vorbewusste Inhalte liegen in den im Gehirn verteilten Langzeitspeichern.

Aus der Sicht der NB ist die Persönlichkeitstheorie der PA mit den Instanzen „Es“, „Ich“ und „Über-Ich“ nicht direkt verifizierbar. Das Gleiche gilt auch für eine verschiebbare Triebenergie (libido), mit welcher unterschiedliche Objekte besetzt werden können. Vorstellbar ist nur, dass bestimmte unbewusste Erregungsmuster in der Amygdala, im Nucleus accumbens oder im Striatum auf den Hippocampus einwirken und von dort die Art und Weise der Langzeit-speicherung der bewussten Inhalte beeinflussen. Das könnte den Unterschied zwischen Vergessenem und Verdrängtem ausmachen, bzw. die Ursache für die unterschiedliche Leichtigkeit des Erinnerns sein. Ebenso könnten auch Erregungsmuster in den obersten limbischen Cortexgebieten diese Prozesse fördern oder behindern. Die nachfolgende Übersicht zeigt mögliche analoge Entsprechungen zwischen NB und PA.

	<i>Hirnstruktur</i>	<i>Hirnfunktion</i>	<i>Psychoanalyse</i>	
↓	Assoziative Cortexareale	Höhere Assoziationen, erlernte moralische Normen	ÜBER-ICH	↓
↑↓	Hippocampus, Amygdala, Orbitalhirn	Vermittlung zwischen Kognition und Emotion	ICH	↑↓
↑	Hypothalamus, Hirnstamm	Elementare Triebe/Gefühle	ES	↑

[19.6.3] Neurobiologie (NB) und Verhaltenstherapie (VT)

Ein zentraler Vorgang der VT besteht darin, dass die durch Konditionierung erlernten Assoziationen auch wieder gelöscht werden können (z.B. durch systematische Desensibilisierung). Neuere Untersuchungsergebnisse der NB zeigen, dass beispielsweise eine vollständige Löschung (Extinktion) von einmal in der Amygdala eingepprägten Furchtkonditionierungen nicht möglich ist. Diese bleiben dort bestehen. Sie werden nur durch neue, stärkere Lernerfahrungen überdeckt.

Eine zentrale These der kognitiven Verhaltenstherapie (KVT) behauptet, dass der einsichtige Verstand in den kognitiven Arealen der präfrontalen Großhirnrinde die emotionalen Zustände in der mittleren limbischen Ebene kontrollieren und umstrukturieren kann. Aus der Sicht der NB wird dieser kognitive Einfluss auf die Gefühle überschätzt. Es gibt keinen Primat des Verstandes über die Gefühle. Genau das Umgekehrte scheint der Fall zu sein. Die kognitiven Areale des präfrontalen Cortex sind den Rindengebieten der oberen limbischen Ebene, dem cingulären und dem insulären Cortex, hierarchisch eher untergeordnet als übergeordnet. Das zeigt aber, dass ein Primat der Gefühle über den Verstand vorliegt, so dass meistens die Emotionen die Kognitionen steuern und nicht umgekehrt.

[20] Die Psychoanalyse von Sigmund Freud

Der Hauptvertreter einer dynamischen Auffassung der menschlichen Psyche war **Sigmund Freud**, der um die Jahrhundertwende (1856-1939) in Wien als Begründer der Psychoanalyse tätig war. Kernpunkt der Theorie ist die Annahme, dass das menschliche Verhalten biologisch vererbten Trieben oder anderen intrapsychischen Kräften entspringt. Das Leben ist gekennzeichnet durch andauernde Versuche, die Konflikte zwischen den Trieben einerseits und den gesellschaftlichen Forderungen andererseits zu lösen. Wir handeln, weil nicht befriedigte Triebe, nicht erfüllte Pflichten und nicht gelöste Konflikte ein neuronales Energiepotenzial (Spannung) erzeugen, welches nach Reduktion und Abfuhr drängt. Die **Reduktion von Spannung** ist das zentrale Ziel unseres Handelns. Im Zentrum der psychodynamischen Theorie stehen vier Hauptbegriffe: Psychischer Determinismus, frühkindliche Erfahrungen, Triebe, unbewusste Prozesse.

Der **psychische Determinismus** besagt, dass jedes Verhaltensmerkmal und jedes psychophysische Symptom durch bestimmte Lebensereignisse verursacht ist. Dabei spielen die **frühkindlichen Erfahrungen** eine besonders wichtige Rolle. Das gilt vor allem für die frühen Stufen der psychosexuellen Entwicklung. „*Das Kind ist der Vater des Erwachsenen*“. Urprünglich ist das Kind nur mit seinen **unbewussten, vitalen Trieben** ausgestattet und lernt erst in kleinen Schritten die Außenwelt kennen. In der Auseinandersetzung von **Trieb und Realität** formt sich die individuelle Persönlichkeit, kommt es zur **Ich-Entwicklung**.

Sigmund Freud gelangt zu seinen psychologischen Modellvorstellungen über das Studium und die Therapie von psychisch Kranken. Klinische Beobachtungen und eine Vielzahl von einzelnen Fallstudien liefern ihm die Daten für sein Theoriengebäude. Dessen Fundament bilden **unbewusste Prozesse**: Menschen handeln oftmals ohne bewusste Einsicht (Kognition) in die tieferen Motive ihres Tuns. Hinter dem offensichtlichen (manifesten) Denken und Handeln steht manchmal ein verborgener (latenter) Inhalt. Der Begriff der unbewussten Motivation stellt eine neue Dimension dar, eine wichtige Erweiterung des rationalen Modells der Persönlichkeit, welche sich nicht so leicht in einem objektiven Test einfangen lässt.

Interessante Untersuchungen von **M. T. Motley** (1987) über **Versprecher** und **Fehlleistungen** liefern experimentelle Hinweise dafür, dass es so etwas wie eine unbewusste Seite der Psyche geben muss. Zwei nach dem Zufallsprinzip gebildeten Gruppen von Männern wurden bestimmte Wortpaare in Zeitintervallen von einer Sekunde auf einen Bildschirm projiziert. Die Wortpaare mussten nur dann laut vorgelesen werden, wenn ein Summton ertönte. Bei der ersten Gruppe wurde mithilfe von kurzen, schmerzhaften elektrischen Reizen eine ängstliche Spannung erzeugt. In der zweiten Gruppe wurde der Versuch von einer attraktiven, provozierenden Frau geleitet, und so eine sexuelle Spannung erzeugt. Die Wortliste enthielt nun zu gleichen Teilen Worte, die zu Versprechern führen konnten, welche entweder mit Schreckerlebnissen oder mit weiblicher Attraktivität zusammenhängen. Die Männer in der ersten Gruppe lieferten signifikant mehr Versprecher in Richtung von Angst als in Richtung von Sexualität, also statt „sham dog“ oder „worst cottage“ wurde „damned shock“ oder „cursed wattage“ gelesen. In der zweiten Gruppe war es genau umgekehrt: anstelle von „past fashion“ oder „brood nests“ wurde „fast passion“ oder „nude breasts“ gelesen.

Neben den Trieb-Motiven werden noch das **Vergessene** und das **Verdrängte** als unbewusste Bereiche postuliert. Freud sieht in dem Mechanismus der Verdrängung einen wichtigen Schutzmechanismus des Ichs vor den dunklen Mächten der Triebe. Unerwünschtes, Peinliches, mit dem sozialen Gewissen nicht Verträgliches wird aus dem bewussten Erleben abgeschoben.

Einmal verdrängte Inhalte entziehen sich dem weiteren Zugriff der bewussten Einsicht. Jedoch sind sie nicht gelöscht, sondern können störend auf das Erleben und Verhalten einwirken. Dadurch kann es zu so genannten **neurotischen Erkrankungen** kommen.

Insgesamt kann die psychoanalytische Lehre von Sigmund Freud in drei Bereiche aufgegliedert werden: in die Trieblehre, in das Persönlichkeitsmodell und in die Neurosenlehre. Im Folgenden sollen die wichtigsten Grundzüge davon besprochen werden.

[20.1] Die Trieblehre

Freud postuliert zwei Grundtriebe: den **Sexualtrieb** (Eros) und den **Todestrieb** (Thanatos). Der Eros ist konstruktiv, sein Ziel ist die Erschaffung von Leben und die Lust am Leben (Lebens- oder Lustprinzip). Der Thanatos ist destruktiv und aggressiv, sein Ziel ist die Zerstörung. Alle anderen Triebe bestehen in einer verschieden starken Mischung dieser beiden Triebe. So enthält beispielsweise der Nahrungstrieb eine aggressive Komponente (Schlachtung der Tiere) und eine erotische Komponente (Einverleiben der Nahrung).

Nach Sigmund Freud äußert sich der Sexualtrieb bereits im Säuglingsalter und durchläuft dann die typischen Phasen der infantilen Sexualität. Er unterscheidet eine orale, anale und phallische Entwicklungsphase, auf die eine Latenzperiode, die Pubertät und schließlich die adulte Sexualität folgen.

In der **oralen Phase** (erstes und zweites Lebensjahr) gewinnt der Säugling Lust durch das Lutschen an der Mutterbrust. Durch deren Entzug wiederholt sich jenes schmerzhaftes Erlebnis von Verlust, welches das erste Mal bei der Geburt aufgetreten ist (Verlust der schützenden Gebärmutter). Nach der oralen Phase folgt die **anale Phase** (zweites und drittes Jahr). Hier liegen die lustvermittelnden Rezeptoren (**erogenen Zonen**) nicht in der Mundregion, sondern am anderen Ende des Verdauungsschlauches, im Anusbereich. Dem lustvollen Ausleben der Entleerung wird durch Tabuisierung und Reinlichkeitserziehung gar bald ein Riegel vorge-schoben und die sexuelle Energie (**Libido**) beginnt sich auf den genitalen Bereich zu konzentrieren (**phallische Phase**, viertes und fünftes Lebensjahr).

In dieser Periode kommt es zur sexuellen Zuwendung zum gegengeschlechtlichen Elternteil. Die inzestöse Entwicklungstendenz (**ödipale Phase**) wird durch einen stark affektbesetzten und subjektiv überschätzten Erlebnisinhalt beendet. Das Kind erlebt sich als Rivale zum gleichgeschlechtlichen Elternteil. Der Knabe erkennt seine Schwäche im Vergleich mit dem übermächtigen Vater. Die Angst vor einer möglichen **Kastration** führt zum sexuellen Rückzug in die Latenzperiode. Das Mädchen hingegen empfindet eine genitale Minderwertigkeit im Vergleich mit dem männlichen Phallus (**Penisneid**) und gelangt so in die **sexuelle Latenz**. Diese dauert beim Menschen einige Jahre. Dabei wird die Wachstumsenergie des Körpers nicht in sexuellen Aktivitäten aufgebraucht, sondern in die Entwicklung des Gehirns mit seinen intellektuellen Funktionen investiert. Nirgends im Tierreich ist eine solche lange sexuelle Latenzzeit zu finden - aber auch kein Tier besitzt eine so leistungsfähige Großhirnrinde wie der Mensch!

Nach der Latenzperiode kommt es zur endgültigen Ausreifung des Hormonsystems und der Sexualität. Die so genannte **Pubertät** ist eine sehr schwierige und unausgeglichene Phase. Nach ihrem Ende ist die Entwicklung der menschlichen Sexualität abgeschlossen, die Zeit des Erwachsenseins beginnt. In der **adulten Sexualität** finden sich alle früheren Entwicklungsstadien in einer integrierten, ausgeglichenen Form wieder.

Im Idealfall soll das Kind in jeder seiner Entwicklungsphasen das richtige Ausmaß an Befriedigung erleben. Erhält es zuwenig, dann bleibt es auf die betreffende Phase fixiert und der Übergang zur nächsten Phase gelingt nur mangelhaft. Erlebt das Kind zu viel an Befriedigung, so besteht später die Gefahr des Rückfalls (Regression) in diese (zu) angenehme Phase, sobald Schwierigkeiten und Konflikte auftreten. Durch solche Störungen in der psychosexuellen Entwicklung (Desintegration) können sich oral, anal oder auch phallisch **fixierte Charakter-typen** ausbilden. Die orale Persönlichkeit ist fordernd und nehmend, aber selbst kaum bereit zu schenken und zu geben. Der anale Charaktertyp ist zwanghaft ordentlich und legt großen Wert auf materiellen Besitz; der phallische hingegen ist übertrieben ehrgeizig. Abschließend sollte noch erwähnt werden, dass Freud sehr viele Parallelen und Ähnlichkeiten zwischen psychosexueller kindlicher Entwicklung einerseits und Stammesgeschichte und Mythologie andererseits sieht; so ist es auch nicht zu verwundern, dass er seine Theorien mit vielen entsprechenden Metaphern darstellt.

Ein wesentliches Merkmal des Menschen im Vergleich zum Tierreich ist sein **aufrechter Gang**. Dadurch vergrößert sich sein Gesichtsfeld und die Hände werden zu freien Greifwerkzeugen. Aber kein Vorteil ohne Nachteil. Es kommt zur Überbelastung der Wirbelsäule und chronischen Kreuzschmerzen. Außerdem werden durch die aufrechte Haltung die bisher bedeckten Genitalien sichtbar und schutzbedürftig. Es entsteht das Gefühl der **Scham**. Die Aufrichtung wirkt sich auch hemmend auf die infantile Analerotik aus, die Exkremente werden sauber entsorgt, Reinlichkeit ist gefragt. Es entsteht das Gefühl des **Ekels**. Die Emotionen von Scham und Ekel beenden die lustvollen Perioden infantiler, prägenitaler Sexualität. Das **Tabu der Inzucht** und das Gefühl der **Kastrationsangst** unterdrücken die ödipalen Tendenzen in der phallischen Phase und beenden die Periode der infantilen, genitalen Sexualität.

Der wichtigste Unterschied zwischen infantiler (kindlicher) und adulter (erwachsener) Sexualität liegt im Zielobjekt des Triebes. Bei der infantilen Sexualität ist die erotische Energie (Libido) hauptsächlich auf das eigene ICH gerichtet (primärer **Narzissmus**). Bei der adulten Sexualität hingegen besetzt die Libido auch andere, fremde Objekte. Voraussetzung dafür ist eine Plastizität, eine freie **Verschiebbarkeit der Libido** auf verschiedene Objekte. Dies ist eine zentrale Hypothese von Sigmund Freud.

[20.2] Das Persönlichkeitsmodell

Nach der Geburt besteht die Psyche des Kleinkindes nur aus **angeborenen Trieben**, welche unbewusst wirken und nach Befriedigung streben. Nicht erfüllte Triebe erzeugen Unlust, ihre Erfüllung hingegen Lust (**Lustprinzip**). Freud bezeichnet diesen Bereich der menschlichen Psyche als das **ES**. Es ist der Aufenthaltsort nicht nur unserer Triebe, sondern aller **unbewussten Prozesse**. Diesem ES steht die Außenwelt gegenüber, die sich in Natur und Gesellschaft gliedert (**Realitätsprinzip**). Die von den Sinnesrezeptoren einströmenden sensorischen Inputs müssen geprüft und mit den inneren Motiven abgeglichen werden, auch müssen Erinnerungsspuren angelegt und abgefragt werden (Gedächtnisfunktion). Diese Realitätsprüfung übernimmt ein eigener Bereich der menschlichen Psyche, das so genannte **ICH**. Es hat somit zunächst die Aufgabe, zwischen ES und REALITÄT zu vermitteln. Die dabei im ICH ablaufenden Vorgänge und Zustände werden **bewusst** erlebt.

Die Gesellschaft, als deren erste und mächtigste Vertreter die Eltern auftreten, setzt Gebote und Verbote für unser Verhalten, versucht so das ES, sein Luststreben und seine Aggressionen zu reglementieren. Die Bestrafung durch Liebesentzug (wieder ein Verlusterlebnis) ist die schärfste und subtilste Waffe der Erziehung.

Aus Furcht vor äußerer Bestrafung und Liebesentzug leistet das Kind Triebverzicht; das ICH verinnerlicht das Normensystem der Gesellschaft und macht es zu seinem internen Leit- und Regelsystem für das eigene Handeln (Identifizierung, Internalisierung). Dieser so aus dem ICH entstandene Bereich wird auch als **ÜBER-ICH** (moralisches Gewissen) bezeichnet. Bei einer Tat, die dem moralischen Gewissen nicht entspricht, erlebt das ICH die Gefühle der Schuld und Reue, welche nichts anderes als die verinnerlichte Furcht vor Bestrafung durch eine Autorität darstellen (Gewissensangst). Das Kind leistet den Triebverzicht jetzt aus Gewissensangst. Das ICH muss somit nicht nur zwischen Realität und ES, sondern auch zwischen ÜBER-ICH und ES vermitteln. Konflikte zwischen diesen Instanzen sind unausweichlich und müssen vom ICH so gelöst werden, dass ein optimaler Kompromiss herauskommt.

REALITÄT, ES, ICH und ÜBER-ICH sind die vier Hauptbegriffe des Persönlichkeitsmodells.

Freud selbst vergleicht das ICH mit einem Reiter und das ES mit dem Pferd. Die Realität ist die Landschaft, durch die galoppiert wird. Das ÜBER-ICH besteht in der erlernten Reitkunst des ICHs. Es ist offenkundig, dass manchmal in Phasen der ICH-Schwäche die Zügel entgleiten und das Pferd die Richtung bestimmt und der arme Reiter nur mehr versucht, sich krampfhaft im Sattel zu halten. Wir alle kennen diese Situationen nur zu gut - und fürchten sie.

Aus der in konkreten Lebenssituationen erlernten Angst vor Bestrafung, die eigentlich eine Angst vor Verlusten ist, kann sich die emotionale Haltung der **Ängstlichkeit** entwickeln. Die verinnerlichte Angst des ICHs vor den unbewussten Trieben des ES (**Triebangst**) einerseits und dem gar zu strengen ÜBER-ICH (**Gewissensangst**) andererseits, aber auch die Angst vor der äußeren, bedrohlichen Realität (**Realitätsangst**) sind bedeutsame ICH-Erlebnisse; durchaus keine positiven. Die Angst wirkt so als ein Warnsignal für einen bevorstehenden Konflikt. Es ist daher verständlich, dass das ICH alles unternimmt, um dem Konflikt und der Angst davor auszuweichen. Dazu dienen die so genannten **Abwehrmechanismen**.

Kompensation	Verhüllung einer Schwäche durch Überbetonung eines erwünschten Charakterzuges. Die Frustration (Misserfolg, Enttäuschung) auf einem Gebiet wird aufgewogen durch übermäßige Befriedigung auf einem anderen.
Verleugnung	Schutz vor einer unangenehmen Wirklichkeit durch die Weigerung, sie wahrzunehmen.
Verschiebung	Entladung von aufgestaunten, gewöhnlich feindseligen Gefühlen auf Objekte, die weniger gefährlich sind als diejenigen, welche die Emotion ursprünglich erregt haben.
Emotionale Isolierung	Vermeidung traumatischer (verletzender) Erlebnisse durch Rückzug in Passivität.
Fantasie	Befriedigung frustrierter Wünsche durch imaginative Erfüllung (z.B. Tagträume).
Identifikation	Erhöhung des Selbstwertgefühls durch Identifikation mit einer Person oder Institution von hohem Rang.
Introjektion	Einverleibung äußerer Werte und Standardbegriffe in die Ich-Struktur, so dass das Individuum sie nicht mehr als Drohungen von außen erleben muss.
Isolierung	Abtrennung der emotionalen Regungen von angstbeladenen Situationen oder Ausgrenzung unverträglicher Strebungen durch straffe gedankliche Zergliederung. Widersprüchliche Strebungen werden isoliert (Kompartimentbildung).
Projektion	Übertragung eigener Unzulänglichkeiten und unmoralischer Wünsche auf andere Personen.
Rationalisierung	Der Versuch, sich einzureden, dass das eigene (Fehl-)Verhalten verstandesmäßig begründet und so vor sich selbst und vor anderen gerechtfertigt ist.
Reaktionsbildung	Angstbeladene Wünsche werden vermieden, indem gegenteilige Intentionen und Verhaltensweisen überbetont und diese als „Schutzwall“ verwendet werden.
Regression	Rückzug auf eine frühere Entwicklungsstufe mit primitiveren Reaktionen und in der Regel auch auf ein niedrigeres Anspruchsniveau (Leistungserwartung).
Verdrängung	Verhinderung des Eindringens unerwünschter oder gefährlicher Impulse ins Bewusstsein.
Sublimierung	Verschiebung nicht erfüllter sexueller Bedürfnisse auf Ersatzhandlungen, die von der Gesellschaft akzeptiert werden (z.B. Ersatzbefriedigung durch kulturelle Tätigkeiten).
Ungeschehenmachen	Sühneverlangen für unmoralische Wünsche und Handlungen, um diese damit aufzuheben.

Der wichtigste Abwehrmechanismus ist die **Verdrängung**. Durch das strenge ÜBER-ICH wird das ICH gezwungen alle jene Erlebnisinhalte, welche mit dem moralischen Gewissen nicht verträglich sind, also viele unerlaubte Ansprüche des ES, aus dem Bewusstsein zu verbannen. Dadurch können Konflikte vordergründig abgewehrt und vermieden werden. Aber Verbannte sind noch nicht tot. Man ist sich zwar der verdrängten Vorstellungen nicht mehr bewusst, spürt aber weiterhin die mit dem verdrängten Inhalt assoziierten Affekte. Das Verdrängte ist nicht gelöscht, es ist nur von der bewussten Bildfläche verschwunden, untergetaucht worden vom ICH in die Tiefen des Unbewussten. Von dort kann es weiter wirken und das bewusste Erleben und Verhalten beeinträchtigen. So können möglicherweise neurotische Störungen entstehen.

[20.3] Die Neurosenlehre

Im Zentrum des psychodynamischen Modells psychischer Störungen steht die Annahme, dass ein schwaches ICH die intrapsychischen Konflikte zwischen den unbewussten, irrationalen Impulsen des ES (**Triebansprüchen**) und den verinnerlichten, sozialen Einschränkungen des ÜBER-ICHs (**moralische Werthaltungen**) nicht in angemessener Form lösen kann. Neurobiologisch sind es Erregungskollisionen zwischen dem uralten Hirnstamm und der jüngeren Großhirnrinde. Dadurch kommt es zu physischen und psychischen Störungen, verbunden mit psychosomatischen Symptomen. Diese bestehen vor allem in motorischen und vegetativen Fehlstörungen, die sich beispielsweise in Funktionsstörungen innerer Organtätigkeit auswirken. Symptome sind Signale für einen nicht verarbeiteten Konflikt. Aus der Sichtweise der traditionellen Psychoanalyse liegen die meisten Ereignisse, die Konflikte auslösen (traumatische Erlebnisse, Trauma = Verletzung), hauptsächlich in der Kindheit. Dort sind sie ins Unbewusste verdrängt worden und können später in ein körperliches Symptom umgewandelt werden (**Konversion**). Das Symptom stellt eigentlich eine Kompromisslösung eines zu schwachen ICHs dar, welches das Trauma und den Konflikt nicht vollständig rational und emotional verarbeiten kann.

Freud sagt, dass eine Person dann neurotisch erkrankt, wenn das ICH die Fähigkeit eingebüßt hat, die Libido irgendwie unterzubringen. Die Grenzen zum Normalen sind fließend. Sie werden allein durch den quantitativen Betrag der nicht abgeführten, nicht abreagierten Libido bestimmt. Das Verdrängte kehrt - quantitativ bedingt - als Symptom zurück. Unglücklicherweise enthält das Symptom keine Hinweise auf den verdrängten Inhalt, denn im Unbewussten wirken eigene Mechanismen, vor allem jene der Verschiebung und Verdichtung der Libidobesetzung von Objekten.

Die graduelle Abweichung vom Normalen, die eine Störung des Erlebens und Verhaltens darstellt (begleitet von einer Symptombildung), wird als Neurose bezeichnet. Jede neurotische Entwicklung zeigt zwei Phasen. Im ersten Schritt versucht das ICH dem ÜBER-ICH zu gehorchen, und das ES zu unterdrücken. Wenn dies auf Grund der Macht des ES nicht gelingt, folgt der zweite Schritt. Auf den anfänglichen **Realitätsgehorsam** folgt ein **Fluchtversuch**. Es wird fortan jenes Stück Realität durch Verdrängung oder Isolierung gemieden, welches den Triebanspruch auslöst und erregt. Freud hat die **Neurose** als angstvolle **Realitätsvermeidung** bezeichnet.

Trauma - Konflikt - Verdrängung - Symptom

Das sind die vier wichtigsten Phasen bei der Entwicklung einer Neurose.

Es werden drei Arten von **Konflikten** unterschieden. [Appetenz vs. Aversion], d.h. ein Verhalten wird zugleich angestrebt und abgelehnt. [Appetenz vs. Appetenz], d.h. von zwei Handlungsalternativen werden beide angestrebt. [Aversion vs. Aversion], d.h. von zwei Handlungsalternativen werden beide abgelehnt. In diesem Fall entscheidet man sich für das kleinere Übel.

In diesem Zusammenhang muss noch der Begriff „**Komplex**“ erwähnt werden. Darunter versteht man einen Erlebnisinhalt, welcher mit einem starken Affekt besetzt ist und der in seiner Bedeutung subjektiv stark überschätzt wird (z.B. Schuldkomplex, Minderwertigkeitskomplex, usw.). Im Verlauf eines Konfliktes kann es häufig zu solchen Komplexbildungen kommen.

Typische Kennzeichen von neurotischen Störungen:

- Selbstunsicherheit und hohe innere Anspannung
- labile und oft ambivalente Gefühlsreaktionen (ein Objekt wird mit Liebe und Hass besetzt)
- erhöhte Ängstlichkeit
- gehemmt und konflikthaftes Triebleben
- soziale Beziehungsprobleme
- elementare Lebensbereiche bleiben unterentwickelt (beispielsweise sexuelle Selbstbejahung, zärtliche Hingabefähigkeit, aggressive Spontaneität, usw.)

Dieses Bündel von Merkmalen (Syndrom) kennzeichnet in allgemeiner Weise die **neurotische Persönlichkeitsstruktur**. Neurotiker verwenden einen Großteil ihrer psychischen Energie darauf, nicht annehmbare Triebe umzulenken, zu maskieren und neu zu kanalisieren, um dadurch die Angst zu verringern, so dass nur mehr wenig Energie übrig bleibt für ein produktives Leben und für zufriedenstellende soziale Beziehungen.

Verschiedene Formen von neurotischen Störungen:

Die Angstneurose. Sie ist gekennzeichnet, durch eine nicht auf konkrete Objekte gerichtete, frei flottierende und zuweilen sich bis zur Panikattacke diffus steigernde Angst.

Die Phobie. Darunter versteht man Furchtzustände vor konkreten Objekten und Situationen. Die Stärke der Furcht ist angesichts der fehlenden oder geringen objektiven Gefährdung unangemessen und irrational. (Klaustrophobie = Angst vor engen Räumen, Agoraphobie = Angst vor großen Plätzen, Zoophobie = Angst vor Tieren, Erythrophobie = Angst vor Erröten, hypochondrische Krankheitsphobien wie Herz-, Krebs-, Bakterien-, und Aids-Phobie).

Die Zwangsneurose. Als Zwänge bezeichnet man sich immer wieder aufdrängende, willentlich nicht kontrollierbare Ängste, die sich in Zwangsgedanken und Zwangshandlungen äußern (Zähl-, Ordnungs-, Wasch-, Kontroll-, Sorgezwang, usw.).

Die Hypochondrie. Sie ist geprägt durch ängstliche Selbstbeobachtung, unbegründete Krankheitsbefürchtungen und Überbewertung selbst kleinster gesundheitlicher Probleme.

Die Neurasthenie. Bei dieser Störung dominieren rasche Ermüdbarkeit, Erschöpfung, Gefühle des Versagens und eine allgemeine Antriebsschwäche.

Die neurotische Depression. Darunter versteht man eine reaktive Gefühlsverstimmung, bei welcher die Traurigkeit überwiegt. Ursache sind meistens nicht verarbeitete Verlusterlebnisse.

Die Behandlung von Neurosen ist eine Domäne der Psychotherapie. Je nach psychotherapeutischer Schule werden verschiedene Behandlungsformen propagiert. Im Folgenden soll nur auf die **klassische Psychoanalyse** kurz eingegangen werden. Auf Grund des oben beschriebenen psychodynamischen Konzeptes, besteht das zentrale Anliegen des Therapeuten darin, dem Klienten zur Entdeckung des Zusammenhanges zwischen dem aktuellen Symptom und dem verdrängten Trauma zu verhelfen. Heilung durch bewusste Einsicht. Dabei geht es also um die Rekonstruktion lange verdrängter Inhalte, um das gemeinsame Durcharbeiten dabei entstehender schmerzlicher Gefühle, um die Neuorientierung der Persönlichkeit (ICH-Stärkung). Die emotionale Erleichterung, welche schließlich eine erfolgreiche bewusste Verarbeitung verdrängter Konflikte begleitet, wird als **Katharsis** (Reinigung) bezeichnet.

Die Wege in das Unbewusste sind vielfältig: freie Assoziationen; Hypnose; Analyse der Widerstände; Übertragung und Gegenübertragung; und schließlich die Traumdeutung, welche von Freud als der Königsweg ins Unbewusste bezeichnet wird. Der Grundgedanke der **Traumanalyse** ist, dass dem offenbaren (manifesten) Trauminhalt ein verborgener (latenter) Inhalt zu Grunde liegt. Bei der Traumdeutung wird versucht, aus den Symbolen des manifesten Traumgedankens auf den dahinterliegenden latenten zu schließen und so unbewusste Motive zu erkennen. Der Grund für die Verschiedenheit von latentem und manifestem Trauminhalt liegt darin, dass auch im Traum das ÜBER-ICH und das ICH die unbewussten Triebansprüche des ES zensurieren und maskieren.

Während der Durchführung der Psychoanalyse, welche sich über Jahre erstrecken kann und dementsprechend kostspielig ist, zeigt der Klient zuweilen einen deutlichen **Widerstand** gegen die Offenlegung der verdrängten Inhalte. Die Analyse dieses Widerstandes erweist sich zumeist als therapeutisch sehr aufschlussreich.

Auch die emotionale Reaktion des Klienten, bei welcher er den Therapeuten mit jener Person gleichsetzt, die im Mittelpunkt des verdrängten Konfliktes stand, ist kennzeichnend für den Therapieverlauf (**Übertragung**). Umgekehrt zu dieser Übertragung kann es auch zur **Gegenübertragung** kommen, bei welcher der Therapeut zum Klienten emotional Stellung nimmt, weil dieser einem bedeutenden Menschen seines Privatlebens sehr ähnlich ist. Verabsäumt der Therapeut die Wirkungen von Übertragung und Gegenübertragung rechtzeitig zu erkennen und zu analysieren, so kann sich das nachteilig auf den Therapieerfolg auswirken.

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass die klassische Psychotherapie in zwei aufeinanderfolgenden Phasen abläuft: Zuerst geht es um die **Bewusstmachung** des verdrängten Inhaltes und danach um seine **Bewältigung**, um die emotionale und rationale Verarbeitung des Inhaltes. Neben dieser **Heilung durch bewusste Einsicht** haben andere psychotherapeutische Schulen auch andere Therapiemethoden entwickelt.

Trotz der von vielen Seiten gegen sie vorgebrachten kritischen Einwände hatte und hat die Theorie Freuds noch immer einen größeren Einfluss auf das gesamte Kulturleben unserer Gesellschaft als irgendeine andere psychologische Theorie. Was die kopernikanische Wende für das physikalische Weltbild bedeutete, das leistete das psychoanalytische Gedankengut für das moderne Menschenbild mit seinen Abgründen und Möglichkeiten.

Anmerkung: Wichtig erscheinen die von der modernen Neurobiologie geäußerten Kritikpunkte an der Psychoanalyse. Diese werden im Kapitel [19.6] dargelegt.

[21] Behaviorismus und Kognitivismus

[21.1] Der Behaviorismus

Gegenstand der behavioristischen Psychologie ist nur das beobachtbare Verhalten von Tieren und Menschen. Es geht dabei darum, dass erstens die sensorischen Reize S (Stimuli) und die motorischen Reaktionen R quantitativ gemessen werden, und dass zweitens die Beziehungen von S und R wissenschaftlich analysiert und Gesetzmäßigkeiten gefunden werden. Jene Prozesse, die sich zwischen Reiz und Reaktion im Organismus abspielen und die nicht direkt messbar sind, werden grundsätzlich ausgeblendet. Sie bilden eine Black Box.

Neben dem angeborenen Verhalten gibt es noch das erlernte Verhalten. Entsprechend der behavioristischen Lerntheorie wird das Verhalten mit Hilfe der **klassischen Konditionierung** und der **instrumentellen Konditionierung** erworben (siehe Kapitel [4]).

Burrhus Frederic Skinner ist der Hauptvertreter eines strengen Behaviorismus. Neben den durch äußere Reize ausgelösten Reaktionen gibt es noch spontanes, unvermitteltes Verhalten, dessen Ursachen nur im Inneren des Organismus liegen. *Skinner* nennt es operantes Verhalten. Mit Hilfe der instrumentellen (operanten) Konditionierung kann durch die nachfolgenden Reizsetzungen die Häufigkeit des Auftretens dieser Verhaltensweisen verändert werden. Als Verstärker werden alle einer Handlung nachfolgenden Ereignisse bezeichnet, welche die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens erhöhen. Dabei zeigt es sich, dass positive Verstärker (Belohnungen) effizienter wirken als negative (Bestrafungen). In der so genannten Skinner-Box befinden sich Versuchstiere (Ratten, Tauben) in einfachen und leicht kontrollierbaren Situationen. Ratten können einen Hebel drücken, Tauben aus einer Schüssel picken. Durch systematische Verstärkung werden diese Verhaltensweisen dann gezielt manipuliert. In seinen Versuchen mit Tauben belohnt Skinner nur bestimmte zufällige Flügelbewegungen mit Futterpillen, so dass diese Vögel schließlich das Fliegen verlernen.

Wie gelangt man aber von solchen einfachen tierischen Handlungen zu dem komplexen Verhalten der menschlichen Persönlichkeit? Nach *Skinner* spielen dabei zwei Mechanismen eine Rolle: (1) das Prinzip der schrittweisen **Annäherung** und (2) das Prinzip der **Nachahmung**. Das erste besagt, dass man ein angestrebtes, komplexes Zielverhalten dadurch erreicht, dass man jede einzelne Handlung, welche sich dem gewünschten Ziele annähert, systematisch verstärkt. So können komplexe und stabile Verhaltensmuster, ja sogar die Fähigkeit zum Befriedigungsaufschub erlernt werden. Das zweite Prinzip besagt, dass man auch durch direkte Nachahmung lernen kann - vor allem dann, wenn die Nachahmung selbst positiv verstärkt wird.

Die individuelle Persönlichkeit ist das Ergebnis der Geschichte ihrer Verstärker. Persönlichkeit wird dadurch völlig abhängig von den jeweiligen Lernsituationen gesehen. Pathologisches Verhalten besteht aus der Sicht der Lerntheorie in entweder überhaupt nicht gelernten oder sozial schlecht angepassten Reaktionen. So ist beispielsweise die Depression ein mögliches Ergebnis des Entzuges positiver Verstärker aus der Umwelt. Zur Erklärung einer Verhaltensstörung genügt die Kenntnis der individuellen Lerngeschichte. Alle psychoanalytischen Begriffe wie das Unbewusste oder die Verdrängung werden strikt abgelehnt. Die Therapie besteht dann in einer gezielten, auf den Prinzipien der Lerntheorie beruhenden Verhaltensmodifikation. Psychotherapie bedeutet in diesem Sinne Verhaltenstherapie. Diese beginnt zunächst mit der Analyse des spezifischen Verhaltens und mit einer Analyse der relevanten Umweltfaktoren. Dann werden diese Umweltfaktoren so manipuliert, dass sich das Verhalten in gewünschter Weise ändert.

[21.2] Die klassische Verhaltenstherapie

Die Grundauffassungen der Verhaltenstherapie gehen in die Richtung, dass das menschliche Verhalten erlernt ist und demnach auch wieder verlernt werden kann. Dies kann mit spezifischen Methoden und Techniken therapeutisch genutzt werden. Beispiele für verhaltenstherapeutische Strategien sind klassische und instrumentelle Konditionierung, Desensibilisierung, Biofeedback und andere Entspannungsverfahren. Die instrumentelle (operante) Konditionierung wird eingesetzt zur systematischen Belohnung von erwünschtem Verhalten und zur systematischen Bestrafung von unerwünschtem Verhalten.

Eine Sonderform ist die **Aversionstherapie**, in der an die Darbietung von Reizen unangenehme Folgewirkungen gekoppelt werden, sodass die ursprünglich lustvollen Stimuli negativ besetzt werden und eine Abwendung entsteht. So werden z.B. sexuellen Gewalttätern mittels Elektroden aversive Reize gesetzt, während ihnen auf Video Vergewaltigungsszenen vorgespielt werden.

Das Verfahren der **Desensibilisierung** hat sich bei gerichteten Ängsten (Phobien) bewährt. So lernen Personen, die z.B. panische Angst vor Hunden haben, mittels Entspannungsverfahren und abgestufter Reizdarbietung einen zunehmend angstfreien Umgang, indem zunächst einzelne Fotos präsentiert werden, dann Filme ohne Ton, Filme mit Ton, usw. Ähnlich kann auch bei sozialen Phobien vorgegangen werden, wenn Betroffene andere Menschen meiden, sich nicht trauen, außer Haus zu gehen, oder in Supermärkten Panikattacken erleiden. Dabei besteht meist die Angst, in Situationen zu geraten, die selbst nicht kontrolliert werden können und aus denen es im Moment kein Entkommen gibt (erlernte Hilflosigkeit).

Durch **Biofeedback** und andere **Entspannungstechniken** lernen die Betroffenen bei Angstzuständen, Schmerzen oder psychosomatischen Symptomen die Kontrolle über diese Störungen zu gewinnen. Weitere verhaltenstherapeutische Verfahren sind die **paradoxe Intervention** durch extreme Reizexposition (flooding) und die **Löschung** (extinction) von störenden Reiz-Reaktions-Verknüpfungen. Auch kann einem Symptom durch die konsequente Nichtbeachtung seine Wertigkeit genommen werden. Umgekehrt jedoch entsteht ein unerwünschter Krankheitsgewinn, wenn den Symptomen zu viel Aufmerksamkeit geschenkt wird.

[21.3] Die sozial-kognitive Psychologie

Die sozial-kognitive Psychologie hat ihre Wurzeln in der Lerntheorie. Sie war ursprünglich eine Theorie des sozialen Lernens. Ihr Hauptvertreter ist **Albert Bandura**. Im Gegensatz zu dem klassischen Behaviorismus werden jetzt auch kognitive Prozesse, insbesondere **Erwartungshaltungen** und auch **Selbstregulationen** als verhaltenssteuernde Determinanten zugelassen. Die wechselseitigen Beeinflussungen von Innenwelt und Außenwelt, die Interaktionen einer Person mit seiner Umwelt bezeichnet man als reziproken Determinismus. Ein weiterer wichtiger Unterschied betrifft die Datenerfassung für die psychologische Forschung. Während der Behaviorismus die Ergebnisse individueller Selbstbeobachtung ablehnt, ist deren Verwendung in der sozial-kognitiven Theorie erlaubt.

Im Gegensatz zur Psychoanalyse, welche sich wesentlich auf die subjektiven Erinnerungsberichte über lange zurückliegende Ereignisse stützt, misst die sozial-kognitive Theorie den subjektiven Erlebnisberichten nur dann eine wissenschaftliche Relevanz bei, wenn sie sehr spezifisch sind und nur unmittelbar vor, während und nach einer Handlung abgegeben werden, sozusagen als direkte Beschreibung aktueller innerer Zustände oder Vorgänge.

Beobachtungslernen

Das Lernen durch Beobachtung ist jener kognitive Prozess, bei dem eine Person das Verhalten einer anderen Person (Modell) beobachtet und das Verhalten allein auf diese Beobachtung hin ändert. Imitation (Nachahmung) und Identifikation (Übereinstimmung) spielen wichtige Rollen. Das Modell kann dabei eine lebendige Person in einer realen Situation sein oder es wird symbolisch in Büchern, Fernsehen oder Filmen dargeboten. Durch die Beobachtung von Modellen werden die Geschlechterrollen-Identität und wichtige Persönlichkeitsmerkmale wie das Sozialverhalten (Egoismus-Altruismus), die Frustrationstoleranz (Ertragen von Enttäuschungen) und der Befriedigungsaufschub (Verzögerung von Trieberfüllung) erlernt.

Ein interessanter Gesichtspunkt beim Beobachtungslernen ist die Unterscheidung zwischen theoretischer **Aneignung** und praktischer **Ausführung**. In vielen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass die Beobachtung von Verhaltenskonsequenzen, welche man am Modell beobachtet, zwar zum Wissen über Verhaltensmöglichkeiten, nicht aber zur tatsächlichen Ausführung dieser Handlungen führt. Wird ein Modell vorgegeben, dessen aggressive Handlungen bestraft werden, so erkennt das beobachtende Kind diese aggressiven Verhaltensweisen, eignet sie sich wissensmäßig an, führt sie aber in der Praxis nicht aus.

Ein weiterer Mechanismus ist jener der **stellvertretenden Konditionierung**, d.h. Menschen entwickeln gegenüber bislang neutralen Reizen spezifische emotionale Reaktionen, wenn sie Modelle beobachten, welche auf diese Reize hin in einer spezifischen Art und Weise reagieren. So kann beispielsweise durch Beobachtung des Verhaltens von Menschen mit einer Schlangenphobie diese spezifische Furcht mittels stellvertretender Konditionierung erlernt werden.

Selbstwirksamkeit

Unter der Selbstwirksamkeit (self-efficacy) versteht man die emotionale **Selbsteinschätzung** der eigenen Leistungsfähigkeit. Sie beeinflusst reziprok die Wahrnehmung, die Motivation und auch die tatsächliche Leistung einer Person. Eigentlich ist die Selbstwirksamkeit eine bestimmte Erwartungshaltung an die zu erbringende Leistung, gemessen an bestimmten Standards (Handlungsmaßstäben, Zielvorgaben). Diese Standards entwickeln sich in der individuellen Lerngeschichte einer Person. Personen vermeiden Handlungen, von denen sie glauben, dass diese ihre Fähigkeiten übersteigen. Sie beschäftigen sich eher mit Dingen, von denen sie meinen, dass sie diese auch handhaben können. Das Gefühl hoher Selbstwirksamkeit führt zu tatsächlich besseren Leistungen; umgekehrt hemmt eine zu niedrige Selbsteinschätzung die tatsächliche Leistung.

Selbstregulation

Erfolg und Misserfolg hängen vom Gefühl der Selbstwirksamkeit ab. Umgekehrt wirken sie auf die Selbsteinschätzung wieder zurück, sodass Erfolg die Selbstwirksamkeit stärkt und Misserfolg sie schwächt. In diesem Regelkreis (Feedback) spielen die verschiedensten inneren Erwartungshaltungen eine wichtige Rolle. Darunter versteht man die bereits in der Vorstellung vorweggenommenen (antizipierten) Konsequenzen des eigenen Handelns. Erlernte Standards und die Antizipation der Handlungsfolgen erklären das zielgerichtete Verhalten des Menschen.

Das Erreichen eines Zieles (Erfolg) führt zur Verstärkung des Verhaltens. Diese Verstärkung besteht aber nicht bloß in äußerer Belohnung (Behaviorismus), sondern in einer inneren Zufriedenheit, die sich aus der Übereinstimmung von erwarteter und tatsächlicher Leistung ergibt. **Bandura** spricht in diesem Zusammenhang von einer **Selbstverstärkung**, durch welche das Individuum sich selbst belohnt.

Die beschriebenen Prozesse wirken als bewusste Kontrollmechanismen auf unser Verhalten. Das Nicht-Erreichen der Ziele erzeugt Gefühle der Enttäuschung und Unzufriedenheit. Solche Erwartungsenttäuschungen werden **Frustrationen** genannt. Als Frustrationsfolgen können verschiedene Handlungsmuster auftreten (Abhängigkeiten, Rückzug, Regression, Resignation, Flucht, Drogensucht, Kompensation, Aggression, psychosomatische Erkrankungen).

Als **Frustrationstoleranz** wird die Fähigkeit bezeichnet, Enttäuschungen zu ertragen und konstruktiv an der Problemlösung zu arbeiten. Wenn angestrebte Ziele nicht erreicht werden können, sollte zur Vermeidung von Frustrationen das eigene Anspruchsniveau entsprechend gesenkt werden. Frustrationstoleranz, der freiwillige Aufschub von Belohnung (Befriedigungsaufschub) und die selbstkritische Korrektur des eigenen Anspruchsniveaus kennzeichnen eine reife Persönlichkeit.

Selbstbewusstsein, Selbstwertgefühl und Selbstwirksamkeit sind psychische Regelgrößen, die ihrerseits auf das Leistungsverhalten einwirken, die aber auch vom Erfolg der ausgeführten Handlungen rückgekoppelt beeinflusst werden. Die menschliche Persönlichkeit stellt sich so als ein komplexes, selbstregulierendes System dar. Das Resultat dieser dauernden Selbstregulationen ist das Konzept der persönlichen Kompetenz. Dabei unterscheidet man kognitive Kompetenzen und Verhaltenskompetenzen, also intellektuelle oder praktische Fähigkeiten, von denen man überzeugt ist, dass man sie gut beherrscht.

Verhaltensstörungen

Neben dem lerntheoretischen Ansatz zur Erklärung von Verhaltensstörungen sieht die sozial-kognitive Theorie in den enttäuschten Erwartungshaltungen und falschen Selbsteinschätzungen die kognitiven Ursachen für psychische Störungen. Angst und Vermeidungsverhalten werden als Folgen der Erwartung, gekränkt oder verletzt zu werden, angesehen. Eine solche Erwartung kann sich dadurch bilden, dass man durch eine kognitive Fehlinterpretation des beobachteten Modells irrtümlicherweise unangenehme Folgen mit bestimmten Situationen assoziiert.

Auf diese Weise entsteht eine **disfunktionale Erwartungshaltung**. Die objektiv nicht gerechtfertigte Antizipation der eigenen Ineffektivität beim Umgang mit möglichen aversiven Ereignissen führt zur Angst vor diesen und zu deren Vermeidung. Jede solche defensive Verhaltensweise, welche die Person von der Konfrontation mit der gefürchteten Umweltsituation fern hält, wodurch es zu den fälschlicherweise befürchteten Folgen nie kommen kann, wirkt als subjektive Bekräftigung der Nützlichkeit des Vermeidungsverhaltens.

Dies zeigt sich anschaulich am Fall eines zwanghaften Mannes, der, als ihn sein Therapeut fragte, warum er dauernd mit den Fingern schnalze, antwortete, das würde gefährliche Löwen abhalten. Nachdem ihm versichert wurde, es gäbe hier keine Löwen abzuwehren, antwortete er: „*Sehen Sie, es funktioniert!*“ (Neurotisches Paradox).

Zur Behebung von Erlebnis- und Verhaltensstörungen, stellt die sozial-kognitive Theorie zwei Behandlungsmethoden bereit: erstens das **Lernen an Modellen** und zweitens die **hilfreiche Anleitung** (sukzessive Partizipation). Dadurch kann sehr effizient das unerwünschte Verhalten verändert werden. Am Beispiel einer Schlangenphobie zeigt **Bandura**, wie diese Techniken wirken. Der Patient beobachtet eine Person (das Modell) beim angstfreien Umgang mit einer Schlange und wird dann von dieser einführend angeleitet, ebenfalls mutigere Handlungen zu setzen. Dadurch wird dem Patienten geholfen, nachhaltig seine Angst zu überwinden. Das so genannte **Selbstbehauptungstraining** dient dem Erwerb von sozialer Kompetenz und dem Erlernen von Problemlösungsstrategien.

[21.4] Die emotional-kognitive Psychologie

In der Darstellung seiner Theorie geht der amerikanische Psychologe *Howard Leventhal* (1991) davon aus, dass das zentrale Kennzeichen von Emotionen **das Erleben der subjektiven Bedeutung** emotionaler Zustände ist. Beispielsweise bedeutet Furcht, dass der Organismus bereit zur Flucht ist, angesichts einer Gefahr, deren Überwindung für das Individuum zweifelhaft erscheint. Emotionen geben dem Individuum also Auskunft über seinen eigenen Zustand, sowohl auf der physiologischen Ebene als auch auf der Ebene der begrifflichen Bedeutung. Leventhal unterscheidet die **sensorischen Wahrnehmungskognitionen** und die **abstrakt-begrifflichen Kognitionen**. Die Quellen des rein kognitiven Wissens sind somit die Sinneswahrnehmung und das Denken. Zentral ist die Informationsverarbeitung zwischen Sensorik und Motorik.

Die Kernaussage von Leventhals Theorie ist nun, dass Emotionen sich sowohl mit sensorischen Wahrnehmungskognitionen als auch mit willkürlich aktivierbaren, abstrakten Begriffskognitionen verbinden und mit ihnen interagieren können. Er nimmt jedoch an, dass sich Emotionen schneller und dauerhafter mit Wahrnehmungskognitionen verbinden, welche auf konkreten Sinnesempfindungen beruhen. Solche **Emotions-Kognitions-Verbindungen**, also Erlebniseinheiten aus Gefühl und Verstand, bezeichnet Leventhal als **Schemata**.

Schemata stellen verallgemeinerte, im Gedächtnis repräsentierte Objekte oder Vorgänge dar, die bei ihrer Aktivierung einen Evaluationsprozess (Bewertung) in Gang setzen: Informationen werden daraufhin geprüft, ob sie mit dem aktivierten Schema vereinbar sind oder nicht. Wenn nicht, wird das Schema verworfen und ein anderes aktiviert. Schemata vertragen jedoch auch ein Ausmaß an Unbestimmtheit, d.h. sie sind offen auch für nicht schon im Schema enthaltene Informationen. Diese „Leerstellen“ können durch weitere Schemata ausgefüllt werden, sodass mehrere Schemata hierarchische Strukturen bilden. Leventhal sieht in solchen Hierarchien von Schemata die Kernstrukturen der menschlichen Psyche.

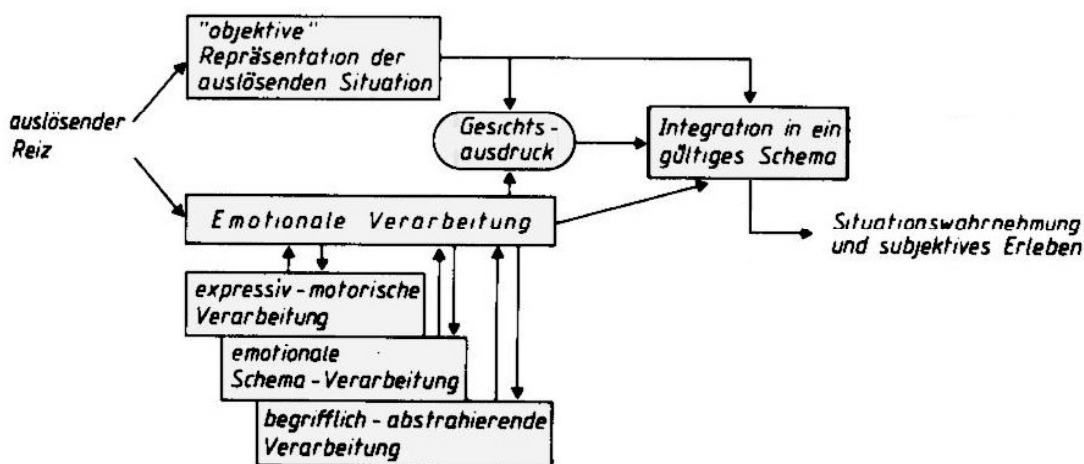
An der Entstehung von Emotionen sind nach Leventhals Auffassung drei unterscheidbare Mechanismen der Emotionsverarbeitung beteiligt, die mit Schemata verschiedener Hierarchiestufen operieren:

[1] Angeborene Mechanismen: Sowohl die Selbstwahrnehmung des eigenen Gesichtsausdrucks als auch die Wahrnehmung des Ausdrucks fremder Gesichter und anderer ausdrucksmotorischer Informationen führt spontan zu wenigen primären Gefühlen wie Anteilnahme, Überraschung, Freude, Furcht, Trauer, Ärger, Ekel oder Verachtung. Leventhal betrachtet die diesen Ausdrucksformen zu Grunde liegenden Gedächtnisrepräsentationen als eine angeborene, automatisch aktivierte Ausgangsbasis des emotionalen Erlebens.

[2] Erlernte Mechanismen: Durch den sensorischen Input spezifischer Reize werden konkrete, bereits früher gebildete emotionale Schemata aktiviert, welche ihrerseits auf die Wahrnehmung selektiv wirken, handlungsleitend sind und zu den strukturierten, ganzheitlichen Erfahrungen emotionalen Erlebens führen. Dieser emotionale Entstehungsmechanismus wird modifiziert vor allem durch konditionelle Lernprozesse und unterliegt in begrenztem Rahmen dem bewussten, willentlichen Einwirken des Individuums. So können nicht nur durch äußere Wahrnehmung sondern auch durch innere Vorstellung (Imagination) emotionale Erfahrungen aktiviert werden.

[3] Kognitive Mechanismen: Das abstrahierend-begriffliche System (Verstand) erlaubt es einem Individuum, über seine Emotionen nachzudenken, sie zu klassifizieren, über sie zu sprechen und Schlussfolgerungen über Ursachen und Konsequenzen zu ziehen. Dieses System ist weitgehend der willentlichen Kontrolle zugänglich und eröffnet die Möglichkeit der therapeutischen Beeinflussung von Emotionen.

Leventhal geht davon aus, dass alle drei Mechanismen bei der Entstehung von Emotionen miteinander zusammenwirken und durch Vorwärts- und Rückwärtsmeldungen dynamisch miteinander verbunden sind. Die folgende Grafik veranschaulicht die Schemaverarbeitung.



Kognition umfasst die Prozesse der Informationsverarbeitung von Wahrnehmung, Gedächtnis, Denken, und die **kognitive Intelligenz (IQ)** ist der Leistungsgrad dieser psychischen Funktionen. **Peter Salovey** (1986) und auch **Daniel Goleman** haben den Begriff der **emotionalen Intelligenz (EQ = emotionaler Intelligenzquotient)** geprägt. Dieser ist sehr wohl von dem rein kognitiven, intellektuellen Intelligenzbegriff zu unterscheiden. Er umfasst die Bereiche Selbsterkenntnis, Selbstbeherrschung, Selbstdisziplin, Frustrationstoleranz, Menschenkenntnis und soziale Konfliktlösungskompetenz. Nach **Daniel Goleman** ist das emotional intelligente Verhalten durch folgende fünf Grundmerkmale gekennzeichnet:

- (E1) Die eigenen Emotionen wahrnehmen und analysieren (Selbsteinsicht)
- (E2) Die eigenen Emotionen kontrollieren und gestalten (Impulskontrolle)
- (E3) Die eigenen Emotionen produktiv einsetzen und nutzen (Selbstwirksamkeit)
- (E4) Die Emotionen der Mitmenschen erkennen und einführend verstehen (Empathie)
- (E5) Auf die Emotionen der Mitmenschen angepasst reagieren (soziale Kompetenz)

Beispielsweise kann die Selbstbeherrschung (Befriedigungsaufschub bzw. Kontrolle affektiver Impulse) durch den so genannten „Marshmallow-Test“ geprüft werden (dabei werden Kinder im Vorschulalter vor die Wahl gestellt, ein süßes Schaumtörtchen entweder gleich zu essen oder eine halbe Stunde zu warten - dann würden sie sogar zwei Stück bekommen). In Untersuchungen von **Walter Mischel** waren nur rund ein Drittel der Kinder bereit diese Wartezeit auf sich zu nehmen.

Zur Illustration der menschlichen Emotionalität soll ein Bericht des amerikanischen Psychiaters **Don Meichenbaum** wiedergegeben werden. In dieser Episode wird sehr eindrucksvoll deutlich, dass Emotionen, Kognitionen, Körperempfindungen und Verhaltensweisen für gewöhnlich im Menschen vereint sind, obwohl sie in bestimmten seltenen Störungszuständen voneinander getrennt auftreten können. Die Szene handelt vom Versuch **Don Meichenbaums**, seine vier Kinder im Alter zwischen zwei und zehn Jahren zu Bett zu bringen. Da seine Frau vor dem Abendessen ausgegangen war, musste er das im Alleingang erledigen. Die Aufgabe war eigentlich ganz einfach: Nach dem Essen aufräumen, Kinder baden, bei den Hausaufgaben helfen, Geschichten vorlesen, usw. Alles dies sollte möglichst vor 21.00 Uhr erledigt sein, da der Vater insgeheim plante, im Fernsehen einen Film anzuschauen.

Die Geschichte vom geplagten Vater (Donald Meichenbaum, 1980)

Die Ereignisse begannen recht angenehm mit einem Bad für den zweijährigen Danny nach dem Abendessen. Während ich Danny badete, - eine sehr befriedigende und vergnügliche Zeit für Vater und Sohn -, fragte die zehnjährige Lauren, ob ich ihr helfen könnte, ihr Lineal zu suchen. Meine Antwort sollte ihre Selbständigkeit fördern, so fragte ich, wo sie das Lineal zuletzt gesehen habe, usw. Laurens Suche nach ihrem Lineal wird im weiteren Verlauf der Geschichte noch an Bedeutung gewinnen. Jedoch soweit, so gut!

Nachdem der Kleinste versorgt war, galt es für den vierjährigen David ein Bad zu organisieren. Glücklicherweise erklärte sich die achtjährige Michelle bereit, mit David zu baden; dies nahm ich dankend an. Während ich in der Küche aufräumte, hörte ich David oben im Bad hin und her laufen und hatte sofort die katastrophale Vorstellung, dass er hinfallen und sich verletzen könnte. Besorgt rannte ich nach oben, um ihn zu retten. Als ich die Badezimmertür öffnete, knallte der Türknauf auf das Auge von Michelle, welche sich gerade abtrocknete. „*Oh nein, was habe ich getan!*“, dachte ich, während ich mich um Michelles Auge kümmerte.

David lief nach wie vor in der Wanne hin und her. Ich schrie ihn an, jedoch in einer - wie ich meinte - kontrollierten Weise (d.h. laut genug, um Einhalt zu gebieten, aber nicht so laut, dass Danny wach geworden wäre). Meine Ermahnung, aufzuhören, erschreckte David trotzdem, mit dem Resultat, dass er fiel, Wasser schluckte und zu husten begann. Eingedenk Davids schwerer Anfälle von Husten war ich nun ziemlich alarmiert.

An diesem Punkt betrat ahnungslos Lauren die Szene und fragte, ob ich inzwischen ihr Lineal gefunden hätte. „*Was, dein Lineal?*“, explodierte ich. „*Siehst du nicht, was hier los ist? Chaos herrscht hier!*“. Über diese lauten Worte wachte natürlich der Zweijährige auf. Jeder, der Kinder hat, kennt solche Situationen. Eltern wissen: Diese Dinge lassen sich einrenken. Man gibt einen Eisbeutel auf das Auge der Achtjährigen; man bringt den Zweijährigen wieder ins Bett; man beruhigt den Vierjährigen; das Lineal der Zehnjährigen findet man ohnehin nie wieder.

Jetzt war es kurz nach 21.00 Uhr; ich dachte, dass ich wenigstens mein Fernsehprogramm noch fast ganz sehen könnte. Mit einem Glas Scotch in der Hand sank ich vor dem Fernseher in den Sessel, im gleichen Moment rief Michelle aus ihrem Bett nach einem Schluck zu trinken. Da ich ein sehr schlechtes Gewissen wegen des Missgeschicks mit ihrem Auge hatte, beschloss ich, ihr ein Glas Traubensaft zu bringen. Ja, Sie haben es erraten: Sie schüttete den ganzen Saft über sich und das Bett.

Während ich diese letzte Katastrophe betrachtete, sagte ich mir immer wieder, dass es eine meiner Grundüberzeugungen sei, meine Kinder nicht im Zorn zu schlagen. Ich entschied mich auch dafür, so gleichmütig wie es mir noch möglich war, dass ich, statt den Film im Fernsehen zu sehen, einfach ein Buch lesen würde. Als meine Frau nach Hause kam und mich fragte, wie der Abend gelaufen war, seufzte ich matt: „*Prima. Eines Tages wirst du die Geschichte in irgendeinem meiner Artikel lesen können. Im Augenblick habe ich nicht die Energie, den Abend noch einmal zu durchleben.*“

Zur Analyse der Meichenbaum-Geschichte kann ein relativ grobes dreiteiliges Kategoriensystem (Kognition - Emotion - Verhalten) verwendet werden:

[1] **Kognitionen** können unterteilt werden in die Klassen **Beschreibung** (Deskription oder Interpretation von Ereignissen), **Erwartung** (Vorstellung der möglichen Konsequenzen von Ereignissen), **Bewertung** (Einschätzung der Bedeutung von Ereignissen für die eigene Person) und **Pläne** (zielgerichtete Planung von Handlungen).

[2] **Emotionen** bezeichnen das subjektive emotionale Erleben von Personen. Man unterscheidet nach dem zeitlichen Verlauf zwischen **Affekt** (ein kurzzeitig bewusstes, heftiges emotionales Erleben), **Gefühl** (ein anhaltend spürbares subjektives Erleben, welches aus einer emotionalen Grundtendenz herausragt) und **Stimmung** (eine lang andauernde emotionale Grundtendenz). Dazu wird noch die Klasse der **Körperempfindungen** aufgenommen. Darunter versteht man in diesem Zusammenhang die Beschreibung eines dem Beschreibenden bewusst gewordenen körperlich-physiologischen Prozesses (z.B. Herzklopfen, Muskelzittern, Schweißausbruch).

[3] **Das Verhalten** wird in dem Kategoriensystem durch die Klassen **Handlung** (zielgerichtete, bewusste Verhaltensweisen) und **Verhalten** (von außen beobachtbare oder gewohnheitsmäßig-automatisch ablaufende Verhaltensweisen) beschrieben.

Als Beispiel sollen einige Sequenzen von **Don Meichenbaum** aus dem Mittelteil der Geschichte nach diesen Kategorien in Form einer Tabelle klassifiziert werden:

Ereignis	Kognitionen				Emotionen				Verhalten	
	B E S C H R E I B U N G	B E W E R T U N G	E R W A R T U N G	P L A N	A F F E K T	G E F Ü H L	S T I M M U N G	K Ö R P E R E M P F I N D U N G	V E R H A L T E N	H A N D L U N G
Ich schrie ihn an, wie ich meinte, jedoch kontrolliert, d.h. laut genug, um Einhalt zu gebieten, aber nicht so laut, dass Danny wach geworden wäre.		X		X						X
Meine Ermahnung, aufzuhören, erschreckte David trotzdem, mit dem Resultat, dass er fiel, Wasser schluckte und zu husten begann.	X									
Eingedenk Davids gelegentlicher schwerer Hustenanfälle war ich nun ziemlich alarmiert.		X				X				
An diesem Punkt betrat ahnungslos Lauren die Szene und fragte, ob ich inzwischen ihr Lineal gefunden hätte.	X									
„Was, dein Lineal?“, explodierte ich.					X				X	
„Stehst du nicht, was hier los ist? Chaos herrscht hier.“										X
Über diese Worte wachte natürlich der Zweijährige auf.	X									

Don Meichenbaum ist der Begründer des **Stressimpfungstrainings**, welches der Bewältigung von Stress dient und sich in drei Phasen gliedert. In der **Informationsphase** wird dem Klienten deutlich gemacht, dass nicht die Ereignisse selbst den Stress erzeugen, sondern die Art, wie die Ereignisse subjektiv wahrgenommen und bewertet werden. In der **Übungsphase** lernt der Klient verschiedene Bewältigungsstrategien. Dazu gehören Entspannung, kognitives Umstrukturieren, problemlösende und selbstbelohnende Selbstinstruktionen. In der **Anwendungsphase** werden die Klienten mit Stress auslösenden Situationen konfrontiert. Zuerst geschieht dies in der Therapie-sitzung über Vorstellungsübungen und Rollenspiele, dann als Übungen in realen Situationen. Das Stressimpfungstraining wird als Einzel- oder Gruppentraining durchgeführt und kann in vielen Bereichen angewendet werden, beispielsweise auch bei Angst, Ärger oder Schmerz.

[21.5] Die Therapien von Beck und Ellis

Die selbst-kognitive Therapie (SKT, Aaron Beck)

Nach diesem Ansatz hat jeder Mensch ein inneres Bild von sich selbst (Selbstbild) und auch bestimmte Werthaltungen, nach denen die Wahrnehmungen und deren Interpretationen eingeordnet werden. Eine Person mit der inneren Überzeugung, dass man prinzipiell niemandem vertrauen kann, wird sich ablehnend und misstrauisch verhalten, selbst wenn die Absichten des anderen ehrlich gemeint sind. So kann etwa auch der Leitsatz „*Alle sind gegen mich.*“ jegliche therapeutische und rehabilitative Bemühung im Keim ersticken. Die selbst-kognitive Therapie (SKT) unterscheidet vier grundlegende Kategorien von irrationalen Einstellungen und Haltungen: Absolute Forderungen an sich und an andere, globale negative Selbst- und Fremdbewertungen, Katastrophendenken, niedrige Frustrationstoleranz. So sieht **Aaron Beck** beispielsweise das Hauptproblem der Depression in einer „*negativen kognitiven Verzerrung*“, die er als kognitive Triade bezeichnet: [1] eine negative Sichtweise der Welt, [2] ein negatives Selbstkonzept und [3] eine negative Einschätzung der Zukunft. Die SKT besteht darin, dass die Betroffenen lernen, ihre automatischen und irrationalen Einstellungen zu erkennen und zu relativieren, ihre Wahrnehmungen bewusst zu überprüfen und alternative kognitive Strukturen zu entwickeln.

Die rational-emotive Therapie (RET, Albert Ellis)

Auch hier geht es um kognitive Prozesse, um subjektive Bewertungen und daraus resultierende Konsequenzen, welche oft auf irrationalen Annahmen fußen. Eine derartige Annahme wäre z.B. „*Ich muss es immer allen recht machen*“, was schlichtweg unmöglich ist. Typische negative und depressive Grundannahmen sind:

- Negative Sicht der eigenen Person, der Umwelt und der Zukunft
- Irrationales und emotionales Schlussfolgern
- Verabsolutierendes, dichotomes Denken (d.h. Schwarz-Weiß-Denken)
- Selektives Verallgemeinern und übertriebenes Generalisieren
- Personalisieren (d.h. Alles auf sich beziehen)
- Maximieren und Minimieren (d.h. Messen mit zweierlei Maß)

In der Therapie sollen die Patienten ihre irrationalen Einstellungen und selbstauferlegten Regeln erkennen und sodann in Frage stellen, wobei teilweise konfrontative und provokante Methoden verwendet werden. In der rational-emotiven Psychotherapie (RET) werden psychische Störungen vor allem als emotionale Belastungen gedeutet, die auch zur Beeinträchtigung der Kognition und des Verhaltens führen. Die unterschiedlichen internen und externen Belastungsursachen (Krankheit, Unfall, zwischenmenschliche Beziehungen) können durch kognitive und handlungsorientierte Bewältigungsstrategien überwunden werden. Von **Albert Ellis** werden folgende vorrangig anzustrebende Ziele für eine reife emotionale Persönlichkeitsstruktur genannt:

- Erleben starker, echter, angemessener (positiver und negativer) Emotionen
- Aufgeben unangemessener, selbstschädigender Gefühle und Verhaltensweisen
- Übernahme von Selbstverantwortung
- Entwicklung von verantwortlichem Eigeninteresse
- Selbstakzeptanz und Selbstbewusstsein
- Toleranz gegenüber den Mitmenschen
- Soziales Interesse und mitfühlende Anteilnahme (Altruismus, Empathie)
- Sich-Einsetzen-Können für etwas, das persönliche Erfüllung bietet (Engagement)
- Annehmen und Aushalten von Unsicherheit und Risiken (emotionale Stabilität)
- Flexibles und realitätsnahes Denken

[21.6] Die kognitive Verhaltenstherapie (KVT)

Mit Kognitionen sind sowohl die Vorgänge der Wahrnehmung und des Denkens, wie auch die Produkte dieser Wahrnehmungs- und Denkprozesse gemeint. Wahrnehmung, Denken, Gedächtnis, Vorstellung, Phantasie, Einstellungen, Werthaltungen, Urteile, Erwartungen, Bewertungen, Lebensregeln und Lebensphilosophien, Pläne und Problemlösestrategien werden unter dem Begriff der Kognition verstanden.

Die kognitive Verhaltenstherapie (KVT) ist eine konsequente Weiterentwicklung der klassischen Verhaltenstherapie (VT). Die heute angewandten Methoden der Kognitiven Verhaltenstherapie gründen im Wesentlichen auf drei Richtungen:

- Rational-Emotive Verhaltenstherapie nach *Albert Ellis* (RET, 1977).
- Selbst-Kognitive Therapie nach *Aaron Beck* (SKT, 1979).
- Stressimpfungstraining nach *Donald Meichenbaum* (SIT, 1979).

Nach vielen Jahren der Praxisanwendung und Theoriediskussion haben sich diese weitestgehend angenähert. Im Wesentlichen gehen alle Vertreter der Kognitiven Verhaltenstherapie von folgendem, vereinfacht dargestelltem Theoriemodell aus:

„Nicht die Dinge beunruhigen den Menschen, sondern der Mensch beunruhigt sich über die Dinge“. Dinge, Ereignisse aber auch Verhaltensweisen werden vom Menschen wahrgenommen, interpretiert und bewertet. Die subjektive Bewertung der Bedeutung, welche diese Ereignisse (scheinbar) für ihn haben, führt zu bestimmten Gefühlen, Verhaltensweisen und physiologischen Veränderungen.

Bestimmte Bewertungstypen (dysfunktionale Einstellungen, irrationale Denkschemata) wirken derart, dass sie immer eine unangemessene oder übertriebene emotionale Reaktion zur Folge haben. Das so genannte Alles-oder-Nichts-Denken führt zu Frustrationen. Das permanente Sich-Beklagen *„Mir ist das alles zu viel, ich schaffe das nicht!“* führt zu depressiven Verstimmungen. Irrationale Annahmen und Übertreibungen lösen Ängstlichkeit aus. Mit solchen Einstellungen ist es nicht hilfreich Situationen und Ereignisse bewältigen zu wollen, weil diese Einstellungen uns aufregen und irritieren. Wir fühlen und verhalten uns dann so, wie wir es selbst nicht wünschen und ärgern uns darüber, dass wir so frustriert, deprimiert, ängstlich oder wütend reagiert haben. Mit dem guten Vorsatz, Situationen in Zukunft anders zu bewältigen, kommen wir auch nicht wirklich voran.

(a) Beispiele für typische dysfunktionale Gedanken und Einstellungen

Negatives Denken: Man geht grundsätzlich von Schlechtem und Negativem aus.
„Das klappt sowieso alles nicht.“

Perfektionismus: Man formuliert sehr hohe Ansprüche an sich selbst und an andere.
„Ich bin nur dann etwas wert, wenn ich gut funktioniere.“

Dichotomes Denken: Man denkt nur in den Kategorien Schwarz-Weiß und Alles-oder-Nichts.
„Wenn ich diese Beschwerden habe, dann bin ich ein totaler Versager.“

Katastrophisieren: Die Bedeutung negativer Ereignisse wird sehr stark überbewertet.
„Diese Beschwerden hindern mich daran, meine Arbeit erfolgreich auszuführen.“

Verallgemeinern: Das Ergebnis einer Situation wird auf alle weiteren generalisiert.
„Wenn ich jetzt versage, dann werde ich es nie schaffen.“

Personalisieren: Man bezieht alles auf sich.
„Es liegt sicherlich nur an mir, dass diese Sache nicht funktioniert.“

Irrationale Beweisführung: Eigene Gefühle werden als irrationale Beweise herangezogen.
„Ich fühle mich wertlos, also bin ich das auch.“

Maximieren: Die eigenen Fehler oder Schwächen werden extrem überbewertet.
„Ich habe diese Aufgabe nicht geschafft. Ich bin ein Versager.“

Minimieren: Positive eigene Leistungen werden extrem unterbewertet.
„Die gute Note in der Klausur war nur Glück und nicht mein Verdienst.“

(b) Methoden und Techniken der kognitiven Umstrukturierung

Verdeckte Verfahren:

Verdeckte Gegenkonditionierung bzw. Desensibilisierung, Sensibilisierung, Verstärkung, Löschung, Lernen an Modellen.

Einsichtige Methoden:

Sokratischer Dialog, Psychoedukation, Problemanalyse, Identifizierung von Einstellungen, Analyse von Fehlern, Analyse von motivationalen Schemata.

Trainings- und Übungsmethoden:

Empirische Überprüfung verzerrter Wahrnehmungen, gezielte Aufmerksamkeitslenkung, Rollentausch, Konfrontation, Neubenennung der Kognitionen, Realitätsüberprüfung.

Disputation und Konfrontation:

Skalierungsfragen, Pessimistischer Fragestil, Provokation, Humor, Übertreibungen, Symptomkarikatur, Paradoxe Intervention.

Selbstmanagement:

Selbstinstruktion, Selbstverbalisation, Selbstbeobachtung und Selbstbewertung, Selbstbelohnung, Artikulation eigener Wünsche und Bedürfnisse, Selbstreflexion, Selbstkontrolle, Selbstsicherheitstraining.

Stressimmunisierungstraining:

Entspannungstechniken, Stresskonfrontation, Neubewertung.

In der Kognitiven Verhaltenstherapie werden im individuellen Fall die Bewertungsmuster herausgearbeitet. Der Klient lernt seine eigenen Muster zu identifizieren, die ihm zwar nicht immer ganz bewusst sind, aber doch an der Schwelle des Bewusstseins aufgedeckt werden können. In der Kognitiven Verhaltenstherapie ist die Transparenz von großer Bedeutung, der Patient ist ein aktiver, eigenverantwortlicher Mensch, der selbst in der Lage ist, seine Probleme zu meistern. Die Kognitive Verhaltenstherapie stellt dem Patienten einerseits ihre Hilfe zur Verfügung, so dass er seine Fehlhaltungen einordnen kann. Andererseits werden die einzelnen Behandlungsschritte erklärt und Methoden der Veränderung vorgestellt, welche der Patient umsetzen kann.

[21.7] Neurolinguistische Programmierung (NLP)

In der Linguistik postuliert die generative Konstituentengrammatik, dass wir die Sätze baumartig in ihre Teile (Konstituenten) entwickeln. **Noam Chomsky** erweiterte die generative Konstituentengrammatik zur so genannten Transformationsgrammatik. Auf dieser aufbauend und mit Hilfe eingehender Analysen der Gesprächstechniken der Familientherapeutin **Virginia Satir** und des Gestalttherapeuten **Fritz Perls** entwickelten die beiden Amerikaner **John Grinder** und **Richard Bandler** ein Modell für eine allgemeine sprachliche Hinterfragungstechnik, das so genannte *neurolinguistische Programm (NLP)*. Im Folgenden sollen einige Aspekte dieses Modells kurz erläutert werden.

Ein gesagter Satz in einer Sprache bildet eine bestimmte **Oberflächenstruktur**, beispielsweise der Satz „*Karin war einkaufen*“. Eine tiefere Analyse des Satzes zeigt nun, dass er ungenau und unvollständig ist. Dem Subjekt „*Karin*“ wird das Prädikat „*einkaufen*“ zugeordnet. Um das Prädikat „*einkaufen*“ vollständig zu erfassen, muss es ergänzt werden. Die erste Ergänzung bildet das eingekaufte Objekt. Weitere Ergänzungen sind der Geldbetrag, der Ort, die Zeit und die Person, von welcher das Objekt gekauft wurde. Wird ein Satz auf diese Weise vervollständigt, dann erhält man seine **Tiefenstruktur**. Diese könnte für den obigen Beispielsatz folgendermaßen lauten: „*Karin kaufte gestern Mittag im Autohaus Stern ein neues Auto der Marke Speed um 20 000 Euro ein*“.

Was sind nun die wichtigsten Transformationen, mit deren Hilfe aus einer vollständigen, reichhaltigen Tiefenstruktur eine unvollständige, verarmte Oberflächenstruktur entsteht? Offenkundig besteht die erste Transformation darin, dass viele ergänzende Wörter weggelassen werden (**Tilgung**, deletion). Es ist offensichtlich, dass jede Tilgung von Information andererseits auch eine Einengung bzw. Auswahl bewirkt.

Zweitens kommt es zu einer Umstellung der Wortfolge (**Verzerrung**, distortion). Verzerrungstransformationen können in Umordnungen (Permutationen) oder in Nominalisierungen bestehen. Dabei werden Verben, die einen Prozess beschreiben durch Substantiva oder Adjektiva, die einen Zustand beschreiben, ersetzt (aus hassen wird Hass, aus fürchten wird ängstlich, usw.).

Als dritte wichtige Transformation tritt sehr häufig die Generalisierung auf (**Verallgemeinerung**, generalization). Der Satz „*Martin ist ängstlich*“ wird aus konkreten Aussagen abgeleitet, wie z.B. „*Martin fürchtet sich vor Dunkelheit*“, „*Martin fürchtet sich vor Hunden*“, „*Martin fürchtet sich vor Prüfungen*“, usw. Betrachten wir nun den Ausgangssatz „*Martin ist ängstlich*“, so kann diese Oberflächenstruktur durch verschiedene Transformationsregeln aus der Tiefenstruktur „*Martin fürchtet sich vor Dunkelheit und Hunden und Prüfungen*“ abgeleitet werden. Zunächst wurden Worte getilgt, dann erfolgte durch eine Umstellung eine Verzerrung, und schließlich wurde aus konkreten Furchterlebnissen eine ängstliche Gefühlsgrundstimmung verallgemeinert (Furcht – Ängstlichkeit).

Tilgung, Verzerrung und Verallgemeinerung sind die wichtigsten *Transformationen*, welche die Tiefenstruktur unserer Gedanken in die Oberflächenstruktur der gesagten Sätze überführen. Erwähnenswert ist noch die Tatsache, dass Tilgungstransformationen sehr empfindlich gegenüber sprachlichen Bezugsindizes sind; sie dürfen nicht auf Wortgruppen angewendet werden, welche solche Bezugsindizes, wie beispielsweise das rückbezügliche „*sich*“, enthalten. Dadurch würde der Sinn des Satzes wesentlich verändert werden. Der Satz „*Karin lachte über sich*“ bedeutet wohl etwas anderes als der Satz „*Karin lachte*“.

Aus dem Sprachmodell einer Person kann auf ihr Gedankenmodell geschlossen werden. Diese Modelle sind Landkarten (*maps*) für das in der Tiefe wirklich Gemeinte (*land*). Offenkundig gilt, dass eine Landkarte nicht mit dem Weltbereich gleichgesetzt werden kann (*the map is not the land*). Die hier angeführten Sachverhalte beziehen sich auf linguistische Aspekte der *NLP*, die sich selbst als ein Konzept für zwischenmenschliche Kommunikation versteht, und diese mit ihren Methoden gezielt verbessern will.

In einer auf *NLP* gestützten *Psychotherapie* werden mithilfe des Transformationsmodells die vom Klienten gesagten Sätze bis in ihre Tiefenstruktur vom Therapeuten hinterfragt. Dadurch wird zunächst ein möglicherweise verarmtes und beschränktes Weltmodell des Klienten sichtbar gemacht. Nun kann es aber genau diese eingeschränkte Sicht der Dinge sein, unter welcher der Klient leidet. In einem zweiten Schritt versucht die Psychotherapie das eingeeengte Weltmodell des Klienten zu öffnen und zu erweitern. So werden schmerzhaft fixierte Fixierungen abgebaut und der Leidensdruck verringert.

NLP als psychotherapeutische Kommunikationsform dient folgenden Zwecken:

- ***Einholen von Informationen***
- ***Klären von Bedeutungen***
- ***Erkennen von Begrenzungen***
- ***Eröffnen neuer Möglichkeiten***

Vier abschließende Beispiele sollen die prinzipielle Vorgangsweise der *NLP* erläutern. Dabei wird der Klient mit K und der Therapeut mit T bezeichnet.

Beispiel 1: K: „*Ich bin ängstlich.*“

T: „*Angst hat konkrete Ursachen. Wovor fürchten Sie sich . . . ?*“

Beispiel 2: K: „*Ich kann Menschen nicht vertrauen.*“

T: „*Misstrauen hat konkrete Ursachen. Was hindert Sie daran . . . ?*“

Beispiel 3: K: „*Ich bin unsicher.*“

T: „*Unsicherheit hat konkrete Ursachen. Was hat Sie verunsichert . . . ?*“

Beispiel 4: K: „*Mich liebt niemand.*“

T: „*Abneigung hat konkrete Ursachen. Warum glauben Sie, dass . . . ?*“

Diese groben Skizzen bilden die Ausgangssituation (Oberflächenstruktur) für einen vorsichtig geführten, den Klienten respektierenden Dialog. Durch Anwendung der *NLP*-Technik mit ihren Transformationsregeln der Tilgung, Verzerrung, Generalisierung, wird schrittweise die Tiefenstruktur des Klienten aufgedeckt.

Im vierten Beispiel könnte durch mangelnde emotionale Zuwendung und Zärtlichkeit der Mutter eine Generalisierung stattgefunden haben. Das dadurch eingeschränkte Weltmodell des Klienten tilgt (verdrängt) fortan Liebesbeweise von anderen Personen oder verzerrt sie, indem sie umgedeutet werden („*Diese Frau liebt mich nicht wirklich, sondern sie will nur mein Geld.*“). Durch diese Tilgungen und Verzerrungen wird das eingeschränkte Modell nur noch zusätzlich verstärkt. Eine Therapie muss diese Prozesse für den Klienten einsichtig machen und sodann den Versuch unternehmen, die Sichtweise des Klienten zu erweitern, sein Herz und seinen Verstand zu öffnen. So kann psychisches Leid verringert und physisches Leid besser ertragen werden.

[22] Die Logotherapie von Viktor Frankl

• Ein kurzer Überblick über sein Leben

In Wien, der Stadt von Sigmund Freud, entstanden drei wichtige psychotherapeutische Lehren:

Die Psychoanalyse, in deren Mittelpunkt das Lustprinzip und das unbewusst Verdrängte stehen. (Sigmund Freud).

Die Individualpsychologie, bei der es um die Fragen von Geltung und Minderwertigkeit geht. (Alfred Adler).

Die Logotherapie, in welcher die Suche nach dem Sinn das eigentliche existenzielle Thema ist. (Viktor Frankl).

Viktor Frankl wurde 1905 in Wien geboren. Dort studierte er Medizin. Er hatte während des Studiums intensiven Briefkontakt zu Sigmund Freud. Damals trat er Alfred Adlers Verein für Individualpsychologie bei, wurde aber 1927 aus diesem ausgeschlossen.

Nach dem Studium arbeitete Frankl im psychiatrischen Universitätskrankenhaus in Wien und wurde dann Leiter einer Abteilung im Krankenhaus Steinhof.

Nach dem Anschluss Österreichs 1938 an Hitler-Deutschland war er als Jude der Verfolgung durch die Nationalsozialisten ausgesetzt. Er wurde mit seiner Familie deportiert und verbrachte über drei Jahre in verschiedenen Konzentrationslagern. Dort wurden seine Eltern, sein Bruder und seine erste Frau ermordet. Er selbst überlebte und kehrte 1945 nach Wien zurück.

Nach dem zweiten Weltkrieg wirkte Frankl als Professor für Neurologie und Psychiatrie in Wien, in San Diego (USA) und an anderen Universitäten der Welt. Seine fast 30 Bücher wurden in 17 Sprachen übersetzt. Hervorzuheben sind davon: „*Der Mensch auf der Suche nach Sinn*“ und „*Das Leiden am sinnlosen Leben*“.

Vortragsreisen, Ehrendokorate und ein Weltkongress für Logotherapie zeugen von der internationalen Anerkennung. Privat heiratete Frankl ein zweites Mal und aus dieser Ehe stammt eine Tochter. 1997 starb Frankl 92-jährig in Wien.

Es folgt ein kurzer Überblick über seine Konzepte des „*Sinnstrebens*“, der „*noogenen Neurose*“ und der „*Logotherapie*“. (griechisch: noos = Geist, logos = Wort bzw. Sinn).

• Das Streben nach dem Sinn

Das Leben des Menschen ist geprägt von Lust und Leid. Drei fundamentale Strebungen bestimmen unser Leben: Der **Sexualtrieb**, das **Geltungsstreben** und darüber weit hinaus gehend die **Suche nach dem Sinn** des Lebens.

Das Wesen des Menschen liegt in der **Selbst-Transzendenz**: Der Mensch ist über sein Selbst hinaus auf etwas gerichtet, das nicht er selbst ist: Auf eine sachliche Aufgabe, die es zu erfüllen gibt, auf einen anderen Menschen, den er liebt und umorgt, oder auf Gott, der zum eigentlichen Lebenssinn wird.

• Das Verhältnis von Intention und Effekt

Jeder von uns hat schon an Schlaflosigkeit gelitten und dann versucht, diese mit meistens untauglichen Mitteln zu bekämpfen. Am wenigsten geeignet ist es, wenn man sich nur auf das Einschlafen konzentriert.

Einige Menschen leiden an der Unfähigkeit, einen Orgasmus zu erleben. Je mehr sie versuchen, diesen mit aller Gewalt zu erzeugen, umso weniger wird er erreicht. Andere Menschen wiederum streben ihr ganzes Leben nach Geltung. Sie arbeiten nicht einer Sache wegen, sondern nur der Anerkennung wegen. Je offensichtlicher diese Geltungssucht wird, umso eher wird ihnen die Anerkennung versagt.

Das zu sehr Gewollte, das zwanghaft Gesuchte tritt nicht ein. Das ist das paradoxe Verhältnis von Intention und Effekt, der Widerspruch von Absicht und Ergebnis.

• Die existenzielle Frustration

Viele Menschen sehen keinen Sinn mehr in ihrem Leben. Ihr Alltag pendelt zwischen Not und Langeweile. Ausgerichtet nach Lustgewinn, sozialer Geltung und materiellem Besitz, vergessen Sie das Wesentliche - die Hinwendung an ein anderes als das eigene Ego.

„**Immer-Mehr-Haben-Wollen**“ bestimmt ihr ganzes Leben. Irgendwann erkennen Sie dann die Sackgasse, in der sie sich befinden, erkennen die Oberflächlichkeit ihres Tuns und die innere Leere (**existenzielles Vakuum**). Dann sind Sie zutiefst enttäuscht (existenziell frustriert). Aus ihrer inneren Leere entsteht das **Gefühl der Sinnlosigkeit**.

Viele Menschen betäuben ihre innere Leere und ihr Sinnlosigkeitsgefühl durch Sucht: Trunksucht, Tratschsucht, Spielsucht, Arbeitswut, Hypersexualisierung und Hyperaggressivität sind nur scheinbare Auswege.

Die Angst vor der eigenen Leere wird unterdrückt durch immer mehr Zerstreuung - wo innere Sammlung notwendig wäre. Ein Beispiel ist die Überhand nehmende Technologisierung und Motorisierung unserer Welt. Diskolärm und Motorenlärm übertönen alles. So ist auch der Ausspruch des Wiener Kabarettisten **Helmut Qualtinger** über den rasenden Motorradfahrer zu verstehen: „*Ich hab' zwar keine Ahnung, wo ich hinfahr' - aber dafür bin ich g'schwinder dort.*“

Es geht um das Leiden der Seele, die ihren Sinn nicht gefunden hat.

• Die Entstehung der noogenen Neurose

Eine Neurose ist eine reaktive seelische Erkrankung. Ausgangspunkt ist meistens eine tiefe Frustration, also eine Enttäuschung, eine Versagung oder ein Misserfolg. Wichtig dabei ist, dass ein Inhalt überwertig, affektbesetzt und mit Angst verbunden erlebt wird. In diesem Zusammenhang spricht man auch von **Komplex**. So kann beispielsweise ein frustrierter Geltungsdrang zu einem **Minderwertigkeitskomplex** führen oder die Dissonanz zwischen eigenen Werthaltung und dem eigenen Handeln zur Entstehung eines **Schuldkomplexes** beitragen. Die Symptome einer solchen Erkrankung sind vielfältig. Typische allgemeine Merkmale sind dabei die Anspanntheit, die Ängstlichkeit und die Selbstunsicherheit.

Wird nun das Gefühl der Sinnlosigkeit übermächtig und die Angst vor der inneren Leere immer intensiver erlebt, dann kann diese **existenzielle Frustration** zur Ursache einer seelischen Krankheit werden, die von Frankl **noogene Neurose** genannt wird. In der modernen Welt sind beispielsweise die Arbeitslosigkeit oder der Pensionseintritt solche Situationen, welche pathogene existenzielle Frustrationen verursachen können.

Frankl nennt drei Lebensformen, mit denen der existentiellen Frustration entgegnet werden kann: Der **Homo faber**, welcher durch Arbeit seinem Leben Sinn gibt. Der **Homo amans**, dessen Motive Liebe und Sorge sind. Der **Homo patiens**, der versucht, auch noch seinem Leid einen Sinn zu geben. Wie Letzteres möglich ist, erklärt Viktor Frankl in seiner Logotherapie.

Die bestimmenden Kategorien im Leben des Homo faber sind jene von **Erfolg und Misserfolg**. Für den Homo patiens sind es **Erfüllung und Verzweiflung**. Diese beiden Wertrichtungen sind voneinander unabhängig, d.h. Erfüllung ist nicht abhängig vom Erfolg. Nicht die egomanische Selbstverwirklichung sollte zum Lebenssinn gemacht werden. Selbstverwirklichung kann nur die Folge eines sinnerfüllten Lebens sein. Auch in extremsten Situationen von Not und Leid kann uns eine praktische Sinngebung am Überleben helfen.

• Was kann dem Leben Sinn geben?

- (a) Die Hingabe an eine Sache (der schöpferische Wert)
- (b) Die Hingabe an einen anderen Menschen (der emotionale Wert)
- (c) Das würdige Ertragen eines Leids (der existenzielle Wert)

Am Schwierigsten ist es, auch im tiefsten Leid und im schwersten Schicksal nicht zu verzweifeln, sondern einen Sinn zu finden. Zu Viktor Frankl kam einmal ein pensionierter Arzt, dem seine über alles geliebte Frau vor einem Jahr verstorben war und der somit sehr deprimiert war. Frankl fragte den alten und unglücklichen Patienten, ob er sich überlegt habe, was geschehen wäre, wenn er selbst früher als seine Frau gestorben wäre. *„Nicht auszudenken, meine Frau wäre verzweifelt gewesen“*, antwortete der Mann. Darauf sagte Frankl: *„Sehen Sie, dies ist ihrer Frau erspart geblieben, und dies ist auch der Sinn ihres Leidens“*. Am traurigen Schicksal des Patienten konnte das nichts ändern, aber so konnte der Mann dem Schicksal einen Sinn abgewinnen und seine Einstellung ändern.

• Die Logotherapie

Obwohl der **Sinn des Lebens** das zentrale Thema der noogenen Neurose ist, kann keine Rede davon sein, dass die Logotherapie dem Leben des Patienten einen Sinn gibt. Den muss dieser selbst und eigenständig finden. Der Therapeut kann dem Patienten nur helfen, sich ernsthaft auf die Suche nach einem Sinn in seinem Leben zu begeben. Der Therapeut kann im Patienten die Überzeugung wecken, dass auch unter schlechten Bedingungen (physisch, sozial, ökonomisch) eine Sinnfindung möglich ist, dass auch dann der Einsatz sich lohnt.

Wenn man seine Situation schon nicht ändern kann, dann kann man zumindest seine Einstellung ändern. Diese **Einstellungs-Modulation** ist Aufgabe des Therapeuten. Sie besteht in einer Sinnfindung, in positiver Veränderung negativer Selbstdefinition und schließlich in Leidbewältigung. Dabei bedient sich der Therapeut vor allem der Methode des **sokratischen Dialogs**, bei welcher durch geschickte Fragen die Einstellungen des Patienten hinterfragt werden.

• Dereflexion und paradoxe Intention

Bei psychosomatischen Erkrankungen, Schlafstörungen und Sexualstörungen wird in der Logotherapie sehr häufig die Therapiemethode der **Dereflexion** angewendet. Schlafstörungen, Sexualprobleme und ähnliche Symptome entstehen meistens auf der Basis des widersprüchlichen Verhältnisses von Intention und Effekt. Das zu sehr Gewollte wird selten erreicht. Dabei wird diesen Symptomen vom Patienten übermäßige Aufmerksamkeit geschenkt. Sie nehmen in seinem Erleben eine überwertige Stellung ein. Man nennt diesen Sachverhalt **Hyperreflexion**. Das Einschlafen wird, durch zu starke Konzentration darauf, verhindert. Der Orgasmus wird, durch den Zwang ihn zu erreichen, eben nicht erreicht.

Bei der **Dereflexion** geht es nun darum, die störenden Symptome zu ignorieren, indem die Aufmerksamkeit von ihnen abgelenkt wird. Sie wird gezielt auf andere Vorstellungsinhalte gelenkt. Dadurch kann die gedankliche Fixierung aufgelöst werden. Bei Schlafstörungen wird dem Patienten geraten, sich nicht mehr um das Schlafen zu kümmern, sondern sich das nächste Wochenende möglichst angenehm vorzustellen.

Eine andere Interventionstechnik ist die **paradoxe Intention**. Die ängstliche Erwartung eines Patienten, dass ein bestimmtes Ereignis eintreten könnte, wird **Erwartungsangst** genannt. Die Erwartungsangst verstärkt aber meist das Symptom, vor dem sich der Patient fürchtet: Ein an sich schwaches Symptom erzeugt eine Phobie (Furchtneurose). Die Phobie verstärkt wiederum das Symptom, womit ein Teufelskreis beginnt. So kann beispielsweise eine leichte körperliche Unregelmäßigkeit, wie Herzklopfen oder ein roter Kopf, als Hinweis für einen möglicherweise sich ankündigenden Zusammenbruch gewertet werden. Die Furcht vor diesem Kollaps aber lässt das Herz noch schneller schlagen. Das bemerkt der Patient und reagiert mit noch stärkerer Angst. In diesen Fällen wird von der paradoxen Intention Gebrauch gemacht. Der Patient wird aufgefordert, die befürchteten Symptome absichtlich herbeizuführen. Beispielsweise soll ein Patient mit einer Sprechstörung versuchen, bewusst zu stottern. So werden die Erwartungsangst und ihr Teufelskreis durchbrochen. Diese Methode sollte so humoristisch wie möglich angewendet werden. **Humor** ist ein Mittel, den Menschen von seinen Ängsten und Zwängen zu distanzieren.

• Die drei allgemeinen Ziele der Logotherapie

Es geht dabei um die (Wieder)Herstellung und die Erhaltung von

- (a) Arbeitsfähigkeit (Sinn durch Schaffen)
- (b) Genussfähigkeit (Sinn durch Lieben)
- (c) Leidensfähigkeit (Sinn durch Leiden)

Mit Sicherheit ist es am Schwierigsten einer chronischen, vielleicht unheilbaren Krankheit noch irgendeinen Sinn abzugewinnen. Goethe sagte dazu: „*Es gibt keine Lage, die man nicht veredeln könnte - entweder durch Leisten oder durch Dulden*“.

Was könnte beispielsweise der Sinn einer fortschreitenden senilen Demenz einer alten Frau sein? Vielleicht jener, dass der im alltäglichen Leben sich von der Mutter bereits emotional weit entfernte Sohn zurück findet zu seiner alten hilflosen Mutter. Sie braucht ihn jetzt, so wie er sie gebraucht hat, als er noch ein Kind war. Das kann zu einer positiven Einstellungsmodulation beim Sohn führen und der Demenz der Mutter indirekt und nachträglich einen Sinn verleihen: Ihr Sohn hat nach vielen Irrwegen die echten Werte für sein Leben und den Weg zu seiner Mutter gefunden!

[23] Psychotherapeutische Schulen

[23.1] Psychodynamische Therapien

(a) **Psychoanalyse (Sigmund Freud, 1856-1939)**. Siehe Buchkapitel [20].

(b) **Individualpsychologie (Alfred Adler, 1870-1937)**

Alfred Adler distanzierte sich von einigen Inhalten der klassischen psychoanalytischen Theorie und sprach sich vor allem dagegen aus, verdrängte sexuelle Impulse als die Hauptursache von psychischen Störungen anzunehmen. Dies führte letztlich zum Bruch mit *Freud*. Die Hauptthese *Adlers* ist, dass **Minderwertigkeitsgefühle** sehr häufig durch ein **Macht- und Geltungsstreben** kompensiert, zum Teil auch **überkompensiert** werden. Der **Geltungsdrang** spielt dabei eine zentrale Rolle. Bei der Erklärung menschlichen Verhaltens geht es *Adler* nicht so sehr darum, warum eine Person ein bestimmtes Symptom hat, sondern vielmehr um die Frage, wozu das Symptom dient und was der Betroffene damit erreichen will. Deutungen und Erklärungen erfolgen also in erster Linie final (zweckgerichtet) und nicht kausal (ursächlich).

Kinder fühlen sich nach *Adler* besonders minderwertig, weil sie körperlich schwächer oder mit bestimmten körperlichen Merkmalen zur Welt kommen, welche als Benachteiligung empfunden werden. Eine repressive und abwertende Erziehung verhindert die Ausbildung eines stabilen Selbstwertgefühls. Wenn hingegen Kinder überbehütet („verzärtelt“) aufwachsen, dann ist es ihnen nicht möglich, genügend Selbständigkeit und Frustrationstoleranz zu entwickeln. Von den drei Therapiezielen **Arbeitsfähigkeit**, **Liebesfähigkeit** und **Mitmenschlichkeit** kommt dem letztgenannten in der Individualpsychologie der größte Stellenwert zu.

(c) **Analytische Psychologie (Carl Gustav Jung, 1875-1961)**

Auch *C. G. Jung* entwickelte eigene Ansätze, die zu einem Bruch mit *Freud* führten. Für ihn ist die Libido nicht nur als sexuelle, sondern als allgemeine psychische Energie zu verstehen. Weiters postuliert er nicht nur ein individuelles, sondern auch ein **kollektives Unbewusstes**, in welchem Erfahrungen aus der gesamten Stammesgeschichte der Menschen enthalten sind. So gibt es nach Jung bestimmte Urbilder, so genannte **Archetypen**, die sich im Rollenverhalten der Individuen manifestieren, die sich aber auch in Mythen und Märchen finden, z.B. in Gestalten wie der „ewige Jüngling“, „der Weise“, „der Böse“ oder „der Teufel“. Jeder Mensch hat seinen „Schatten“, einen Teil des Unbewusstes, der abgelehnt und verdrängt wird. Bei der Psychotherapie spielen Traumanalyse und Traumarbeit eine besonders große Rolle. Die Patienten sollen sich zur Selbständigkeit entwickeln und sich ganzheitlich verstehen.

(d) **Bioenergetische Verfahren**

Bei diesen Verfahren ist vor allem die Bioenergetik nach *Alexander Lowen* zu nennen, welche sich u.a. an *Wilhelm Reich* orientiert. Zentrale Themen sind **Lebensenergie**, **Energiefluss** und **Energiestau**, **Gewebepanzer** (Fettablagerungen), **Muskelpanzer** (Muskelverspannungen) und **Charakterpanzer** (emotionale Einengungen und Verhärtungen), welche die Folgen von emotionalen Störungen und von Mangel an Harmonie sind. In der Bioenergetik soll es über körperorientierte Übungen, die auch häufig im Gruppensetting gemacht werden, zum Fließen der gestauten Energie, zum Öffnen und Lösen der harten Verkrampfungen und damit zu tief gehenden emotionalen Erfahrungen kommen, aus welchen wiederum Bezüge zur psychischen Gesamtsituation hergestellt werden können. Auch tiefe Massagetechniken kommen gezielt zum Einsatz.

[23.2] Humanistische Therapien

(a) Klientenzentrierte Gesprächstherapie (Carl Rogers, 1902-1987)

Bei **Rogers** geht es um eine Gesprächstechnik, wo die Patienten sich quasi selbst explorieren (erforschen) bzw. die für sie angemessenen Lösungsmöglichkeiten selbst erarbeiten. Unterstützt wird der Prozess durch die professionelle Einstellung des Therapeuten, eine empfohlene Grundhaltung für alle Helfer und Berater. Diese soll geprägt sein durch **Akzeptanz** (den Betroffenen zunächst einmal so annehmen, wie er ist), **Echtheit** (authentische Begegnung, kein Theater vorspielen) und **Empathie** (einführendes Verstehen, positive Wertschätzung). Im Mittelpunkt der Gesprächstherapie steht das **Inkongruenz-Problem**. Darunter versteht man die Diskrepanz zwischen Selbstkonzept (Selbstideal) und realem Erleben und Verhalten. Das Therapieziel ist die Herstellung von Kongruenz, d.h. die Person weiß, wer sie ist und was sie will und kann sich auch dementsprechend mitteilen und behaupten.

(b) **Logotherapie (Viktor Frankl, 1905-1997)**. Siehe Buchkapitel [22].

[23.3] Soziosystemische Therapien

Im Mittelpunkt des Interesses stehen bei den systemischen Therapien der Mensch als Bestandteil von sozialen Systemen sowie seine Beziehungsstrukturen und seine Kommunikationsformen.

Das **Psychodrama von Jacob Levi Moreno** setzt das **Rollenspiel** als zentrale Technik der Darstellung von Gefühlen, Wünschen oder Träumen ein. Durch Rollentausch kann auch die Haltung von Personen, mit denen Betroffene im Konflikt sind, besser wahrgenommen und verstanden werden (Reframing). Im Psychodrama gibt es, wie bei einem Schauspiel, eine Bühne, Darsteller, einen Regisseur und Zuschauer (die anderen Gruppenteilnehmer). Diese sind durch die Wahrnehmung und Mitteilung ihrer eigenen Gefühle (Sharing und Feedback) am Gruppengeschehen beteiligt. In **Soziogrammen** wird die Beziehung zwischen den Gruppenmitgliedern dargestellt. Das „**soziale Atom**“ beschreibt eine Person mit ihren Bindungen zu ihren Bezugspersonen.

In der **Gestalttherapie nach Fritz Perls** ist der zentrale Prozess die **Gestaltwahrnehmung**. Gestalten sind ganzheitliche Erlebniseinheiten, die im „**Hier und Jetzt**“ aus der Umwelt und der eigenen Innenwelt gebildet werden. Dabei muss der Mensch mit Achtsamkeit hinderliche Kontaktgrenzen überwinden, so dass er klarer seine Gefühle wahrnimmt und selbstwirksamer sein Leben gestaltet. Bekannt ist die Technik des „**leeren Stuhls**“, wo eine nicht anwesende Person fiktiv auf einen leeren Stuhl gesetzt wird und den Mitgliedern einer Gruppe für einen symbolhaften Dialog zur Verfügung steht. Auf dem „**heißen Stuhl**“ nimmt eine anwesende Person Platz, die - in Konfrontation zu einer Gesprächsgruppe - ein Thema bearbeiten möchte.

In den **Kollusionsmodellen nach Jürg Willi** wird veranschaulicht, wie Paare mit bestimmten Stärken und Schwächen ähnlich wie Schlüssel und Schloss zusammenpassen. Bestimmte Beziehungsmuster sind bekannt: „**Helfer und Pflegling**“ (Helfersyndrom) und „**Herr und Knecht**“ (Abhängigkeitssyndrom), aber auch „**Täter und Opfer**“ (Opfersyndrom). So ist es beispielsweise für das **Helfersyndrom** typisch, dass dabei der Helfer seine eigene Hilflosigkeit überkompensiert. Der Helfer braucht den abhängigen und hilflosen Schützling, um sich selbst zu bestätigen. Der Schützling wiederum braucht den Helfer, um weiter abhängig bleiben zu können und nicht selbst Verantwortung übernehmen zu müssen.

[24] Das integrative ABCDE-Modell

Der deutsche Psychotherapeut Rainer Mathias Holm-Hadulla integriert in seinen Publikationen neurobiologische, psychologische und auch kulturwissenschaftliche Konzepte. Er fasst die unterschiedlichen psychotherapeutischen Verfahren in einem integrativen Modell der Psychotherapie zusammen und nennt es ABCDE-Modell.

- A = Alliance:** Gestaltung der therapeutischen Beziehung.
- B = Behavior:** Modifikation von unangemessenen Verhaltensweisen.
- C = Cognitions:** Klärung von disfunktionalen Einstellungen.
- D = Dynamics:** Erhellung der unbewussten Konfliktdynamik.
- E = Existentials:** Kommunikation und Verstehen als existenzielle und kreative Prozesse bzw. Aufgaben.

Schon seit frühen Zeiten der Geschichte der Menschheit sind diese fünf Prinzipien sehr hoch geschätzte Ziele psychotherapeutischer Heilkunst: Die persönliche Begleitung durch kundige Personen (A), das gesundheitsfördernde Verhalten (B), das Streben nach geistiger Klarheit (C), das Bedürfnis nach emotionaler Ausgeglichenheit (D), die Akzeptanz, dass das Leben eine konfliktreiche Aufgabe darstellt (E).

Alliance (A)

Die Menschen sind darauf angewiesen in sozialen Beziehungen zu leben, welche Bestätigung, Unterstützung und Schutz bieten. Das beginnt im Säuglingsalter mit den Eltern und setzt sich in Kindergarten, Schule, Beruf, Familie, Freundschaften und Liebesbeziehungen fort. Ohne sie kann sich ein gesundes Ich-Bewusstsein nicht entwickeln. Dabei spielt auf neurobiologischer Ebene das Bindungssystem mit dem Neurotransmitter Oxytocin eine wesentliche Rolle. Die psychotherapeutische Beziehung stellt einen Spezialfall dar, wo die positiven Aspekte persönlicher Beziehungen systematisch genutzt werden.

Der zentrale Schlüsselbegriff ist die „achtsame gegenseitige Anerkennung“, sowohl auf der Seite des Therapeuten, als auch auf der Seite des Patienten. Sie ist ein wesentlicher Gesundheitsfaktor für Kinder und Erwachsene, Gesunde und Kranke.

Behavior (B)

Unterschiedliche Kulturtechniken haben seit alters her auch dazu gedient, das Verhalten der Menschen zu regulieren und zu steuern. Offenkundig brauchen Gesellschaften solche Anleitungen für das Verhalten der Einzelnen. Die Verhaltenstherapie hat besondere Methoden zur Verhaltensmodifikation entwickelt. Soziales Lernen findet in jeder therapeutischen Beziehung statt. Voraussetzung für das Gelingen einer Änderung von tief eingegrabenen Gewohnheiten des Fühlens, Denkens und Handelns ist eine nachhaltige und andauernde Allianz.

Cognitions (C)

Disfunktionale Einstellungen sind ein zentrales Thema in der kognitiven Psychotherapie. Sie entstehen dann, wenn kognitive Selbsterwartungen mit dem realen Selbsterleben nicht übereinstimmen. Enttäuschte Erwartungshaltungen und eine falsche Selbsteinschätzung sind Ursachen für viele psychische Störungen. Dabei spielen auch emotionale und unbewusste Prozesse eine wesentliche Rolle. Diese müssen in der therapeutischen Arbeit unbedingt berücksichtigt werden. So ergeben sich Verbindungen zu psychodynamischen und existentiellen Therapieverfahren. So entstehen Konzepte der Schematherapie, welche die Bedeutung lebensgeschichtlicher Erfahrungen und ihrer unbewussten Verarbeitung anerkennen und miteinbeziehen. Die bewusste Klärung der disfunktionalen Einstellungen ist ein zentraler Punkt der therapeutischen Arbeit.

Dynamics (D)

Die Dynamik der unbewussten Prozesse wurde schon früh erkannt, ob in der Psychoanalyse oder in neurobiologischen Untersuchungen. Krank machende Konflikte entstehen aus psychoanalytischer Sicht im Zusammenspiel von Anlagefaktoren und traumatischen Erlebnissen. Mangelhafte Bindungen, Kränkungen, Enttäuschungen und Misshandlungen können vielfältige körperliche und psychische Symptome erzeugen. Sie beeinträchtigen das emotionale und kognitive Erleben und führen oft zu beträchtlichen Verzerrungen der Realität. Negative und depressive Emotionen zeigen die beharrliche Tendenz, sich immer wieder selbst zu bestätigen (Negativspirale). In der modernen Psychoanalyse wird versucht einen Spielraum zu eröffnen, wo der Patient mit seinen Erinnerungen, Gedanken und Vorstellungen (Imaginationen) die Problemsituationen seines Lebens durchspielen kann und so eine neue Realitätssicht und eine neue Realitätsgestaltung erreicht. Dabei treten oft zwischen Patienten und Therapeuten emotionale Übertragungen und Gegenübertragungen auf.

Existentials (E)

Aus der Sicht der philosophischen Anthropologie sind die Kommunikation und das Verstehen die Grundlagen menschlicher Existenz. Schon Säuglinge konstruieren kreativ aus den vielfältigen Inputs ihre eigene Welt. Es entstehen neuronale Netze im Gehirn, die alle psychischen Erlebnisse hervorbringen. Diese werden im Fluss der Zeit von der Vergangenheit über die Gegenwart bis hin in die Zukunft organisiert. Das funktioniert aber nur im Dialog mit anderen Menschen. Erst diese Kommunikation und das gegenseitige Verstehen ermöglichen die existenzielle Selbstreflexion des Gehirns und dann die kreative Gestaltung sowohl der eigenen Innenwelt als auch der realen Außenwelt.

Anmerkung: Schwerpunkte der Arbeiten von Holm-Hadulla sind die Kreativität des Menschen und auch die Verbindung von Kreativität und Depression. So betitelt er eines seiner Bücher mit „*Kreativität zwischen Schöpfung und Zerstörung*“ als eine Synthese neurobiologischer, empirisch-psychologischer und kulturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse.

[25] Grundbegriffe der Schematherapie

Die Schematherapie baut auf verschiedenen psychologischen und psychotherapeutischen Ansätzen auf und wurde vor allem von *Jeffrey Young* (2005) aus den kognitiven Theorien von *Aaron Beck* und *Howard Leventhal* entwickelt. Eine grundlegende Zusammenfassung erfolgte durch *Eckhard Rödiger* (2009).

[25.1] Die Grundbedürfnisse

Jeder Mensch hat mindestens fünf Grundbedürfnisse (Basismotive M1 bis M5):

- (M1) Bindungs- und Schutzbedürfnis*
- (M2) Leistungsstreben und Autonomie*
- (M3) Kontrolle und Sicherheit*
- (M4) Selbstwerterhöhung und Geltung*
- (M5) Lustgewinn und Unlustvermeidung*

Die Befriedigung der vitalen Triebe wird dabei dem allgemeinen Lustprinzip (M5) zugeordnet. Diese Grundbedürfnisse können in bestimmten Lebenssituationen in Widerspruch zueinander geraten. Beispielsweise können folgende Konflikte auftreten: Wenn ich zum Beispiel Lust habe, Achterbahn zu fahren, kann meine Angst, die Kontrolle zu verlieren so groß sein, dass ich es doch nicht tue (M5 vs. M3). Eine Frau ist mit einem Mann verheiratet, der sie schlägt. Einerseits möchte sie gerne die Beziehung aufrechterhalten, andererseits ist ihr Selbstwertgefühl durch die Demütigungen bedroht (M1 vs. M4). Ein Mann geht leidenschaftlich gerne Tennis spielen. Seine Frau ist aber eifersüchtig, weil er die Zeit nicht mit ihr verbringt und macht ihm dauernd Vorwürfe (M5 vs. M1). Ein Mensch bevorzugt bestimmte sexuelle Praktiken, schämt sich aber sie umzusetzen (M5 vs. M3). Eine Frau ist eigentlich glücklich mit einem Mann verheiratet, der aber spielsüchtig ist und so ihre existentielle Sicherheit bedroht (M1 vs. M3).

[25.2] Was ist ein Schema?

Sinnesreize aus der Umwelt erzeugen Erlebnisse. Dabei sind im Gehirn bestimmte Gruppen von Nervenzellen aktiv. Bei intensiven oder oft wiederholten oder emotional bedeutsamen Erlebnissen werden die aktivierten Nervenzellen stärker miteinander vernetzt („What fires together, wires together.“). Die dadurch abgespeicherten neuronalen Muster entsprechen den erlebten Kognitionen (Gedanken, Vorstellungen, Erinnerungen), Emotionen, Körperempfindungen und Verhaltensweisen. Dieses Bündel von zusammengehörigen Erlebnissen wird als ein **Schema** bezeichnet. Die grundlegenden Schemata entstehen in der Kindheit oder Adoleszenz. Einmal erworbene und abgespeicherte (eingebrennte) Schemata werden in ähnlichen Reizsituationen immer wieder aktiv und steuern dann automatisch das aktuelle Erleben und Verhalten.

[25.3] Maladaptive Schemata

Dysfunktionale bzw. maladaptive (schlecht angepasste) Schemata entstehen durch schädliche Kindheitserlebnisse, die auf der Verletzung menschlicher Grundbedürfnisse beruhen und die sich während der Kindheit regelmäßig wiederholen. Bisher wurden achtzehn maladaptive Schemata festgestellt, von denen meistens auch mehrere bei ein- und derselben Person auftreten können, und welche auf fünf **Schemadomänen** aufgeteilt sind. Dabei wird jeder Domäne eine Frustration des entsprechenden Grundbedürfnisses zugeordnet.

D1. Schemadomäne *Trennung und Zurückweisung*

(Disconnection and Rejection) - Frustration von M1.

- Emotionale Vernachlässigung (Emotional Deprivation)
- Verlassenheit / Instabilität (Abandonment / Instability)
- Misstrauen / Missbrauch und Misshandlung (Mistrust / Abuse)
- Soziale Isolation / Entfremdung (Social Isolation / Alienation)
- Unzulänglichkeit / Scham (Defectiveness / Shame)

D2. Schemadomäne *Beeinträchtigung von Leistung und Autonomie*

(Impaired Performance and Autonomy) - Frustration von M2.

- Erfolglosigkeit / Versagensängste (Failure)
- Abhängigkeit / Inkompetenz (Dependence / Incompetence)
- Verletzbarkeit / Anfälligkeit für Schädigungen (Vulnerability to Harm or Illness)
- Verstrickungen / Unentwickeltes Selbst (Enmeshment / Undeveloped Self)

D3. Schemadomäne *Beeinträchtigung im Umgang mit Begrenzungen*

(Impaired Limits) - Frustration von M3.

- Besondere Anspruchshaltung / Großartig-Sein-Wollen (Entitlement / Grandiosity)
- Unzureichende Selbstkontrolle / Selbstdisziplin (Insufficient Selfcontrol / Selfdiscipline)

D4. Schemadomäne *Fremdbezogenheit*

(Other-Directedness) - Frustration von M4.

- Unterwerfung / Unterordnung (Subjugation)
- Selbstaufopferung (Self-Sacrifice)
- Streben nach Zustimmung und Anerkennung (Approval-Seeking / Recognition-Seeking)

D5. Schemadomäne *Übertriebene Wachsamkeit und Gehemmtheit*

(Overvigilance and Inhibition) - Frustration von M5.

- Emotionale Gehemmtheit (Emotional Inhibition)
- Überhöhte Standards / Überkritische Haltung (Unrelenting Standards / Hypercriticalness)
- Negative und pessimistische Einstellung (Negativity)
- Selbst-Bestrafungsneigung (Punitiveness)

[25.4] Die drei Bewältigungsmodi

Unter einem Modus versteht man eine aktuelle Erlebnisart und Verhaltensweise vor dem Hintergrund von erworbenen und eingebrannten Schemata. Weil die meisten Schemata den Bereich der zwischenmenschlichen Beziehungen betreffen, entstehen dort auch die meisten Konflikte. Zur Konfliktlösung gibt es drei typische Bewältigungsmodi:

(B1) Erdulden (Unterwerfung)**(B2) Vermeiden (Gefühlsabspaltung)****(B3) Auflehnen (Kompensation)**

Jeder Konflikt erzeugt eine erhöhte intrapsychische Anspannung. Diese wird vermindert durch passives Erdulden einer verletzenden Situation (B1) oder durch ein Vermeiden der Situation und durch ein gefühlsmäßiges Abtrennen (B2) oder durch kämpferische Aktivitäten zur Verbesserung der Situation (B3).

Übersicht über die Schemata und Bewältigungsmodi (nach Nils Svensson):

SCHEMA	ELTERNVERHALTEN	KOGNITION	ERDULDUNG	VERMEIDUNG	KOMPENSATION
Emotionale Vernachlässigung (1) Dom. 1	Vernachlässigung, Kälte/Ablehnung.	Ich bin wertlos, überflüssig. Ich muss alles selbst tun, weil mir niemand hilft.	Mangel an Selbstfürsorge, Selbstschutz und Selbstorganisation.	Rückzug, einsamer Wolf, Tagträume.	Ausbeutung anderer, Promiskuität, oder Helfersyndrom, Aufopferung, stark anklammerndes Verhalten.
Verlassenheit Instabilität (im Stich gelassen) (2) Dom. 1	instabile Zuwendung, Wechsel von Fürsorge und Alleinlassen.	Alles, was ich habe, werde ich wieder verlieren. Wenn es gut geht, droht wieder Unglück.	Eifersucht, Ängstlichkeit in Beziehungen, Beziehungen zu Menschen suchen, die nicht erreichbar sind.	Beziehungsvermeidung, Intensive Hobbies, die man alleine ausüben kann, viele, oberflächliche Freundschaften haben.	Hohe Forderungen an andere, erhöhte Kontrolle, Oder andere von sich abhängig machen, Beziehungen abbrechen, bevor der andere geht, Besonders Sein .
Missbrauch / Misshandlung (3) Dom. 1	Emotionaler, körperlicher oder sexueller Missbrauch.	Nähe tut weh. Andere sind böse zu mir. Ich habe es nicht besser verdient.	Fixierung auf missbrauchende Beziehungen, Umgebung misstrauisch beobachten.	Beziehungsvermeidung, gleichgeschlechtliche Beziehungen, Asexualität, keinen Heranlassen.	Politisch-feministisches Engagement, Kampfsport, zuerst missbrauchen bzw. angreifen, Bestrafungsneigung oder übermäßig vertrauenselig sein.
Soziale Isolation (4) Dom. 1	Wagenburg-Familien, soziale oder ethnische Minderheiten.	Ich bin anders als die anderen. Ich werde nicht verstanden.	Kein Bemühen um Integration, Überempfindlichkeit für Ausgrenzungssituationen.	nur enge Verbindungen zur Familie oder Gleichgesinnten eingehen.	starkes Leistungsverhalten und übermäßig Unterordnung unter Gruppennormen oder Bandenbildung, Delinquenz, Sabotage.
Unzulänglichkeit/ Scham (5) Dom. 1	dem Kind vermitteln, es sei nicht liebenswert; aktiv demütigen, herabsetzen oder benachteiligen.	Ich bin nicht o.k. und das werden die anderen bald merken. Ich bin an allem Schuld.	beschämende Arbeiten oder Beziehungen aufrecht erhalten, keine Kompetenzen/Bildung entwickeln, Sündenbockrolle.	Kontaktscheue, „stille Wasser“, übermäßige Anpassung, nichts von sich erzählen.	unerbittliche Ansprüche , einseitige Fähigkeiten ausbilden, Überkorrektheit oder grandiose Selbstüberschätzung mit Herabsetzung anderer, Exhibitionismus.
Erfolglosigkeit/ Versagensängste (6) Dom. 2	fehlende Unterstützung und Ermutigung.	Alle anderen können das besser. Ich werde das nie schaffen.	Arbeit unter Niveau annehmen u. beibehalten. Schicksalsergebenheit.	Verbitterung, Resignation. Sich nicht fortbilden, keine Risiken eingehen.	Unerbittliche Ansprüche , Perfektionismus oder die Leistung der anderen kleinmachen.
Abhängigkeit/ Inkompetenz (7) Dom. 2	überevorsichtige Eltern, Überprotektion, Kinder nichts ausprobieren lassen.	Die Welt ist gefährlich, unberechenbar und feindlich. Ich kann das nicht alleine.	Sich in Beziehungen vom Partner abhängig machen, nichts alleine entscheiden.	Keine Verantwortung übernehmen, sich nie gegen mächtige Andere stellen.	„sichere“ Berufe ergreifen (Beamtung, Bank), sich mächtigen Vereinen anschließen oder Pseudoautonomie.
Verletzbarkeit (8) Dom. 2	Überbeschützende, ängstliche, kontrollierende Eltern.	Neues und Fremdes ist gefährlich.	Ständiges Suchen nach gefährlichen Informationen und drohenden Gefahren.	sich alleine nicht in neue oder unübersichtliche Situationen begeben.	Starkes Absicherungsverhalten (Versicherungen), Negatives Hervorheben oder aktives Risikoverhalten.
Verstrickung/ Unentwickeltes Selbst (9) Dom. 2	Kinder systematisch von sich abhängig halten, Schuldgefühle erzeugen.	Wir können ohne einander nicht sein.	Bindung an die Eltern nicht aufgeben, häufige Kontakte.	keine anderen Beziehungen eingehen.	Aggressives Vertreten der Familie als solche oder rigide Abgrenzung, „Ersatzfamilien“ (Wohngemeinschaften).

SCHEMA	ELTERNVERHALTEN	KOGNITION	ERDULDUNG	VERMEIDUNG	KOMPENSATION
Anspruchshaltung/ Grandiosität („besonders sein“) (10) Dom. 3	fehlende Grenzsetzung oder Kompensation von emotionaler Deprivation, Minderwertigkeit oder sozialer Unerwünschtheit.	Das steht mir zu. Ich bin etwas Besonderes. Ich darf das, für mich gelten andere Regeln.	Bedürfnisse anderer nicht wahrnehmen, Mangel an Selbstreflexion, für sich Ausnahmen von allgemeinen Regeln beanspruchen.	Keine Schwäche zeigen, nie Abhängigkeiten eingehen, Alleinsein/Einsamkeit und Situationen meiden, in den man nicht „glänzen“ kann.	Willige Untergebene großzügig fördern, Durch Spenden sich als Gönner zeigen, Andere am eigenen Wohlstand teilhaben (und sich dafür feiern) lassen.
Unzureichende Selbstkontrolle/ Selbstdisziplin (11) Dom. 3	schlechte Elternvorbilder, zu wenig Disziplin-Vermittlung.	Ich kann das nicht aushalten. Ich muss etwas tun.	mangelnde Frustrationstoleranz, sich selbst Verstöße gegen eigene Regeln immer wieder durchgehen lassen.	Vermeidet Konflikte, Schmerzen, Verletzbarkeit, Verantwortung für andere zu übernehmen.	Sucht kriminelles Verhalten, auf schnelle Gewinne zielen (Börse), oder kurzfristige Versuche, Projekte mit „Gewalt“ oder mit Selbstkasteiung erfolgreich abzuschließen.
Unterwerfung/ Unterordnung (12) Dom. 4	kontrollierende, strenge Eltern, die keinen Widerspruch dulden.	Die anderen wissen es besser und haben immer recht.	Unterordnung unter die Bedürfnisse und Befehle anderer.	Durch übermäßig genaues Regelbefolgen und „voraus-eilendes Gehorsam“ vermeiden, andere zu ärgern	Identifikation mit dem Aggressor, Autoritätsgläubigkeit oder Rebellion, passiv-aggressives oder provozierendes Verhalten (auch politisch), Gewerkschaftler.
Aufopferung (13) Dom. 4	überforderte schwache Eltern, parentifizierte Kinder.	Ich muss für das Wohl der anderen sorgen. Die anderen brauchen meine Hilfe.	eigene Bedürfnisse zurückstellen, Vergütungen aufschieben, helfende Berufe ergreifen.	Keine engen Beziehungen eingehen, in denen Erwartungen entstehen könnten.	Enttäuschung, wenn eigene Aktivitäten nicht mit Dankbarkeit oder Zuneigung beantwortet werden oder überbetonte Abgrenzung.
Streben nach Zustimmung und Anerkennung („Beachtung suchen“) (14) Dom. 4	Verhaltensabhängige Belohnung durch die Eltern, Unsichere Bindung.	Ich muß es anderen Recht machen, um etwas Wert zu sein.	Übermäßiges Streben nach Anerkennung, ohne Lob ist die eigene Leistung nichts wert.	Verhält sich konformistisch und weicht strengen Personen aus, um nicht „dumm aufzufallen“.	Drängt sich auf die „Bühne“ und spielt sich in den Vordergrund (auch wenn es peinlich ist) oder extremer Individualismus und Nonkonfirmismus, Punker.
Emotionale Gehemtheit (15) Dom. 5	Kalte, unemotionale Eltern, Bestrafung von spontanem, lebendigen Verhalten.	Wenn ich meine Gefühle zeige, werde ich bestraft.	Übermäßige Emotionskontrolle und Überbetonung von Rationalität und Ordnung.	Spontaneität meiden, steif-förmliches Verhalten, z.B. nicht ekstatisch tanzen.	Vorliebe für straffe Strukturen (Militär, Polizei) oder Neigung zu Exzessen (besonders unter Alkohol/Drogen).
Unerbittliche Standards, überhöhte Ansprüche (16) Dom. 5	Leistungsbezogene Zuwendung, „Liebe für Leistung“	Nur wenn ich gut bin, bin ich etwas wert.	Ehrgeiz, Perfektionismus, enge Zeitplanung, Effizienzdenken, immer einen „Vorrat“ an Arbeit und Verpflichtungen haben.	unstrukturierte Situationen Pausen und Ruhe meiden, keine schweren Aufgaben übernehmen.	Erhöhtes Leistungsverhalten als „ganz normal“ darstellen oder Aussteigen und Leistungsverhalten per se in Frage stellen.
Negatives hervorheben (17) Dom. 5	Überängstliche, katastrophisierende Eltern.	Wenn es mal gut geht, kommt bald ein Übel.	sich viel mit Katastrophen beschäftigen, immer die schlechteste Lösung erwarten.	sich nur in gewohnten Kreisen bewegen, keine Experimente machen.	Versicherungen abschließen, machen, was andere tun oder gefährliche Situationen kleinreden, Risikoverhalten.
Bestrafungsneigung (18) Dom. 5	Eltern vermitteln das Gefühl, dass das Kind böse ist und bestraft werden muss.	Der Mensch ist im Kern böse und muss durch Strafe erzogen werden.	Sich und anderen keine Fehler durchgehen lassen, auf Strafe bestehen.	Alle Regeln peinlich befolgen, um keine Fehler zu machen.	Sich hinter überpersönlichen Regeln verstecken oder heuchlerisch Milde zeigen (und innerlich wütend sein).

[25.5] Die Kind- und Eltern-Modi

Bedeutsam und sehr wichtig für die Entwicklung sind jene verinnerlichten Schemata, welche die Eltern-Kind-Beziehung betreffen.

Die vier Kind-Modi:

(K1) Das verletzte Kind.

Das sind einsame, verlassenene, zurückgewiesene, misshandelte, missbrauchte Kinder, aber auch solche, die schon viele Entbehrungen erlitten haben. Diese Kinder reagieren häufig depressiv, apathisch und antriebslos.

(K2) Das verärgerte Kind.

Wegen wiederholter Frustration ihrer Grundbedürfnisse sind diese Kinder verärgert und reagieren dann zornig, ohne ihre Handlungsfolgen zu bedenken.

(K3) Das impulsive, undisziplinierte Kind.

Das sind Kinder mit einer sehr schwachen Impulskontrolle. Es geht ihnen nur um die Erfüllung der eigenen Bedürfnisse und Wünsche, wobei sie sozial rücksichtslos agieren.

(K4) Das glückliche Kind.

Diesen Kindern werden ihre Bedürfnisse innerhalb angemessener Grenzen weitgehend erfüllt. Sie können dann Befriedigungen aufschieben und Frustrationen aushalten.

Die vier Eltern-Modi:

(E1) Die strafenden Eltern.

Diese Eltern bestrafen ihre Kinder sehr häufig, weil sie unfolgsam und „böse“ sind. Sie verlangen von den Kindern autoritär eine bedingungslose Gehorsamshaltung.

(E2) Die fordernden Eltern.

Diese Eltern erwarten und fordern von ihren Kindern außerordentliche Leistungen und setzen sie unter einen permanenten Leistungsdruck.

(E3) Die nachgiebigen Eltern.

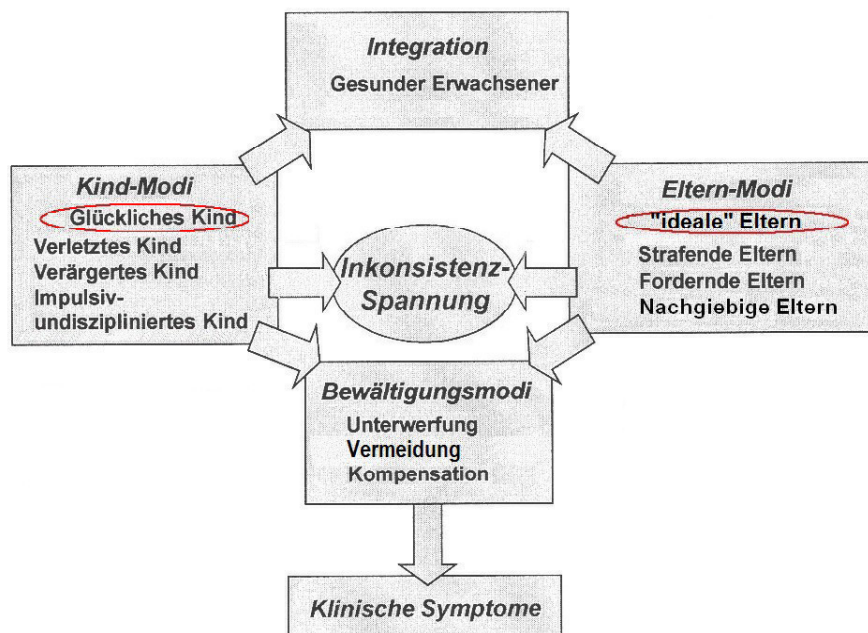
Sie erfüllen ihren Kindern alle Wünsche, verwöhnen und verzärteln sie. Sie setzen ihren Kindern wenige oder gar keine Grenzen, so dass diese dann keine Frustrationstoleranz und keinen Befriedigungsaufschub erlernen.

(E4) Die „idealen“ Eltern.

Sie pflegen einen liebevollen und einfühlsamen Umgang mit ihren Kindern, aber sie setzen ihnen auch mit Achtsamkeit und Konsequenz angemessene Grenzen. Sie finden die richtige Balance zwischen Nähe und Distanz.

Zwischen diesen Modi können innere Spannungen (Inkonsistenzen) entstehen, beispielsweise zwischen dem Modus des verletzbaren Kindes und dem Modus der fordernden Eltern. Wenn letzterer durch Identifikation mit den als übermächtig erlebten Eltern vom Kind verinnerlicht wird, dann entsteht ein entsprechendes inneres Schema, um fortan den Anforderungen der Eltern besser genügen zu können. Dabei kann das Kind unterschiedliche Verletzungen seiner eigentlichen Bedürfnisse und Wünsche erfahren. Die daraus resultierende Spannung kann durch verschiedene Bewältigungsversuche entsprechend den drei Bewältigungsmodi gemindert werden. Im positiven Fall führen diese Bewältigungsversuche dazu, dass einerseits den Forderungen der inneren Eltern Rechnung getragen wird, andererseits aber auch die Bedürfnisse des Kindes zumindest minimal befriedigt werden. Wird durch diese Versuche keine ausreichende Spannungsreduktion erreicht, dann droht ein Abrutschen in klinische (psychosomatische) Symptome.

Die nachfolgende Grafik zeigt das Zusammenwirken der Modi.
(Modifiziert aus „Arbeitsblätter zur Schematherapie“ von Eckhard Rödiger).



[25.6] Die Schematherapie

Das übergreifende Ziel in der Schematherapie besteht darin, mit dem Patienten zu erarbeiten, welche Bedürfnisse in seiner Biografie nicht erfüllt wurden, wie dysfunktionale Schemata und Modi sich entwickelt haben, wie diese den Patienten gegenwärtig einschränken, und wie eigene Bedürfnisse aktuell angemessener erfüllt werden können. Dazu wird gemeinsam ein individuelles Modusmodell erarbeitet. In der folgenden Behandlung werden alle auftretenden Probleme oder Symptome mit diesem Moduskonzept erklärt und behandelt. Das heißt, es wird jeweils erarbeitet, welche Modi bei einem bestimmten Problem beteiligt sind, und dann modusspezifisch interveniert. Für jeden Modustyp werden jeweils spezifische Behandlungsziele verfolgt. Um diese Ziele zu erreichen, werden kognitive, emotionsorientierte sowie verhaltensorientierte Interventionen eingesetzt. Darüber hinaus wird die Therapiebeziehung gezielt als „begrenzte elterliche Fürsorge“ (*limited reparenting*) konzeptualisiert in Verbindung mit dem Setzen von angemessenen Grenzen.

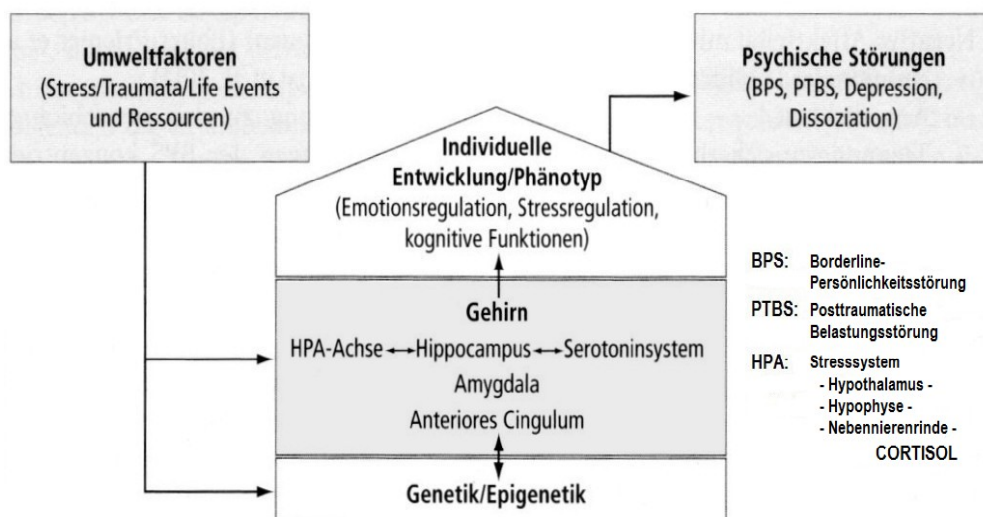
Die in der Kindheit erworbenen Schemata werden in ähnlichen Reizsituationen immer wieder aktiviert und entwickeln so eine Beharrungstendenz. Sie wirken als Attraktoren und Regulatoren für zukünftiges Erleben und Verhalten, auch wenn sie im Erwachsenenalter nicht mehr zielführend bzw. konfliktlösend sind. Sie wirken dann in vielen Situationen dysfunktional bzw. maladaptiv, d.h. störend und unangepasst. Sie erhöhen das Niveau der intrapsychischen Spannung und können dadurch zur Ursache von psychosomatischen Krankheiten werden. Im Mittelpunkt der Schematherapie steht daher die Veränderung der maladaptiven Schemata. Damit dies gelingt, muss in einer ersten Phase (*Eingangsphase*) eine vertrauensvolle Allianz zwischen Patient und Therapeut aufgebaut werden, welche von gegenseitiger Achtung geprägt ist. Dabei muss der Therapeut helfen wollen, und der Patient muss sich helfen lassen. Ein wichtiges Element ist die Psychoedukation, d.h. die bewusste Aufklärung des Patienten durch die Vermittlung von psychologischen Wissen.

In einer zweiten mühevollen, länger dauernden Phase (*Umlernphase*) müssen in fünf Therapieschritten (T1 bis T5) die alten, dysfunktionalen Schemata durch neue, funktionale Schemata ersetzt werden. Um sich die fünf Schritte zur Schemaveränderung zu merken, kann man die entsprechenden Anfangsbuchstaben zu dem Kunstwort „**B-E-A-T-E**“ zusammenfassen (nach Eckhard Rödiger).

- (T1) Zuerst wird nach der Auslösesituation gefragt. Auftretende Gefühle werden **benannt (B)**.
- (T2) Das ausgelöste Erleben wird einem bekannten Schema aus einer Schemadomäne und einer vermuteten Entstehungssituation aus der Kindheit zugeordnet. Dabei werden entsprechende Bewältigungsversuche (Erdulden, Vermeiden, Auflehnen) **erkannt (E)**. Die Suche nach dem „verletzten Kind“ im Labyrinth der Gedanken und Gefühle ist der Ariadnefaden der Schematherapie.
- (T3) Nach den Erkenntnissen von Stufe 2 werden die hinterfragten Erlebnis- und Verhaltensweisen als alte, kindhafte Antworten auf die damalige Lebenssituation **akzeptiert (A)**. Gleichzeitig wird die Notwendigkeit nach einem neuen, besseren Schema anerkannt.
- (T4) Durch die achtsame Haltung von Stufe 3 wird die innere Distanzierung vom Zwang des alten Schemas erleichtert. So wird die Möglichkeit geboten, sich von den alten ineffizienten Bewältigungsversuchen zu **trennen (T)** bzw. sie „loszulassen“.
- (T5) Zuletzt wird ein neues, funktionales Schema formuliert und durch Üben und Wiederholen nachhaltig eingespeichert bzw. **eingebraunt (E)**.

Therapeutisch sinnvoll ist die Ausführung eines täglichen *Rituals*, bei dem an jedem Abend eine Rückschau auf den vorangegangenen Tagesablauf durchgeführt wird. Auch das Anlegen eines *Schema-Tagebuchs* hilft das tägliche Geschehen besser wahrzunehmen und auf die erzielten Effekte zu achten. Damit sollen die neuen Schema-Aktivierungen bewusster beachtet und auch geplant werden. Entsprechende *Imaginations-Übungen* erweisen sich ebenfalls als hilfreich.

[25.7] Die Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS)



Die Grafik zeigt die komplexen Zusammenhänge bei der Entstehung psychischer Störungen. (Aus „Neurobiologie und Psychotherapie“ von Juckel/Edel, Seite 224).

Menschen mit einer Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS) haben in fast allen Bereichen ihres Lebens Probleme. Sie erleben sich häufig als „innerlich zerrissen“ und wissen oft nicht, wer sie sind oder was sie wollen. Besonders in Beziehungen zu anderen Menschen kämpfen sie mit rasch wechselnden Stimmungen, mit Schwierigkeiten, Nähe und Distanz zu regulieren, und mit ausgeprägter Angst, verlassen zu werden. Sie neigen zu impulsiven Handlungen, erleben Wutausbrüche und Krisen und wissen nicht, aus welchem Grund sie sich und ihre Gefühle nicht unter Kontrolle haben. Sie werten sich häufig stark selbst ab, führen sogar Selbstbestrafungen durch. Alltagsprobleme erscheinen unüberwindlich, das macht sie ängstlich und wütend. Oft versuchen Menschen mit BPS ihre überwältigenden Emotionen durch Substanzmissbrauch (mit Drogen und Alkohol), Dissoziationen oder Essanfälle zu dämpfen. Viele Menschen mit BPS sind intelligent und kreativ, schaffen es aber nicht, solange sie krank sind, ihre Talente erfolgreich zu nutzen. Sie können oft ihre Ausbildung nicht beenden und arbeiten auf Niveaus unterhalb ihrer Fähigkeiten.

(a) Das Entstehungsmodell der BPS

- **Das Temperament:** Forschungsergebnisse lassen vermuten, dass Menschen mit BPS ein ganz bestimmtes Temperament mitbringen, das zu einer erhöhten emotionalen Empfindlichkeit führt. Das bedeutet, dass sie im Vergleich zu anderen Menschen Gefühle viel intensiver wahrnehmen und häufig von schnell wechselnden Gefühlen überflutet werden. Eine emotionale Erregung wird schon durch kleinere Auslöser hervorgerufen, hat einen stärkeren Ausschlag und es dauert länger, bis sie wieder abklingt.

- **Die verletzende Umwelt und die Nichterfüllung der Grundbedürfnisse:** Menschen mit BPS kommen meist aus einer unsicheren, chaotischen, wenig liebevollen, hart strafenden, sehr kritischen und/oder abwertenden (familiären) Umgebung. Die Grundbedürfnisse von Kindern wie Sicherheit, Wärme, Geborgenheit und Aufmerksamkeit werden nicht erfüllt. Der Ausdruck von Gefühlen und Bedürfnissen führt meist zu Schwierigkeiten oder wird sogar bestraft. Studien belegen den Zusammenhang zwischen der Entstehung von BPS und traumatischen Erfahrungen, wie sexuellem oder emotionalem Missbrauch und Vernachlässigung oder Verlust eines Elternteils während der Kindheit.

- **Biologische Ursachen:** Neurobiologische Untersuchungen zeigen bei Patienten mit BPS einen deutlich erhöhten Cortisolspiegel im Blut und erniedrigte Serotoninaktivität im orbitofrontalen Cortex. Dadurch kommt es zu einer abgeschwächten inhibitorischen Wirkung auf die Amygdala im limbischen System, was zu herabgesetzter Kontrolle emotional-affektiver Impulse führt.

Die Kombination dieser drei Faktoren bildet die Entstehungsbasis der BPS und führt dazu, dass betroffene Kinder keine gesunden Konzepte von sich selbst und ihrer Umwelt erlernen können. Dadurch, dass die Grundbedürfnisse nicht erfüllt werden, entsteht der Modus des verlassenenen, *verletzten Kindes*. Die abwertenden Botschaften, die Bestrafung und die Kritik durch die Eltern oder durch andere an der Erziehung beteiligte Personen internalisiert (verinnerlicht) das Kind im *strafenden Modus*. Es werden intensive unangenehme Emotionen ausgelöst, die sich durch die erhöhte emotionale Empfindlichkeit noch weiter verstärken. Menschen mit BPS sind deshalb schon sehr früh gezwungen, Methoden zu erlernen, die den Schmerz abdämpfen. So entsteht der *Selbstschutzmodus*, der im späteren Leben sofort anspringt, wenn eine emotionale Erregung stattfindet, um das verletzte und verlassene Kind vor weiteren Enttäuschungen zu beschützen. Gleichzeitig kann so kein anderer Umgang mit Emotionen und Bedürfnissen erlernt werden. Es können keine gesunden, heilenden Beziehungen aufgebaut werden. Das verletzte, verlassene Kind bleibt allein und schutzlos. Der Modus des gesunden Erwachsenen kann sich nicht bilden.

(b) Typische Schemata und Modi der BPS

Problematische Kindmodi - das verletzte, zornige, impulsive Kind

- **Der Modus des verletzten, verlassenem Kindes.** In dem Modus fühlen sich Menschen schwach, verlassen, ängstlich, traurig, ungeliebt und bedroht. Sie haben große Schwierigkeiten, allein zu sein und versuchen alles Mögliche, um dies zu verhindern. Gleichzeitig fällt es ihnen aufgrund von missbräuchlichen Erfahrungen schwer, anderen zu vertrauen und sie haben große Angst, verletzt oder verlassen zu werden. In diesem Modus haben Menschen kein Vertrauen in die eigenen Fertigkeiten. Sie fühlen sich hilf- und hoffnungslos und suchen jemanden, der sich um sie kümmert und die Verantwortung für sie übernimmt. Oft werden diese Personen idealisiert.

- **Der Modus des zornigen Kindes.** In diesen Modus kommen Menschen, wenn sie sich ungerecht behandelt oder zurückgewiesen fühlen und Bedürfnisse wiederholt nicht erfüllt wurden. Sie reagieren dann mit starker Wut, die sie kaum kontrollieren können. Hierzu gehören Wutanfälle, Suizidandrohungen, verbale oder tätliche Aggressionen, das Werfen von Gegenständen oder das Knallen von Türen. Die meisten Menschen mit einer BPS haben aber eine große Angst vor Ärger und Wut und versuchen, diese Gefühle zu unterdrücken und nicht zu zeigen.

- **Der Modus des impulsiven Kindes.** Menschen in diesem Modus handeln sehr impulsiv und ohne nachzudenken, wenn sie ihre Bedürfnisse erfüllen wollen und sehen dies als eine Rebellion gegen eine ungerechte Welt. Typisch für diesen Modus sind impulsive Verhaltensweisen wie Alkohol- oder Drogenmissbrauch, Geldausgeben, Essanfälle, Selbstverletzungen und sehr hohes Risikoverhalten (z. B. riskantes Autofahren, riskanter sexueller Kontakt).

Problematischer Elternmodus - der strafende Modus

In diesem Modus haben Menschen das Gefühl, sie seien schlecht, wertlos, dumm, faul, hässlich. Er ist geprägt von Selbsthass, Selbstkritik, Schuld und Selbstabwertungen. Menschen bestrafen sich in diesem Modus z. B. mit Selbstverletzungen, Hungern oder Dursten oder erlauben sich nicht, sich um sich selbst zu kümmern und sich etwas Gutes zu tun. Der bestrafende Modus richtet sich gegen alle kindlichen Modi. Er verbietet und bestraft den Ausdruck von Bedürfnissen und Gefühlen. Der Ton ist höhnisch, missbilligend und demütigend. Dieser Modus gibt die internalisierten Botschaften von Eltern oder anderen wichtigen Bezugspersonen (Lehrer, Mitschüler, Geschwister, etc.) wieder, mit denen in der Kindheit negative Erfahrungen gemacht wurden.

Problematischer Bewältigungsmodus - der vermeidende Selbstschutzmodus

Sowohl die kindlichen Modi als auch der bestrafende Modus bringen sehr starke unangenehme Emotionen mit sich. Menschen mit BPS reagieren deshalb sehr häufig mit der Strategie der Vermeidung, um sich vor emotionalen Schmerzen zu schützen. Im Selbstschutzmodus kapselt sich die betroffene Person ab, sodass keiner an sie herankommt und sie verletzen kann. Menschen lenken sich in diesem Modus mit unterschiedlichen Dingen von unangenehmen Gefühlen und Gedanken ab. Hierzu gehören z.B. vermehrtes Arbeiten, Zwänge, Glücksspiel, Selbstverletzungen, Hochrisikoverhalten, übermäßiges Computerspielen oder Fernsehen, Essanfälle, Hungern, Erbrechen oder Tagträumen. Manchmal betreiben sie auch Substanzmissbrauch (Drogen/Alkohol), um ihre Emotionen zu dämpfen. Dissoziationen (Abspaltung und Trennung von Erlebnissen bzw. Störungen der Integration von Kognitionen und Emotionen) gehören zum Selbstschutzmodus. Dabei fühlen Menschen häufig „nichts“ oder fühlen sich „fremd“ oder „leer“. Dies ist der Modus, in dem sich Menschen mit BPS größtenteils befinden.

[26] Beispiele psychischer Störungen

[26.1] „ADHS“

ADHS bedeutet Aufmerksamkeitsdefizits- und Hyperaktivitäts-Syndrom („Zappelphilipp“). Es ist eines der meist verbreiteten psychiatrischen Krankheitsbilder bei Kindern und Jugendlichen. In Deutschland leiden daran ca. 5% der Gesamtbevölkerung. Knaben sind davon etwa viermal so oft betroffen wie Mädchen. Es gibt auch eine Form des Aufmerksamkeitsdefizits (ADS), bei der keine motorische Hyperaktivität vorhanden ist.

„Das Kind kann nicht still sitzen, redet immer dazwischen und kann nicht zuhören. Es hält sich an keine Spielregeln, will immer seinen Kopf durchsetzen und verhält sich zu anderen Kindern rücksichtslos.“ So oder so ähnlich klingen oft die Erfahrungsberichte von Eltern und Lehrern.

ADHS ist eine verminderte Fähigkeit zur Selbstkontrolle. Diese äußert sich vor allem in drei Bereichen (Symptomclustern):

- *Störungen der Aufmerksamkeit und Konzentration*
- *Mangelnde Kontrolle der affektiven Impulse*
- *körperliche Unruhe und starker Bewegungsdrang*

Verursacht wird ADHS primär durch verschiedene neurobiologische Faktoren, die genetisch vorgegeben sind. Vorrangig ist dabei ein Mangel an Serotonin und Dopamin. Zusätzlich kommt es zu einer stark verringerten Ausschüttung des Stresshormons Cortisol. Die neuronalen Steuerzentren für Aufmerksamkeit und Impulshemmung im Gehirn zeigen deutliche Unterfunktionen.

Die Aufrechterhaltung und der zeitliche Verlauf von ADHS werden durch psychosoziale Faktoren bestimmt. Entscheidend dafür sind die familiäre und die schulische Situation, z.B. Ehekrisen, mütterliche Depression, familiäre Gewalt, autoritär-repressive Lehrer, Mobbing durch Mitschüler. Auch ein Überangebot an Umweltreizen (Reizüberflutung) spielt eine Rolle.

Die Behandlung mit Ritalin (Methylphenidat)

Ritalin ist ein Wirkstoff aus der Gruppe der indirekten Sympathikomimetika. Es bindet nicht an adrenerge Rezeptoren, sondern bindet an die Transportproteine von Noradrenalin und Dopamin. Dadurch wird die präsynaptische Wiederaufnahme dieser Transmitter blockiert und damit stehen dann diese Transmitter am synaptischen Spalt verstärkt zur Verfügung. Auf diese Weise werden unter anderem die Konzentrationsfähigkeit und der Muskeltonus gesteigert. Paradoxerweise hat das Medikament auch eine beruhigende Wirkung.

Eine Ritalin-Gabe führt innerhalb etwa einer Stunde zu einer verbesserten Aufmerksamkeitsleistung und Kontrolle der Feinmotorik, welche für andere (Lehrer, Eltern, Mitschüler) deutlich beobachtbar sind. Die Wirkung hält etwa vier Stunden an und nimmt dann kontinuierlich ab. Die häufigsten Nebenwirkungen sind Durchschlafstörungen, Pulsbeschleunigung und Blutdruckanstieg. Seltener sind dagegen Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit oder psychische Symptome wie Ängstlichkeit, Depression oder auch Aggression. Während die kurzfristige Effektivität einer Ritalinbehandlung gut belegt ist, steht der Nachweis für langfristige Wirkungen noch aus.

Anstatt vorschnell genetisch bedingte Ursachen zu postulieren, die mit Medikamenten behandelt werden müssen, sollte ADHS eher als ein Signal des Kindes an die Umwelt verstanden werden, dass etwas nicht in Ordnung ist. Zuerst sollte abgeklärt werden, wie es um die innere Befindlichkeit des Kindes steht und was in den familiären und schulischen Beziehungen nicht stimmt.

Im ICD-10 sind nachfolgende Symptome aus den drei Symptomclustern Aufmerksamkeitsstörung, Hyperaktivität und Impulsivität als Diagnosekriterien für ADHS angegeben. Zur Diagnoserstellung müssen dann mindesten 6 Symptome aus dem ersten Cluster, 3 Symptome aus dem zweiten Cluster und 1 Symptom aus dem dritten Cluster für eine Zeitspanne von mindesten sechs Monaten erfüllt sein.

I. Aufmerksamkeitsdefizit

1. Beachtet Einzelheiten nicht oder macht Flüchtigkeitsfehler.
2. Hat oft Schwierigkeiten, die Aufmerksamkeit bei Aufgaben oder beim Spielen aufrechtzuerhalten.
3. Scheint häufig nicht zuzuhören, wenn andere sie/ihn ansprechen.
4. Hält sich oft nicht an Anweisungen und kann Arbeiten nicht zu Ende bringen.
5. Hat große Schwierigkeiten, Aufgaben sinnvoll zu organisieren.
6. Hat eine Abneigung gegen Aufgaben, die länger dauernde Anstrengung erfordern.
7. Verliert oft Gegenstände, welche sie/er für Aktivitäten benötigt.
8. Lässt sich sehr leicht durch äußere Reize ablenken.
9. Ist bei Alltagsaktivitäten vergesslich.

II. Hyperaktivität

1. Zappelt häufig mit Händen oder Füßen und rutscht auf dem Stuhl herum.
2. Steht in der Schulklasse oft auf, wo sie/er sitzen bleiben soll.
3. Lläuft häufig herum in Situationen, in denen dies unpassend ist.
4. Hat Schwierigkeiten, ruhig zu spielen oder sich ruhig zu beschäftigen.
5. Ist fast immer in Bewegung und kann durch Verbote kaum beeinflusst werden.

III. Impulsivität

1. Platzt oft mit der Antwort heraus, bevor eine Frage zu Ende gestellt ist.
2. Kann nur schwer warten, bis sie/er an der Reihe ist.
3. Unterbricht und stört andere häufig (Gespräche oder Spiele von anderen).

Verschiedene allgemeine Behandlungsansätze:

- Aufmerksamkeitstraining (sich auf einen Reiz länger konzentrieren, genau hinschauen und zuhören, Wahrgenommenes genau wiedergeben).
- Schrittweiser Erwerb von neuen Strategien zum erfolgreichen Problemlösen. Vertrauen gewinnen in die eigene Selbstwirksamkeit als Voraussetzung für ein sicheres Selbstwertgefühl.
- Erlernen von Verhaltensweisen zur Vermeidung von Ablenkungen.
- Vermittlung von Lernstrategien für den Schulunterricht.
- Im Elterstraining wird besonders auf das Erziehungsverhalten Wert gelegt. Ein strukturierter Tagesablauf durch Setzen von Grenzen und festen Regeln gibt dem Kind Halt und erleichtert seinen Alltag. Gleichzeitig sollen Eltern das Kind in Problemsituationen unterstützen. Die Methoden dafür sind z.B. Verstärkung durch Belohnung, Loben von angepasstem Verhalten und das Ignorieren von störendem Verhalten. Die Eltern müssen entlastet und auch unterstützt werden. Sie tragen nicht die Schuld an der Störung ihres Kindes!
- Begleitendes Entspannungstraining für das Kind.
- Förderung der Lebensfreude des Kindes, so dass es lernt entspannt zu genießen und sich auf Schönes zu freuen.

[26.2] „Burnout“

Das Burnout-Syndrom ist eine negative Folge von chronischem Stress. Langanhaltende Überforderung bzw. Überlastung kann Burnout (Ausgebranntheit) erzeugen. Das tritt vor allem in sozialen Berufen und im mittleren Management auf. Das Burnout-Syndrom äußert sich dabei in folgenden **drei** Hauptsymptomen:

- **BO1:** Überwältigende Erschöpfung (*overwhelming exhaustion*).
- **BO2:** Depersonalisierung bzw. Distanziertheit (*detachment*).
- **BO3:** Misserfolgserleben bzw. Gefühl der Wirkungslosigkeit (*inefficacy*), verminderte Leistungsfähigkeit.

Symptom BO1 kann eine physische oder psychische Erschöpfung sein und resultiert aus übermäßigen Anstrengungen bzw. andauerndem Stress. Die Betroffenen fühlen sich abgeschlagen, kraftlos, schwach, müde und matt. Sie leiden unter Antriebsschwäche, sind dauernd angespannt und leicht reizbar. Wichtige Merkmale sind Antriebsschwäche, Anspannung und Reizbarkeit.

Symptom BO2 ist eine häufige Folgeerscheinung der Erschöpfung. Mit dieser Reaktion auf die Überlastung stellen die Betroffenen eine Distanz zwischen sich selbst und ihren Mitmenschen (Kollegen, Kunden, Schülern, Patienten, Klienten, Pflegebedürftigen) her. Das äußert sich in zunehmender Gleichgültigkeit und oft auch zynischer Einstellung gegenüber diesen Personen. Sie lassen deren persönliche Probleme nicht mehr an sich herankommen und konzentrieren sich nur mehr auf den sachlichen Aspekt der Beziehung. Ihre Arbeit wird zur unpersönlichen Routine. Wichtige Merkmale sind Distanz, Gleichgültigkeit und Zynismus.

Symptom BO3 äußert sich in dem Gefühl, dass trotz besonderer Anstrengung nicht viel erreicht bzw. bewirkt wird. Es mangelt an Erfolgserlebnissen. Ein Resultat des Misserfolgserlebens sind depressive Verstimmtheit, Leistungsschwäche und reduzierte Selbstwirksamkeit. Darunter leidet dann der Glaube an die Sinnhaftigkeit der eigenen Tätigkeit. Als Kompensation stürzen sich die Betroffenen häufig verstärkt in andere Aktivitäten. Wichtige Merkmale sind Unwirksamkeit, Sinnleere und Hyperaktivität.

Für die Entstehung eines Burnout-Syndroms werden grundsätzlich **zwei** Ursachenbereiche angenommen: (1) Ein Ungleichgewicht zwischen Anstrengung und Erfolg (ERI, *effort-reward imbalance*). (2) Ein Missverhältnis zwischen der tatsächlichen Leistung (Ergebnis) und der erwarteten Leistung (Anspruch). Nach *William James* gilt: $\text{Selbstwert} = \text{Erfolg} / \text{Anspruch}$.

Des Weiteren sind **fünf** Persönlichkeitseigenschaften identifiziert, die ein Burnout begünstigen: (1) Perfektionismus, (2) Ehrgeiz, (3) Helfersyndrom, (4) Abhängigkeit, (5) mangelnde Stressbewältigung. Hauptgrund für eine ineffektive Stressbewältigung sind fehlende **Ressourcen**. Solche Ressourcen („Energiequellen“) sind gute soziale Beziehungen, positiver Feedback, Mitgestaltung an der Arbeit, fachliche Kompetenzen, Selbstmanagement, Selbststeuerung, Volition (Willensstärke und Durchsetzungsvermögen) und Entspannungsmöglichkeiten.

Zur **Vorbeugung** und auch zur **Therapie** des Burnouts ist die Stärkung der Ressourcen wichtig, wodurch gelernte Hilflosigkeit aktiv bekämpft werden kann. Den Ausgangspunkt zu einer effektiven Selbststeuerung sieht *Howard Gardner* in der Klärung von **drei** fundamentalen Fragen:

- **Wer bin ich?** Die Antwort besteht in einer Stärkung der eigenen Identität (Ich-Identität).
- **Was will ich?** Die Antwort besteht in einer Bewusstmachung der verbindlichen Werte und der beruflichen und privaten Ziele.
- **Wie erreiche ich meine Ziele?** Die Antwort besteht in einem Training von Selbstanalyse, Umsetzungskompetenzen, Volition und Ausgleich von Spannung und Entspannung.

Zur Diagnose eines Burnouts wurden verschiedene Tests entwickelt, beispielsweise der MBI (*Maslach Burnout Inventory*) oder der PBS (*Possnigg Burnout Selbsttest*). Der nachfolgende Fragebogen wurde vom *Präventionszentrum in Bad Bocklet* entwickelt. Er besteht aus 18 Fragen zu den drei Burnout-Symptomen Erschöpfung (BO1), Distanziertheit (BO2) und Misserfolgs-erleben (BO3). Für jede Frage gibt es 6 Antwortmöglichkeiten, die von 0 Punkten (d.h. „trifft überhaupt nicht zu“) bis 5 Punkten (d.h. „trifft voll und ganz zu“) reichen. Zur Testauswertung müssen alle angegebenen Punkte zu einem Gesamtwert (BW, Burnout-Wert) addiert werden.

Fragen**Punkte**

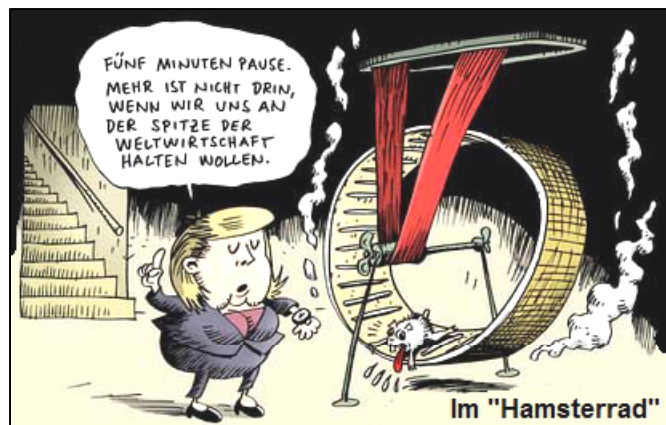
BO1, Erschöpfung	
(BO1.1) Ich fühle mich häufig müde oder ausgebrannt.	
(BO1.2) Es fällt mir schwer, mich auf meine Arbeit zu konzentrieren.	
(BO1.3) Ich bin oft emotional gereizt.	
(BO1.4) Ich fühle mich häufig körperlich schwach.	
(BO1.5) Meine Arbeit macht mir keine Freude mehr.	
(BO1.6) Ich fühle mich häufig emotional erschöpft.	
BO2, Distanziertheit	
(BO2.1) Meine Arbeit ist nur noch Routine, ich habe keinen persönlichen Bezug dazu.	
(BO2.2) Es fällt mir immer schwerer, mich bei der Arbeit auf andere Menschen einzustellen.	
(BO2.3) Ich kann meinen Kollegen immer weniger Wertschätzung entgegenbringen.	
(BO2.4) Meine Kollegen/Kunden/Patienten/Schüler sind mir zunehmend gleichgültig.	
(BO2.5) Ich bemerke, dass ich in meinem Arbeitsalltag immer zynischer werde.	
(BO2.6) Ich lasse nichts mehr an mich herankommen.	
BO3, Misserfolgs-erleben	
(BO3.1) Ich erhalte kaum positive Rückmeldungen über meine Arbeitsleistung.	
(BO3.2) Ich zweifle immer mehr daran, ob meine Arbeit überhaupt sinnvoll ist.	
(BO3.3) Die Anforderungen an mich sind in letzter Zeit immer höher geworden.	
(BO3.4) Ich habe das Gefühl, dass ich immer mehr arbeite und trotzdem immer weniger leiste.	
(BO3.5) Egal, wie sehr ich mich auch bemühe, ich erreiche doch nichts.	
(BO3.6) Ich glaube, dass alle meine Anstrengungen letztlich wirkungslos bleiben.	

Auswertung:

(1) Beträgt die Punktesumme in einer Unterskala 20 Punkte oder mehr ($\frac{2}{3}$ von maximal 30), dann liegt bereits ein Burnout vor, und eine Beratung bzw. Behandlung ist angeraten.

(2) Beträgt der totale Gesamtwert in allen drei Unterskalen zusammen 60 Punkte oder mehr ($\frac{2}{3}$ von maximal 90), dann liegt ein deutliches Burnout-Syndrom vor, und aufgrund des hohen Burnout-Risikos sollte eine professionelle Hilfe in Anspruch genommen werden.

Symptome	Punkte
BO1, Erschöpfung	
BO2, Distanziertheit	
BO3, Misserfolgs-erleben	
Gesamter Burnout-Wert:	



[26.3] „Angst“

(1) Merkmale der Angst

Grundsätzlich sind folgende Unterscheidungen zu treffen:

- Die angeborene Furcht- und Schreckreaktion als Reflex auf bedrohliche Reize.
- Ängstlichkeit als durchgängiges Persönlichkeitsmerkmal.
- Psychopathologische Furcht- und Angstzustände (Angststörungen).

Der Unterschied zwischen „normaler“ und „kranker“ Angst liegt in der „Unangemessenheit“ der Angstreaktion gegenüber den Bedrohungsquellen.

Die wichtigsten psychopathologischen Zeichen der Angst sind:

Stimmung: Einengung, Unsicherheit, Ausgesetzt-Sein, Sich-in-die-Enge-getrieben-Fühlen, ...

Antrieb: Anspannung, Unruhe, Erregung, Erstarren, ...

Bewusstsein: Reduktion des besonnenen und klaren Denkens, ...

Leibsymptomatik: Kopfdruck, Herzschmerzen, Zittern, Schwindel, Atemstörungen, Impotenz, ...

Sympathikus: weite Pupillen, Puls- und Blutdruckanstieg, Schwitzen, erhöhter Muskeltonus, ...

Parasympathikus: Übelkeit, Erbrechen, Harndrang, Durchfall, ...

Die Lebenszeitprävalenzen der Angststörungen zeigen Werte von 16% der Gesamtbevölkerung, 19% bei den Frauen und nur 10% bei den Männern.

(2) Formen der Angst

Die Angststörungen lassen sich in folgende Gruppen unterteilen:

- Phobien (spezifische Phobien, Agoraphobie, soziale Phobie)
- Panikstörungen
- Generalisierte Angststörungen
- Zwangsstörungen
- Posttraumatische Belastungsstörungen
- Trennungängste
- Komorbiditäten

(2.1) Phobische Störungen

Allen phobischen Störungen gemeinsam ist die irrationale Furcht vor bestimmten Situationen oder Objekten, die zu einem Vermeidungsverhalten und somit zur Kontrolle der eingegrenzten Angst führt. Häufig treten phobische Störungen als *spezifische Furchtzustände* vor Tieren wie Spinnen (Arachnophobie), engen Räumen (Klaustrophobie), Höhen, Flugzeugen, gefährlichen Gegenständen, Naturgewalten, Blut, Verletzungen, Krankheiten und medizinischen Geräten auf. Folgende Kriterien sprechen für eine phobische Störung:

1. Die Angst ist der Situation erkennbar nicht angemessen.
2. Die entsprechenden Angstreaktionen halten deutlich länger an, als nötig wäre.
3. Die besonders geartete Angst ist durch die Betroffenen weder erklärbar noch beeinflussbar oder zu bewältigen.
4. Die Ängste führen zu deutlichen Beeinträchtigungen des Lebens der Betroffenen.
5. Die Ängste schränken den Kontakt zu anderen Menschen ein.

(2.1.1) Agoraphobie

Furcht vor und ängstliche Vermeidung von öffentlichen Plätzen, Menschenmengen oder Alleinreisen. Das zentrale Thema ist die Befürchtung, in eine hilflose Situation geraten zu können. Die Betroffenen suchen in solchen Situationen häufig panisch nach einem möglichen Fluchtweg.

(2.1.2) Soziale Phobie

Furcht vor und ängstliche Vermeidung von sozialen Situationen, in denen der Betroffene einer vergleichenden Bewertung ausgesetzt sein könnte. Hinzu kommt noch die Angst vor leistungsbezogenem Versagen, sozialer Beschämung und Demütigung. Typisch ist auch die ausgeprägte Erwartungsangst vor einer bevorstehenden Konfrontation. Begleitende Symptome sind Zittern der Hände, Vermeidung von Blickkontakt, Erröten, Übelkeit und auch Harndrang. Ein ähnliches Symptombild zeigt die *Erythrophobie*, die Furcht vor dem Erröten (in Gegenwart anderer).

(2.2) Panikstörungen

Spontan auftretende Angstattacken, die nicht auf ein spezifisches Objekt oder eine spezifische Situation bezogen sind. Sie beginnen abrupt, erreichen innerhalb weniger Minuten einen Höhepunkt und dauern mindestens einige Minuten an. Typisch ist die anhaltende Besorgnis vor wiederkehrenden Angstanfällen (antizipatorische Angst, Phobophobie), woraus häufig ein agoraphobes Vermeidungsverhalten resultiert.

(2.3) Generalisierte Angststörungen

Unter generalisierten Angststörungen werden anhaltende Symptome von Angst zusammengefasst, die sich nicht auf bestimmte Objekte und Situationen beschränken. Die Betroffenen kennen den Auslöser ihrer Angst oft nicht und sind besorgt über ein bevorstehendes Unheil. Sie werden zum Beispiel von der Furcht gequält, dass sie oder ihre Angehörigen erkranken könnten. Generalisierte Angststörungen neigen zur Chronifizierung.

(2.4) Zwangsstörungen

Ein Zwang wird definiert als Gefühl eines subjektiven Gezwungenseins. Mentale Erlebnisse wie Zwangsvorstellungen sind ebenso häufig wie Zwangshandlungen, etwa Waschen, Zählen, Wiederholen oder Ordnen. Die Patienten leiden unter einem inneren Unvollständigkeitsgefühl und sind einem unangenehmen, quälenden und angstbesetzten emotionalen Stress ausgesetzt.

(2.5) Posttraumatische Belastungsstörungen (PTBS)

Im Zentrum einer posttraumatischen Belastungsstörung steht ein erlebtes Trauma, das lebensbedrohlich war und subjektiv Gefühle von Furcht oder Hilflosigkeit vermittelte. Diese Traumata führen zu atypischen, nicht normativen Stressreaktionen. Betroffene erleben das Trauma wieder oder erinnern sich daran, vermeiden äußere und innere traumabezogene Situationen, leiden unter Übersensibilität und assoziierten Defiziten. Zur Diagnosestellung einer PTBS müssen folgende Kriterien erfüllt sein: (1) ein bedrohliches, traumatisches Ereignis bei dem der Patient anwesend war, (2) ein unwillkürliches, ständiges, bildhaftes Wiedererleben des Traumas („Flashbacks“), (3) das zwanghafte Vermeiden von Reizen, die mit dem Trauma assoziiert werden, (4) eine Verminderung der Reagibilität („emotionale Erstarrung“), (5) anhaltende Symptome eines deutlich erhöhten Erregungsniveaus („Hyperarousal“), (6) eine mehrmonatige Dauer der Symptome.

(2.6) Soziale Ängstlichkeit im Kindesalter

Diese Störungen sind für das Kindesalter typisch, beginnen in der Regel vor dem sechsten Lebensjahr und manifestieren sich häufig durch Schulverweigerung („Schulphobie“) und körperliche Funktionsstörungen (Somatisierungen). Im Vordergrund steht entweder eine fokussierte, übermäßige Angst vor der Trennung von solchen Personen, an die das Kind gebunden ist (*Trennungsangst*), oder eine durchgängige oder wiederkehrende Angst vor fremden Personen (*Fremdenfurcht*). In beiden Fällen kommt es durch die unangemessene Angst zu einer Beeinträchtigung der sozialen Beziehungen und der schulischen Leistung.

(2.7) Komorbiditäten (Miterkrankungen)

Angststörungen weisen eine hohe Komorbidität sowohl untereinander, als auch zu Depressionen, somatoformen Störungen und Substanzmissbrauchsstörungen auf. Die Wahrscheinlichkeit, eine komorbide Störung zu entwickeln, ist bei Panikstörungen und Agoraphobie am höchsten.

(3) Ursachen der Angst

(3.1) Lerntheoretische Modelle

Der lerntheoretische Ansatz geht davon aus, dass Ängste durch (klassische oder operante) „Konditionierung“ entstehen. Tritt ein natürlicher Angstauslöser (z.B. lauter Knall) mehrmals gemeinsam mit einem neutralen Reiz (z.B. Licht) auf, dann wird die Angst schon alleine durch den neutralen Reiz ausgelöst. Durch Vermeiden der angstauslösenden Situation wird die Angst reduziert. Das führt zu einer Verstärkung des Vermeidungsverhaltens, d.h. der Betreffende „lernt“, dass das Vermeiden erfolgreich ist, indem es ihn vor aufkommenden Ängsten schützt. Dabei handelt es sich um ein fehladaptiertes, d.h. nicht wirklichkeitsgerechtes Lernen, bei dem zwischen der eigentlichen Angstquelle und dem bedingten Stimulus nicht mehr unterschieden werden kann. Aufgrund der anhaltenden Vermeidung bleibt eine korrigierende Lernerfahrung aus, sodass sich die pathologische Angstreaktion „etabliert“.

Bei der Panikstörung führt die Wahrnehmung von körperlichen Sensationen (z.B. Erhöhung der Herzfrequenz) und deren kognitive Bewertung als Gefahr (z.B. drohender Herzinfarkt) zu einer eskalierenden Angstreaktion.

(3.2) Kognitive Verhaltenstherapie (KVT)

Es ist unbestritten, dass Menschen, die unter vermehrten Ängsten leiden, die Welt anders und teilweise verzerrt wahrnehmen. Auf Dauer gesehen wird aus dieser verzerrten Wahrnehmung dann eine falsche „Bewertung“ der äußeren Welt. Man spricht in der kognitiven Therapie von der Entwicklung und Einnistung sogenannter „maladaptiver kognitiver Schemata“, also einer Art verinnerlichter „Vorurteile“ oder zumindest „Fehlurteile“ über die Gefährlichkeit der Welt.

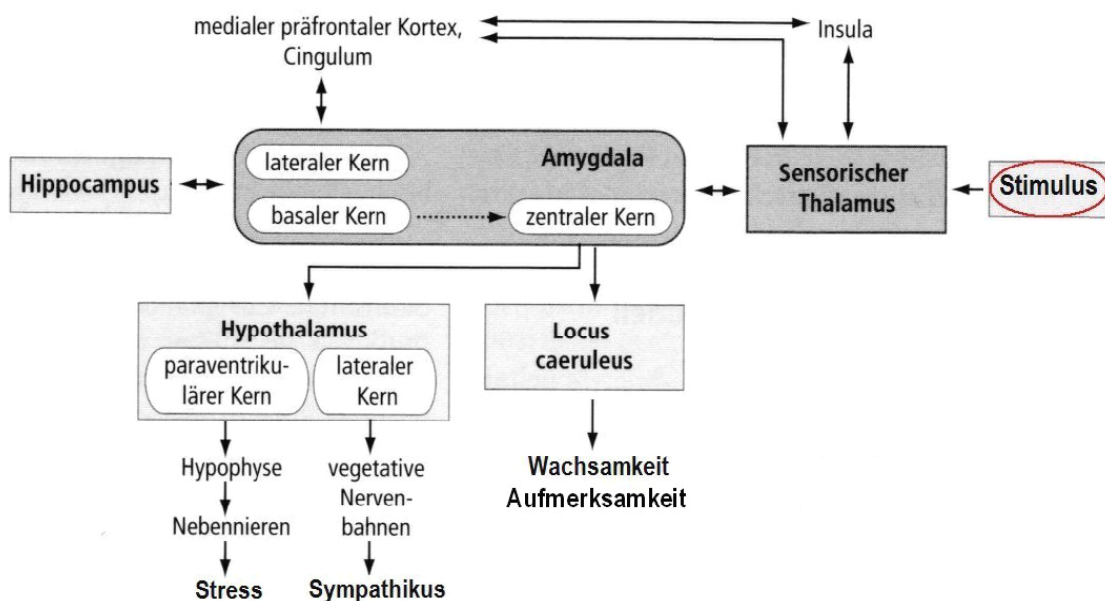
In einem weiteren Schritt kommt es dann zu einem unangemessen starken „Vermeidungsverhalten“, um den vermeintlich drohenden Gefahren auszuweichen. Dieses „Vermeidungsverhalten“ wiederum führt zu einer mehr oder weniger starken, oft fortschreitenden Einengung des Aktionsradius und der Aktivitäten überhaupt, im weiteren Schritt oft zu Rückzug und Isolation. Der Betreffende bleibt in der Regel mehr oder weniger weit hinter seiner eigentlichen gesellschaftlichen Leistungsfähigkeit zurück. Der Erwerb einer verlässlichen sozialen Kompetenz wird dadurch erschwert oder verhindert. Ein Leitsatz der KVT lautet: „Wenn schon nicht die Dinge geändert werden können, dann zumindest die Einstellungen zu den Dingen“. Mit verschiedenen Techniken hilft die KVT bei der Änderung der subjektiven Einstellungen.

(3.3) Psychodynamische Modelle

Angst wird als Ausdruck eines intrapsychischen Konfliktes aufgefasst, etwa zwischen einem verbotenen triebhaften Impuls und einem strengen Gewissen. Die Angst resultiert aus der unvollständigen Unterdrückung einer Wunschregung, z.B. eines sexuellen Verlangens und der Furcht vor Bestrafung. Sie ist das Ergebnis eines Abwehrvorganges. Die angstausslösenden Bewusstseinsinhalte werden verdrängt, wobei an die Stelle der ursprünglichen Inhalte (d.h. der Vorstellungen oder Gefühle) belanglose äußere Situationen gesetzt werden. Die Angst wird also an einen anderen „harmlosen“ Ort verschoben, dem der eigentliche (verbotene und deshalb angstbesetzte und verdrängte) Inhalt nicht mehr erkennbar zugeordnet werden kann. Die Verschiebung ist für den Betreffenden selber nicht mehr bewusst, auch er staunt, wo die Angst herkommt. Verdrängung und Verschiebung sind die Hauptmechanismen bei der Entstehung von neurotischen Ängsten. Wie bei allen neurotischen Lösungsversuchen handelt es sich auch bei der Phobie um einen Kompromiss, den das ICH zwischen ES und ÜBER-ICH gefunden hat.

(3.4) Neurobiologische Modelle

Bei der Angstregulation sind vor allem drei Hirnregionen beteiligt (der Hirnstamm, das limbische System und der präfrontale Cortex). Eine wichtige Rolle spielen dabei bestimmte Neurotransmitter und deren Rezeptor-Moleküle. Die folgende Grafik zeigt schematisch die Zusammenhänge. (Aus „Neurobiologie und Psychotherapie“ von Juckel/Edel, Seite 116).



- Der „Hirnstamm“ (mit Locus caeruleus, Formatio reticularis, ...). Neben vielen anderen vitalen Funktionen wird hier das allgemeine Erregungsniveau (Arousal) geregelt.
- Das „limbische System“ (mit Amygdala, Hippocampus, Hypothalamus, ...). Hier kommt es u.a. zur Entstehung und Modifikation von Angst. Die Amygdala im Zusammenspiel mit dem Hippocampus ermöglicht das konditionelle Erlernen von Furcht. Zusätzlich werden über den Hypothalamus Stresshormone aktiviert und das vegetative Nervensystem erregt.

- Der „präfrontale Cortex“.
Hier kommt es u.a. zur Integration von Signalen aus verschiedenen Hirnarealen und zur kognitiven Bewertung und Planung. Der präfrontale Cortex sendet auch Signale aus, welche die Aktivität der Amygdala hemmen. Der dabei verwendete Neurotransmitter Gamma-Amino-Buttersäure (GABA) wirkt auf die entsprechenden GABA-Rezeptoren, welche inhibitorisch die neuronale Erregung abschwächen. Viele Medikamente gegen die Angststörung sind GABA-Agonisten.

(4) Behandlung der Angst

(4.1) Medikamentöse Therapie

Zur Behandlung von Angststörungen werden unterschiedliche Medikamentklassen verwendet:

- *Benzodiazepine* wirken als GABA-Agonisten angstlösend (anxiolytisch).
- Selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (SSRI) erhöhen Serotonin an den Synapsen. Serotonin hemmt die Ausschüttung des Stresshormons Cortisol und wirkt beruhigend. (*Clomipramin* blockiert zusätzlich Adrenalin-Rezeptoren und wirkt gegen Zwangsstörungen.)

(4.2) Verhaltenstherapie

Bei der Verhaltenstherapie der Phobien, Angst- und Panikstörungen geht es hauptsächlich darum, sich den Ängsten und angstbesetzten Situationen gezielt und in zunehmender Stärke auszusetzen, bis alle zuvor gemiedenen Situationen wieder in Besitz genommen und in das normale Leben integriert werden können. Diese systematische Desensibilisierung erfolgt durch vorsichtige, stufenweise gesteigerte Reizdarbietungen („little by little“).

(4.3) Kognitive Verhaltenstherapie

Bei der Kognitiven Therapie, die häufig mit klassischen verhaltenstherapeutischen Verfahren kombiniert wird, soll der Patient seinen Denk- und Bewertungsstil ändern. Theoretische Grundlage ist die Annahme, dass vor allem eine „Fehlbewertung“ der angstausslösenden Situation die heftige Angst und Vermeidungsreaktion hervorruft und immer weiter verstärkt. Dabei kann die Frage nach der Finalität der Angst sehr hilfreich sein: Was möchte der Patient mit seiner Angst (unbewusst) erreichen.

(4.4) Tiefenpsychologie

Psychoanalytische und tiefenpsychologische Behandlungsmethoden basieren auf den theoretischen Grundannahmen der Psychoanalyse, denen zufolge die Angstsymptomatik Ausdruck eines unbewussten Konfliktes mit misslungener Kompromisslösung ist. Die Aufdeckung dieses Konfliktes und das „Durcharbeiten“ unter Reaktivierung der ursprünglichen Affekte soll den Angsteffekt dann überflüssig machen und wieder zum Verschwinden bringen.

(4.5) Entspannungsverfahren

Ängste sind in aller Regel von körperlichen Symptomen, vor allem auch von Verspannungen begleitet, welche wiederum negativ auf die Angstsymptomatik und die körperlichen Symptome zurückwirken und diese verstärken oder zumindest aufrechterhalten. Deshalb ist ein wichtiger Ansatz bei der Angsttherapie die Beseitigung von Spannungen durch Entspannungsverfahren. Zum Einsatz kommen Autogenes Training, Progressive Muskelentspannung, Biofeedback und Hypnosetherapien. Auch regelmäßiges sportliches Training kann Angstspannungen reduzieren. Schließlich müssen noch Selbsthilfegruppen als sinnvolle Therapieergänzung erwähnt werden.

[26.4] „Depression“

(1) Allgemeine Beschreibung

Affektive Psychosen sind Störungen des Antriebs und der Emotionalität. Sie können als entgegengesetzte Erscheinungsformen auftreten, als Depression oder als Manie. Es kann dabei eine Stimmungslage vorherrschen (monopolar) oder beide wechseln einander phasisch ab (bipolar). Oft wird diese Erkrankung auch als manisch-depressives Irrsein (Zyklophrenie) bezeichnet.

Die **Manie** ist eine heitere oder zornige Gefühlsverstimmung mit verstärktem Antrieb, erhöhter Aktivität, sozialer Initiative, guter Körperidentität, angehobenem Selbstgefühl, optimistischer Weltsicht, zukunftsorientiertem Denken und weitgehendem Verlust der Kritikfähigkeit. Die Manie schwankt zwischen einer sorglosen Heiterkeit und unkontrollierbarer euphorischer Erregung. In einigen manischen Episoden ist die Stimmung eher zornig und misstrauisch als fröhlich, man spricht dann von einer **Zornmanie**.

Die **Depression** ist eine traurige oder verzweifelte Gefühlsverstimmung mit abgeschwächtem Antrieb, erniedrigter Aktivität, sozialem Rückzug, schlechter Körperidentität, vermindertem Selbstgefühl, pessimistischer Weltsicht, zukunftslosem Denken und der Neigung zur Selbstbestrafung (Selbstmordgefahr).

Die Depression ist auch gekennzeichnet durch Biorhythmus- und Schlafstörungen. Zutreffend lassen sich die depressiven Symptome unter einem „**Losigkeits-Syndrom**“ zusammenfassen: Schlaf-, Antriebs-, Interessen-, Freud- und Hoffnungslosigkeit.

Das Bild der Depression ist nicht einheitlich. Es gibt gehemmte (Losigkeit), agitierte (nervöse Unruhe), hypochondrische (überängstliche Sorge um die eigene Gesundheit), paranoide (spezifische Wahnvorstellungen), entfremdete (die vertraute Umgebung erscheint fremd), anankastische (quälende Zwangssymptome) und senile Depressionen. Als gesicherte Risikofaktoren für depressive Störungen gelten die folgenden psychosozialen Bedingungen:

• **Restriktionen.** *Einschränkende äußere Umstände, über welche das Individuum wenig oder gar keine Kontrolle hat (Verlust, Krankheit, Arbeitslosigkeit, Armut, gelernte Hilflosigkeit).*

• **Rigidität.** *Starre Handlungsmuster des Individuums, hohes Anspruchsniveau an die eigene Leistungsfähigkeit, zwanghafter Ehrgeiz, wenig Selbsteinsicht, Mangel an Flexibilität, mangelnde soziale Anpassungstechniken.*

• **Abhängigkeiten.** *Begrenzter Handlungsspielraum, beschränkte Lernfreiheit und Abhängigkeit von einer anderen Person oder sozialen Gruppe (Eltern, Partner, Arbeitgeber, usw.).*

Es ist statistisch nachgewiesen, dass die Zahl der Selbstmorde bei depressiven Menschen höher ist als bei den nicht depressiven. Der österreichische Psychologe **Erwin Ringel** hat typische Merkmale gefunden, die eine Selbstmordgefährdung kennzeichnen (präsuizidales Syndrom).

- Die Einengung (situative, soziale, emotionale und kognitive)
- Gehemmte und ichbezogene Aggressionen
- Gehäufte und oftmals sprachlich geäußerte Selbstmordfantasien

(2) Kognitive Befunde

Aaron Beck (1967) sieht in einer „**negativen kognitiven Verzerrung**“ das Hauptproblem der Depression. Darunter versteht er eine ganz bestimmte emotional-kognitive Sichtweise der Dinge, welche durch die psychosoziale Entwicklung der Person geprägt wird. Beck spricht in diesem Zusammenhang von einer „kognitiven Triade“ der Depression, worunter [**a**] eine negative Sichtweise der Welt, [**b**] ein negatives Selbstkonzept und [**c**] eine negative Einschätzung der Zukunft verstanden wird. Durch diese Einstellung antizipiert der Depressive bereits Misserfolge und nimmt bereitwillig die Schuld dafür auf sich. Alle Wahrnehmungen und Vorstellungen werden schon von vornherein mit einer negativen emotionalen Gewichtung versehen (Depressionsspirale). Nicht der depressive emotionale Zustand ist das Kernproblem, sondern die Unfähigkeit diesen Zustand zu verlassen. Die äußerste Konsequenz dieser progressiven Selbstentmutigung ist der **Selbstmord**. Die Selbstmordrate bei Depressiven ist 25-mal höher als bei Normalen.

(3) Neurochemische Befunde

(3.1) Monoamintheorie der Depression

Die Neurobiologie kennt drei wichtige Transmitterstoffe im Gehirn, welche allesamt so genannte **Monoamine** sind. Zu diesen zählt man Dopamin, Noradrenalin und Serotonin. Dabei bildet sich in der Nervenzelle durch Einwirkung von bestimmten Enzymen aus der Aminosäure Tyrosin zunächst das Dopamin (DA) und in weiterer Folge dann das Noradrenalin (NA). Umgekehrt werden die beiden Transmitter durch das Enzym Monoaminoxidase (**MAO**) wieder abgebaut. Der Transmitter Serotonin wird aus der Aminosäure Tryptophan hergestellt und ebenfalls durch Monoaminoxidase zerlegt. Die noradrenergen Bahnen des Gehirns entspringen allesamt im „Locus coeruleus“, einer kleinen Nervenansammlung im Hirnstamm, und ziehen zu praktisch allen Vorderhirnstrukturen des Großhirns. Noradrenalin reguliert das allgemeine Aktivierungsniveau (ARAS). Die Zellen des serotonergen Systems des Gehirns befinden sich hauptsächlich in den „Raphe-Kernen“ des Hirnstammes. Ihre Fasern ziehen zum Hypothalamus im Zwischenhirn und zu Vorderhirnstrukturen des Großhirns. Die Serotoninausschüttung ist auch wichtig für das Schlafsystem.

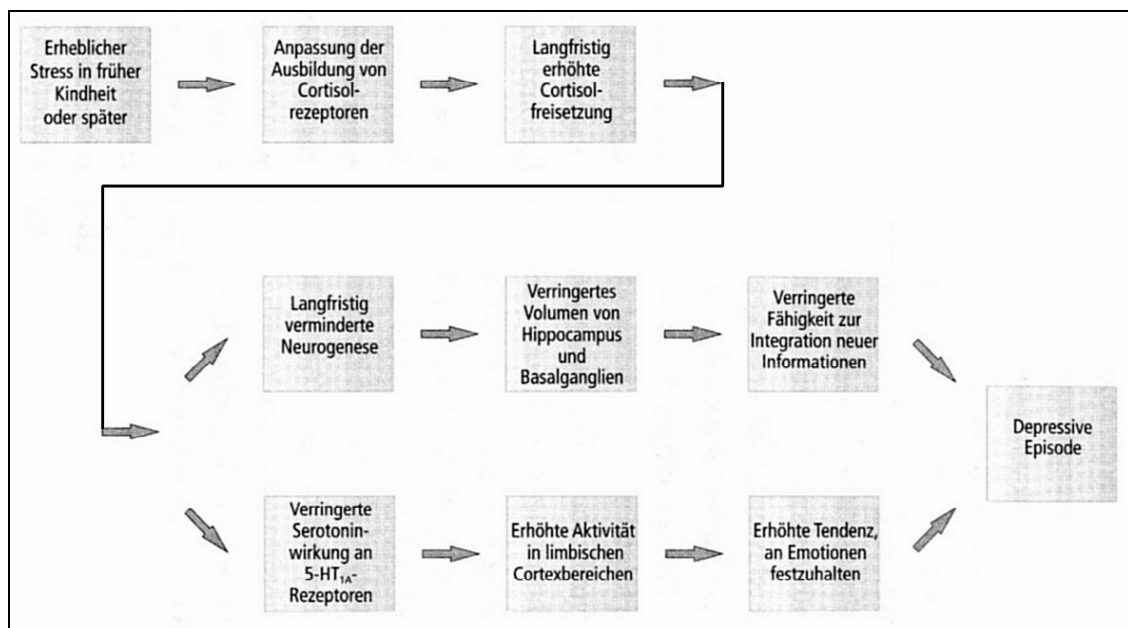
Bei schwerer Depression scheinen die noradrenergen und serotonergen Bahnen im Gehirn eine entscheidende Rolle zu spielen. Bei der Verwendung der chemischen Substanz Iproniazid, das eigentlich bei der Behandlung von Tuberkulose eingesetzt wurde, entdeckte man eine merkliche Verbesserung der depressiven Verstimmung vieler Tuberkulosepatienten. Die Primärwirkung von Iproniazid auf Nervenzellen besteht in einer Hemmung des Enzyms Monoaminoxidase, welches den Abbau und damit die Inaktivierung der monoaminen Transmitter besorgt. Wenn nun solche **MAO-Hemmer** verabreicht werden, dann steht mehr von diesen Neurotransmittern am synaptischen Spalt zur Verfügung. Im Gegensatz zu den MAO-Hemmern wirken die **NARI-** und **SSRI-Antidepressiva** dahingehend, dass sie die Wiederaufnahme der freigesetzten Transmitter durch die präsynaptischen Nervenendigungen verhindern (SSRI = selective serotonin reuptake inhibitors, NARI = noradrenalin reuptake inhibitors). Auch dadurch wird eine Erhöhung des Transmittergehaltes im synaptischen Spalt bewirkt. In beiden Fällen wird die Aktivität der monoaminen Transmitter deutlich verstärkt, was zu einer allgemeinen Abschwächung der depressiven Verstimmtheit führt. Die Tatsache, dass sowohl MAO-Hemmer als auch NARI- und SSRI-Antidepressiva eine Erhöhung der an den Synapsen vorhandenen Menge von Noradrenalin und Serotonin bewirken, legt eine unmittelbare biochemische Erklärung der Depression nahe: Die Erkrankung wird durch zu wenig Noradrenalin und Serotonin verursacht.

(3.2) Neuere neurobiologische Erkenntnisse

Neben der genetischen Disposition für eine verminderte Freisetzung von Serotonin sind frühe negative Erfahrungen in der Kindheit die Hauptursache für die Entstehung von Depressionen. Das sind Störungen der primären zwischenmenschlichen Beziehungen (Mutter – Kind), sexueller und physischer Missbrauch und Verlusterlebnisse unterschiedlicher Art. Aber auch sehr starke traumatische Ereignisse in späteren Lebensjahren können Depressionen auslösen. Das sind Arbeitslosigkeit, beruflicher Misserfolg, Katastrophen, Scheidung, Vergewaltigung, Erkrankungen und Tod.

Alle diese traumatischen Ereignisse führen zu einer langfristigen Überaktivität des Stresssystems, wodurch der Cortisolspiegel unter Ruhebedingungen deutlich erhöht ist. Dadurch wird die Ausschüttung von Oxytocin, Serotonin, Dopamin und von endogenen Opiaten reduziert.

So erscheint das Stresssystem den anderen psychoneuralen Grundsystemen vorgeschaltet zu sein. Zusätzlich verringert das Cortisol die Neubildung von Nervenzellen (Neurogenese) im Hippocampus und im Striatum, so dass deren Volumen verkleinert ist. Dadurch verringert sich bei diesen Hirnstrukturen auch die Fähigkeit zur Anpassung und Neuorientierung. Depressive Menschen bleiben so im Teufelskreis ihrer alten Gewohnheiten zu fühlen, denken und handeln fixiert. Ein Umlernen bzw. ein Verlassen des gewohnten depressiven Zustandes ist nur schwer möglich.



Die Grafik zeigt ein neurobiologisches Wirkungsmodell für die Entstehung von Depressionen. (Aus „Wie das Gehirn die Seele macht“ von Gerhard Roth, Seite 262.)

In Deutschland beträgt die Prävalenz der Depressiven ca. 12% der Gesamtbevölkerung. Dabei können depressive Phasen einmalig (35%), mehrmalig (50%) oder chronisch (15%) auftreten. Frauen sind durchschnittlich doppelt so oft betroffen wie Männer. Depressionen können primäre Erkrankungen oder sekundäre Symptome anderer Erkrankungen sein (z.B. bei Angststörungen, bei Süchten oder bei chronischen körperlichen Krankheiten).

[26.5] „Schizophrenie“

In der Symptomatik dieser Erkrankung werden grundsätzlich drei Bereiche unterschieden.

(1) **Die Denkstörung.** Im Anfangsstadium ist sie gekennzeichnet durch zusammenhangloses und sprunghaftes Denken mit starken Perseverationen (hartnäckig wiederkehrende Inhalte). Das mittlere Stadium hingegen besteht nur mehr aus Fragmentdenken und im Endstadium herrscht totale Ungeordnetheit des Denkablaufes vor. Dieser enthält nur mehr zufällige Assoziationen und die Wahrnehmungsinhalte können nicht richtig eingeordnet werden, so dass ein fortschreitender Realitätsverlust die Folge ist. Inhaltlich treten oft Halluzinationen und Wahnideen auf.

(2) **Die Gefühlsstörung.** Beim Schizophrenen ist allgemein ein Erkalten der Gefühle feststellbar. Die emotionale Ansprechbarkeit nimmt ab. Es kommt zu einer Verarmung und Abflachung der Gefühle, aber auch zur Bildung von wenigen, starren Gefühlshaltungen, die oft unnatürlich und gekünstelt wirken. Parallel dazu werden die sozialen Kontakte reduziert, emotionale Anteilnahme und Beteiligung an der sozialen Umwelt sinken drastisch ab. Die zunehmende Gleichgültigkeit wird vom Kranken selbst mit Bedauern, ja sogar mit Entsetzen wahrgenommen. Nicht selten leidet der Kranke an der eigenen Gefühlsarmut.

(3) **Die Persönlichkeitsstörung.** Das fragmentarische, wahnhafte Denken einerseits und die Gefühlsverarmung und soziale Interessenlosigkeit andererseits bewirken ein Sich-Zurückziehen von den anderen, ein immer stärkeres In-Sich-Hineinleben (**Autismus**). Die Gleichgültigkeit gegenüber der Umwelt wird oft ausgeweitet auf den eigenen Organismus. Apathie und allgemeiner Aktivitätsschwund sind zu beobachten. Die gesamte Persönlichkeit, ihre Ich-Identität zerfällt. „Schizophrenie“ bedeutet ja ursprünglich „gespaltenes Seelenleben“. In den Endstadien mancher schizophrener Entwicklungen wirkt der Ausdruck und das Verhalten des Kranken leer, sein Bewusstsein gleicht einer öden Wüste, durch die zusammenhangslos einige verstümmelte Reste von Wahnvorstellungen treiben.

Als **Positivsymptome** bezeichnet man Übersteigerungen des normalen Erlebens. Sie können, je nach Schwere der Erkrankung, unterschiedliche Formen annehmen.

Schizophrenien, die mit **Positivsymptomatik** einhergehen, beginnen oft plötzlich, und es gibt oft vorher keine nach außen auffälligen Merkmale. Der Krankheitsverlauf ist hierbei eher günstig. Charakteristische Positivsymptome sind inhaltliche Denkstörungen, Ich-Störungen, Sinnestäuschungen und auch motorische Unruhe. Typisch für die inhaltlichen Denkstörungen sind die Wahnbildungen (Verfolgungswahn). Häufig treten zusätzliche akustische Halluzinationen auf.

Als **Negativsymptome** bezeichnet man die Einschränkungen des normalen Erlebens. Sie sind gekennzeichnet durch Abschwächung, bzw. Wegfall von Persönlichkeitsmerkmalen.

Schizophrenien, die mit einer **Negativsymptomatik** einhergehen, beginnen oft schleichend, und der Krankheitsverlauf ist eher ungünstig. Mit der zunehmenden Krankheitsdauer verstärken sich üblicherweise die Negativsymptome. Zu ihnen gehören „dynamische Entleerung“, „kognitive Defizite“ sowie „motorische Defizite“, also etwa eine Reduzierung von Mimik und Gestik. Negativsymptome können schon Monate oder Jahre vor den akuten psychotischen Symptomen auftreten („Knick in der Lebenskurve“, „vorauslaufender Defekt“).

In Deutschland beträgt die Prävalenz der Schizophrenen ca. 1% der Gesamtbevölkerung. Eine Häufung im Neuaufreten von Schizophrenie in Familien, die bereits erkrankte Mitglieder aufweisen, deutet auf eine genetische Komponente hin. Bei eineiigen Zwillingen besteht eine etwa 60-%ige Konkordanz bezüglich schizophrener Erkrankungen. Insgesamt erscheint eine multifaktorielle Verursachung mit genetischen und umweltbedingten Faktoren vorzuliegen. Die Krankheitsursachen werden in einem **integrierten Modell** zusammengefasst, das neurochemische Vorgänge, psychosoziale Bedingungen und kognitive Prozesse miteinander verbindet.

(a) Neurochemische Befunde. In den schizophrenen Phasen wurden Überaktivität in mittleren Regionen des limbischen Systems und kompensatorische Unteraktivität im frontalen Cortex registriert. Ursache dafür ist eine Vermehrung von D₂-Rezeptoren im mesolimbischen System. Der zu ihnen passende Neurotransmitter ist das Dopamin, welches dort in deutlich erhöhtem Ausmaß vorkommt.

Dopaminagonisten wie Amphetamine und Kokain bewirken auch bei Normalpersonen schizophreartige Symptome und verschlimmern bei Schizophrenen die Störung. Hingegen zeigen Dopaminantagonisten (**Neuroleptika**), welche die D₂-Rezeptoren blockieren, die beste therapeutische Wirkung. Das Dopamin-Modell der Schizophrenie erklärt sehr gut die Wirkungsweise antipsychotischer Substanzen. Diese haben jedoch leider auch mehrere unerwünschte Begleiterscheinungen. Die Dopaminblockierung führt dann einerseits zur Entwicklung von **Parkinson-Symptomen** wie motorische Starre und Tremor (Schüttellähmung). Andererseits kommt es dadurch zu einer Aktivitätsdämpfung im limbisch-hypothalamischen Lust- und Belohnungssystem. Dadurch sind die Lustempfindungen stark reduziert (**Anhedonie**).

(b) Psychosoziale Befunde. Viele Studien über den familiären Kontext von schizophrenen Patienten zeigen, dass bestimmte soziale Strukturen signifikant häufiger anzutreffen sind. Diese werden durch den Begriff „**Double-Bind**“ beschrieben. Damit ist eine Situation gemeint, in der ein Kind von seiner Bezugsperson mehrere einander widersprechende Botschaften empfängt. Beispielsweise beschwert sich eine Mutter darüber, dass ihr Sohn zu wenig Zuneigung zeigt; andererseits weist sie jedoch alle seine Versuche, sie zu berühren, zurück. Hin- und hergerissen zwischen verbalen und gegensätzlichen nonverbalen Signalen wird das Kind verunsichert. Es beginnt sich von der unsicheren, schmerzhaften Realität zurückzuziehen. Damit kann die Entwicklung eines schizophrenen Prozesses eingeleitet werden. So erweisen sich soziale Kommunikationsstörungen als mitverantwortlich für die Entstehung von Schizophrenie.

(c) Kognitive Befunde. Einige Forscher behaupten, dass die Störung der selektiven Aufmerksamkeit das zentrale Problem der Schizophrenie ist. Dem Kranken gelingt es nicht, eine bewusste Kontrolle seiner Aufmerksamkeit über längere Zeit aufrechtzuerhalten. Erst dieser Mangel an Konzentration bewirkt die sprunghaften Denkstörungen, die Sprachschwierigkeiten, die Beeinträchtigungen der sozialen Wahrnehmung und die emotionale Verarmung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein integratives Schizophrenie-Modell die drei beschriebenen Faktoren zusammenfasst, um die schizophrenen Entwicklungen möglichst umfassend zu erklären. Abschließend sei noch erwähnt, dass man verschiedene Erscheinungsformen der Schizophrenie unterscheidet. Beim **desorganisierten Typus** (Hebephrenie) kommt es zu schwerer Unordnung sprachlicher, emotionaler und sozialer Reaktionen. Beim **katatonen Typus** wirkt der Betroffene erstarrt (Stupor), wobei oft bizarre Körperhaltungen eingenommen werden. Der **paranoide Typus** ist gekennzeichnet durch das Vorherrschen von Wahnideen, insbesondere Verfolgungswahn. Der **undifferenzierte Typus** zeigt Mischformen der genannten drei Typen.

[26.6] „Demenz“

Unter Demenz versteht man den irreversiblen, progredienten Verlust der kognitiven Fähigkeiten verbunden mit Veränderungen der Persönlichkeit infolge von degenerativen Prozessen im zentralen Nervensystem. Es lassen sich verschiedene Demenzformen unterscheiden. Die häufigsten sind die **Alzheimer-Demenz** (ca. 60%; sie beginnt selten vor dem 65. Lebensjahr und betrifft deutlich mehr Frauen als Männer) und die **vaskuläre Demenz** (ca. 20%; ihre Risikofaktoren sind Arteriosklerose und Mängeldurchblutung im Gehirn, arterieller Bluthochdruck, Diabetes, usw.). Die senile Demenz stellt für die Angehörigen des Kranken eine große Belastung dar.

(a) **Kennzeichen desorientierter (verwirrter) alter Menschen**

- Sie wiederholen immer wieder die gleichen Sätze und Fragen.
- Sie verlegen oder verlieren wichtige Gegenstände. Sie suchen dauernd etwas.
- Sie verlieren ihre intellektuellen Fähigkeiten (insbesondere das Kurzzeit-Gedächtnis).
- Sie sind nicht mehr zur kognitiven Selbst-Einsicht fähig.
- Sie sind an alte Denk- und Verhaltens-Muster fixiert. Sie sind nicht mehr flexibel.
- Sie ringen zwanghaft mit der emotionalen Bewältigung unverarbeiteter Lebenssituationen.
- Sie interpretieren die Realität anders. Sie ziehen sich aus der Realität zurück.

(b) **Einfache Demenz-Tests**

Uhrentest: Der Proband wird aufgefordert, ein Ziffernblatt mit der Uhrzeit 11:10 zu zeichnen.

Detektionstest: Durchführung von jeweils fünf Aufgaben aus den Gebieten verbales Gedächtnis, Wortflüssigkeit, gedankliche Flexibilität und Aufmerksamkeit. Testzeit etwa 15 Minuten.

(c) **Organische Ursachen**

Im Gehirn der Alzheimer-Kranken bildet sich vermehrt das Eiweiß **Beta-Amyloid**. Dieses erzeugt Klumpen (Plaques), welche sich an den Nervenzellen ablagern. Zusätzlich werden auch Fibrillen aus **Tau-Proteinen** eingelagert. Dadurch bricht der Stoffwechsel in der Zelle und die Verbindung zu anderen Zellen zusammen. Die Nervenzellen sterben ab. Dabei geraten auch die Transmitter, welche die Signale an den Synapsen übertragen, aus dem Gleichgewicht. Es entsteht ein Überschuss an **Glutamat** und vor allem ein Mangel an **Acetylcholin**. Die Hirnregionen des **Striatums** und des **Hippocampus** werden dabei besonders stark betroffen. Chemischer Ursprung des **Beta-Amyloid** ist das große Eiweißmolekül **APP** (amyloid precursor protein), das in den Außenhüllen der Nervenzellen sitzt und von mehreren Enzymen - darunter die **Beta-Secretase** - in das Spaltprodukt Beta-Amyloid zerschnitten wird. In der Gehirnflüssigkeit (Liquor) festgestellte erhöhte Werte von Beta-Amyloid und Tau-Proteinen weisen auf eine Demenz hin.

Bei 5% aller Alzheimer-Erkrankungen liegt eine erbliche Form vor, bei welcher die beschriebene Bildung von Beta-Amyloid durch geschädigte Gene erfolgt, und die Demenz bereits vor dem 30. Lebensjahr ausbricht. Bei den restlichen 95% der Patienten handelt es sich um altersbedingte Demenzen, die sich erst nach dem 60. Lebensjahr fortschreitend entwickeln. Als Ursachen für die nicht vererbte Alzheimer-Demenz werden entzündliche oder infektiöse Prozesse im Gehirn angenommen. Risikofaktoren sind vor allem hohe Cholesterinwerte, Diabetes, Bluthochdruck.

Die Hemmung jener Enzyme, die den Transmitter **Acetylcholin** abbauen, bewirkt, dass dieser Transmitter an der Synapse vermehrt zur Verfügung steht. Dadurch kann die Signalübertragung verbessert werden. Seit ungefähr fünfzehn Jahren sind solche **Acetylcholin-Esterase-Hemmer** als Medikamente zugelassen, die jedoch auch negative Nebenwirkungen aufweisen.

(d) Psychosoziale Ursachen

Menschen altern unterschiedlich. Sie erleben Veränderungen in physischen, sozialen und psychischen Bereichen. Es gibt viele Menschen, die ihre Unzulänglichkeiten, ihre Verluste in diesen Bereichen nicht akzeptieren, sondern leugnen und nicht wahrhaben wollen. Menschen, die nicht gelernt haben trotz Fehler und Mängel sich selbst zu akzeptieren, klammern sich an überholte Lebensmuster, Rituale und alte Gewohnheiten, um ihre Unsicherheiten und ihre Verluste nicht zugeben zu müssen. Sie neigen dazu misstrauisch, aggressiv, beschuldigend oder märtyrerhaft zu sein. Viele Menschen, die in ihrer Lebenssituation lange Zeit unglücklich und unzufrieden sind, flüchten in ihren Vorstellungen und Gedanken aus dieser Realität. Menschen, welche sich nicht mehr an der Realität orientieren, werden Zeit-, Ort- und Personen-verwirrt. Damit beginnt ein Rückzugsprozess, der oft mit "Vor-Sich-Hin-Dämmern" (Vegetieren) endet.

(e) Die vier Stadien der senilen Demenz

Stadium 1 (mangelhafte, unglückliche, paranoide Orientierung):

Diese Menschen beschuldigen andere: "Sie stehlen mir meine Sachen!", "Mein Essen ist vergiftet!", usw. Sie sagen auch: "Wenn du nicht sofort kommst, dann bekomme ich einen Herzanfall!".

Schlecht annehmende Antworten des Angehörigen: „Nichts wurde gestohlen!“, „Das ist nur Einbildung!“.

Gut annehmende Fragen des Angehörigen: „Was wurde gestohlen?“, „Wie geht es dem Herzen jetzt?“.

Stadium 2 (Schwund der kognitiven Fähigkeiten):

Diese Menschen sind Zeit-, Ort-, und Personen-verwirrt. z.B.: Sie suchen, obwohl sie schon 80 Jahre alt sind, ihre Eltern oder verwechseln ihre Angehörigen. Sie können die äußere und auch die innere Welt nicht mehr richtig erfassen und einordnen.

Stadium 3 (Zwang zur Wiederholung):

Diese Menschen wiederholen ständig bestimmte Bewegungsmuster, z.B. Wischen am Tisch, Klopfen, Papier falten, Umhergehen, laut Rufen („Schwester, Schwester, . . . , Hilfe, Hilfe, . . .“)

Stadium 4 (totaler Rückzug, Vegetieren):

Diese Menschen zeigen keine Reaktion auf die Umwelt und brauchen Pflege und Betreuung rund um die Uhr.

(f) Behandlung durch Validation

Die amerikanische Gerontologin **Naomi Feil** entwickelte die **Validation** als eine besondere Umgangsform mit Demenzkranken. Validation ist eine Methode, um das Verhalten von alten desorientierten Menschen besser zu verstehen und in die vier definierten Stadien progressiver Demenz einzuordnen. Validation ist eine Form der einfühlsamen Kommunikation (verbal und nonverbal), die in Wertschätzung, Akzeptanz und Bestätigung von alten verwirrten Menschen besteht. Dabei gelten folgende Ziele:

- Demente ältere Personen annehmen. Sie unterstützen, ihre Bedürfnisse auszudrücken.
- Wahrnehmung, Erinnerungsvermögen und Denken durch einfache Übungen trainieren.
- Das biographische Gedächtnis durch gezielte Fragen wachrufen.
- Aktive Beschäftigungen anregen (Abwehr der Sinnlosigkeit).
- Den Kontakt zu anderen Menschen anregen (Abwehr der Isolation).
- Eine Wiederherstellung von sozialen Rollen erreichen.
- Abbau der Gefühle des Verloren-Seins und Nicht-Mehr-Gebraucht-Werdens.
- Erzeugung von Gefühlen der Zufriedenheit und des Glücklichseins.

Grundsätzlich gibt es zwar noch keinen absoluten Schutz vor der Altersdemenz, jedoch einige Faktoren, welche das Krankheitsrisiko deutlich verringern: **Körperliche und geistige Aktivität, gesunde Ernährung** und **reger Sozialkontakt**.

Ein Fallbeispiel seniler Demenz

Frau *Emilie* wurde am 19.04.1914 in Wien geboren und ist 92 Jahre alt geworden. Sie verbringt die letzten fünf Jahre ihres Lebens in einem Pflegeheim. Sie zeigt das Zustandsbild einer ausgeprägten senilen Demenz.

Vor ihrer Überstellung in das Pflegeheim vor fünf Jahren lebte sie mit ihrem Mann 60 Jahre in einer normalen bürgerlichen Ehe in einer großen Wohnung am Stadtrand von Wien. Gemeinsam mit ihm erlebte sie das Leid und das Elend des zweiten Weltkrieges, die Zerstörung ihrer Heimatstadt und den mühsamen Wiederaufbau. Als sie mit ihrem einzigen Kind schwanger wurde, beendete sie ihre kurze, aber sehr erfolgreiche Berufskarriere und widmete sich fortan nur mehr dem Sohn, dem Mann und dem gemeinsamen Haushalt. Die Aufgabe ihres erfüllenden Berufes hat sie nie ganz überwunden - obwohl sie das nie zugegeben hätte.

Nachdem ihr Sohn sein Studium absolvierte und aus der Wohnung auszog, ihr Mann aber noch tagsüber seine Arbeit ausübte, war sie lange Zeit alleine. Umso mehr wurde es ihr zur Gewohnheit alle kleinen Dinge des Alltags ausführlich mit ihrem Mann zu besprechen. Nach seiner Pensionierung verschlechterte sich sein körperlicher Zustand und er wurde überdies in zunehmendem Maße schwerhörig. Dadurch fiel auch dieser Gesprächspartner weg. Außerdem hatte ihr geliebter Sohn auch nur wenig Zeit für seine alten Eltern. Damals - Frau *Emilie* war mittlerweile 75 Jahre alt geworden - zeigten sich die ersten Symptome einer Desorientierung: sie verlegte oder verlor wichtige Dinge, sie beschuldigte ihren Mann deswegen oder entwickelte Wahnideen von Verfolgt- und Bestohlen-Werden. Sie fand nach Spaziergängen nicht mehr ohne fremde Hilfe zurück in ihre Wohnung. Sie erkannte manchmal ihren Mann nicht mehr, obwohl sie ihn jeden Tag liebevoll umsorgte.

Der nächste Einschnitt in ihrem Leben war der Tod ihres Mannes. Dieser Schock verstärkte ihre Desorientiertheit dramatisch. Sich ganz allein überlassen, war ihr ein Alltags-Management nicht mehr möglich. Eine Heimhilfe, die zweimal täglich zu ihr in die Wohnung kam, lehnte sie kategorisch ab und sperrte diese aus. So musste sie in ein Pflegeheim überstellt werden. Dies geschah gegen ihren Willen. Der Verlust ihres Mannes und jetzt auch der Verlust ihrer gewohnten Umgebung, so wie die neue Situation im Pflegeheim überforderten sie, erzeugten Stress und Gefühle des Abgeschoben-Seins und des Nicht-Mehr-Gebraucht-Werdens.

Ihre Verwirrtheit verschlechterte sich zusehends, sie war auch nicht mehr fähig mit den anderen Bewohnern des Pflegeheims neue soziale Kontakte zu schließen. So flüchtete sie nach einer aggressiven Auflehnungsphase, die mit Sedativa und Antidepressiva gedämpft wurde, immer mehr aus der ungeliebten Realität.

Zusammenfassend können folgende Lebenssituationen, die zu fortschreitender Isolation führten, als mitentscheidend für die Entwicklung der Desorientierung angesehen werden: Die Aufgabe der beruflichen Karriere, der Gesprächsverlust zum Ehepartner, der seltene Kontakt mit ihrem geliebten Sohn, die starke Fixierung auf beide Personen, der Mangel an Aktivitäten und Freundschaften außerhalb der Familie, schließlich der Tod des geliebten Mannes und der Verlust der gewohnten Lebensumgebung.

In ihren letzten Lebensjahren wird Frau *Emilie* im Pflegeheim durch ausgebildetes Personal und auch durch ihren Sohn einfühlsam validiert - sie erscheint zufriedener und glücklicher. Am 03.02.2006 stirbt Frau *Emilie* sanft und ohne Todeskampf im Beisein ihres Sohnes.

[27] Placebos und Nocebos

Der Effekt jeder medizinischen Intervention setzt sich aus einem *behandlungsspezifischen* und einem *behandlungsunspezifischen* Effekt zusammen. Während die *behandlungsspezifischen* Effekte kontinuierlich erforscht werden, ist das Wissen über *unspezifische* Behandlungseffekte begrenzt, obwohl ein bedeutsamer Anteil der positiven Wirkungen auf die Symptomatik eines Patienten auf *behandlungsunspezifische* Faktoren zurückzuführen ist.

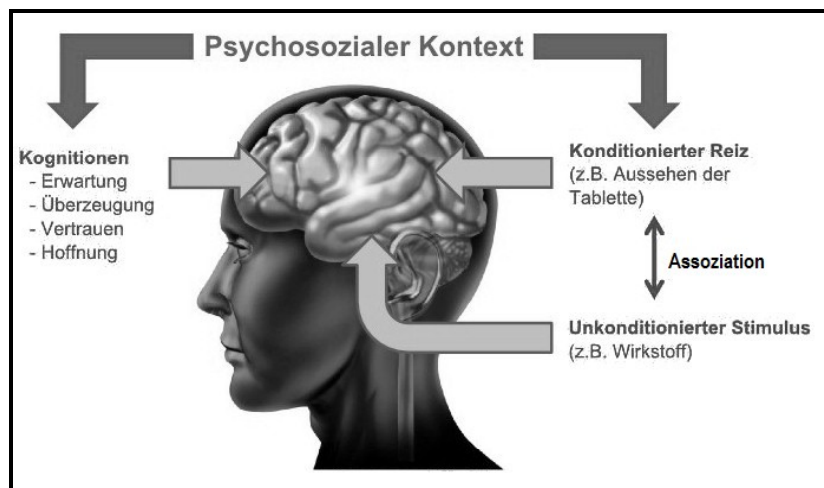
Bei den *behandlungsspezifischen* Effekten handelt es sich um solche Effekte, welche durch die zentralen Wirkmechanismen der medizinischen Intervention verursacht werden, wie zum Beispiel durch die biochemischen Wirkstoffe in einem Medikament. *Behandlungsunspezifische* Effekte entfalten ihre Wirkung über *psychologische Faktoren*. Diese können einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der positiven Wirkung jeder therapeutischen Intervention (*Placeboeffekt*) leisten. Sie können aber auch systematisch zur Minderung eines Behandlungserfolges oder zu *unspezifischen* Nebenwirkungen führen (*Noceboeffekt*). Durch den systematischen Einsatz von *behandlungsunspezifischen* Effekten könnte nicht nur die Wirkung von therapeutischen Interventionen gesteigert, sondern es könnten auch Kosten im Gesundheitssystem reduziert werden. Bisherige experimentelle Arbeiten zeigen deutlich, dass ein besseres Verständnis der Neurobiologie und Psychologie von Placeboreaktionen von großer Bedeutung ist. Die Erkenntnisse über *Placeboeffekte* liefern wichtige Folgerungen für die Grundlagenforschung, die therapeutische Ausbildung und die klinische Praxis.

[27.1] Der Placebo-Effekt

Ein Placebo im allgemeinen Sinn ist ein Effekt mit messbarer Wirkung, hervorgerufen durch Substanzen ohne Wirkstoff und/oder durch komplexe Kommunikationsprozesse. Das Wissen des Patienten, dass die Therapie mit einem Placebo erfolgt, reduziert die Wirkung drastisch. Je schwerer eine Organ-Schädigung fortgeschritten ist, umso geringer ist der Placebo-Effekt. Umgekehrt können das Ansehen des Arztes, so wie die Kosten und die Neuheit einer Behandlung den Placebo-Effekt verstärken. Die Entstehung des Placebo-Effektes kann mehrdimensional angesehen werden:

- (1) Psychologischer Faktor „*Suggestion*“: Je stärker ein Patient daran glaubt, dass ihm die Einnahme eines Mittels hilft, desto wahrscheinlicher ist es, dass es ihm dann besser geht. Dieser Glaube kann verstärkt werden durch eine einfühlsame (empathische) Arzt-Patienten-Kommunikation, gepaart mit dem Vertrauen in die Kompetenz des Arztes.
- (2) Psychologischer Faktor „*Erwartung*“: Erwartungen sind definiert als diejenigen Annahmen, die sich eine Person über den Ausgang einer Therapie aneignet, sozusagen Einstellungen über das Ergebnis einer Behandlung. Sie werden unter anderem durch verbale Instruktionen vom behandelnden Arzt, aber auch durch vorangegangene Erfahrungen und den psychosozialen Kontext der Intervention beeinflusst. So kann beispielsweise schon der angenommene Preis eines Medikamentes bestimmte Erwartungen an dessen Wirksamkeit auslösen.
- (3) Psychologischer Faktor „*Konditionierung*“: Schon seit Kindheit lernt der Mensch bei einer Erkrankung zum Arzt zu gehen und von ihm ein hilfreiches Medikament (Verum) zu bekommen, welches seine Schmerzen lindert und seine Krankheit heilt. Wenn nun der Arzt Tabletten verschreibt, welche keinen Wirkstoff enthalten (Placebo), dann kann durch dieses konditionelle Lernen ein positiver Effekt erreicht werden, der die Selbstheilung verstärkt.

Unter Konditionierungen oder assoziativen Lernprozessen versteht man solche Prozesse, bei denen Reize, Ereignisse, Verhaltensweisen und Körperreaktionen auf eine bestimmte Art und Weise im Gehirn miteinander verknüpft werden. Wenn beispielsweise das Aussehen und der Wirkstoff einer Tablette häufig genug miteinander assoziiert wurden, kann dies dazu führen, dass irgendwann das Aussehen einer Tablette alleine, selbst wenn kein Wirkstoff vorhanden ist, zur gleichen körperlichen Reaktion führt wie die Tablette mit Wirkstoff.



(4) Biologischer Faktor „*Stressentspannung*“: Durch die Einnahme von Placebos kann es nachweislich zur Senkung des Stresshormonspiegels (Cortisol und Adrenalin) kommen.

(5) Biologischer Faktor „*Neurochemie*“: Bei der Schmerzlinderung durch Placebos kommt es zur Ausschüttung von körpereigenen Opiaten (Endorphinen). Durch die positive Erwartung einer Schmerzlinderung wird auch der Neurotransmitter Dopamin freigesetzt.

Das Phänomen der Placeboanalgesie, das bedeutet eine durch die Gabe des Placebos hervorgerufene Reduktion der Schmerzintensität um mindestens ein Drittel des Ausgangswertes, ist dabei eine der am besten untersuchten Placeboreaktionen. Es konnte gezeigt werden, dass die Placeboanalgesie auf ähnlichen neuronalen Mechanismen beruht wie die Schmerzlinderung, die durch Opiate vermittelt wird. Während bei der Opiatanalgesie ein Medikament zugeführt wird, erfolgen analgetische (schmerzlindernde) Placeboreaktionen durch endogene (körpereigene) Opiate. Der Nachweis konnte durch die Entdeckung, dass analgetische Placeboreaktionen durch die Verabreichung des Opiat-Antagonisten Naloxon blockiert wurden, erbracht werden (*Levine, Gordon & Fields, 1978*). Die Opiat-Antagonisten hemmen die schmerzlindernde Wirkung von Opiaten, indem sie an den gleichen Rezeptor binden wie diese. Im Falle des Naloxons werden die Opiate vom Rezeptor verdrängt und ihre Wirkung damit aufgehoben.

Im vergangenen Jahrzehnt konnten darüber hinaus Studien mit funktionaler Bildgebung wesentlich zum Verständnis der im Gehirn ablaufenden neuronalen Mechanismen, welche Placebophänomene verursachen, beitragen. Diese bildgebenden Studien bestätigten die verwandten Mechanismen von Opiat- und Placeboanalgesie, in dem sie aufzeigen konnten, dass diesen beiden Phänomenen ein gemeinsames neuronales Netzwerk zugrunde liegt. Seitdem wurde die Relevanz dieses neuronalen Netzwerkes durch zahlreiche Studien, die mit unterschiedlichen Verfahren zur Induktion der Placeboanalgesie arbeiteten, bestätigt. Alle diese Studien zeigten, dass Aktivitäten in cingulären und frontalen Hirnregionen zusammen mit subcortikalen Hirnstrukturen wie dem Hypothalamus und der Amygdala an der Placeboanalgesie beteiligt sind.

In einer anderen Studie wurden Patienten mit einer schweren Depression sechs Wochen lang mit einem Placebo gepaart mit Fluoxetin, einem Antidepressivum der Stoffklasse der selektiven Serotoninwiederaufnahmehemmer (SSRI), behandelt. Das Placebo allein hatte nach Ablauf der Behandlung einen ähnlichen Effekt auf die Veränderungen des Stoffwechsels im cingulären und präfrontalen Cortex wie das Medikament selbst (*Mayberg et al., 2002*).

In vergleichbarer Weise konnten Studien, welche die Placeboreaktionen bei Parkinsonpatienten untersuchten, zeigen, dass die erwartungsinduzierte Verbesserung der motorischen Funktionen nach einer Scheinbehandlung mit der Freisetzung von Dopamin in den Basalganglien verknüpft ist. Zur Untersuchung der Bedeutung des dopaminergen Systems für Placeboreaktionen bei Parkinsonpatienten verwendeten *Fuente-Fernandez et al.* Positronen-Emissions-Tomographien. Nach der Verabreichung eines Placebos, von dem die Patienten glaubten es handle sich dabei um das hochwirksame Anti-Parkinsonmedikament Apomorphin, konnten eine ansteigende neuronale Freisetzung von Dopamin im Striatum, sowie eine dementsprechende klinische Verbesserung beobachtet werden.

Das dopaminerge System ist ein komplexes System, das an einer Vielzahl von cortikalen Funktionen beteiligt ist, wie etwa dem Belohnungssystem. Dies erklärt, warum die durch eine Placeboreaktion hervorgerufene Freisetzung von Dopamin nicht nur im Rahmen der Parkinsonerkrankung existiert. Vielmehr sind die dopaminergen Prozesse mit Placeboeffekten in verschiedenen Systemen wirksam, einschließlich des Schmerzsystems.

Zusammenfassend sprechen die hier exemplarisch berichteten klinischen und experimentellen Forschungsergebnisse dafür, dass an placeboinduzierten therapeutischen Effekten neurobiologische Mechanismen beteiligt sind und es sich bei diesen um die gleichen Mechanismen handelt, durch die auch spezifische pharmakologische Therapien wirken.

[27.2] Der Nocebo-Effekt

Der **Nocebo-Effekt** (lat. *nocebo* = „ich werde schaden“) ist analog zum Placebo-Effekt (lat. *placebo* = „ich werde gefallen“) eine negative Reaktion auf ein Präparat ohne eine spezifische Wirkung. Entdeckt wurde der Nocebo-Effekt, als nach Verabreichung wirkstofffreier Präparate negative und krank machende Auswirkungen auftraten. Wenn die negative Wirkung überwiegt, wird korrekterweise von einem Nocebo (statt Placebo) gesprochen. Im medizinwissenschaftlichen Sprachgebrauch werden heute im weiteren Sinne auch alle anderen Maßnahmen oder jegliche Einflussgrößen als Nocebo bezeichnet, die ohne naturwissenschaftlichen Nachweis eines spezifischen Wirkungsmechanismus eine negative Reaktion hervorrufen können. Auch kann sich ein Nocebo-Effekt zu schon vorhandenen Leidenszuständen addieren.

Der Nocebo-Effekt – oft auch als *negativer Placebo-Effekt* bezeichnet – beruht wie auch der Placebo-Effekt unter anderem auf einer bestimmten Erwartungshaltung. Die Erwartungshaltung kann demnach auch unbewusst sein und auf Lernmechanismen (Konditionierungen) beruhen. Es lassen sich auch physiologische Komponenten im Zusammenhang mit dem Nocebo-Effekt identifizieren. Beispielsweise spielt bei psychisch bedingten Schmerzen der in der Darmschleimhaut gebildete Botenstoff Cholecystokinin (CCK) eine Rolle. Er löst im Gehirn eine Schmerzreaktion aus und hat auch bei Phobien eine entscheidende Funktion. Dieser durch Angst ausgelöste Botenstoff ist vermutlich dafür verantwortlich, dass bei einer Medikamenteneinnahme dann gehäuft Nebenwirkungen auftreten, wenn der Patient diese ängstlich erwartet. Nocebo-Symptome treten signifikant häufiger bei Frauen als bei Männern auf.

Die folgenden drei Beispiele von Nocebo-Effekten zeigen, dass durch negative psychische Einstellungen tatsächlich negative physische Symptome ausgelöst werden können. Noceboreaktionen werden häufig durch die Angst vor eingebildeten Gefahren verursacht. („Der Glaube macht krank.“) In Tierversuchen wurde nachgewiesen, dass schädliche Effekte auch durch Konditionierung erlernt werden.

Nebenwirkung von Medikamenten

Der Nocebo-Effekt lässt sich insbesondere in placebokontrollierten Doppelblind-Studien für die Neuzulassung eines Medikamentes beobachten. In diesen Studien werden alle Patienten über mögliche zu erwartende Nebenwirkungen des Wirkstoffes informiert – unabhängig davon, ob sie diesen Wirkstoff oder ein Placebo erhalten. Sowohl die Patienten als auch die Ärzte wissen nicht, ob ein Wirkstoff (Verum) oder ein Scheinpräparat ohne Wirkstoff (Placebo) verabreicht wird. Die entsprechende Einsicht hat nur eine unabhängige Versuchsleitung. Etwa ein Viertel aller Patienten, welche in einer solchen Studie ein Placebo erhalten, klagt dabei über ungünstige Nebenwirkungen. Die von den Betroffenen beklagten Nebenwirkungen sind zumeist Erkrankungen, denen psychosomatische Ursachen zugeschrieben werden. Beispiele hierfür sind: Migräne, Krämpfe, Extrasystolen, Schwindelanfälle, Benommenheit, Erschöpfung, Schlaflosigkeit und Hautreaktionen.

Elektrosmog

In einer über drei Jahre dauernden Studie der Universität Essex nahmen 44 Personen teil, die über gesundheitliche Beschwerden durch die Nähe von Mobilfunkanlagen klagten, sowie 114 Personen, die noch nie negative Auswirkungen durch Mobilfunk an sich bemerkt hatten. In einem Labor wurden diese Personen in verschiedenen Experimenten elektromagnetischen Strahlen mit Frequenzen im GSM- und UMTS-Bereich ausgesetzt. In der Doppelblindstudie wurde den Versuchsteilnehmern gesagt, dass eine Antenne mit der entsprechenden Strahlung für 50 Minuten in Betrieb sei. Jene Probanden, welche sich für strahlungssensibel hielten, klagten anschließend über Übelkeit, Kopfschmerzen oder grippeähnliche Symptome. Ebenso konnten die Ärzte bei den Betroffenen Änderungen der Herzfrequenz und der Hautfeuchtigkeit messen. Diese subjektiv empfundenen Beschwerden und messbaren Symptome waren allerdings ganz unabhängig davon, ob die Antenne tatsächlich in Betrieb war oder nicht. 12 Personen mussten wegen massiver gesundheitlicher Beschwerden sogar den Test beenden. (Eltiti, 2007).

Framingham-Herz-Studie

In der über Generationen angelegten *Framingham-Herz-Studie* des *United States Public Health Service* wurden u.a. auch Frauen erfasst, welche sich selbst als Risikopatientinnen einschätzten. Bei diesen Frauen wurde festgestellt, dass sie tatsächlich – mit fast vierfacher Häufigkeit als andere Frauen – einen Myokardinfarkt oder plötzlichen Herztod erlitten. Dabei wurden alle anderen Risikofaktoren wie Tabakkonsum, hoher Blutdruck oder hohe Cholesterinwerte bereits eliminiert.

Tierversuche

In einem klassischen Tierversuch zur Konditionierung wurde Ratten ein mit Saccharin versetztes Trinkwasser gegeben, bevor sie Cyclophosphamid injiziert bekamen. Cyclophosphamid bewirkt unter anderem eine Immunsuppression. Zur Überraschung der Experimentatoren zeigte nach der Konditionierungsphase das Saccharin allein eine immunsuppressive Wirkung bei den Versuchstieren. (Ader & Cohen, 1975).

[27.3] Evidenzbasierte Medizin

Schulmedizin und Komplementärmedizin

Die höchsten Zielsetzungen der Medizin sind erstens die Erforschung von Krankheiten und zweitens deren Heilung. Die medizinische Forschung stützt sich auf die Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Biologie) und liefert ein Modell für eine Krankheit. Dieses Modell beschreibt Symptome und Ursachen und ist dann die Grundlage für eine entsprechende Heilbehandlung.

Die Richtigkeit eines Modells und die Wirksamkeit einer Heilbehandlung hängen somit vom aktuellen Stand der Wissenschaft ab. Die so genannte Schulmedizin ist dieser Wissenschaftlichkeit verpflichtet. Um dieser Verpflichtung nachzukommen, wird einerseits empirische Grundlagenforschung betrieben, und andererseits werden objektivierbare wissenschaftliche Prüfverfahren für die Heilmethoden entwickelt. Das sind die Prinzipien einer evidenzbasierten (d.h. nachweisorientierten) Medizin.

Eine alternative Medizin (Komplementärmedizin) besteht in Modellen und Behandlungen, die von der Mehrheit der Schulmediziner nicht anerkannt werden, weil sie nicht dem aktuellen Stand der Naturwissenschaft entsprechen.

Aber vielleicht gibt es doch Gründe, warum Patienten alternative Behandlungen um zumeist teures Geld aufsuchen – weil sie mit der Schulmedizin unzufrieden sind, weil der behandelnde Arzt ihnen zu wenig Zeit und Aufmerksamkeit widmet, weil die Schulmedizin bei ihren Erkrankungen versagt hat. Sehr oft treiben der Leidensdruck und die Verzweiflung die Menschen in die offenen Arme von Scharlatanen, welche dann noch mehr Unheil statt Heil verursachen.

Es ist unbestritten, dass Alternativmedizin heute boomt wie nie zuvor. Immer mehr Menschen fürchten sich vor schädlichen Nebenwirkungen der Schulmedizin und deren „bitteren“ Pillen. Das Angebot an alternativen Therapien ist fast unüberschaubar geworden. Jedes Jahr fließen Milliardenbeträge an Geld aus den Taschen leidender Patienten in jene von alternativen Heilern. Dieser Geldfluss wird angetrieben durch eine entsprechende Werbung in den Medien. Daher wird die Frage nach einer unvoreingenommenen objektiven Überprüfung der Wirksamkeit von Heilbehandlungen immer wichtiger. Eine Antwort auf diese Frage liefert die moderne evidenzbasierte Medizin (EbM). Mit ihr schließt sich der Bogen, den schon vor über 2000 Jahren der griechische Arzt Hippokrates spannte:

Es geht in der Tat um zwei Dinge, die Wissenschaft und die Meinung. Erstere gebiert Wissen, Letztere hingegen Unwissenheit.

Die kritische Vernunft und die empirische Verifizierbarkeit sind die beiden unerlässlichen Prüfsteine unserer Wahrnehmung. In dem Buch „*Trick or Treatment – Alternative Medicine on Trial*“ kommt *Edzard Ernst* zu dem ernüchternden Ergebnis, dass nur wenige alternative Heilmethoden einer objektiven wissenschaftlichen Prüfung standhalten. Beispielsweise die Akupunktur zur Bekämpfung von chronischen Schmerzen. Aus der Kräuter- und Naturheilkunde beispielsweise das Johanniskraut zur Behandlung von Depressionen oder das Fischöl zur Vorbeugung gegen koronare Herzerkrankungen. Auch ist die Wirksamkeit gesunder Ernährung und Lebensführung unbestritten. Diesen und anderen Beispielen steht eine Vielzahl von alternativen Heilmethoden gegenüber, bei denen eine spezifische Heilwirkung auf bestimmte Krankheiten nicht nachgewiesen werden kann.

Die klinische Studie

Die einfachste Form einer klinischen Studie besteht darin, dass eine Gruppe von Patienten (Versuchsgruppe VG) eine neue Behandlung (Medikament) erhält und eine zweite Gruppe von Patienten (Kontrollgruppe KG) keine Behandlung (Medikament) erhält. Dabei müssen die Patienten beider Gruppen nachweislich an derselben Krankheit leiden, die Anzahl der Patienten muss hinreichend groß sein und die Auswahl der Patienten muss durch einen Zufallsgenerator erfolgen. Dann spricht man von repräsentativen, großen, randomisierten Stichproben. Nach einer bestimmten Behandlungszeit werden dann die beiden Gruppen miteinander verglichen und der Behandlungserfolg wird mit den Hilfsmitteln der mathematischen Statistik erfasst.

Erhalten die Patienten der Kontrollgruppe hingegen eine unwirksame Behandlung (z.B. Scheinmedikament), dann spricht man von einer placebokontrollierten Studie. Alle Patienten müssen in dem Sinne verblindet werden, dass sie nicht erfahren in welcher Gruppe sie sind, d.h. sie wissen nicht, ob sie das wirksame Medikament oder das Placebo erhalten.

Um weitere mögliche, verzerrende Einflüsse auszuschließen, müssen auch die Ärzte verblindet werden, indem sie nicht erfahren, ob sie einem Patienten einen Wirkstoff oder ein Placebo verabreichen. Den Einblick und Überblick über die Studie hat nur eine unabhängige Versuchsleitung. Bei der Veröffentlichung der Studie muss eine vollständige Einsicht in das verwendete Datenmaterial gewährleistet werden. Eine Studie, welche alle diese Anforderungen erfüllt, wird als randomisierte, placebokontrollierte, doppelblinde klinische Studie bezeichnet und gilt als der goldene Standard für medizinische Tests.

Die evidenzbasierte Medizin

Die evidenzbasierte Medizin (EbM, *evidence-based medicine*, d.h. „auf Beweismaterial gestützte Heilkunde“ bzw. „nachweisorientierte Medizin“) ist eine Richtung in der Medizin, die fordert, dass bei jeder medizinischen Behandlung patientenorientierte Entscheidungen ausdrücklich auf der Grundlage von empirisch nachgewiesener Wirksamkeit getroffen werden. Definiert wird evidenzbasierte Medizin ursprünglich als der bewusste, ausdrückliche und wohl überlegte Gebrauch der jeweils besten Informationen für Entscheidungen in der Versorgung eines individuellen Patienten. EbM beruht demnach auf dem jeweiligen aktuellen Stand der klinischen Medizin auf der Grundlage klinischer Studien, medizinischer Veröffentlichungen und deren sorgfältigen Meta-Analysen, die einen Sachverhalt erhärten oder widerlegen. Daraus resultiert dann die **externe Evidenz**. Für diese gelten die vier hierarchisch geordneten Qualitätsstufen:

Level 1: Es gibt ausreichende Nachweise für die Wirksamkeit aus systematischen Übersichtsarbeiten über zahlreiche randomisiert kontrollierte Studien.

Level 2: Es gibt Nachweise für die Wirksamkeit aus mindestens einer randomisiert kontrollierten Studie.

Level 3: Es gibt Nachweise für die Wirksamkeit aus methodisch gut konzipierten Studien ohne randomisierte Gruppenteilung.

Level 4: Es gibt Nachweise für die Wirksamkeit aus klinischen Erfahrungsberichten von anerkannten Experten.

Die **Cochrane Collaboration** ist ein internationales, weltweites Netz von Wissenschaftlern und Ärzten, deren Ziel es ist, systematische Übersichtsarbeiten (*Reviews* und *Meta-Analysen*) zur Bewertung von medizinischen Therapien zu erstellen, zu aktualisieren und zu verbreiten.

[Anhang A] Erziehung und Schulbildung

[A.1] Grundprozesse der Kindesentwicklung

Erziehung ist die Einflussnahme auf das Verhalten und die Entwicklung eines Kindes. Sie erfolgt primär durch Bezugspersonen wie Mutter, Vater, Lehrer, usw. Die erziehenden Personen sind Teil der Gesellschaft und haben bestimmte Erziehungsziele und bestimmte Erziehungsmethoden. Das allgemeinste Ziel besteht in der Vermittlung eines **Wertesystems**, welches vom Kind verinnerlicht und dann handlungsanleitend wird. Das Kind braucht dazu Regelmäßigkeiten, die ihm Sicherheit und Orientierung geben, so dass sich ein Urvertrauen entwickeln kann. Wichtig sind dabei Rituale wie z.B. jene der Körperpflege (Sauberkeit) oder des Benehmens (Höflichkeit). Die Erziehungspraktiken stützen sich auf unterschiedliche Lerntechniken wie mechanisches oder konditionelles Lernen. Hervorzuheben ist das Lernen durch Vorbild und Nachahmung. Wichtig ist, dass am Ende eines Erziehungsprozesses beim Kind die bewusste Einsicht in das erwünschte Lernziel vorhanden ist.

Primäre Erziehungsziele sind **Befriedigungsaufschub, Impulskontrolle, Frustrationstoleranz**. Ihre neurobiologischen Grundlagen sind neuronale Vernetzungen und reziproke Kopplungen zwischen der vorderen Großhirnrinde und dem tiefer im Gehirn liegenden limbischen System, wobei bestimmte chemische Transmitterstoffe (Serotonin, Dopamin, usw.) maßgeblich beteiligt sind. In der stammesgeschichtlich jungen Großhirnrinde sind die kognitiven Funktionen der Psyche lokalisiert (Wahrnehmung, Gedächtnis und Denken). Im stammesgeschichtlich älteren limbischen System sind die Gefühle (Emotionen) und Triebe lokalisiert. Die neuronalen Netzwerke können durch angeleitetes Lernen schrittweise modifiziert werden. So entstehen neue Nervenverbindungen (Synapsen) und sogar neue Nervenzellen (Neurogenese). Diese Neuroplastizität besteht in jedem Lebensalter (vorrangig jedoch in der Kindheit), wodurch erst pädagogische und psychotherapeutische Einflussnahmen möglich werden.

Von großer Bedeutung, neben den genetisch angeborenen Dispositionen, ist die Art und Weise der **emotionalen Bindung** zwischen einer Bezugsperson und dem Kind in den ersten Lebensjahren, wobei die Ausschüttungen des Hormons „Oxytocin“ und von körpereigenen „Opiaten“ eine maßgebliche Rolle spielen. Diese Stoffe hemmen das Stresssystem mit seinen Hormonen und erzeugen ein emotionales Wohlbefinden. Zu unterscheiden sind dabei **sicher oder unsicher gebundene** Kinder. Eine sichere Bindung entsteht bei einem Erziehungsverhalten, das durch emotionale Wärme, Mitgefühl, Geduld, Fürsorglichkeit, Geborgenheit, Vertrauen, Verlässlichkeit und vor allem durch eine ausgewogene **Balance zwischen Nähe und Distanz** gekennzeichnet ist. Andernfalls entsteht eine unsichere Bindung. Unsicher gebundene Kinder klammern sich entweder zu sehr an ihre Bezugspersonen oder distanzieren sich zu sehr von ihnen. In ihrem Bindungsverhalten sind sie entscheidungsunsicher und oft desorganisiert. Die unsichere Bindung kann zur Ursache von Entwicklungsstörungen und psychosomatischen Erkrankungen werden. Ein Beispiel dafür ist der Hospitalismus, d.h. von den Eltern getrennte (isolierte) und in Heimen, Anstalten oder Spitälern aufwachsende Kinder sind signifikant deutlich krankheitsanfälliger. Die frühen Bindungserfahrungen sind auch die Grundlage für Mitgefühl und Sozialverhalten.

Eine wichtige Phase in der frühen Kindheit, die auf den Bindungserfahrungen im Säuglingsalter aufbaut, besteht in der Ausbildung einer „**Theory of mind**“, d.h. dem Verstehen der Emotionen von anderen Personen und dem Erkennen eines fremden ICHs im Unterschied zum eigenen ICH. Ähnlich wie das Immunsystem lernt das Kind zwischen fremd und selbst zu unterscheiden. So lernt das Kind Objekt und Subjekt zu trennen. Damit ist auch die Basis für die Entwicklung eines autobiografischen Gedächtnisses geschaffen, das uns ein Leben lang begleitet, und ohne dem die Ausformung eines Ich-Bewusstseins als einer überdauernden Instanz nicht möglich ist.

Für die Leistungsfähigkeit des psychischen Apparates entscheidend ist neben der genetisch angeborenen neuronalen Struktur vor allem die Reichhaltigkeit von frühkindlichen Reizen und Erfahrungen. Ein Entzug (Deprivation) von visuellen Reizen während der ersten Lebensmonate führt zu einer deutlich schwächeren Vernetzung von Nervenzellen in den visuellen Feldern der Großhirnrinde und damit zu einer verringerten Leistung der optischen Wahrnehmung.

Von großer Bedeutung ist die **Sprachentwicklung** des Kindes. In der Vorschulzeit werden dabei zwei Formen des Spracherwerbs unterschieden: **das implizite und das explizite Erlernen** der Sprache. In den ersten drei Jahren erfolgt der Spracherwerb ausschließlich implizit, d.h. beiläufig und ohne besondere Konzentration auf die Lernakte. Wichtig ist die enge Zweierbeziehung mit einem Interaktionspartner. Dabei reagiert das Baby vor allem auf die Sprachmelodie (Rhythmus, Betonung) der Mutter. Nach dem explosiven Zuwachs von Lauten und Wörtern erfolgt eine explosive unbewusste Aneignung von Grammatikregeln. Parallel dazu werden vom Kind kognitive und soziale Kompetenzen erworben. Ab dem vierten Lebensjahr beginnt das Kind auch explizit zu lernen, d.h. mit Vorsatz und Konzentration. Das Sprachlernen wird nun durch gezielte pädagogische Maßnahmen motiviert, arrangiert und unterstützt. Diese Prozesse führen zu einem deklarierbaren Wissen über die Grammatik einer Sprache. Sprache ist für uns Menschen von eminenter Bedeutung, einerseits als Stütze für das Denken und andererseits als wichtigstes Kommunikationsmittel.

Unter **Sozialisierung** versteht man den Prozess der Anpassung des Individuums an sein soziales Umfeld, eben an die Gesellschaft. Diese Anpassung erfolgt durch eine Verinnerlichung (Internalisierung, d.h. emotionale und kognitive Akzeptanz) der gesellschaftlichen Normen. Beim Prozess der Sozialisierung geht es im Wesentlichen um den Übergang von Fremdbestimmung (**Heteronomie**) zur eigenverantwortlichen Selbstbestimmung (**Autonomie**).

[A.2] Verschiedene Erziehungsstile

Neben den primären Erziehungszielen werden relativ zur jeweiligen Gesellschaft weitere Ziele formuliert. Bis 1960 standen Vorstellungen wie Disziplin, Pflichterfüllung und Gehorsam im Mittelpunkt. Dann erfolgten ein Wertewandel und eine Emanzipation in vielen Bereichen. Heute werden eher Selbständigkeit (Mündigkeit), Kritikfähigkeit und Eigenverantwortung des Kindes als vorrangige Ziele angestrebt. In diesem Zusammenhang können drei Erziehungsstile unterschieden werden: autoritär, anti-autoritär (laissez-faire) oder demokratisch.

Bei der **autoritären Erziehung** trifft die jeweilige Autorität alle Entscheidungen alleine. Diese dürfen nicht hinterfragt werden, und dem jungen Menschen wird sein natürliches Neugierverhalten und auch sein Freiheitsstreben unterbunden. Er wird dadurch zum Befehlsempfänger, welcher eine vorgegebene Ordnung stur einhalten muss. Es wird verlangt, dass man Befehlen gehorcht, bevor man sie überhaupt versteht. Als Gegenpol dazu hat sich die **anti-autoritäre Erziehung** (laissez-faire) etabliert. Dabei lässt der Gruppenleiter die Kinder frei das tun, was sie wollen. Er fällt keine Entscheidungen und greift in das Geschehen prinzipiell nicht ein. Die Kinder müssen selbst herausfinden, was gut und was schlecht ist, und sie sollen selbst die Gruppenregeln aufstellen. Alle autoritären Strukturen, welche das Kind einschränken und daran hindern, frei und glücklich zu sein, müssen aufgehoben werden. An ihre Stelle tritt das Prinzip der Selbstregulation.

Ein sinnvoller Mittelweg ist die **demokratische Erziehung**. Eine egalitäre Autorität unternimmt die mühevollen Erziehungsarbeit, zuerst zu erklären, dann zu diskutieren und zuletzt Richtlinien aufzustellen. Erst denken, dann reden und dann handeln. Eine solche Erziehung konstituiert sich in der Dialektik von Annehmen und Zurückweisen. Sie ist immer gekennzeichnet durch einen achtsamen und respektvollen Umgang miteinander.

[A.3] Erziehungsprobleme in der heutigen Zeit

(a) Die westlichen Wohlstandsgesellschaften

Noch (im Jahre 2016) geht es dem Mittelstand in den westlichen, kapitalistischen Wohlstandsgesellschaften relativ gut. Jedoch wird der Unterschied zwischen reichen und armen Bürgern immer größer. Der Motor unseres Wohlstandes sind das Leistungsmotiv und die Habgier. Die wertebewusste und traditionsreiche Familienstruktur ist zerbrochen. Es gibt immer mehr allein-erziehende Mütter und Väter und zerstreute Patchwork-Familien. Im modernen Medienzeitalter nehmen Fernsehen, Computer und Handy immer mehr Raum und Zeit im individuellen Leben ein. Die menschlichen Gehirne werden von einer ungeheuren Informationsflut überschwemmt. Das wissenschaftliche Weltbild und die Technik sind so komplex geworden, dass eine ordnende Zusammenschau und ein tieferes Verstehen für den einzelnen Menschen kaum möglich sind.

In einer solchen Welt müssen nun Eltern ihre Kinder aufziehen und erziehen. Die zwei Hauptfehler dabei sind einerseits die „**Vernachlässigung**“ und andererseits die „**Überbehütung**“. Interessanterweise verursachen beide ähnliche Schäden bei den Kindern, denen es an Geborgenheit und Orientierung fehlt. Die Ursachen für eine Vernachlässigung oder Verwahrlosung der Kinder können vielfältig sein. Häufig ist es die zu große Belastung der Eltern durch den Beruf oder das elterliche Desinteresse an ihren Kindern. Auch die Ursachen für eine Überbehütung oder Verwöhnung können vielfältig sein. Meistens sind es so genannte Helikopter-Eltern.

(b) Helikopter-Eltern und Tyrannenkinder

Unter Helikopter-Eltern versteht man überfürsorgliche Eltern, die sich wie ein Beobachtungshubschrauber ständig in der Nähe ihrer Kinder aufhalten, um diese zu überwachen und zu beschützen. Ihr Erziehungsstil ist geprägt von (teilweise zwanghafter) „**Überbehütung**“ und auch exzessiver Einmischung in die Angelegenheiten des Kindes bzw. des Jugendlichen.

Viele Helikopter-Eltern kompensieren mit ihrer Überfürsorglichkeit an den Kindern ihre eigene Unsicherheit und Orientierungslosigkeit. Sehr oft drängen sie auch ihre Kinder zu besonderen Leistungen, um den Mangel an eigener Anerkennung auszugleichen. Sie wollen erfolgreiche und glückliche Kinder, um sich selbst als kompetent zu erleben. So verlängern sie die Abhängigkeitsphase und fördern nicht die Selbständigkeit ihrer Kinder. So werden Ablösungskonflikte erzeugt.

Eine andere Variante inadäquaten Elternverhaltens besteht im „**Verwöhnen**“ und „**Verzärteln**“ der Kinder. Das Bestreben die eigenen Kinder besonders liebevoll und richtig zu erziehen, führt dazu, dass den Kindern ein Übermaß an Freiheit gewährt wird, ohne dass angemessene Grenzen gesetzt werden. Diese „laissez-faire“-Haltung der Eltern hat oft ihren Grund in eigenen Schuldgefühlen und im schlechten Gewissen den Kindern gegenüber, weil die Eltern zu wenig Zeit für die Kinder haben. Das schlechte Gewissen wird dann kompensiert mit noch mehr Konsum und noch mehr Freiheiten. Die Eltern wollen nur, dass ihre Kinder glücklich sind. Aber das ist zu wenig, denn das Leben besteht nicht nur aus Spaß und Vergnügen, sondern auch aus Pflichten und Verantwortungen. Kinder brauchen dazu echte Zuneigung und liebevolle Führung.

Überbehütung und Verwöhnung bewirken, dass die Kinder keine Selbständigkeit (Mündigkeit), keine Widerstandsfähigkeit (Resilienz) und keine Eigenverantwortung entwickeln. Das führt bei den betroffenen Kindern oft zu verschiedenen, psychosomatischen Störungen. Bettnässen, Essstörungen, Depressionen und ADHS können auftreten. Immer häufiger findet man solche Kinder (und Eltern) in den psychotherapeutischen Einrichtungen unserer Gesellschaft.

Eine andere Folge von Überbehütung und Verwöhnung kann die Entwicklung von so genannten **Tyrannenkindern** sein. Wenn die Eltern aus den Kindern kleine Prinzessinnen und Prinzen machen, wenn Eltern ihre Kinder zwanghaft nur glücklich sehen wollen, wenn Eltern ihren Kindern deswegen alles erlauben und ihnen keine Richtlinien und Grenzen setzen, dann werden diese Kinder zu kleinen Tyrannen. Sie sind unbeherrscht, sie fordern immer mehr, und sie terrorisieren mit Schreien, Weinen und Schlagen ihre Eltern. Die Probleme beginnen sehr früh. Das Kind will immer am Abend spielen anstatt einzuschlafen. Das Kind will lieber seine Finger in das Trinkglas stecken anstatt daraus zu trinken. Das Kind will lieber Fernsehen anstatt Hausübungen zu machen. Und die Eltern erfüllen alle seine Wünsche, intervenieren in der Schule und vergessen dabei ihre eigentliche Kernkompetenz, nämlich die Kinder mit Konsequenz liebevoll zu führen und zu leiten. Oft verhindern ihre Schuldgefühle und ihr schlechtes Gewissen, dass sie ihre Führungsrolle konsequent annehmen und ausüben.

(c) Die andere Seite der Wohlstandsgesellschaft

Zum Abschluss muss gesagt werden, dass Helikopter-Eltern und Tyrannenkinder nur die eine Seite der Erziehungslandschaft sind. Die andere Seite sind vernachlässigte, verwahrloste und verletzte Kinder, welche in ihrem Leben nie Liebe und Zuneigung erfahren haben und oft in Drogensucht und Kriminalität abgleiten. Diese Kinder zurückzuholen und ihnen einen Sinn im Leben zu vermitteln, ist eine unabdingbare Aufgabe unserer Gesellschaft. Ein eigenes Kapitel und eine besondere Herausforderung an die Gesellschaft sind in der heutigen Zeit die verarmten und oft verletzten Flüchtlingskinder. Sinnvolle Hilfe und Integration dieser Kinder stellen unsere Gesellschaft vor große, aber hoffentlich lösbare Probleme.

[A.4] Was ist eine „richtige“ Erziehung?

Bei der Sichtung von vielen Kommentaren, Artikeln und Lehrbüchern kristallisieren sich einige allgemein gültige Grundsätze einer „richtigen“ Erziehung heraus. Das heute allgemein akzeptierte Erziehungsziel ist der **selbständige (mündige) Mensch**, der eigenverantwortlich, kritikfähig, widerstandsfähig, verantwortungsbewusst, tolerant und zufrieden ist. Am besten geeignet zur Erreichung dieses Ziels erweist sich ein flexibler, situationsabhängiger, im Kern aber **demokratischer Erziehungsstil**. Die Diplompädagogin *Maria Wallner* vergleicht das Erziehen mit dem Jonglieren mit drei Bällen. Der 1. Ball ist „**Wärme**“, der 2. Ball sind „**Regeln**“ und der 3. Ball ist „**Selbständigkeit**“. Das richtige Jonglieren muss mühsam erlernt werden. Man muss es täglich mit Ausdauer üben, und dabei kann es auch passieren, dass die Bälle aus der Hand gleiten und zu Boden fallen. Dieses Jonglier-Gleichnis beschreibt sehr gut die Hauptmerkmale einer „richtigen“ Erziehung, die in **acht Erziehungsfaktoren (E)** aufgegliedert werden können.

- (E1) **Wärme und Geborgenheit vermitteln**
- (E2) **Achtsam zuhören und sich Zeit nehmen**
- (E3) **Geduld und Gelassenheit aufbringen**
- (E4) **Immer offen, ehrlich und authentisch sein**
- (E5) **Auf Klarheit, Ordnung, Regelmäßigkeit achten**
- (E6) **Angemessene Leitlinien und Grenzen setzen**
- (E7) **Konstanz und Konsequenz einhalten**
- (E8) **Selbständigkeit und Verantwortung fördern**

Im Folgenden sollen dazu noch einige Beispiele aus der Erziehungspraxis angegeben werden.

ad E1: Wärme und Geborgenheit vermitteln . . .

Vor allem in den ersten Lebensjahren brauchen Kinder bedingungslose Liebe. Dabei muss das Kind so angenommen werden wie es ist, und dies muss ihm auch gezeigt werden. So entwickelt sich Urvertrauen und Selbstvertrauen. Die Welt ist für das Kind ein großer Abenteuerspielplatz und für seine Erkundungsausflüge braucht es unbedingt die verlässliche Geborgenheit einer sicheren Bindung. Ein Kind, das sich verweigert, weint und schreit, gibt so nur zu erkennen, dass seine legitimen Grundbedürfnisse nicht befriedigt wurden. Hier ist nicht Zurechtweisen oder Schimpfen angebracht, sondern Zuwendung und Beruhigung.

ad E2: Achtsam zuhören und sich Zeit nehmen . . .

Eltern sollen aktiv und aufmerksam zuhören und nicht beiläufig oder nebenbei. Spielsachen sind sicher wichtig, viel wichtiger aber ist es für Kinder im Alltag mithelfen zu dürfen (z.B. bei der Zubereitung des Essens oder beim Aufräumen der Wohnung oder bei der Pflege des Gartens). Auch wenn dann alles etwas länger dauert. Die nötige Zeit sollte dafür aufgebracht werden.

ad E3: Geduld und Gelassenheit aufbringen . . .

Kinder können ihre Eltern oft zur Weißglut treiben, beispielsweise bei den Tischsitten oder beim Kleideranziehen. Hier sind keine sofortigen Verhaltensänderungen zu erwarten. Hier und bei vielen anderen Dingen sind Geduld und Gelassenheit gefragt.

ad E4: Immer offen, ehrlich und authentisch sein . . .

Kinder erreicht man am besten, wenn man ehrlich und authentisch ist. Statt zu lügen oder etwas vorzuspielen, kann man durchaus seine eigenen Fehler eingestehen. Kinder haben ein sehr gutes Gespür dafür, ob ein Verhalten echt oder nur gespielt ist.

ad E5: Auf Klarheit, Ordnung, Regelmäßigkeit achten . . .

Kinder haben das Bedürfnis nach Übersicht und Ordnung. Sie fühlen sich sicher bei regelmäßigen Tagesabläufen. Sie brauchen immer gleiche, feste Rituale. Die neuronalen Netze unseres Gehirns lernen nur dann optimal, wenn die Inputreize klar und regelmäßig dargeboten werden. Das gilt uneingeschränkt für alle Formen des Lernens.

ad E6: Angemessene Leitlinien und Grenzen setzen . . .

Nur wenn klare Regeln und angemessene Grenzen gesetzt werden, lernen Kinder Befriedigungen aufzuschieben und Frustrationen auszuhalten. Allgemeine Regeln (das Zimmer aufräumen, die Sachen in Ordnung bringen, die Hausübungen machen, Spielzeiten und Schlafenszeiten einhalten, usw.) ersparen endlose und zermürende Diskussionen. Man kann sie gemeinsam mit den Kindern aufstellen, niederschreiben und die Konsequenzen bei ihrer Nichteinhaltung festlegen.

ad E7: Konstanz und Konsequenz einhalten . . .

Psychische und physische Gewalt haben in der Erziehung nichts zu suchen. Harter Liebesentzug oder Zynismus sind oft sehr verletzend. Es gibt auch keine „gesunden Ohrfeigen“. Sie bedeuten enormen Stress für das betroffene Kind. Es erlebt sich ohnmächtig und hilflos und wird in seinem Selbstwert geschwächt. Es reagiert dann entweder mit nachgiebiger Überanpassung oder mit einer chronischen Widerstandshaltung. Wenn Strafen tabu sind, wie soll eine gute Erziehung gelingen? Die Antwort ist eine *Erziehung mit Konsequenz*.

Von Anfang an sollten dem Kind bestimmte Spielregeln klar gemacht werden, und dass ihre Nichteinhaltung immer Konsequenzen nach sich zieht. Ist beispielsweise ausgemacht, dass das Kind vor dem Schlafengehen nur ein Computerspiel spielen darf und es spielt dann aber weiter, so darf es am nächsten Tag eben nicht mehr spielen. Eltern sollen mit ihren Kindern immer Klartext reden, wenn es Grenzen überschreitet – jedoch sollte dies in respektvollem und liebevollem Ton passieren. Spielregeln immer erklären, die Einhaltung dieser Regeln konsequent einfordern, und dabei trotzdem einen achtsamen gegenseitigen Umgang pflegen.

ad E8: Selbständigkeit und Verantwortung fördern . . .

Erziehung zur Selbständigkeit und Eigenverantwortung ist wichtig. Sehr oft wird aber übertrieben. Es ist kontraproduktiv über alles und jedes nach dem Einverständnis der Kinder zu fragen und sie überall mitreden zu lassen („überfragte Kinder“). Es gibt immer Dinge, die nicht verhandelbar sind, und Kinder müssen lernen, das zu akzeptieren. Trotz allem Einbinden und Ernstnehmen existiert die Asymmetrie zwischen erfahrenem Erwachsenen und unerfahrenem Kind. Oft ist es jedoch sehr schwierig abzuwägen, ob man seinem Kind eine bestimmte Tätigkeit selbständig und in Eigenverantwortung zutrauen kann oder nicht.

[A.5] Allgemeine Leitlinien der Schulbildung

Bildung im weitesten Sinne überschneidet sich mit Erziehung in großen Teilen. Eine Bildung im engeren Sinne vermittelt einschlägiges Wissen, was vor allem die Aufgabe von Schulen ist. Die schulische und die außerschulische Bildung verfolgen beim Lernenden drei grundsätzliche Ziele:

- *Entwicklung einer psychisch gesunden Persönlichkeit*
- *Entwicklung von emotionalen und sozialen Kompetenzen*
- *Vermittlung von kognitiven Fähigkeiten und Fachwissen*

Der Kernpunkt der schulischen Bildung liegt, ähnlich wie bei der psychotherapeutischen Allianz, in der vertrauensvollen und respektvollen Beziehung zwischen Lehrer und Schüler. Nur wenn im Prozess des Lehrens und Lernens die sechs psychoneuralen Grundsysteme (Bindung, Beruhigung, Belohnung, Stressverarbeitung, Impulshemmung und Realitätsprüfung) entsprechend berücksichtigt werden, ist langfristiger Lernerfolg sichergestellt. Ansonsten ist der Ertrag dürftig und die Mühe umsonst. Der Lehrer muss eine personale und fachliche Autorität für den Schüler sein. Der ausgereiften, wissenden Persönlichkeit des Lehrers steht die unreife, unwissende Persönlichkeit des Schülers gegenüber. Daraus ergibt sich notwendiger Weise ein asymmetrisches Lehrer-Schüler-Verhältnis.

Ein nachhaltiger Lernerfolg hängt von folgenden drei Grundfaktoren ab: *(1) von der Intelligenz, (2) von Motivation und Begeisterung, (3) von Ausdauer und Fleiß.*

Intelligentes Verhalten ist zum großen Teil angeboren, kann aber mit Hilfe entsprechender Lern- und Lehrmethoden erheblich gefördert werden. Motivation ist die Basis für jeden Lernerfolg. Sie lebt in hohem Maße vom Vorbild, von Ermutigung und Belohnung. In der Schule muss der Lehrer zunächst ein guter Motivator sein (durch seine vorbildhafte personale Autorität) und dann erst ein guter Wissensvermittler (durch seine vorbildhafte fachliche Autorität).

Zunächst müssen beim Schüler Neugierde und Interesse geweckt werden, dann erst kann nachhaltig unterrichtet werden. Der dritte Faktor liegt auf der Seite des Schülers. Nur durch Fleiß und Ausdauer wird langfristiger Lernerfolg gesichert. Das aber bedeutet nicht nur Spass, sondern auch Arbeit und Mühe. Leider sind Fleiß und Ausdauer in den meisten westlichen Kulturen aus der Mode gekommen – jedoch in vielen östlichen Kulturen bedeuten sie noch immer erstrebenswerte Persönlichkeitseigenschaften.

In kognitiver Hinsicht geht es beim schulischen Lernen darum, dass Lerninhalte dauerhaft im Langzeitgedächtnis des Schülers gespeichert werden. Neben dem motivierenden Vorbild des Lehrers ist die schülergerechte Darbietung des Lernstoffes ein wichtiger Faktor. Diese muss so erfolgen, dass eine Verankerung im Vorwissen des Schülers möglich ist. Nur durch Assoziation mit bereits Bekanntem kann Unbekanntes erlernt und beherrscht werden.

In der Schulrealität kommuniziert ein Lehrergehirn in einem Klassenraum mit ca. 25 Schülergehirnen. Jedes Gehirn bringt seine eigene, individuelle psychische (Er)Lebenswelt mit. Damit das Lehrergehirn bei der Wissensvermittlung die Lerninhalte bleibend in den Schülergehirnen verankern kann, muss es ein Wissen um das jeweilige Vorwissen in den Schülergehirnen haben. Dieses Wissen muss sich der Lehrer unbedingt verschaffen, bevor er zu unterrichten beginnt.

Zusätzlich sind ständige Wiederholung und begleitende Lernkontrollen unabdingbare Voraussetzungen für Nachhaltigkeit. Außerdem müssen die Gesetze der Lernpsychologie beachtet werden. Vor allem darf der Lernstoff nicht zu umfangreich sein. Er sollte logisch gegliedert sein, und die Lernakte sollten zeitlich gestreut werden. Auch hier gilt der Grundsatz „**Weniger ist Mehr**“. Schlussendlich sollte immer die Sinnhaftigkeit des Lernstoffes aufgezeigt werden. Für den Schüler ist es lernhemmend, wenn er nicht weiß wofür er eigentlich lernt.

Was die Unterrichtsform betrifft, gibt es keine Prioritäten. Der Frontalunterricht eines kompetenten, einfühlsamen und begeisternden Lehrers ist allemal wirksamer als ein wenig strukturierter Gruppenunterricht oder ein nicht überwachter Einzelunterricht. Ein wichtiges Thema ist auch die Leistungsdifferenzierung. Der Unterricht in leistungsmäßig sehr inhomogenen Schulklassen mit Binnendifferenzierung ist nur in der elementaren Grundschule sinnvoll. Je komplexer die zu vermittelnden Wissensinhalte sind, umso effektiver erweisen sich kleine homogene Leistungsgruppen. Dabei sollte jedoch beachtet werden, dass solche Aufteilungen immer flexibel und reversibel gehalten werden.

Im sozialen Miteinander sind gegenseitiger Respekt und Achtsamkeit gefordert. In emotionaler Hinsicht muss zwischen Lehrer und Schüler eine vertrauensvolle und respektvolle Beziehung aufgebaut werden. Nur auf der Basis einer positiven und sicheren Bindung ist nachhaltiges Lernen möglich. Dazu muss in der Schule ein möglichst stressfreies und angstfreies Lernklima geschaffen werden.

Wissensvermittlung und Persönlichkeitsbildung können nur funktionieren, wenn die psychoneuralen Grundsysteme entsprechend berücksichtigt werden. Dabei geht es um Bindungsfähigkeit, Empathie, Selbstberuhigung, Selbstbelohnung und auch Belohnungsaufschub, Selbstmotivation, Stressverarbeitung, Frustrationstoleranz, Realitätssinn und Risikowahrnehmung. All dies zusammen macht eine „reife Persönlichkeit“ aus. All dies zu erwerben und auszubauen ist eine lebenslange Aufgabe und nicht mit dem Schulabschluss beendet - aber in der Kindheit und Jugendzeit kann viel mehr erreicht werden als später.

Leider ist es ein Tatbestand, dass in der üblichen Schulpraxis diese Faktoren viel zu wenig beachtet werden. Um schulische Bildung nachhaltig zu verbessern, muss diesen neurobiopsychologischen Erkenntnissen Rechnung getragen werden.

Anmerkung zur Messbarkeit von Schülerleistungen

Es gibt zwei Ansätze zur Bewertung von Schülerleistungen: (1) ein quantitatives, beispielsweise fünfstufiges Notensystem oder (2) ein qualitatives, verbal beschreibendes Bewertungssystem. Trotz verschiedenener Nachteile eines Notensystems ist dieses vorzuziehen, weil verbale Bewertungsverfahren noch viel größere Nachteile und Probleme erzeugen, wie (a) die unterschiedliche Wahl von Beurteilungskriterien, (b) die subjektive Art und Weise der Ausformulierungen und (c) den Mangel an objektiver Vergleichbarkeit.

Noten sollen Schüler, Lehrer und andere über das Leistungsvermögen des Schülers informieren. Durch die Noten kann der Lehrer auch seine eigene Unterrichtsqualität besser einschätzen und Vorhersagen über die künftige Schülerentwicklung treffen. Noten dienen als Grundlage für Selektionsentscheidungen und Notenverteilungen können auch statistisch ausgewertet werden.

Wie werden Noten gebildet? Der zu messende Gegenstand ist die Leistung eines Schülers bei der Lösung von gestellten Aufgaben. Dazu muss zuerst die Aufgabenstellung sowohl dem gewünschten Lernziel als auch der jeweiligen Altersstufe (Schwierigkeit) entsprechen. Im Idealfall sind Lernziel und Lernstoff normiert und standardisiert. Zweitens müssen die Auswertungskategorien der Aufgabenlösung festgelegt werden. Im Idealfall ist der Bewertungsschlüssel der Aufgabenlösung normiert und standardisiert. Dadurch wird objektiv bestimmt, was die einzelnen Noten bedeuten. Ursprünglich sind Noten ein „Klasseninternes Bezugssystem“. Durch Standardisierung in überregionalen, zentralen Stellen werden die Noten relativ unabhängig vom klasseninternen Bezug und können klassenübergreifend interpretiert werden. Dadurch sind Vergleichbarkeit und Transparenz gewährleistet. Der unbestreitbare Vorteil der Standardisierung von Lernstoff und Prüfungsverfahren liegt darin, dass erstens verschiedene Lehrer dieselbe Schülerarbeit möglichst gleich bewerten, und dass zweitens Schüler der gleichen Altersstufe und des gleichen Schultyps immer nach demselben Lehrstoff unterrichtet werden.

Wichtig erscheint die Ausarbeitung der methodischen Grundkompetenzen in den verschiedenen Gegenständen und deren genaue Beschreibung mithilfe von Deskriptoren. In den **Sprachen** sind es die vier Grundkompetenzen *Hören, Lesen, Schreiben* und *Sprechen*. Hilfreich zur Beurteilung von Schreibproduktionen sind dabei die vier Hauptdeskriptoren *Erfüllung der Aufgabenstellung (Inhalt)*, *Aufbau und Layout (Gliederung)*, *Spektrum sprachlicher Mittel (Ausdruck)*, *Sprach- und Schreibrichtigkeit (Grammatik)*. Diese Beurteilungsfaktoren sind unterschiedlich gewichtet.

In der **Mathematik** sind es die sechs Methodenkompetenzen *Modellieren und Darstellen (M1)*, *Operieren und Rechnen (M2)*, *Verwenden von Werkzeugen (M3)*, *Abstrahieren und Transferieren (M4)*, *Sprachrichtiges Argumentieren und Kommunizieren (M5)*, *Interpretieren und Reflektieren (M6)*. Diese methodischen Kompetenzen sind durchaus auch in anderen Gegenständen anwendbar.

Natürlich setzt eine solche methodische Kompetenzorientierung das Lehren und Lernen von fachspezifischen Inhalten voraus. Eine Kompetenzorientierung ohne inhaltliche Wissensvermittlung ist unsinnig. Genauso wenig zielführend erscheint das alleinige Wissen um Fakten ohne das Wissen, wie mit den Fakten umzugehen ist (Abstrahieren, Transferieren, Interpretieren); beispielsweise in Geschichte oder Biologie.

Es gibt auch Unterrichtsfelder wo eine normierende Standardisierung nicht sinnvoll ist. Dazu zählen vor allem kreative und musische Betätigungen. So können bei sprachlichen Leistungen nur Teilbereiche mit Hilfe von normierten Aufgabenstellungen (Lückentexte, Multiple Choice Fragen, usw.) erfasst werden. Sprachunterricht darf nicht nur auf die richtige Verwendung von vorgegebenen Textbausteinen reduziert werden. Dem kreativen, freien Schreiben sollte mehr Gewicht zugemessen werden.

Schließlich muss unbedingt erwähnt werden, dass es mehrere subjektive Fehlerquellen seitens der beurteilenden Lehrer gibt, beispielsweise den **Halo-Effekt** (ein guter Allgemeindruck beeinflusst die Wahrnehmung von einzelnen Merkmalen), den **Beharrungs-Effekt** (einmal gefällte Urteile werden nur schwer abgeändert), den **Barmherzigkeits-Effekt** (milde Beurteilung von Schülern in schwierigen gesundheitlichen oder sozialen Situationen), den **Disziplinierungs-Effekt** (Lehrer setzen die Noten zur Disziplinierung von Schülern ein), den **Sympathie-Effekt** (sympathische Schüler werden besser beurteilt), usw. Trotz dieser subjektiven Fehlerquellen ist ein standardisiertes und normiertes Notensystem das objektivste Bewertungsverfahren.

[A.6] Gedanken zum Mathematikunterricht

• *Mathematik soll Denkhaltungen bilden*

Neben der Vermittlung von praktischen Fertigkeiten wie beispielsweise „Prozentrechnen“ ist ein vorrangiges Ziel des Mathematikunterrichtes das Erlernen von effektivem Problemlöseverhalten.

Kreatives Denken: Entwicklung origineller, phantasievoller Lösungswege.

Analytisches Denken: Zerlegung der Arbeit in Bausteine.

Systematisches Denken: Schrittweise Entwicklung der Lösung.

Induktives Denken: Analysieren und Erkennen von Regelmäßigkeiten.

Deduktives Denken: Behauptungen müssen bewiesen werden.

Kritisches Denken: Hinterfragen der Gültigkeit verwendeter Verfahren.

Genaues Sprechen: Exakte sprachliche Formulierung von Problem und Lösung.

Das Auswendiglernen von Formeln und Rezepten zum stereotypen Durchrechnen von Übungsbeispielen ist weniger wichtig.

• *Mathematik soll Meditation sein*

Im Zeitalter multimedialer Hirnzersplitterung (insbesondere durch Computer und Fernsehen) ist es wichtig, dass beim Lösen einer gestellten Aufgabe der Schüler zumindest eine Zeit lang nur mit sich selbst und dem Problem kämpft. Natürlich werden dabei auch einige Hilfestellungen von außen notwendig sein. Die konzentrierte Auseinandersetzung mit dem Problem soll jedoch allein erfolgen - in Einzelarbeit und nicht in geschwätziger Gruppenarbeit.

• *Mathematik soll Abenteuer sein*

Der Lehrer muss motivieren. Die entsprechend einfache, anschauliche und spannende Darbietung einer mathematischen Aufgabe soll beim Schüler Problembewusstsein, Neugierde und Erwartungsspannung auslösen. Der Lehrer als Animateur des Intellekts. Die wahren Abenteuer sind im Kopf und sind sie nicht im Kopf, dann sind sie nirgendwo.

• *Mathematik soll Freude machen*

Sowohl dem Schüler als auch dem Lehrer soll ein so verstandener Mathematikunterricht Freude machen. Dem einsamen Kampf mit dem Problem soll eine umso lebhaftere Diskussion über die versuchten Lösungswege folgen. Die Schüler besprechen die Vorteile und Nachteile der verschiedenen Meinungen und lernen so scharfsinnig zu argumentieren. Erfolgversprechende Vorschläge sollen vom Lehrer hinterfragt und entsprechend gewürdigt werden, und weniger erfolgreiche Schüler sollen zu weiteren Denkbemühungen ermutigt werden.

• *Mathematik soll nicht weltfremd sein*

Grau ist alle Theorie. Der unverzichtbare Ausgangspunkt des Mathematikunterrichtes sollte zunächst immer die erfahrbare Lebenswirklichkeit der Schüler sein. Die Mathematik entwickelt sodann für die verschiedenen Sachgebiete formale Modelle. Dadurch werden Teilbereiche der Welt quantifizierbar und berechenbar. So werden die Grundlagen für Naturwissenschaft und Technik geschaffen.

[A.7] Psychosoziale Aspekte von Lernstörungen

Dieser Artikel soll die Vielschichtigkeit der Ursachen von Lernstörungen aufzeigen und dazu beitragen, vorschnelle und eindimensionale Erklärungen zu vermeiden. Zunächst ein Fallbeispiel aus der täglichen Schulpraxis: Der *Schüler S* aus der vierten Klasse eines Gymnasiums erbringt in mehreren Unterrichtsfächern ungenügende Leistungen. Auffällig sind dabei seine erhebliche Konzentrationsschwäche, die von verschiedenen Lehrern festgestellt wird und seine gelegentlich auftretenden Asthmaanfälle; ansonsten zeigt er ein durchaus angepasstes Verhalten.

Nehmen wir den nicht seltenen Fall an, dass der *Lehrer L* es unternimmt, nach den Ursachen für die Leistungsschwäche seines *Schülers S* zu fragen. Hinterfragen heißt ja, sich hinter die sichtbare Oberfläche zu wagen. Zu diesem Zweck intensiviert er die Beobachtung des Verhaltens seines Schülers und führt längere Gespräche mit ihm, seinen Mitschülern, seinen Eltern und auch den anderen Lehrerkollegen. Nehmen wir weiter an, dass der *Lehrer L* über jene psychologische Kompetenz verfügt, die es ihm ermöglicht einen zutreffenden, ganzheitlichen Befund aus seinen unterschiedlichen Recherchen zu ziehen. Im Sinne des Prinzips der Multikausalität gelingt es dem *Lehrer L* in unserem Beispiel sechs wichtige Faktoren, welche für die Lebenssituation des *Schülers S* relevant sind, aufzudecken. (Anmerkung: In der derzeitigen Schulpraxis, wo ein Lehrer sehr viele Schüler unterrichtet, ist eine solche zeit- und arbeitsaufwendige Beschäftigung mit einem einzelnen Schüler nur schwer möglich!)

(1) Der Vater

Zum Vater besteht ein ambivalentes emotionales Verhältnis, das zu andauernden Konflikten führt. Der Vater, ein Beamter von Beruf, projiziert in den Sohn seine eigenen hohen Leistungserwartungen, welche nicht erfüllt werden. Der Sohn erhofft von seinem Vater mehr Miteinander-Tun, welches nicht stattfindet. Die Situation verschärft sich. Am Ende steht ein fast völliger Kommunikationsverlust mit Enttäuschungen und Frustrationen auf beiden Seiten.

(2) Die Mutter

Von seiner Mutter erhofft sich *Schüler S* Verständnis, Hilfe und Schutz. Seine Mutter ist aber zu schwach, zu meinungsabhängig von ihrem dominanten Mann. Sie ist nicht in der Lage, ihrem Sohn jene verständnisvolle Fürsorglichkeit zu geben, welche er in dieser kritischen Lebensphase nötig hätte. Außerdem ist sie ebenfalls berufstätig und mit Beruf und Haushalt überlastet.

(3) Der Bruder

Schüler S hat einen jüngeren Bruder, der in der Schule vorzügliche Leistungen erbringt. Dieser Bruder wird von den Eltern bevorzugt und als positives Vorbild hingestellt. *Schüler S* fühlt sich zurückgesetzt und benachteiligt. Er entwickelt eine Reihe von negativen Emotionen gegenüber seinem Bruder (Neid, Eifersucht, Hass).

(4) Die Interessen

Schüler S zeigt ein besonderes Interesse an biologischen Vorgängen, das von seinen Eltern nie gefördert wurde. Außerdem wollte er nach der zweiten Klasse Unterstufe nicht in jenen Klassentyp aufsteigen, wo Latein unterrichtet wird. Er wurde aber von seinen Eltern dazu gezwungen. So sieht er sich fast täglich mit einem Unterrichtsfach konfrontiert, das er nicht wählen wollte und das ihn nicht interessiert.

(5) Die Klasse

Schüler S fühlt sich im Ganzen unverstanden und zieht sich schrittweise zurück. Kompensatorisch kommt es in der Klasse zu gelegentlichen Akten von Aggression gegen seine Mitschüler. Er schlittert in eine Außenseiterposition und ist nicht richtig integriert. Auch diese Situation in der Klasse erweist sich für *Schüler S* in keiner Weise als emotional befriedigend. Die Kontakte zu seinen Mitschülern nimmt ab.

(6) Psychosomatische Reaktion

Die manchmal auftretenden Anfälle von Atemnot können mit Hilfe der beschriebenen emotionalen Situation, in der sich *Schüler S* befindet, erklärt werden. Die Lunge vermittelt den Stoffaustausch zwischen außen und innen; und die Sprache als wichtigstes Kontaktmittel wird durch Modulation des Luftstromes beim Ausatmen erzeugt. Das soziale Kommunikationsproblem und die psychische Belastung von *Schüler S* wirken als Stress einerseits auf das vegetative Nervensystem und andererseits auf das Immunsystem. Über diese Signalsysteme können sich gerade in dem betreffenden Fall Funktionsstörungen in der Lunge manifestieren: Einerseits vegetativ übersteuerte Kontraktionen der glatten Bronchialmuskulatur (d.h. Verengung der Atemwege) und andererseits erhöhte Infektionsanfälligkeit infolge einer reduzierten Abwehrleistung des Immunsystems (d.h. Entzündungen der Bronchien mit Schleimbildung). Man spricht in diesem Zusammenhang auch von psychosomatischem Bronchialasthma.

Auf diese verschiedenen Hintergrundfaktoren ist der bemühte und engagierte *Lehrer L* gestoßen. In weiteren Gesprächen mit dem *Schüler S* und vor allem mit dessen Eltern versucht er eine Verbesserung der emotionalen Situation des Schülers zu erreichen. *Lehrer L* erhofft sich dadurch eine Steigerung der Konzentrationsfähigkeit und der Lernleistung.

Das beschriebene Fallbeispiel sollte den mühsamen und zeitaufwendigen Weg einer multikausalen Befunderhebung in psychosozialen Fragestellungen aufzeigen. Lernstörungen und Verhaltensauffälligkeiten sind sehr oft nur verstehbar (und vielleicht auch behebbar) aus dem vielschichtigen Netzwerk psychosozialer Beziehungen, in dem das Kind eingebettet ist. Erst auf dieser multifaktoriellen Grundlage kann ein ganzheitlicher Befund (und vielleicht ein Therapieplan) erstellt werden. Wird beispielsweise bei einem Kind eine umgrenzte Teilleistungsschwäche vermutet, so sollte ein entsprechender geeichter psychologischer Test durchgeführt werden. Nach der sorgfältigen Befunderhebung kann dann einerseits ein individuelles lernpsychologisches Übungsprogramm erstellt werden; andererseits sollte aber auch die jeweilige psychosoziale Situation des Kindes miteinbezogen, d.h. eine enge Zusammenarbeit mit den Eltern gesucht werden. Bei schwereren Fällen von Lernstörungen sind die Schule und der Lehrer mit Sicherheit überfordert. Dafür steht der professionelle psychologische Dienst zur Verfügung.

Aber der Zeitgeist läuft anders: Eine Rückkehr zu simplen Antworten auf komplexe Probleme ist zu beobachten. Den so genannten alternativen, esoterischen Methoden gemeinsam ist die Zentrierung des Krankheitsgeschehens auf den individuellen Patienten, in unserem Falle auf das Kind. Es werden eindimensionale, grob vereinfachende und stereotyp wiederkehrende Universalserklärungen angeboten und verbreitet. Außer Acht gelassen wird die systemische, mehrdimensionale Sichtweise psychosozialer Problemstellungen. Die meisten Lernstörungen erweisen sich, so wie das obige Beispiel, als Signale einer gestörten Grundbeziehung zwischen Kind und seiner gesellschaftlichen Situation. Eine Therapie, die nur aus einfachen Körperübungen, aus der Verabreichung von Bach-Blüten oder geschüttelten Kräuteressenzen besteht, mag vielleicht im Augenblick helfen (Placebo-Effekt), mag vielleicht kurzfristig die emotionale Befindlichkeit und das kognitive Leistungsvermögen verbessern (jede liebevolle Zuwendung ist förderlich), löst aber auf Dauer die Grundproblematik nicht.

[Anhang B] Intelligenz- und Persönlichkeitstests

[B.1] Ein Test zur „Kognitiven Intelligenz“ (I-Test)

TEIL [1] Mathematische Intelligenz (M)

TEIL [2] Sprachliche Intelligenz (S)

TEIL [3] Optische Kombinationsgabe (K)

Vorgabezeit: 60 Aufgaben in 90 Minuten

TEIL [1.A] Zahlenreihentest (10 Aufgaben)

Eine Zahlenreihe ist nach einer bestimmten Regel aufgebaut. Versuchen Sie diese Regel herauszufinden, und festzustellen welche Zahl als nächste folgen würde. Geben Sie diese Zahl an.

Beispiel: 3 6 9 12 15 18 ?

Lösung: 21, weil jede nachfolgende Zahl um 3 größer ist als die vorangehende.

[01] 13 17 21 25 29 33 ?

[02] 1 2 5 10 17 26 ?

[03] 10 21 11 22 12 23 ?

[04] 50 41 49 42 48 43 ?

[05] 7 9 11 10 12 14 ?

[06] 10 12 8 10 12 8 ?

[07] 21 22 13 15 7 10 ?

[08] 1 4 9 16 25 36 ?

[09] 5 6 8 12 20 36 ?

[10] 1 5 14 30 55 91 ?

TEIL [1.B] Einfacher Rechentest (10 Aufgaben)

Bitte lesen Sie den Text jeder Rechenaufgabe genau durch.

Bei alternativen Antwortvorschlägen geben Sie statt der Lösung den passenden Buchstaben an.

Beispiel: In 5 Tagen hat Herr Meier 350 € gespart.

Wie viel Geld hat er nach 2 Tagen, wenn er täglich gleich viel Geld spart ?

Lösung: 140 €

[11] -----

Ermittlung der Stundenzahl, die für das Lochen von Lochkarten nötig ist. Es wird jeweils eine Spalte einer Karte durch einen Anschlag gelocht. Es liegen 2400 Lochkarten vor. In jeder Karte sind 50 Spalten zu lochen, und 8000 Anschläge werden im Stundenmittel erreicht. Wie viele Stunden dauert die Arbeit ?

[12] -----

Zwei Männer heben eine Grube in 8 Stunden aus. Wie viele Stunden brauchen dazu vier Männer, wenn alle die gleiche Arbeitsleistung haben ?

[13] -----

Für eine Legierung braucht man 5 Teile Silber und 3 Teile Blei. Wie viel Silber braucht man für 200 Gramm dieser Legierung ?

[14] -----

100 Kisten werden von 8 Arbeitern in 2 Stunden transportiert. Wie lange brauchen zum gleichen Transport 3 Arbeiter, die dazu Hilfsgeräte verwenden, welche ihre Arbeitskapazität um 1/3 erhöhen ?

[15] -----

In einer Familie hat jede Tochter die gleiche Anzahl von Brüdern wie Schwestern. Jeder Sohn hat doppelt so viele Schwestern wie Brüder. Wie viele Geschwister sind das insgesamt ?

[16] -----

Eine Fabrik verkauft 4/5 der Gesamtproduktion. Der Rest wird auf die Angestellten als Natural-Lohn verteilt. Wie viele Angestellte hat diese Fabrik, wenn jeder 0.5 % der Gesamtproduktion erhält ?

[17] -----

Welche Zahl muss man durch 7/8 teilen, um genau 8/7 zu erhalten ?

[18] -----

Wenn 3 Computer in 6 Minuten 90000 Lochkarten verarbeiten, wie viele Minuten brauchen dann 9 Computer für 270000 Lochkarten ?

[19] -----

Es existieren 3 Bücher, von denen das zweite Buch doppelt so viele Seiten hat wie das erste. Das dritte Buch hat so viele Seiten wie das erste und das zweite zusammen. Wie viele Seiten hat das dritte Buch, wenn eine Umschlagseite genau 2 mm, 20 normale Seiten 1 mm und alle drei Bücher insgesamt 138 mm dick sind ?

[20] -----

Die Strecke einer Autobuslinie hat neben den 2 Endstellen noch 8 Haltestellen. Der erste Bus braucht für eine Station 6 Minuten und hat an jeder Haltestelle 3 Minuten Aufenthalt. Der zweite Bus braucht für die Fahrt von Station zu Station nur 5 Minuten, hat aber überall genau 4 Minuten Aufenthalt. Welcher der beiden Busse hat eine kürzere Gesamtzeit ? (Angabe: Busnummer / Zeitvorsprung).

=====

TEIL [2.A] Sprachlicher Lückentest (10 Aufgaben)

Eine Wortreihe ist nach einer bestimmten Regel aufgebaut.

Wenn Sie diese Regel erkannt haben, dann wählen Sie das in die Lücke passende Wort.

Auto - Hund - Eisenbahn - ? - Flugzeug - Huhn

(a) Fisch (b) Schiff (c) Katze (d) LKW

Lösung: (c), weil ein Haustier immer einem Transportmittel folgt.

=====

[21] -----

Schwein - Schaf - Huhn - Ei - ? - Schinken

a) Federn b) Schnitzel c) Wurst d) Wolle

[22] -----

Blockflöte - ? - Saxophon - Gitarre - Waldhorn - Cello

a) Trompete b) Geige c) Schlagzeug d) Querflöte

[23] -----

Schnapsglas - ? - Krug - Eimer - Wanne - Schwimmbecken

a) Teller b) Tasse c) Kessel d) Flasche

[24] -----

Frucht - Ast - Baum - Fuß - ? - Mensch

a) Bein b) Laub c) Zehen d) Stamm

[25] -----

Anzug - Uhr - Hose - ? - Jacke - Ziffernblatt

a) Wecker b) Hemd c) Zeiger d) Strümpfe

[26] -----

Schubkarre - Motorrad - ? - Personenwagen - Sattelschlepper - Lokomotive

a) Auto b) Kutsche c) Fahrrad d) Dreirad

[27] -----

hier - jetzt - ? - dann - daneben - morgen

a) wann b) dort c) nun d) immer

[28] -----

lang - groß - breit - kurz - klein - ?

a) hoch b) weit c) nieder d) schmal

[29] -----

? - Nelke - Stachelbeere - Johannesbeere - Apfel - Pfirsich

a) Birne b) Himbeere c) Rose d) Traube

[30] -----

Omnibus - Ruderboot - Fahrrad - Segelboot - Roller - ?

a) Motorboot b) Fischerboot c) Moped d) Passagierschiff

TEIL [2.B] Sprachlicher Außenseitertest (10 Aufgaben)

Eine Wortreihe ist nach einer bestimmten Regel aufgebaut.

Wenn Sie diese Regel erkannt haben, dann wählen Sie den Außenseiter aus.

(a) Bus (b) Lokomotive (c) Schlitten (d) Motorrad (e) Auto

Lösung: (c), weil ohne Räder und ohne Motor !

[31] -----

a) Kochsalat b) Kartoffelsalat c) Blechsalat d) Blattsalat e) Bohnensalat

Wer ist der Außenseiter ?

[32] -----

a) Turmuhr b) Armbanduhr c) Stoppuhr d) Sanduhr e) Taschenuhr

Wer ist der Außenseiter ?

[33] -----

a) Melone b) Schal c) Kappe d) Mütze e) Sombrero

Wer ist der Außenseiter ?

[34] -----

a) Banjo b) Harfe c) Akkordeon d) Zither e) Balalaika

Wer ist der Außenseiter ?

[35] -----

a) THÖGE b) OPE c) AMY d) ZARTOM e) RELISCHL

Ordnen Sie zuerst die Buchstaben. Wer ist kein bekannter Schriftsteller ?

[36] -----

a) PONALONE b) RÄCAS c) NILEN d) NEKEDYN e) NIESETIN

Ordnen Sie zuerst die Buchstaben. Wer ist kein bekannter Staatsmann ?

[37] -----

a) MEODENALI b) SERWAS c) WIEN d) MICHL e) ZINBEN

Ordnen Sie zuerst die Buchstaben. Welches ist kein Getränk ?

[38] -----

a) STICH b) KLOBAN c) TEBT d) HUSTL e) STANKE

Ordnen Sie zuerst die Buchstaben. Welches ist kein Möbelstück ?

[39] -----

Das erste Wort verhält sich zum zweiten sowie das dritte Wort zum fehlenden vierten Wort ?

Zeit - Uhr / Wärme - ?

Welches Wort passt nicht in die Lücke ?

a) Temperatur b) Thermometer

[40] -----

Das erste Wort verhält sich zum zweiten sowie das dritte Wort zum fehlenden vierten Wort ?

Haus - Zimmer / Treppe - ?

Welches Wort passt nicht in die Lücke ?

a) Stiege b) Stufe

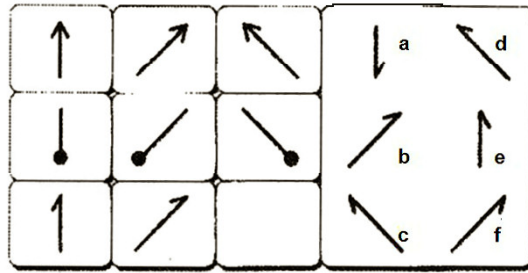
=====

[TEIL 3.A] Figuren-Ergänzung (10 Aufgaben)

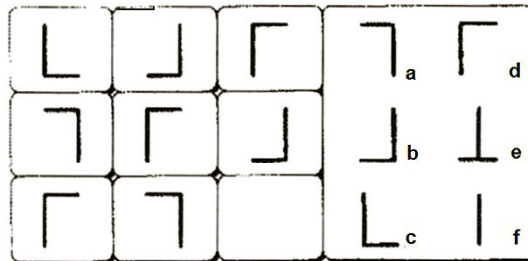
Jedes Testbild enthält drei Reihen mit Figuren. In der dritten Reihe fehlt die letzte Figur. Erkennen Sie bitte die GESETZMÄSSIGKEIT, wonach die Figuren angeordnet sind. Finden Sie heraus, welche Figur fehlt. Die Lösungsfiguren (a, b, c, d, e, f) befinden sich neben dem Testbild.

=====

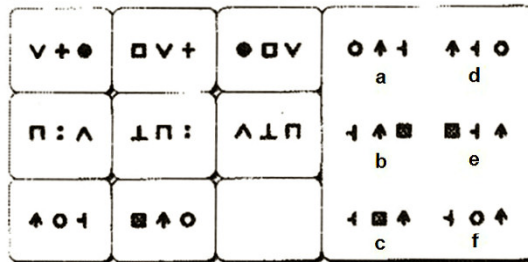
(1) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



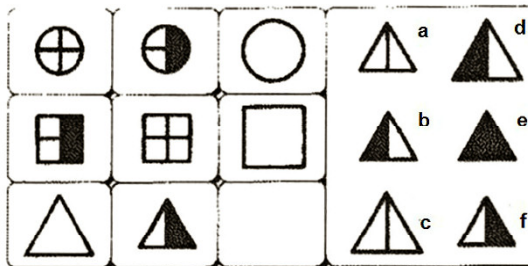
(2) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



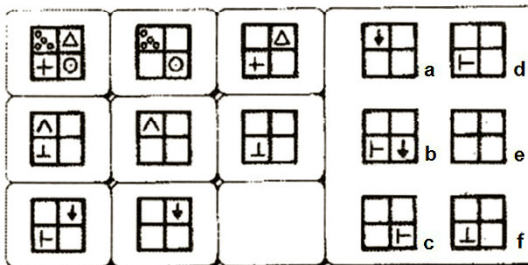
(3) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



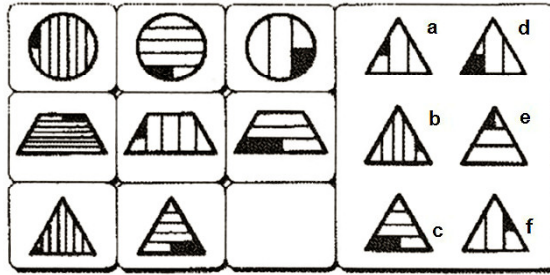
(4) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



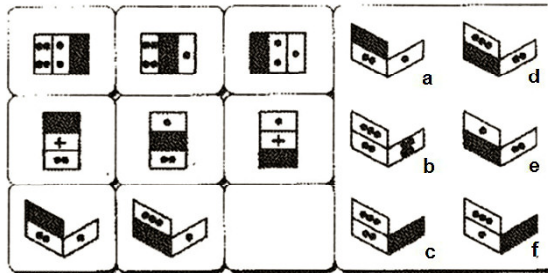
(5) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



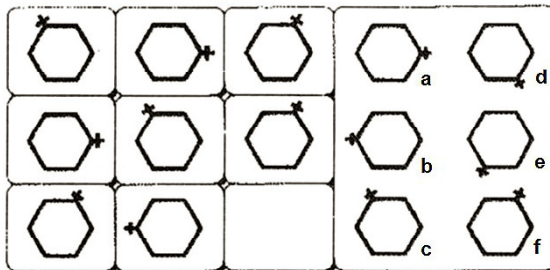
(6) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



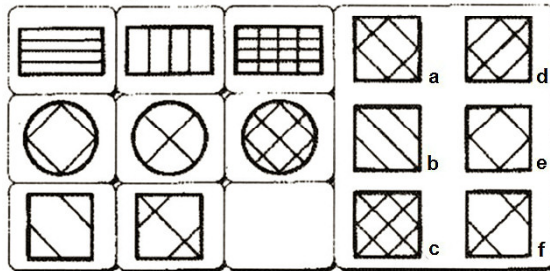
(7) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



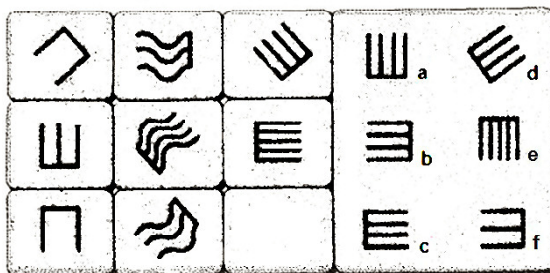
(8) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



(9) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



(10) Welche Figur fehlt (a,b,c,d,e,f) ?



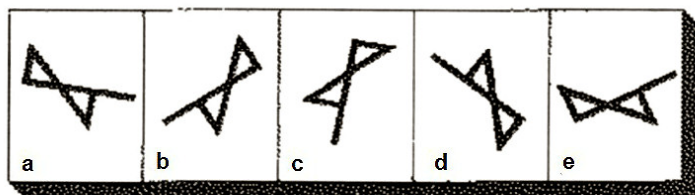
=====

[TEIL 3.B] Figuren-Außenseiter (5 Aufgaben)

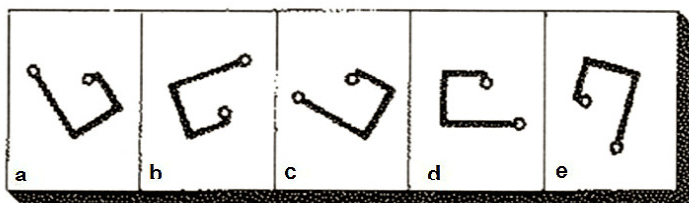
Jedes Testbild enthält eine Reihe mit fünf Figuren. Erkennen Sie bitte die GESETZMÄSSIGKEIT, wonach die Figuren angeordnet sind. Finden Sie jene Figur heraus, welche NICHT in die Reihe passt. Die Figuren sind mit (a, b, c, d, e) bezeichnet. Geben Sie nur den richtigen Buchstaben an.

=====

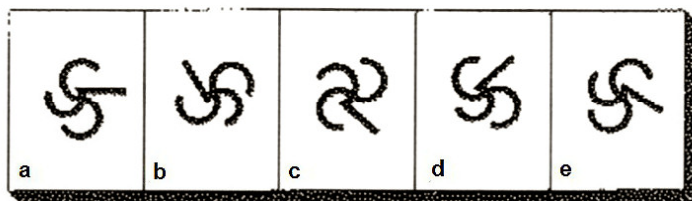
(11) Welche Figur ist der Außenseiter (a,b,c,d,e) ?



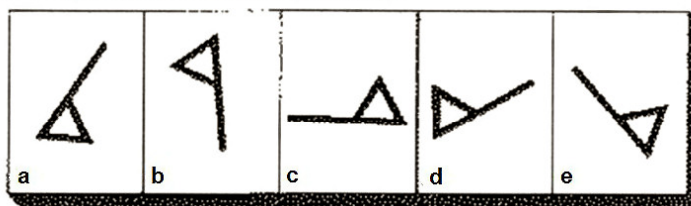
(12) Welche Figur ist der Außenseiter (a,b,c,d,e) ?



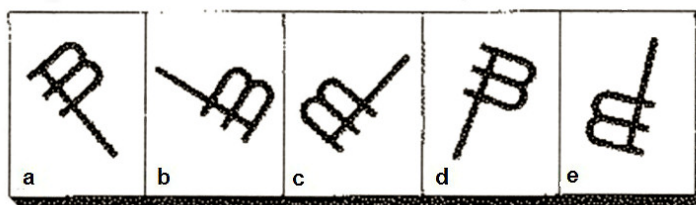
(13) Welche Figur ist der Außenseiter (a,b,c,d,e) ?



(14) Welche Figur ist der Außenseiter (a,b,c,d,e) ?



(15) Welche Figur ist der Außenseiter (a,b,c,d,e) ?

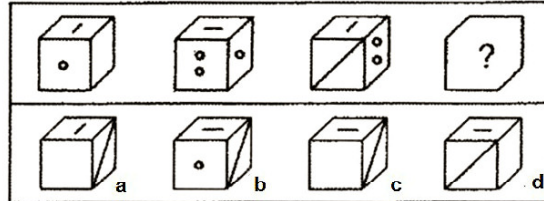


[TEIL 3.C] Würfel-Test (5 Aufgaben)

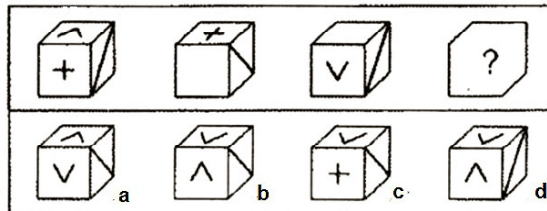
Jedes Testbild enthält in der ersten Reihe DREI Würfel mit verschiedenen Zeichen und EIN Leerfeld.
Die verschiedenen Würfel-Lagen entstehen jeweils durch Drehungen im Raum.

Erkennen Sie bitte die Drehrichtung und finden Sie jene Lage heraus, in welcher sich der Würfel nach einer zusätzlichen Drehung befindet. In der zweiten Reihe stehen die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten (a, b, c, d).

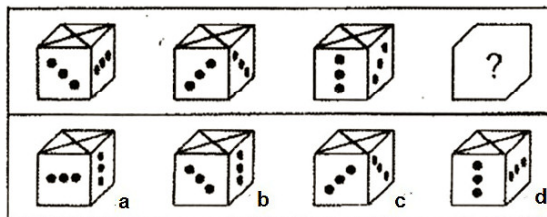
(16) In welche Lage dreht sich der Würfel als nächstes (a,b,c,d) ?



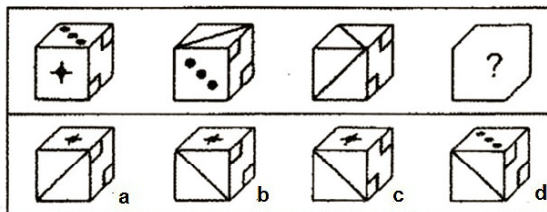
(17) In welche Lage dreht sich der Würfel als nächstes (a,b,c,d) ?



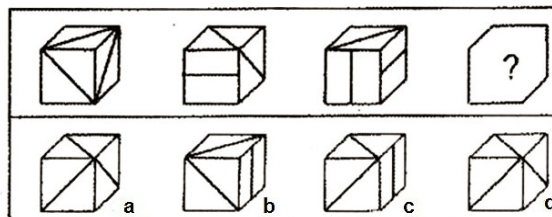
(18) In welche Lage dreht sich der Würfel als nächstes (a,b,c,d) ?



(19) In welche Lage dreht sich der Würfel als nächstes (a,b,c,d) ?



(20) In welche Lage dreht sich der Würfel als nächstes (a,b,c,d) ?



Liste der Lösungen der 60 Testaufgaben:

TEIL 1 [M]: (01) 37, (02) 37, (03) 13, (04) 47, (05) 13, (06) 10, (07) 3, (08) 49, (09) 68, (10) 140
(11) 15, (12) 4, (13) 125, (14) 4, (15) 7, (16) 40, (17) 1, (18) 6, (19) 1260, (20) 2/1

TEIL 2 [S]: (21) d, (22) b, (23) b, (24) a, (25) c, (26) d, (27) b, (28) d, (29) c, (30) d
(31) c, (32) d, (33) b, (34) c, (35) d, (36) e, (37) e, (38) b, (39) b, (40) b

TEIL 3 [K]: (01) c, (02) c, (03) c, (04) a, (05) d, (06) f, (07) c, (08) c, (09) a, (10) b
(11) b, (12) d, (13) c, (14) d, (15) b, (16) c, (17) b, (18) a, (19) b, (20) c

Der vorliegende Intelligenztest ist ein Auszug aus einem größeren Test, welcher von **Peter Lauster** konstruiert, an repräsentativen Stichproben geeicht und in einer Tageszeitung veröffentlicht wurde. Der ursprüngliche Test umfasst vier Intelligenzdimensionen: **Mathematische [M]**, **Sprachliche [S]**, **Praktische [P]** Intelligenz und **Optische Kombinationsfähigkeit [K]**. Jeder Subtest besteht aus 40 Items, sodass der ganze Test 160 Items enthält. Im vorliegenden Testauszug wurden die praktischen Testaufgaben weggelassen und von den restlichen drei Faktoren nur die halben Itemanzahlen genommen. Der Test enthält somit $20 + 20 + 20 = 60$ Items. Die Normwerte wurden aus den originalen Vergleichstabellen proportional zurückgerechnet.

Der vorliegende Test kann in einer Sitzung von ca. 90 Minuten Dauer durchgeführt werden, oder es werden zuerst Teil [1] und Teil [2] angeboten (40 Items in ca. 60 Minuten) und dann getrennt zu einem späteren Zeitpunkt Teil [3] ausgeführt (20 Items in ca. 30 Minuten). Schreiben Sie bei der Testdurchführung die Teilnummer, die Itemnummer und Ihre Antwort auf ein Blatt Papier.

Die Auswertung erfolgt dadurch, dass für jedes richtig gelöste Item genau 1 Punkt vergeben wird, ansonsten 0 Punkte. Die in jedem der drei Faktoren erzielten Punkte werden summiert und ergeben die drei Rohwerte M, S und K. Diese Rohwerte werden nun mit der unten stehenden Normentabelle der jeweiligen Altersgruppe verglichen. Dadurch ist eine grobe Abschätzung von Intelligenzstruktur und Intelligenzhöhe der Testperson möglich.

Mathematische Intelligenz [M]:

14 - 16	17 - 21	22 - 30	über 30	Prozente	Bezeichnung
0 - 2	0 - 3	0 - 4	0 - 4	4 %	sehr gering
3 - 5	4 - 7	5 - 9	5 - 8	14 %	gering
6 - 14	8 - 16	10 - 16	9 - 16	64 %	durchschnittlich
15 - 17	17 - 18	17 - 18	17 - 18	12 %	hoch
18 - 20	19 - 20	19 - 20	19 - 20	6 %	sehr hoch

Sprachliche Intelligenz [S]:

14 - 16	17 - 21	22 - 30	über 30	Prozente	Bezeichnung
0 - 2	0 - 4	0 - 5	0 - 8	3 %	sehr gering
3 - 4	5 - 9	6 - 10	9 - 12	10 %	gering
5 - 14	10 - 15	11 - 15	13 - 16	71 %	durchschnittlich
15 - 17	16 - 17	16 - 17	17 - 18	12 %	hoch
18 - 20	18 - 20	18 - 20	19 - 20	4 %	sehr hoch

Optische Kombinationsfähigkeit [K]:

14 - 16	17 - 21	22 - 30	über 30	Prozente	Bezeichnung
0 - 3	0 - 4	0 - 4	0 - 4	3 %	sehr gering
4 - 5	5 - 7	5 - 10	5 - 9	14 %	gering
6 - 14	8 - 15	11 - 16	10 - 15	66 %	durchschnittlich
15 - 17	16 - 17	17 - 18	16 - 17	13 %	hoch
18 - 20	18 - 20	19 - 20	18 - 20	4 %	sehr hoch

[B.2] Ein Test zur „Emotionalen Intelligenz“ (E-Test)

Dauer: 30 Minuten

Anzahl: 80 Fragen

Beantworten Sie jede der vorliegenden Fragen mit einer Zahl von 0 bis 4.

- (0) = nicht zutreffend
 (1) = wenig zutreffend
 (2) = teilweise zutreffend
 (3) = viel zutreffend
 (4) = ganz zutreffend

Schreiben Sie ihre Antwortzahl in das freie Kästchen am Fragenanfang oder schreiben Sie auf einem Papierblatt neben der Fragenummer ihre Antwortzahl.

- []
- + [] (x01) Ich weiß immer, welche Emotionen mich im Augenblick bewegen.
 - + [] (x02) Mit leidvollen Erfahrungen und Gefühlen kann ich gut umgehen.
 - + [] (x03) Meine Wertvorstellungen und Ziele leiten mich in meinem täglichen Verhalten.
 - + [] (x04) In stressreichen Situationen behalte ich meinen Kopf und kann vernünftige Entscheidungen treffen.
 - + [] (x05) Ich kann gut nachvollziehen, welche Gefühle mich zu bestimmten Handlungen veranlassen.
 - [] (x06) Ich neige öfter zu Stimmungsschwankungen.
 - + [] (x07) Wenn ich wütend bin, schaffe ich es trotzdem, zuerst Abstand zu gewinnen und dann zu handeln.
 - [] (x08) Wenn ich mit einem Freund/einer Freundin Streit hatte, bereue ich hinterher oft, zu aggressiv geworden zu sein.
 - [] (x09) Durch meine Spontaneität habe ich des Öfteren die Folgen meines Handelns nicht bedacht.
 - [] (x10) Wenn ich gereizt bin, wirkt sich das auf meine Motivation und auch auf meine Leistung aus.
- []
- + [] (x11) Ich bin mir bewusst, wo meine Stärken und wo meine Schwächen liegen.
 - + [] (x12) Ich denke nach, bevor ich handle.
 - + [] (x13) Ich bin fähig, über mich selbst zu lachen.
 - + [] (x14) Ich bin selbstsicher und habe auf meine Mitmenschen eine positive Ausstrahlung.
 - + [] (x15) Ich kann über mein Sexualleben offen reden.
 - + [] (x16) Ich fühle mich heute im Großen und Ganzen wohler als in meiner Jugend.
 - [] (x17) Manche Menschen in meiner Umgebung haben ein völlig falsches Bild von mir.
 - [] (x18) Meine Gefühle und Emotionen behalte ich lieber für mich.
 - + [] (x19) Ich fühle mich wohl, wenn ich im Mittelpunkt stehe.
 - + [] (x20) Ich vertrete meine Überzeugungen, auch wenn ich damit alleine dastehe.
- []

- [] (x21) Ein sicherer Arbeitsplatz ist für mich wichtiger als eine kreative, aber unsichere Arbeit.
- + [] (x22) Ich mache gerne neue Erfahrungen und reise daher sehr gerne.
- + [] (x23) Ich freue mich auf die neue Umgebung, wenn ich umziehe.
- [] (x24) Kleine Änderungen an meinem Arbeitsplatz können für mich durchaus größere Probleme bedeuten.
- + [] (x25) Der schnelle Wandel in der Gesellschaft fasziniert mich.
- + [] (x26) Ich passe mich flexibel an neue Situationen an.
- [] (x27) Ich halte mich lieber an bewährte Konzepte, als neue Strategien zur Problemlösung zu suchen.
- [] (x28) Ich kann es nicht ausstehen, wenn ich meine einmal gefassten Pläne ändern muss.
- + [] (x29) Ich wäre lieber in der Werbebranche als in der Versicherungsbranche tätig.
- [] (x30) Das Sprichwort *"Was der Bauer nicht kennt, das isst er nicht"* trifft auch auf mich zu.
- []
- [] (x31) Vergangene Misserfolge bedrücken mich des Öfteren.
- [] (x32) Mir fehlt es manchmal an Ausgeglichenheit und Ruhe.
- [] (x33) Wenn ich Niederlagen einstecken muss, fehlt mir anschließend lange die Kraft für einen Neuanfang.
- [] (x34) Ich lasse mich im Alltag vom Stress vereinnahmen und fühle mich dann gehetzt und getrieben.
- + [] (x35) Wenn ich ein neues Projekt in Angriff nehme, dann gehe ich davon aus, Erfolg zu haben.
- + [] (x36) Rückschläge sehe ich als Resultat von beeinflussbaren Umständen und nicht als ein persönliches Versagen.
- + [] (x37) Ich sehe mich selbst mit Humor und Distanz.
- [] (x38) Ich bin oft schnell eifersüchtig.
- + [] (x39) Als Ausgleich zu meinem Berufsleben pflege ich ein regelmäßiges Hobby.
- + [] (x40) Meine Freunde würden mich als Optimisten bezeichnen.
- []
- + [] (x41) Mein berufliches Ziel ist es, Karriere zu machen, und ich bin auch bereit, alles dafür zu tun.
- + [] (x42) Hindernisse und Rückschläge können mich nicht aufhalten.
- + [] (x43) Meinen Urlaub nutze ich sehr oft, um mir über meine beruflichen Ziele und Möglichkeiten Gedanken zu machen.
- [] (x44) Zufriedenheit ist mir wichtiger als Weiterentwicklung.
- [] (x45) Die Sonntage kann ich nicht genießen, weil danach wieder eine ganze Woche voll Arbeit vor mir liegt.
- [] (x46) Manchmal habe ich Probleme, begonnene Projekte zielstrebig zu einem Abschluss zu bringen.
- + [] (x47) Ich bringe gerne Opfer, damit ein Ziel meiner Firma erreicht wird.
- + [] (x48) Notfalls setze ich mich über Vorschriften hinweg, wenn ich dadurch mein Ziel erreichen kann.
- [] (x49) Mein Privatleben ist mir wichtiger als mein Berufsleben.
- + [] (x50) Um gute Ideen zu realisieren, nehme ich auch Überstunden in Kauf.
- []

- [] (x51) Wenn ich andere miteinander Reden sehe, dann fürchte ich des Öfteren, dass sie über mich reden könnten.
 - [] (x52) Ich habe viele Feinde.
 - [] (x53) Wenn sich jemand besonders zuvorkommend verhält, überlege ich, welche Absicht dahinterstecken könnte.
 + [] (x54) Durch meine Ehrlichkeit haben meine Mitmenschen Vertrauen in mich.
 - [] (x55) Wenn jemand mein Vertrauen missbraucht hat, dann vergesse ich das sehr lange nicht.
 - [] (x56) Wenn ich anderen eine Aufgabe zuteile, dann kontrolliere ich oft, ob deren Ausführung meinen Vorstellungen entspricht.
 - [] (x57) Ich überlege oft, ob andere Leute schlecht über mich denken.
 + [] (x58) Sollte ich einmal verhindert sein, dann würde ich einen engen Freund mit gutem Gewissen mit meiner Bankkarte zum Geldabheben schicken.
 - [] (x59) Korrektes Verhalten entspringt bei den meisten Menschen nur der Angst vor Strafe.
 - [] (x60) Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser.
- []
- + [] (x61) Ich bin ein guter Zuhörer.
 + [] (x62) Ich verstehe die Gefühle der Anderen und achte auf ihre Bedürfnisse.
 + [] (x63) Meine Freunde können sich darauf verlassen, dass ich ihnen bei Problemen behilflich bin.
 + [] (x64) Für meine Kollegen bin ich eine beliebte Anlaufstelle, wenn sie sich ausreden wollen.
 + [] (x65) Ich arbeite gerne mit fremden Gruppen und dadurch entstehende Konflikte machen mir nichts aus.
 - [] (x66) Es ist schwer, das Vertrauen anderer zu gewinnen.
 + [] (x67) Wenn jemand mit emotionalen Problemen meine Hilfe braucht, dann schiebe ich meine Termine gerne auf.
 - [] (x68) Ich mische mich nicht gern in anderer Leute Angelegenheiten.
 + [] (x69) Die Körpersprache der Menschen sagt oft mehr aus als ihre Worte.
 - [] (x70) Freunde zu finden ist nicht einfach.
- []
- [] (x71) Bei Haustieren stört mich am meisten, dass man viel Verantwortung auf sich nimmt.
 + [] (x72) Ich trete für meine Überzeugung ein und weise andere zurecht, wenn sie meiner Meinung nach eine falsche Ansicht vertreten.
 + [] (x73) Ich bin zuverlässig.
 + [] (x74) Wenn ich jemandem ein Versprechen gegeben habe, dann halte ich es in jedem Fall.
 - [] (x75) Mit dem Organisieren meiner Termine und meiner Tätigkeiten habe ich Probleme.
 + [] (x76) Wenn ich ein Ziel nicht erreiche, dann ist es meine Schuld.
 + [] (x77) Ich arbeite gewissenhaft und sorgfältig.
 - [] (x78) Wenn ich meinen Urlaub antrete, dann überlasse ich angefangene Arbeiten meinen Kollegen.
 + [] (x79) Nach Feierabend grübele ich oft weiterhin über meine berufliche Verantwortung nach.
 - [] (x80) Wenn es um eine neue Arbeitszuteilung geht, hoffe ich, dass ich nicht zu viel Verantwortung übernehmen muss.
- []

Auswertung des E-Tests

Dieser Test misst acht Aspekte (Merkmale) der emotionalen Intelligenz. Der Test ist ein Auszug aus einer größeren standardisierten Testbatterie.

- [E1] Selbsteinsicht und Selbstkontrolle
- [E2] Selbstsicherheit und Selbstvertrauen
- [E3] Offenheit und Anpassungsfähigkeit
- [E4] Ausgeglichenheit und Optimismus
- [E5] Leistungsorientierung
- [E6] Vertrauen in die Mitmenschen
- [E7] Einfühlungsvermögen und Mitgefühl
- [E8] Verantwortungsbewusstsein

Zu jedem dieser Merkmale sind 10 Fragen vorgesehen, mit jeweils fünf Antwortmöglichkeiten (Zahlen von 0 bis 4). Für jedes Merkmal kann daher sein Wert E maximal 40 Punkte betragen.

Zur praktischen Auswertung kann auf einem Papierblatt für jede Frage in eine Zeile zuerst die Fragenummer und dann die Antwortzahl geschrieben werden. Man erhält den erreichten Wert E in einem Merkmal, wenn man die Antwortzahlen der zehn Fragen folgendermaßen verrechnet:

$$\begin{aligned}
 E1 &= +x01 + x02 + x03 + x04 + x05 - x06 + x07 - x08 - x09 - x10 + 16 \\
 E2 &= +x11 + x12 + x13 + x14 + x15 + x16 - x17 - x18 + x19 + x20 + 8 \\
 E3 &= -x21 + x22 + x23 - x24 + x25 + x26 - x27 - x28 + x29 - x30 + 20 \\
 E4 &= -x31 - x32 - x33 - x34 + x35 + x36 + x37 - x38 + x39 + x40 + 20 \\
 E5 &= +x41 + x42 + x43 - x44 - x45 - x46 + x47 + x48 - x49 + x50 + 16 \\
 E6 &= -x51 - x52 - x53 + x54 - x55 - x56 - x57 + x58 - x59 - x60 + 32 \\
 E7 &= +x61 + x62 + x63 + x64 + x65 - x66 + x67 - x68 + x69 - x70 + 12 \\
 E8 &= -x71 + x72 + x73 + x74 - x75 + x76 + x77 - x78 + x79 - x80 + 16
 \end{aligned}$$

Für jedes Merkmal gelten die folgenden fünf Bewertungsklassen:

schwach ausgeprägt	: E = (00 – 08) Punkte
unterdurchschnittlich	: E = (09 – 16) Punkte
durchschnittlich	: E = (17 – 24) Punkte
überdurchschnittlich	: E = (25 – 32) Punkte
stark ausgeprägt	: E = (33 – 40) Punkte

Zum Schluss kann mit diesen acht Merkmalswerten E1, E2, . . . , E8 ein Profil erstellt werden.

Selbsteinsicht und Selbstkontrolle	E1 = [] Punkte
Selbstsicherheit und Selbstvertrauen	E2 = [] Punkte
Offenheit und Anpassungsfähigkeit	E3 = [] Punkte
Ausgeglichenheit und Optimismus	E4 = [] Punkte
Leistungsorientierung	E5 = [] Punkte
Vertrauen in die Mitmenschen	E6 = [] Punkte
Einfühlungsvermögen und Mitgefühl	E7 = [] Punkte
Verantwortungsbewusstsein	E8 = [] Punkte

[B.3] Ein einfaches Polaritätsprofil (P-Profil)

Merkmal		1	2	3	4	5	6	7	
M01	geringe Sexualität								erhöhte Sexualität
M02	geringe Aggressivität								erhöhte Aggressivität
M03	schwache Affektneigung								starke Affektneigung
M04	emotional entspannt								emotional angespannt
M05	gefühlskalt, roh								warmherzig, mitfühlend
M06	unausgeglichen, launisch								ausgeglichen, stabil
M07	ängstlich, schüchtern								mutig, draufgängerisch
M08	traurig, depressiv								fröhlich, heiter
M09	misstrauisch								vertrauensselig
M10	wehleidig								hart zu sich selbst
M11	kontaktscheu								kontaktfreudig
M12	nachgiebig, unterordnend								geltungssüchtig, dominant
M13	selbstlos, altruistisch								egoistisch, eigensüchtig
M14	intolerant								tolerant
M15	meinungsabhängig								meinungsunabhängig
M16	unsicher								selbstsicher
M17	verantwortungslos								verantwortungsbewusst
M18	willensschwach								willensstark
M19	pessimistisch								optimistisch
M20	unzufrieden, unglücklich								zufrieden, glücklich
M21	geringe Intelligenz								hohe Intelligenz
M22	praktisch								theoretisch
M23	nüchtern, einfalllos								kreativ, fantasievoll
M24	starr, unflexibel								flexibel
M25	unkonzentriert								konzentriert
M26	schlampig, chaotisch								gründlich, ordentlich
M27	wenig belastbar								stark belastbar
M28	risikoscheu								risikofreudig
M29	wenig ehrgeizig								sehr ehrgeizig
M30	langsames Tempo								hohes Tempo

Dieses einfache Polaritätsprofil umfasst 30 Persönlichkeitsmerkmale, die sich auf fünf Bereiche beziehen: Triebhaftigkeit (2), Emotionalität (8), Sozialkontakt (8), Lebenseinstellung (2) und allgemeine Leistungsmerkmale (10). Jedes Merkmal kann in genau sieben Stärkegraden beurteilt werden: 1 = sehr schwach, 2 = schwach, 3 = wenig unterdurchschnittlich, 4 = durchschnittlich, 5 = wenig überdurchschnittlich, 6 = stark, 7 = sehr stark. Diese Einschätzungen werden in der Tabelle angekreuzt und durch einen Linienzug miteinander verbunden.

Die wichtigsten Anwendungen des Polaritätsprofils sind die Erstellung eines Selbstbildes und eines Fremdbildes. Daraufhin können die Ähnlichkeit von Selbst- und Fremdbild bestimmt und etwaige Dissonanzen aufgezeigt werden. Weiters können durchschnittliche Gruppenprofile erstellt werden, indem man die erzielten Merkmalswerte in einer Stichprobe von Beurteilern arithmetisch mittelt und auf die nächstliegende ganze Zahl rundet. Dadurch wird das mittlere Fremdbild einer Person in einer bestimmten Gruppe beschrieben.

Als ein Ähnlichkeitsmaß dient der folgende, leicht nachvollziehbare, mathematische Ausdruck: $A = 100 - (100 * \sum |Y_i - X_i|) / (6 * N)$. N ist die Anzahl der Merkmale ($1 \leq i \leq N=30$). X_i sind die einzelnen Einstufungen durch den ersten Beurteiler und Y_i die Einstufungen durch den zweiten Beurteiler.

[B.4] Ein dreifaktorieller Persönlichkeitstest (P-Test)

Bitte beantworten Sie jede Frage mit JA (+), NEIN (-) oder WEISS NICHT (?), je nachdem, ob die Frage für Sie zutrifft oder nicht. Verwenden Sie das "?" wirklich nur dann, wenn Sie sich nicht entscheiden können. Notieren Sie Fragennummern und Antworten auf einem Antwortblatt.

- (1) [] Haben Sie fast immer eine passende Antwort auf alle Fragen, die an Sie gerichtet sind ?
- (2) [] Träumen Sie tagsüber von Dingen, die doch nicht verwirklicht werden können ?
- (3) [] Ist es eines Ihrer Prinzipien, sich durch zufällig vorbeikommende Freunde nicht von Ihrer Arbeit abhalten zu lassen?
- (4) [] Planen Sie Ihre Reisen zumeist im Voraus unter Festlegung eines genauen Reiseweges, von dem Sie dann nur ungerne abweichen ?
- (5) [] Haben Sie oft eine schlechte, unzufriedene Laune ?
- (6) [] Pflegen Sie schnell und sicher zu handeln ?
- (7) [] Können Sie sich in einer vergnügten Gesellschaft meistens unbeschwert und ungezwungen verhalten ?
- (8) [] Neigen Sie dazu, sich mit Ihrer Arbeit so intensiv zu beschäftigen, dass Sie sich nur sehr widerwillig unterbrechen lassen und zu einer anderen Tätigkeit überwechseln ?
- (9) [] Sind Sie ein gesprächiger Mensch ?
- (10) [] Wandern Ihre Gedanken oft umher und verlieren Sie oft den Faden, wenn Sie versuchen, sich auf eine Sache intensiv zu konzentrieren ?
- (11) [] Glauben Sie von sich selbst, dass Sie besonders nervös und innerlich angespannt sind ?
- (12) [] Haben Sie bestimmte Vorstellungen, nach denen Sie die Dinge des Lebens beurteilen ?
- (13) [] Halten andere Leute Sie für lebhaft ?
- (14) [] Beurteilt ein vernünftiger Mensch das Verhalten eines anderen nach dem, was er selbst tut ?
- (15) [] Versenken Sie sich gerne in Träumereien ?
- (16) [] Übernehmen Sie bei gemeinsamen Aktionen gerne die Führung ?
- (17) [] Widerstrebt Ihnen ein Wechsel (Arbeitsplatz, Wohnung, Reiseziel), weil Sie sich stark an etwas gewöhnen ?
- (18) [] Soll man erst dann seine Freizeit richtig genießen, wenn man seine Pflichten ordentlich erfüllt hat ?
- (19) [] Haben Sie oft und ohne besonderen Grund ein Gefühl der Teilnahmslosigkeit und Müdigkeit ?
- (20) [] Sind Sie ein unternehmungslustiger Mensch ?
- (21) [] Fühlen Sie, dass Sie manchmal vor Energie überschäumen und dann wieder träge und langsam sind ?
- (22) [] Sollte man sich stets ganz auf nur eine Aufgabe konzentrieren oder sie andernfalls gar nicht erst auf sich nehmen ?
- (23) [] Fällt es Ihnen leicht, in einer Gesellschaft offen aus sich herauszugehen ?
- (24) [] Gewöhnen Sie sich an bestimmte Kleidungsstücke, Farben oder Möbel so stark, dass Sie sich nicht gerne auf etwas anderes umstellen ?
- (25) [] Werden Sie von unnützen Gedanken belästigt, welche immer wieder durch Ihren Kopf gehen ?
- (26) [] Sind Ihre Gefühle leicht verletzbar ?
- (27) [] Bleiben Sie bei gesellschaftlichen Veranstaltungen nur ungerne im Hintergrund ?
- (28) [] Finden Sie es als Belästigung, wenn Besucher unerwartet und unangemeldet in Ihre Zurückgezogenheit eindringen ?
- (29) [] Machen Sie zumeist den Anfang, wenn Sie neue Bekanntschaften knüpfen ?
- (30) [] Fühlen Sie sich oftmals ohne ersichtlichen Grund einfach elend und miserabel ?
- (31) [] Glauben Sie, dass man stets auf Qualität sehen und nur solide und dauerhafte Dinge kaufen sollte ?
- (32) [] Sind Sie leicht verstimmt ?
- (33) [] Sind Sie manchmal ohne Grund abwechselnd traurig und fröhlich ?
- (34) [] Ist man dann ein wertvoller Mensch, wenn man sein Leben nach Idealen ausrichtet und diesen folgt ?
- (35) [] Soll man nur dann jemanden zum Freund erwählen, wenn man sich seiner echten Zuneigung sicher ist ?
- (36) [] Kann man Sie nur selten in Verlegenheit bringen ?
- (37) [] Stellen Sie sich oft in Gedanken vor, was für eine Antwort Sie auf einen wichtigen Brief bekommen und wie Sie sich dann am besten verhalten ?
- (38) [] Waren Sie aktiv an der Organisation eines Vereins oder einer Gruppe beteiligt ?
- (39) [] Wechselt Ihre Stimmungslage häufig ?
- (40) [] Betrachten Sie Ihre Arbeit als eine sehr ernste Angelegenheit ?
- (41) [] Macht es Sie nervös, warten zu müssen ?
- (42) [] Stellen Sie sich nur ungerne neuen Herausforderungen und Schwierigkeiten ?
- (43) [] Haben Sie für jene Arbeiten eine Vorliebe, die eine konzentrierte Aufmerksamkeit auf Details erfordern ?
- (44) [] Spielen Sie bei gesellschaftlichen Ereignissen gerne eine aktive Rolle ?
- (45) [] Machen Sie sich leicht Sorgen über ein mögliches Missgeschick, welches Ihnen widerfahren könnte ?
- (46) [] Haben Sie sich oftmals zu viele Sorgen über belanglose Dinge gemacht ?
- (47) [] Planen und organisieren Sie Ihre Arbeit sorgfältig ?
- (48) [] Ist es Ihnen gleichgültig, wenn Leute auf der Straße oder in Geschäften Sie beobachten ?
- (49) [] Sind Sie eher ein nervöser Typ ?
- (50) [] Empfinden Sie es als unangenehm, wenn Sie in Ihren Gewohnheiten gestört werden ?
- (51) [] Sind Sie im Umgang mit anderen zu wenig energisch, sodass Sie nicht so erfolgreich sind, wie Sie es sein könnten ?
- (52) [] Haben Sie manchmal das Gefühl großer, nicht zu überwindender Schwierigkeiten ?
- (53) [] Stimmt es, dass Sie Dinge überhaupt nicht leiden, die unsicher sind und die man nicht voraussagen kann ?
- (54) [] Stellen Sie sich Dinge vor, die man am besten für sich selbst behält ?
- (55) [] Wenn Sie an sich selbst hohe Anforderungen stellen, glauben Sie, dass die anderen es genauso tun sollten ?
- (56) [] Fällt es Ihnen leicht, vor einer größeren Gruppe von Menschen zu sprechen oder vorzutragen ?

Aufbauend auf dem *MPI-Test* von *Eysenck* wurde der vorliegende *ENR-Test* von *Brengelmann* entwickelt. Der Test besteht aus insgesamt 56 Items, welche sich auf 3 Persönlichkeitsfaktoren beziehen [**E**, **N**, **R**]:

- **Extraversion [E]:** außengeleitet, offen, gesprächig, kontaktfreudig.
- **Neurotische Tendenz [N]:** angespannt, unsicher, ängstlich, unausgeglichen, konflikthaft.
- **Rigidität [R]:** starre Gewohnheiten und fixierte Einstellungen, unflexibel.

Die Vorgabezeit beträgt ungefähr 30 Minuten. Zur praktischen Durchführung möge der Leser auf einem Blatt Papier zu jeder Fragenummer die Antwort niederschreiben (+, -, ?). Dieses Antwortblatt dient dann als Grundlage für die spätere Auswertung. Ein „Ja“ (+) auf eine Frage zählt immer 2 Punkte, ein „Weiß nicht“ (?) immer 1 Punkt, und ein „Nein“ (-) zählt 0 Punkte. Folgende Fragen beziehen sich auf die drei Faktoren:

Extraversion (**E**, 16 Items, 0 - 32 Punkte): 1,6,7,9,13,16,20,23,27,29,36,38,44,48,51,56.
 Neurotische Tendenz (**N**, 20 Items, 0 - 40 Punkte): 2,5,10,11,15,19,21,25,26,30,32,33,39,41,42,45,46,49,52,54.
 Rigidität (**R**, 20 Items, 0 - 40 Punkte): 3,4,8,12,14,17,18,22,24,28,31,34,35,37,40,43,47,50,53,55.

Für jeden Faktor wird die Summe der erzielten Punkte berechnet; das ergibt die drei Rohwerte **E**, **N** und **R** einer Person. Zur Interpretation können diese Rohwerte mit den Normwerten (Mittelwerte m und Streuungen s) einer entsprechenden Eichstichprobe verglichen werden. Auf Grund der kumulativen Häufigkeitsfunktion der Normalverteilung erkennt man dann den Standort der Testperson. Wenn X der Rohwert eines normalverteilten Merkmals mit dem Mittelwert m und der Streuung s ist, dann gelten nachfolgende prozentuellen Häufigkeiten.

$m - 1s \leq X \leq m + 1s$, 68 %
 $m - 2s \leq X \leq m + 2s$, 95 %
 $m - 3s \leq X \leq m + 3s$, 99.75 %

Weicht der X -Wert um weniger als die einfache Streuung s vom Mittelwert m ab, dann liegen in diesem Bereich 68% aller Fälle; er wird dann als **normal** bezeichnet. Weicht der X -Wert um mehr als die einfache, aber weniger als die zweifache Streuung vom Mittelwert ab, dann liegen in diesem Bereich 27% aller Fälle; er wird dann als **leicht** von der Norm abweichend bezeichnet. Weicht der X -Wert hingegen um mehr als die zweifache Streuung vom Mittelwert ab, dann zählt er zu den extremen 5% aller Fälle und wird als **stark** von der Norm abweichend bezeichnet. Eine Testeichung in Deutschland hat folgende Normwerte ergeben:

Merkmal (X)	Mittelwert (m)	Streuung (s)
Extraversion	19.5	4.7
Neurotische Tendenz	21.5	5.3
Rigidität	18.9	5.5

Nun wird für jeden Rohwert X in einem Faktor der entsprechende Standardwert $Z = (X-m)/s$ berechnet, dessen Verteilung den Mittelwert 0 und die Streuung 1 hat. Die drei standardisierten Faktorenwerte **E**, **N**, **R** einer Testperson werden abschließend in einem Testprofil dargestellt, wo auf der einen Achse die drei Faktorennamen und auf der anderen Achse die entsprechenden Faktorenwerte eingetragen werden. Ein Beispiel soll das Gesagte abrunden:

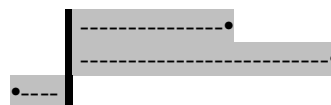
Testperson: Meier Alfred, Alter 50 Jahre, Geschlecht männlich

Rohwerte: $E = 27$, $N = 36$, $R = 16$

Standardwerte: $Z_E = (27-19.5) / 4.7 = +1.6$

$Z_N = (36-21.5) / 5.3 = +2.7$

$Z_R = (16-18.9) / 5.5 = -0.5$



Interpretation: Es handelt sich um ein „hysterisches Profil“, d.h. eine leicht extravertierte, stark neurotisierte und durchschnittlich rigide Persönlichkeit.

[Anhang C] Logik und Wissenschaft

[C.1] Deduktives Denken und Logik

Das deduktive Denken bedeutet ein schlussfolgerndes Denken. Dabei wird aus einem allgemeinen Regelsystem ein besonderer Einzelfall hergeleitet. Im Folgenden sollen die Systeme *Kalkül*, *Aussagenlogik*, *Prädikatenlogik* und *Syllogistik* kurz dargestellt werden.

[C.1.1] Der Kalkül

Unter einem *Kalkül* versteht man eine Menge von Figuren und ein System von Regeln, mit denen sich aus gegebenen Figuren weitere Figuren ableiten lassen. Kalküle, die das logische Denken beschreiben, werden *Logikkalküle* genannt. Ein Kalkül besteht aus folgenden Bestandteilen:

(1) *Bausteine* (*Atome*). Das sind die Grundelemente (Grundzeichen), aus denen komplexere Objekte zusammengesetzt werden. Die Gesamtheit aller Bausteine des Kalküls wird auch sein *Alphabet* genannt.

(2) *Formationsregeln*. Mit diesen wird festgelegt, wie die Bausteine zu komplexen Objekten, die auch *wohlgeformte Ausdrücke* genannt werden, zusammengesetzt werden dürfen. Die Formationsregeln sind in Analogie zur natürlichen Sprache die „Grammatik“ des Kalküls.

(3) *Transformationsregeln* (*Ableitungsregeln*, *Deduktionsregeln*). Sie geben an, wie bestehende wohlgeformte Objekte (Ausdrücke) im Kalkül umgeformt werden dürfen, um neue Objekte daraus zu erzeugen. In einem logischen Kalkül sind die Transformationsregeln die *Schlussregeln*, die angeben, wie man aus bestehenden Aussagen auf neue Aussagen schließen kann.

(4) *Axiome*. Das sind Objekte (Ausdrücke), die nach den Formationsregeln des Kalküls gebildet sind und ohne weitere Rechtfertigung verwendet werden dürfen, d.h. ohne eine Transformationsregel auf bereits bestehende Ausdrücke anzuwenden. Ein Axiom in einem logischen Kalkül ist beispielsweise die *Regel vom zu vermeidenden Widerspruch*, d.h. es gilt niemals gleichzeitig eine Aussage „a“ und ihr logisches Gegenteil „nicht a“.

Ein Kalkül bildet sozusagen einen fest abgeschlossenen Handlungsspielraum. Das *Schachspiel* mit seinen Figuren, Figurenstellungen und Zugsregeln bietet, wie auch Spiele im Allgemeinen, ein anschauliches Beispiel. Ein vorgegebenes Ziel (z.B. Gewinn des Spiels) gehört jedoch nicht zum Kalkül. Soll eine Figurenstellung bewertet werden in Hinblick auf Gewinn oder Verlust, dann muss noch ein zweiter Kalkül definiert werden (Bewertungskalkül).

Beispiel eines einfachen Kalküls

Bausteine

Atome: $\circ, +$ Variable (Platzhalter für Zeichen): a

Formationsregeln: alle beliebigen Figuren aus Atomen und Variablen sind zulässig.

Axiome: $+$

Transformationsregeln:

R1: $a \rightarrow a \circ$ R2: $a \rightarrow + a +$

Eine Ableitung einer Figur in diesem Kalkül besteht darin, dass man ausgehend von einem Axiom die Transformationsregeln schrittweise anwendet.

Ableitung der Figur „ $++ \circ + \circ$ “:

1:	$+$	Axiom
$1 \rightarrow 2$:	$+ \circ$	(R1)
$2 \rightarrow 3$:	$++ \circ +$	(R2)
$3 \rightarrow 4$:	$++ \circ + \circ$	(R1)

Ein Kalkül ordnet weder seinen Bausteinen noch den daraus erzeugten, zusammengesetzten Objekten eine Bedeutung zu. Gibt man für die von einem Kalkül erzeugten Objekte eine *Interpretation* an, d.h. legt man für sie eine Bedeutung fest, spricht man von einem interpretierten (semantischen) Kalkül, ansonsten von einem uninterpretierten Kalkül.

Ein interpretierter Kalkül heißt *korrekt*, wenn sich in ihm **nur** semantisch gültige (allgemeingültige) Formeln ableiten lassen. Er heißt *vollständig*, wenn sich in ihm **alle** semantisch gültigen Formeln ableiten lassen. Ein Kalkül heißt *widerspruchsfrei*, wenn sich in ihm **kein** Widerspruch ableiten lässt.

[C.1.2] Die Aussagenlogik (Junktorenlogik)

Eine elementare sprachliche Aussage a besteht aus einer Zuordnung von einem Prädikat P zu einem Subjekt S , man schreibt dafür $a = (S * P)$.

Beispiel: „Raucher (S) leben ungesund (P)“.

Die elementaren Aussagen werden mit Variablen a, b, c, d, \dots bezeichnet und durch Operatoren (den so genannten Junktoren) miteinander zu Aussagenverbindungen verknüpft. Solche Junktoren sind *nicht* (\neg), *und* (\wedge), *oder* (\vee), *wenn-dann* (\rightarrow). Beispielsweise kann „(Raucher leben ungesund) und nicht (Alle Menschen rauchen).“ durch „ $a \wedge \neg b$ “ formalisiert werden.

In der *Aussagenlogik* wird eine einzelne Aussage immer als Ganzes durch eine Variable ersetzt. Die innere Begriffszuordnung von Subjekt und Prädikat ($S * P$) wird dabei nicht berücksichtigt. Mit der inneren Struktur von Aussagen und deren exakter Formalisierung beschäftigt sich die so genannte *Prädikatenlogik*.

Jede Aussage ist in der zweiwertigen Logik entweder *wahr* (w) oder *falsch* (f). Die Beschränkung der semantischen Gültigkeit von Aussagen auf nur zwei Werte (w,f) wird in mehrwertigen oder modalen Logiken aufgehoben.

Die Logik als Wissenschaft vom folgerichtigen Denken versucht nun aufzudecken worin diese Folgerichtigkeit besteht. Dazu sollen drei Beispiele angegeben werden:

Beispiel (1): Immer wenn es regnet (a), dann ist es nass (b). Es ist nicht nass ($\neg b$).
Also regnet es nicht ($\neg a$).

Formalisiert: $((a \rightarrow b) \wedge \neg b) \rightarrow \neg a$

Beispiel (2): Immer wenn es regnet (a), dann ist es nass (b). Es ist nass (b).
Also regnet es (a).

Formalisiert: $((a \rightarrow b) \wedge b) \rightarrow a$

Beispiel (3): Immer wenn es regnet (a), dann ist es trocken (b). Es regnet (a).
Also ist es trocken (b).

Formalisiert: $((a \rightarrow b) \wedge a) \rightarrow b$

Das erste Beispiel wird sicherlich von jedem Leser als folgerichtig bewertet. Hingegen liegt im zweiten Beispiel keine zwingende Folgerichtigkeit vor (Die Nässe kann ja auch durch einen vorbeifahrenden Spritzwagen erzeugt worden sein). Im dritten Beispiel liegt der etwas verwirrende Tatbestand vor, dass es zwar formal folgerichtig ist, aber inhaltlich schlicht und einfach falsch.

Offenkundig gibt es zwei Arten von „Wahrheit“: Eine formale Wahrheit, die sich aus der logischen Struktur von Aussagenverbindungen ergibt und eine inhaltliche Wahrheit, die sich aus der Übereinstimmung einer Aussage mit der Wirklichkeit ergibt. Die inhaltliche Wahrheit kann mit Logik allein nicht bewiesen werden. Sie wird durch Beobachtung oder Messung entweder verifiziert oder falsifiziert. Zu unterscheiden sind daher eine „*logische Wahrheit*“ und eine „*faktische Wahrheit*“.

Die *Aussagenlogik* analysiert die formale Struktur von Aussagenverknüpfungen (Satzgefügen). Sie setzt die faktische Wahrheit oder Falschheit der einzelnen Aussagen als gegeben voraus. Zum Verknüpfen von Aussagen werden die *Junktoren* verwendet.

Die Bedeutung der Junktoren wird durch *Wahrheitstabellen* festgelegt. Diese Tabellen bestimmen den Wahrheitswert einer Aussagenverknüpfung für die verschiedenen Belegungen der Einzelaussagen mit wahr und falsch. Auf der nachfolgenden Seite sind die Wahrheitstabellen für die Junktoren aufgelistet.

Die Wahrheitstabellen der wichtigsten Junktoren:

a	$\neg a$
f	w
w	f

Die **NEGATION** (nicht a) ist dann wahr, wenn a falsch ist. Sie ist dann falsch, wenn a wahr ist. Abkürzung: NOT, \neg .

Beispiel: *Das Kind weint. Das Kind weint nicht.*

a	b	$a \wedge b$
f	f	f
f	w	f
w	f	f
w	w	w

Die **KONJUNKTION** (a und b) ist nur dann wahr, wenn sowohl die eine als auch die andere Aussage wahr ist. Abkürzung: AND, \wedge .

Beispiel: *Der Hund bellt und das Kind weint.*

a	b	$a \vee b$
f	f	f
f	w	w
w	f	w
w	w	w

Die **DISJUNKTION** (a oder b) ist immer dann wahr, wenn mindestens eine der beiden Aussagen wahr ist. Abkürzung: OR, \vee (einschließendes ODER).

Beispiel: *Der Hund bellt oder das Kind schreit.*

a	b	$a \times b$
f	f	f
f	w	w
w	f	w
w	w	f

Die **ANTIVALENZ** (entweder a oder b) ist immer dann wahr, wenn die beiden Aussagen entgegengesetzte Wahrheitswerte haben. Abkürzung: XOR, \times (ausschließendes ODER).

Beispiel: *Entweder ist die Luft kalt oder die Luft ist warm.*

a	b	$a \rightarrow b$
f	f	w
f	w	w
w	f	f
w	w	w

Die **IMPLIKATION** (aus a folgt b) ist nur dann falsch, wenn a wahr und b falsch ist. In allen anderen Fällen ist sie richtig. Abkürzung: IMP, \rightarrow .

Beispiel: *Wenn es regnet, dann ist es nass.*

a	b	$a \leftrightarrow b$
f	f	w
f	w	f
w	f	f
w	w	w

Die **ÄQUIVALENZ** (a gleichwertig zu b) ist immer dann wahr, wenn beide Aussagen denselben Wahrheitswert haben. Abkürzung: EQU, \leftrightarrow .

Beispiel: *Ein Dreieck ist rechtwinkelig. Im Dreieck gilt $a^2+b^2=c^2$.*

Die Gleichwertigkeit ($L = R$) bzw. Äquivalenz ($L \leftrightarrow R$) von zwei komplexen Aussagenverknüpfungen L und R kann folgendermaßen nachgewiesen werden. Man berechnet gemäß den Wahrheitstabellen für alle möglichen Belegungen der Teilaussagen mit den Werten „wahr“ (w) und „falsch“ (f) die Wahrheitswerte von den beiden Aussagenverknüpfungen L und R. Stimmen diese für alle Belegungen überein, d.h. haben L und R immer denselben Wahrheitswert, dann sind L und R gleichwertig.

Interessant ist die Wahrheitstabelle der **Implikation** (Folgerung). Bei der Implikation wird behauptet, dass immer wenn die Aussage a wahr ist, auch die Aussage b zutrifft. Das ist offenkundig der Fall, wenn beide Aussagen wahr sind ($w \rightarrow w$). Wenn jedoch die Aussage a wahr und die Aussage b falsch ist ($w \rightarrow f$), dann muss die behauptete Folgerung falsch sein. In den zwei anderen Fällen ($f \rightarrow w$) und ($f \rightarrow f$) kann über die Richtigkeit der behaupteten Folgerung nicht geurteilt werden. Als eine Grundregel der logischen Argumentation müssen alle jene Behauptungen, die nicht widerlegt werden können, als richtig anerkannt werden. Sowie in der Rechtsprechung gilt auch hier der Grundsatz „*in dubio pro reo*“, d.h. im Zweifelsfalle ist für den Angeklagten zu stimmen.

Der Leser möge sich diesen Sachverhalt an der Folgerung „*Immer wenn ein Zug vorbeifährt, dann dröhnen die Schienen*“ näher vor Augen führen, indem er für die Aussagen a und b die verschiedenen Wahrheitswerte w und f einsetzt und sich hierfür reale Sachverhalte vorstellt.

Mithilfe der Wahrheitstabellen, kann für jede Wahrheitsbelegung der Einzelaussagen der Wahrheitswert der gesamten Aussagenverknüpfung eindeutig berechnet werden. Dieses Entscheidungsproblem ist somit innerhalb der Aussagenlogik stets lösbar.

Eine besondere Klasse von Aussagenverknüpfungen sind jene, welche bei jeder Belegung ihrer Einzelaussagen mit wahr oder falsch immer den Wert wahr erhalten. Solche Aussagenverknüpfungen heißen logisch **allgemein gültig**. Ihre Richtigkeit hängt somit nicht vom Inhalt der einzelnen Aussagen ab, sondern von der formalen Struktur ihrer Verknüpfung. Sie sind, unabhängig von der Erfahrungswelt, stets aus sich heraus wahr. Man bezeichnet sie daher auch als **Tautologien** (tautos = aus sich heraus). Solche Tautologien sind somit die universellen Spielregeln unseres formal-richtigen Denkens.

Beispiel: (a) *Immer wenn es regnet, dann ist es nass.*
(b) *Es ist nicht nass.*

(c) *Daher hat es nicht geregnet.*

Diese Aussagenverknüpfung $((a \rightarrow b) \wedge \neg b) \rightarrow \neg a$ ist eine Tautologie, welche als **Kontrapositionsregel** bezeichnet wird. Die Allgemeingültigkeit kann mithilfe der Wahrheitstabellen einfach nachgewiesen werden:

a	b	$((a \rightarrow b) \wedge \neg b) \rightarrow \neg a$
f	f	w, weil $((f \rightarrow f) \wedge \neg f) \rightarrow \neg f = ((w \wedge w) \rightarrow w) = (w \rightarrow w) = w$
f	w	w, weil $((f \rightarrow w) \wedge \neg w) \rightarrow \neg f = ((w \wedge f) \rightarrow w) = (f \rightarrow w) = w$
w	f	w, weil $((w \rightarrow f) \wedge \neg f) \rightarrow \neg w = ((f \wedge w) \rightarrow f) = (f \rightarrow f) = w$
w	w	w, weil $((w \rightarrow w) \wedge \neg w) \rightarrow \neg w = ((w \wedge w) \rightarrow w) = (w \rightarrow w) = w$

Zur Demonstration seien einige wichtige Tautologien angeführt, von denen wir viele im Alltag unbewusst verwenden.

- (1) Regel vom ausgeschlossenen Dritten: $(a \vee \neg a)$
- (2) Regel vom zu vermeidenden Widerspruch: $\neg(a \wedge \neg a)$
- (3) Regel von der doppelten Verneinung: $a \leftrightarrow \neg(\neg a)$
- (4) Deduktionsregel (bejahende Abtrennung): $((a \rightarrow b) \wedge a) \rightarrow b$
- (5) Kontrapositionsregel (verneinende Abtrennung): $((a \rightarrow b) \wedge \neg b) \rightarrow \neg a$
- (6) Erstes Vertauschungsgesetz: $(a \wedge b) \leftrightarrow (b \wedge a)$
- (7) Zweites Vertauschungsgesetz: $(a \vee b) \leftrightarrow (b \vee a)$
- (8) Erstes Verknüpfungsgesetz: $(a \wedge b) \wedge c \leftrightarrow a \wedge (b \wedge c)$
- (9) Zweites Verknüpfungsgesetz: $(a \vee b) \vee c \leftrightarrow a \vee (b \vee c)$
- (10) Erstes Verteilungsgesetz: $(a \wedge b) \vee c \leftrightarrow (a \vee c) \wedge (b \vee c)$
- (11) Zweites Verteilungsgesetz: $(a \vee b) \wedge c \leftrightarrow (a \wedge c) \vee (b \wedge c)$
- (12) Regel vom Kettenschluss: $((a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow c)) \rightarrow (a \rightarrow c)$
- (13) Erste De Morgansche Äquivalenz: $\neg(a \wedge b) \leftrightarrow (\neg a \vee \neg b)$
- (14) Zweite De Morgansche Äquivalenz: $\neg(a \vee b) \leftrightarrow (\neg a \wedge \neg b)$
- (15) Äquivalenz und Implikation: $(a \leftrightarrow b) \leftrightarrow ((a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow a))$
- (16) Antivalenz und Äquivalenz: $(a \times b) \leftrightarrow \neg(a \leftrightarrow b)$

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass einzelne Junktoren durch die Kombination anderer Junktoren äquivalent ersetzt werden können. Daraus ergibt sich die Entbehrlichkeit vieler Junktoren. So ist es dann möglich, die gesamte Aussagenlogik mithilfe der drei Grundjunktoren (NOT, AND und OR) darzustellen, die man auch eine Junktoren-Basis nennt. Dazu dienen folgende zusätzliche Äquivalenzen:

$$(a \times b) \leftrightarrow (a \vee b) \wedge \neg(a \wedge b) \quad \text{Antivalenz-Reduktion}$$

$$(a \rightarrow b) \leftrightarrow (\neg a \vee b) \quad \text{Implikation-Reduktion}$$

Man kann mithilfe der Tautologien alle Aussagenverknüpfungen auf die drei Grundjunktoren reduzieren und dann konjunktive Normalformen bilden. Diese bestehen aus Gliedern, welche ihrerseits nur mehr die Junktoren \neg und \vee enthalten und mittels \wedge verknüpft sind. Für die konjunktive Normalform von XOR gilt:

$$(a \times b) \leftrightarrow (a \vee b) \wedge \neg(a \wedge b) \leftrightarrow (a \vee b) \wedge (\neg a \vee \neg b)$$

Man kann aber auch noch einen Schritt weiter gehen und alle Junktoren auf einen einzigen zurückführen, z.B. auf die NAND-Verknüpfung (NAND = NOT AND) oder auf die NOR-Verknüpfung (weder a noch b), die nur dann wahr ist, wenn beide Aussagen falsch sind. In allen anderen Fällen ist sie falsch. Sie ist das genaue Gegenteil der einschließenden Disjunktion (NOR = NOT OR).

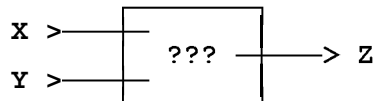
$$\begin{aligned} (\neg a) &\leftrightarrow (a \text{ NOR } a) && \text{Negation-Reduktion} \\ (a \wedge b) &\leftrightarrow (a \text{ NOR } a) \text{ NOR } (b \text{ NOR } b) && \text{Konjunktion-Reduktion} \\ (a \vee b) &\leftrightarrow (a \text{ NOR } b) \text{ NOR } (a \text{ NOR } b) && \text{Disjunktion-Reduktion} \end{aligned}$$

[C.1.3] Anwendungen in der Computertechnologie

Der Computer ist eine Maschine, welche der **Informationsspeicherung** und der **Informationsverarbeitung** dient. Er besteht aus einem Netzwerk von Schaltelementen (Schaltkreis). Ein Schalter, früher elektromechanisches Relais - heute elektronisches Bauelement, kann genau zwei Zustände annehmen. Wenn eingeschaltet ist, dann fließt ein schwacher elektrischer Strom (binäres Signal 1). Wenn ausgeschaltet ist, dann fließt kein Strom (binäres Signal 0). Diese Zweiwertigkeit wird als binär oder dual bezeichnet. Daraus ergibt sich zwingend, dass die Information in einem binären Code, der nur aus 0 und 1 besteht, verschlüsselt sein muss. Unter einem **Bit** versteht man diese binäre Informationseinheit (0 oder 1). Ein Byte umfasst 8 Bits und ein Kilobyte (KB) genau $2^{10} = 1024$ Bytes. Ein Megabyte (MB) besteht aus $2^{20} = 1048576$ Bytes.

Bei der **Informationsspeicherung** werden durch entsprechend verdrahtete Schaltelemente die binären Signale gespeichert (passive Schaltkreise, binäre Speicherzellen).

Bei der **Informationsverarbeitung** werden durch entsprechend verdrahtete Schaltelemente die binären Signale miteinander verknüpft (aktive Schaltkreise, Logikglieder).

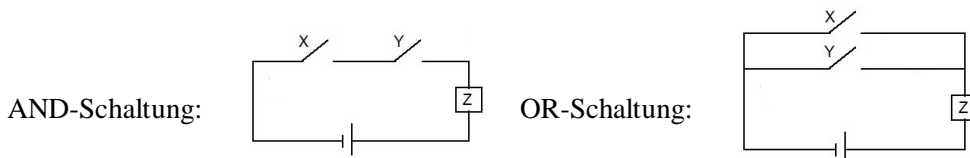


Blockbild eines Schaltkreises mit den zwei Eingängen X, Y und Ausgang Z.

In einem Schaltkreis werden die Signalzustände an den Eingängen durch die jeweilige Schaltung zu den Signalzuständen an den Ausgängen umgeformt.

Offensichtlich liegt eine Entsprechung zwischen solchen Schaltungen und den Aussagenverbindungen unseres sprachlichen Denkens (und auch unserer neuronalen Gehirnstrukturen) vor. Das menschliche Denken besteht im Verknüpfen von einzelnen Gedanken. Die Aussagen sind das sprachliche Kleid der Gedanken. Eine einzelne Aussage kann entweder wahr ($w=1$) oder falsch ($f=0$) sein. Aussagen entsprechen daher einfachen binären Schaltelementen, die ebenfalls nur genau zwei Zustände annehmen können. Wird eine solche Aussagenverknüpfung mithilfe binärer Schaltelemente technisch nachgebaut, dann spricht man von einem logischen Schaltkreis.

Eine technische Realisierung der AND-Schaltung besteht aus einer Serienschaltung der zwei Eingangsschalter X und Y. Die Glühlampe Z stellt den Ausgang dar. Sie leuchtet nur dann, wenn beide Schalter geschlossen sind. Das entspricht nun genau der Wahrheitstabelle für die logische UND-Verknüpfung. Eine OR-Schaltung hingegen wird durch eine Parallelschaltung realisiert.

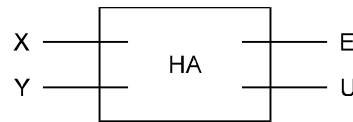


Logische Operationen verwenden wir täglich, wenn wir **Rechnungen** ausführen und auch **Entscheidungen** fällen. Genau das sind aber auch die beiden Hauptleistungen der zentralen Prozesseinheit eines Computers.

Rechnungen mit Zahlen kann man im Wesentlichen auf das **Addieren** von natürlichen Zahlen im binären Code zurückführen. Die Multiplikation ist nichts anderes als eine Addition von lauter gleichen Summanden ($+x$). Die Subtraktion entspricht einer Addition mit der Gegenzahl, und die Division ist nichts anderes als eine Subtraktion von lauter gleichen Subtrahenden ($-x$).

Das Grundproblem dabei, nämlich die Addition zweier Binärziffern (**Bits**), wird mithilfe der **Halbaddier-Schaltung** (HA) gelöst: $0+0=0$, $0+1=1$, $1+0=1$, $1+1=2$. Der Zahl 2 entspricht im binären System die Ziffernfolge 10, die aus einer Einerstelle und aus einer Zweierstelle besteht. Die Addition von mehrstelligen Zahlen wird durch Kombination von HA-Schaltungen realisiert.

X	Y	U	E
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

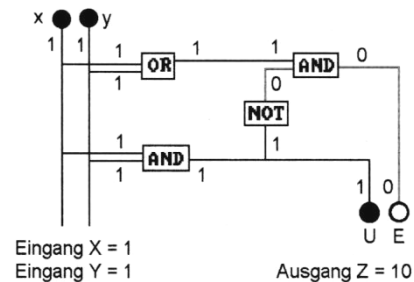


Die Halbaddierschaltung (HA) und ihre Wertetabelle.

Es sind X und Y die Summanden. E ist die Einerstelle und U die Zweierstelle (Überlauf) der Summe. Es ist ersichtlich, dass sowohl E als auch U durch logische Schaltungen dargestellt werden können:

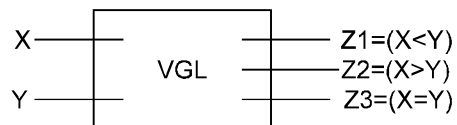
$$E = (X \text{ XOR } Y) = (X \vee Y) \wedge \neg(X \wedge Y)$$

$$U = (X \text{ AND } Y) = (X \wedge Y)$$



Entscheidungen können im Wesentlichen auf das **Vergleichen** von Zahlen im binären Code zurückgeführt werden. Das Grundproblem dabei, nämlich der Vergleich zweier Binärziffern, wird mithilfe von **Vergleichsschaltungen** (VGL) gelöst:

X	Y	<	>	=
0	0	0	0	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	1



Dabei sind X und Y die beiden binären Ziffern. Die drei Ausgänge der Schaltung entsprechen den Aussagen $(X < Y)$, $(X > Y)$ und $(X = Y)$. Auch diese Vergleichsschaltungen können durch logische Operationen dargestellt werden:

$$(X < Y) = (\text{NOT } X) \text{ AND } Y = (\neg X \wedge Y)$$

$$(X > Y) = X \text{ AND } (\text{NOT } Y) = (X \wedge \neg Y)$$

$$(X = Y) = X \text{ EQU } Y = \text{NOT } (X \text{ XOR } Y) = (X \vee \neg Y) \wedge (\neg X \vee Y)$$

Somit lassen sich die beiden Hauptleistungen, das **Rechnen** und das **Entscheiden** auf die logischen Grundfunktionen zurückführen. Man kann aber noch einen Schritt weitergehen und alle logischen Grundfunktionen mithilfe einer einzigen realisieren, z.B. mittels NOR-Verknüpfung. Dieses Ergebnis ist von großer praktischer Bedeutung, denn dadurch genügt die serienmäßige Produktion von einem einzigen logischen Schaltkreis, um bei entsprechender Verdrahtung von tausenden solcher gleichartiger Bauelemente auf kleinster Fläche alle gewünschten Funktionen und Leistungen zu realisieren (IC = Integrated Circuit, Chip).

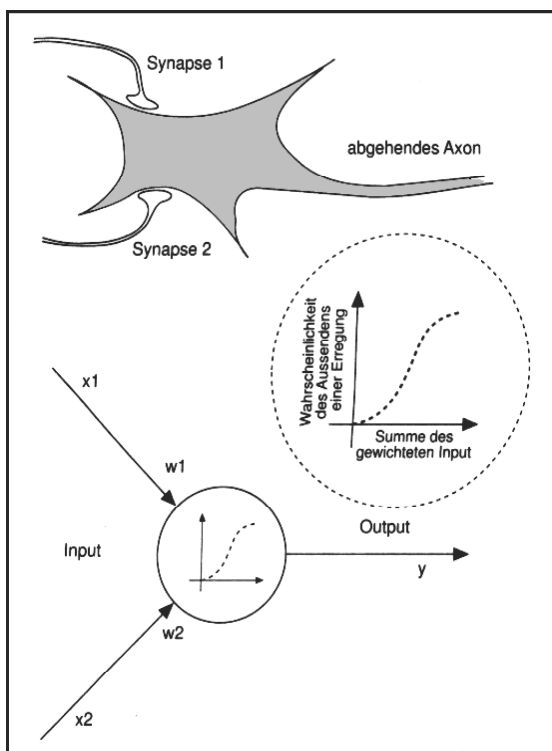
Neben diesen aktiven Schaltungen zur Informationsverarbeitung (Rechnen, Entscheiden) gibt es auch elektronische Schaltungen zur bitweisen Informationsspeicherung. Eine solche Speicherzelle für ein Byte besteht aus 8 binären Signalspeichern, die stabil in einem eingestellten Zustand (0 oder 1) verbleiben, solange sie nicht neu gesetzt werden. Technisch können diese binären Signalspeicher mithilfe von zwei rückgekoppelten NOR-Schaltungen verwirklicht werden (RS-Flip-Flop, Latch). Die gesamte Hardware ist aus solchen elektronischen Schaltkreisen aufgebaut.

[C.1.4] Anwendungen in neuronalen Netzen

Allgemeine Begriffsbestimmungen

Neuronale Netzwerke sind Modelle dafür, wie sich Neuronen im Gehirn verhalten. Mit entsprechenden Programmen lassen sich verschiedene neuronale Prozesse am Computer simulieren. Zu diesen Prozessen, die grundlegend für die Arbeitsweise unseres Gehirns sind, zählen Mustererkennung, Kategorienbildung (Abstraktion), Lernen und Gedächtnis, Sprache, emotionale Bewertungen und Entscheidungen. Die Anwendungsgebiete neuronaler Netzwerke sind vielfältig: in der naturwissenschaftlichen Forschung, in Technik, in Medizin und Psychologie.

Die Schaltelemente eines neuronalen Netzes sind Neuronen. Im Modell wird von verschiedenen biologischen Gegebenheiten abstrahiert, wie beispielsweise Form, mikroskopische Struktur, Zellphysiologie und Neurochemie. Neuronen werden als einfache Schaltelemente aufgefasst, welche viele Eingangssignale X_i (Inputs) in ein Ausgangssignal Y (Output) umwandeln. Ein vorhandenes Signal wird dabei durch die Zahl 1, kein Signal hingegen durch die Zahl 0 beschrieben. Die Stärke der synaptischen Übertragung eines einlaufenden Signals wird mathematisch durch eine Zahl zwischen -1 und +1 symbolisiert, je nachdem ob an der Synapse eine Hemmung oder Erregung des Neurons stattfindet. Die Verbindungsstärken werden als Synapsengewichte (W_i) bezeichnet. Dabei bezeichnet der Index i die i -te Synapse von insgesamt n Inputleitungen. Das Neuron multipliziert nun jedes Inputsignal X_i mit dem entsprechenden Synapsengewicht $X_i * W_i$ und addiert alle diese so gewichteten Inputs ($S = \sum X_i * W_i$). Als nächstes wird die Summe der gewichteten Eingangssignale mit einem internen Schwellwert G verglichen. Ist die gewichtete Inputsumme S größer oder gleich dieser Aktivierungsschwelle G , dann feuert das Neuron, d.h. es entsteht an seiner Membran ein Aktionspotential. Eine so erfolgte Aktivierung des Neurons wird an der Outputleitung (Axon) durch die Zahl 1 symbolisiert, andernfalls ist der Output 0, d.h. das Neuron bleibt stumm.



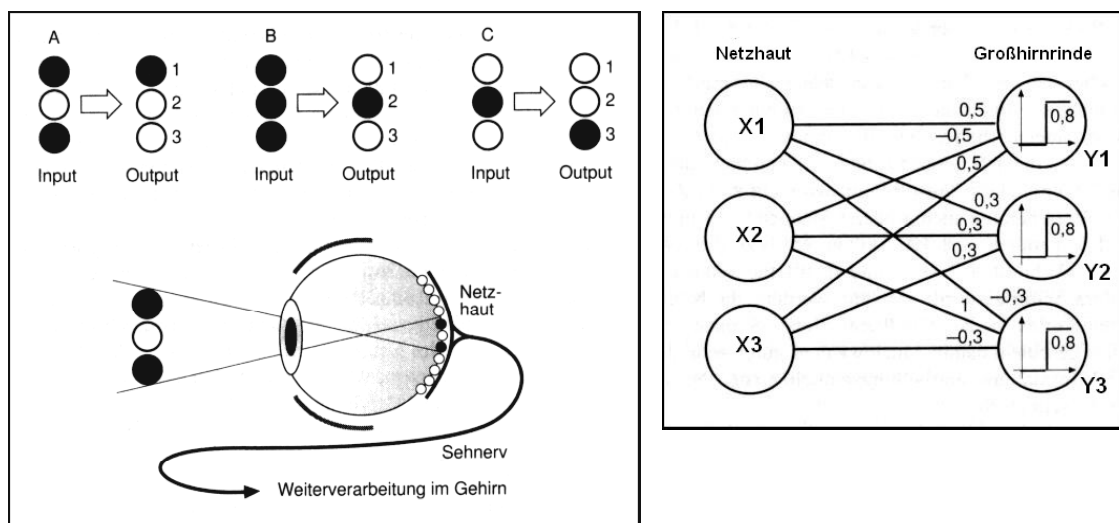
Zusammenfassend lässt sich die Arbeitsweise eines einzelnen Neurons durch die Inputstärken X_i , die Synapsengewichte W_i und die Aktivierungsschwelle G beschreiben. Die nebenstehende Abbildung veranschaulicht diese grundlegenden Begriffsbestimmungen.

Eine fundamentale Erkenntnis aus der Neurobiologie besagt, dass immer dann, wenn zwei miteinander verbundene Neuronen gleichzeitig aktiv sind, die Verbindung zwischen ihnen stärker wird. Dadurch, dass die beiden Neuronen gleichzeitig feuern, erhöht sich somit die Leitfähigkeit der zwischen ihnen liegenden Synapse, also das Synapsengewicht. Verbindungen von inaktiven Neuronen bleiben hingegen immer schwach. Dieser Sachverhalt bildet die Grundlage für jede Art von assoziativem Lernen und wird als die so genannte **Hebbsche Lernregel** bezeichnet (nach Donald Hebb): „*what fires together, wires together*“ bzw. „*use it or lose it*“.

Erstes Beispiel: Ein einfaches, zweischichtiges Muster-Netz

In neuronalen Netzwerken sind Neuronen durch Signalleitungen miteinander verbunden. Anzahl, Anordnung und Stärke der Verbindungen bestimmen das Leistungsvermögen des Netzes. Um die grundsätzliche Funktionsweise solcher Netzwerke zu erläutern, soll im Folgenden ein einfaches Netz zur Mustererkennung entwickelt werden (es wird fortan kurz als Musternetz bezeichnet). Als Anwendungsbeispiel möge ein Frosch dienen, der an einem Teich sitzt. Sein Gehirn muss in jedem Augenblick die von den Augen kommenden Signale verarbeiten und auf sie angepasst reagieren. Die Neuronen in der Augennetzhaut (Retina) liefern ein Inputmuster von lauter 0 und 1 an die Neuronen des primären visuellen Areals in der Großhirnrinde (Cortex). Die retinalen Neuronen bilden die Inputschicht, die corticalen die Outputschicht - von einer Zwischenschicht (Interneuronen) wird in dem einfachen Modell abgesehen. Jede der beiden Schichten soll aus jeweils drei Neuronen bestehen und jedes Inputneuron ist mit jedem Outputneuron verbunden. Von einer Vernetzung zwischen den Neuronen in derselben Schicht wird ebenfalls abgesehen.

Dieses Netzwerk soll beispielsweise drei verschiedene Inputmuster erkennen und darauf mit unterschiedlichem Output reagieren. Das Muster **A** ist ein sich nähernder Storch und die Reaktion besteht in einer Kontraktion der Oberschenkelmuskulatur zum rettenden Sprung. Wenn dieser nicht erfolgt, dient der Frosch dem Storch als Nahrung. Das Muster **B** ist eine vorbeischnellende Fliege und die Reaktion ist die Aktivierung der Zungenmuskulatur zum Herausstrecken der Zunge und Fangen der Fliege. Geschieht dies nicht rasch und präzise, verhungert der Frosch. Das Muster **C** sei der leere blaue Himmel, der es dem Frosch ermöglicht, in aller Ruhe seine Verdauung zu aktivieren.



In unserem Musternetz werden feuernde Neuronen als volle Kreise und stumme Neuronen als leere Kreise dargestellt. Dem Muster **A** entsprechen die feuernden Inputneuronen X_1 und X_3 und das stumme Neuron X_2 . Dieses Muster kann durch den Inputvektor $(1/0/1)$ beschrieben werden. Die gewünschte Reaktion auf der Outputseite besteht darin, dass Neuron Y_1 feuert und die Neuronen Y_2 und Y_3 stumm sind, was dem Outputvektor $(1/0/0)$ entspricht. Zu jedem Outputneuron gibt es einen Gewichtsvektor, der die Verbindungsstärken der einzelnen Synapsen darstellt, z.B. $(+0.5/-0.5/+0.5)$ für Y_1 . Im vorliegenden Musternetz soll jedes Outputneuron die gleiche Aktivierungsschwelle von $G = 0.8$ aufweisen.

Wird Muster **A** wahrgenommen, so erhalten alle Neuronen der Outputschicht den Inputvektor (1/0/1). Dieser darf jedoch nur das erste Outputneuron Y_1 aktivieren. Das wird dadurch erreicht, dass der erste Input mit +0.5, der zweite mit -0.5 und der dritte mit +0.5 gewichtet wird. Die gesamte gewichtete Inputsumme von Muster **A** auf das erste Outputneuron beträgt sodann $S = 1*(+0.5) + 0*(-0.5) + 1*(+0.5) = 1$. Dieser Wert liegt über dem Betrag der Aktivierungsschwelle von 0.8, d.h. das Neuron feuert. Bei den anderen Outputneuronen bleibt hingegen die gewichtete Inputsumme von Muster **A** unterhalb der Aktivierungsschwelle.

Bei drei Inputneuronen gibt es insgesamt acht verschiedene Inputmuster (0/0/0), (0/0/1), (1/1/1). Auf Grund der vorgegebenen Synapsengewichte W_i kann für jedes Outputneuron Y die gewichtete Inputsumme $S = X_1*W_1 + X_2*W_2 + X_3*W_3 = \sum(X_i*W_i)$ berechnet werden. Nur wenn dieser Wert größer als 0.8 ist, feuert ein Outputneuron, ansonsten bleibt es stumm. Die nachfolgende Tabelle ordnet diese Zahlen übersichtlich an. In der Tabelle sind die oben besprochenen drei Inputmuster A, B, C und die erzielten Outputaktivierungen dunkel hinterlegt.

	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	
	0	0	0	0.0	0.0	0.0	
	0	0	1	0.5	0.3	-0.3	
Input C →	0	1	0	-0.5	0.3	1.0	→ Output C
	1	0	0	0.5	0.3	-0.3	
	0	1	1	0.0	0.6	0.7	
Input A →	1	0	1	1.0	0.6	-0.6	→ Output A
	1	1	0	0.0	0.6	0.7	
Input B →	1	1	1	0.5	0.9	0.4	→ Output B

Entscheidend für die Funktionsweisen des Netzes sind die eingestellten Synapsengewichte. Das dargestellte Musternetz reduziert die tatsächlichen biologischen Verhältnisse auf ein Minimum. Aber gerade durch diese Reduktion und Generalisierung im Modell werden die Prinzipien der Mustererkennung in neuronalen Netzwerken deutlich gemacht. Dass eine differenzierte Mustererkennung zum Überleben unerlässlich ist, braucht nicht erwähnt werden.

Zweites Beispiel: Ein einfaches, dreischichtiges Logik-Netz

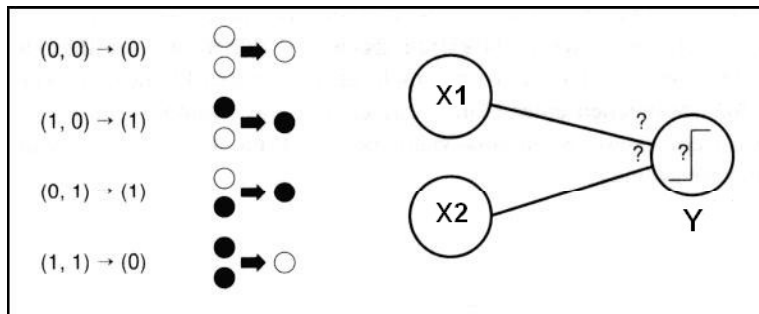
Neuronale Netze dienen nicht nur der Mustererkennung, welche durch lineare Vektorkombinationen dargestellt werden, sondern auch der nicht linearen, logischen Signalverarbeitung. Eine solche liegt beispielsweise dann vor, wenn zwei Eingangssignale X_1 , X_2 entsprechend dem ausschließenden ODER (**XOR**) zu dem Ausgangssignal Y umgeformt werden sollen ($Y =$ entweder X_1 oder X_2). Dabei gilt folgende Wertetabelle:

X_1	X_2	$Y = X_1 \text{ xor } X_2$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

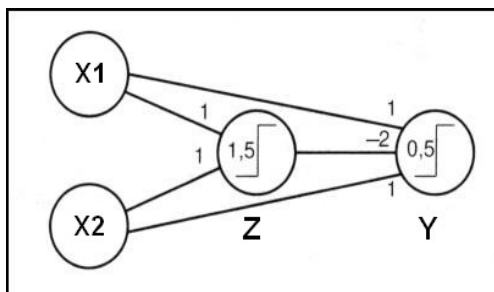
Eine solche Datenverarbeitung findet beispielsweise dann statt, wenn man sich in einem Restaurant entscheiden soll, entweder Marillenknödel oder Sauerkraut zu essen, aber nicht beides zusammen. Ein biologischer Fall für die **XOR**-Verbindung liegt dann vor, wenn man weiß, dass Waldbeeren essbar sind, sofern sie rot oder klein sind, nicht aber die roten Kleinen.

Ein soziologisches Beispiel liegt vor, wenn das Alpha-Männchen einer Horde mit Aggression reagiert, falls es auf das Beta- oder das Gamma-Männchen trifft, nicht aber wenn beide zugleich anwesend sind.

In Analogie zu dem Musternetz sähe ein zweischichtiges Netzwerk der **XOR**-Verknüpfung wie folgt aus. Im Diagramm stehen dabei jeweils links die vier möglichen Inputmuster (X_1, X_2) und rechts daneben der entsprechende Output (Y). Die Fragezeichen (?) symbolisieren die Synapsengewichte und die Aktivierungsschwelle.



Bereits 1969 wurde von dem amerikanischen Informatiker **Marvin Minsky** mathematisch exakt nachgewiesen, dass sich das **XOR**-Problem durch ein zweischichtiges Netz nicht lösen lässt. Eine Lösung hingegen wird dadurch realisiert, dass zwischen der Input- und Outputschiicht noch eine Zwischenschicht (Interneuronen) im Netz eingerichtet wird. In unserem Fall genügt bereits ein einziges Zwischenneuron (Z). Das dreischichtige **XOR**-Netz hat dabei nachfolgende Gestalt.



Erweiterte Wertetabelle mit den Inputgewichten $\{1,1\}$ für Z und $\{1,-2,1\}$ für Y .

X_1	X_2	Z	$Y = 1 \cdot X_1 + 1 \cdot X_2 + (-2) \cdot Z$
0	0	0	$0 = 1 \cdot 0 + 1 \cdot 0 + (-2) \cdot 0$
0	1	0	$1 = 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + (-2) \cdot 0$
1	0	0	$1 = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + (-2) \cdot 0$
1	1	1	$0 = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + (-2) \cdot 1$

Aus dem Schaltplan ist ersichtlich, dass das Zwischenneuron Z nur dann aktiv wird, wenn beide Inputneuronen feuern ($S_Z = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 2$ und $2 > 1,5$). Das entspricht der **Konjunktion** „ X_1 und X_2 “. In diesem Fall wird dann das Outputneuron ($S_Y = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot (-2) = 0$ und $0 < 0,5$) nicht aktiviert. Das Zwischenneuron in der mittleren Schicht repräsentiert weder direkt den Input noch den Output, sondern eine logische Verknüpfung der beiden Inputs, nämlich die Konjunktion. Hier liegt somit ein einfacher Fall einer **Abstraktionsleistung** vor.

Es wurden Netzwerkkonstruktionen für den Einsatz in Computersystemen programmiert, welche die Funktion von Zwischenschichten bei der Erzeugung von Abstraktionsleistungen sehr deutlich aufzeigen. Die Neuronen in diesen Zwischenschichten dienen als Arbeitsspeicher für komplexe Informationsverarbeitungen. Vor allem in den letzten zwei Jahrzehnten des zwanzigsten Jahrhunderts wurden verschiedene Netzwerktypen für unterschiedliche Aufgaben entwickelt.

[C.1.5] Die Prädikatenlogik (Quantorenlogik)

Die Prädikatenlogik analysiert die innere Struktur von Aussagen. Diese besteht in der Zuordnung eines Prädikatbegriffes P zu einem Subjektbegriff S , symbolisiert durch $S * P$. Durch Angabe der Anzahl der Individuen x einer Grundmenge G , für welche die prädikative Zuordnung zutrifft (gültig ist), erfolgt eine Quantifizierung. Sie kann mit den beiden quantorenlogischen Operatoren $\forall x$ (Allquantor, für alle x) und $\exists x$ (Existenzquantor, für mindestens ein x) einfach beschrieben werden.

Der Satz „Alle Menschen sind sterblich“ kann durch „ $\forall x: F(x)$ “ formalisiert werden, wobei x für die Menschen und $F(x)$ für das Prädikat „sterblich zu sein“ steht. Die Wahrheit einer quantorenlogischen **All-Aussage** ist dann gegeben, wenn die Aussage für jedes Element der Grundmenge $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ zutrifft, d.h. es gilt $F(x_1) \wedge F(x_2) \wedge \dots \wedge F(x_N)$, was einer mehrgliedrigen Konjunktion entspricht.

Der Satz „Einige Menschen sind sterblich“ kann durch „ $\exists x: F(x)$ “ formalisiert werden. Die Wahrheit einer quantorenlogischen **Existenz-Aussage** ist dann gegeben, wenn die Aussage für mindestens ein Element der Grundmenge $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ zutrifft, d.h. es gilt $F(x_1) \vee F(x_2) \vee \dots \vee F(x_N)$, was einer mehrgliedrigen Disjunktion entspricht.

Ein quantorenlogischer Ausdruck heißt **allgemein gültig**, wenn er in allen nicht leeren Individuenbereichen gültig ist. Zum Nachweis einer solchen Allgemeingültigkeit genügen die einfachen Wahrheitstabellen der Junktorenlogik offensichtlich nicht mehr. Wie soll das Zutreffen einer Prädikation $F(x)$ für große oder gar unendliche Grundmengen im Einzelnen überprüft werden?

Hier muss ein völlig anderer Weg beschritten werden. Die Quantorenlogik wird mithilfe eines so genannten **Kalküls** dargestellt. Die elementaren Bestandteile eines Kalküls sind Grundzeichen (Atome), mit denen einschlägige Ausdrücke (Figuren) gebildet werden. Eine bestimmte Anzahl solcher Ausdrücke wird als Inventar (Grundfiguren, Axiome) vorgegeben. Schließlich gibt es noch bestimmte Grundregeln (Ableitungsregeln), die nichts anderes als Herstellungsvorschriften für weitere einschlägige Ausdrücke (Figuren) sind.

Jeder im Axiomensystem des Kalküls herleitbarer Ausdruck wird als allgemein gültig angesehen. Ob jeder allgemein gültige Ausdruck immer auch herleitbar ist, das ist eine andere Frage. Das hängt davon ab, wie vollständig das zu Grunde gelegte Axiomensystem ist. Anstelle des Begriffs der Allgemeingültigkeit wird meistens der schwächere Begriff der Ableitbarkeit verwendet.

Die Grundzeichen eines quantorenlogischen Kalküls sind Junktoren, Aussagenvariable, Quantoren, Individualvariable, Prädikatenvariable und Klammern. Aus diesen werden die einschlägigen quantorenlogischen Ausdrücke gebildet. Sodann wird ein System von Axiomen und Ableitungsregeln festgelegt, die im Kalkül von vornherein (a priori) gelten sollen.

Im Laufe der historischen Entwicklung der mathematischen Logik sind verschiedene, gleichwertige Axiomensysteme für die Quantorenlogik aufgestellt worden. Eine ausführlichere Beschreibung dieser Kalküle würde den Rahmen einer Einführung überschreiten. Zur Demonstration sollen abschließend vier Äquivalenzen aufgelistet werden, die in allen bekannten quantorenlogischen Kalkülen als allgemein gültig angesehen werden und dort entweder als Axiome oder als herleitbare Ausdrücke vorkommen.

- | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| (1) | $\forall x: F(x)$ | \leftrightarrow | $\neg(\exists x: \neg F(x))$ | (alle = keines nicht) |
| (2) | $\forall x: \neg F(x)$ | \leftrightarrow | $\neg(\exists x: F(x))$ | (alle nicht = keines) |
| (3) | $\neg(\forall x: F(x))$ | \leftrightarrow | $\exists x: \neg F(x)$ | (nicht alle = mindestens eines nicht) |
| (4) | $\neg(\forall x: \neg F(x))$ | \leftrightarrow | $\exists x: F(x)$ | (nicht alle nicht = mindestens eines) |

An den Kalkül der Quantorenlogik werden bestimmte Anforderungen gestellt. Das Axiomensystem soll widerspruchsfrei sein, d.h. es dürfen nicht eine Aussage a und ihr Gegenteil $\neg a$ herleitbar sein. Das System soll konsistent sein, d.h. alle ableitbaren Aussagen sollen auch allgemein gültig sein. Die Axiome des Systems sollen voneinander unabhängig sein. Neben der Widerspruchsfreiheit, Konsistenz und Unabhängigkeit sind die Entscheidbarkeit und die Vollständigkeit weitere wichtige Kriterien. Entscheidbarkeit liegt dann vor, wenn von jedem quantorenlogischen Ausdruck entschieden werden kann, ob er allgemein gültig ist oder nicht. Vollständigkeit bedeutet, dass jeder allgemein gültige Ausdruck im Axiomensystem herleitbar ist.

Grundsätzlich können über Individuen x ausgesagte Prädikate F entweder Eigenschaften (Attribute, z.B. „Herwig ist intelligent.“) oder Beziehungen (Relationen, z.B. „Herwig ist der Sohn von Alois.“) sein. Weil der Kalkül der Quantorenlogik sich mit solchen Prädikaten beschäftigt, wird er auch Prädikatenkalkül genannt. Man kann diesen Kalkül nun derart erweitern, dass man auch Prädikate von Prädikaten zulässt. Alle metasprachlichen Ausdrücke, welche man mithilfe mehrstufiger Abstraktionen gewinnt, sind solche Prädikatenprädikate bzw. Prädikate zweiter Stufe.

Typische Beispiele dafür sind die mathematischen Begriffe „Zahl“ und „Symmetrie“. Der Begriff „Zahl“ wird nicht von Individuen ausgesagt, sondern von Mengen. Der Begriff „Symmetrie“ wird ebenfalls nicht von Individuen ausgesagt, sondern von Beziehungen. Auch Begriffe der Grammatik (z.B. Geschlecht, Fall, usw.) sind Prädikate der zweiten Stufe. Somit muss der einfache Prädikatenkalkül, der nur Prädikate der ersten Stufe enthält, von dem erweiterten Prädikatenkalkül, der auch Prädikatenprädikate enthält, unterschieden werden.

Der österreichische Mathematiker **Kurt Gödel** hat 1931 mit seinem Unvollständigkeitssatz bewiesen, dass es im erweiterten Prädikatenkalkül grundsätzlich immer einen allgemein gültigen Ausdruck geben wird, der im Axiomensystem nicht herleitbar ist.

Der amerikanische Mathematiker **Alonzo Church** hat 1936 mit dem Unentscheidbarkeitsatz bewiesen, dass es im erweiterten Prädikatenkalkül grundsätzlich immer Ausdrücke gibt, von denen nicht entschieden werden kann, ob sie allgemeingültig sind oder nicht. Mit diesen beiden Sätzen hat die formale Logik einen gewissen Abschluss erreicht.

Logische Axiomensysteme finden vor allem in der Mathematik vorrangige Anwendung. So wurde für die natürlichen Zahlen von *Giuseppe Peano* (1894) ein Axiomensystem angegeben. *David Hilbert* (1934) entwickelte ein solches für die euklidische Geometrie. Schließlich müssen noch die „Principia Mathematica“ von *A. Whitehead* und *B. Russel* (1913) erwähnt werden, die eine Grundlegung der Mathematik mithilfe des formalen Logikkalküls darstellen.

Als Beispiel sei das Peano-Axiomensystem für die natürlichen Zahlen angeführt:

- (1) Nachfolgeraxiom: Zu jeder natürlichen Zahl n gibt es einen Nachfolger n_1 .
- (2) Nullaxiom: 0 ist eine natürliche Zahl und ist selbst kein Nachfolger.
- (3) Identitätsaxiom: Natürliche Zahlen mit dem gleichen Nachfolger sind gleich.
- (4) Induktionsaxiom: Gilt eine Aussage für die Zahl 0 und folgt aus der Gültigkeit der Aussage für eine Zahl n auch die Gültigkeit der Aussage für ihren Nachfolger n_1 , dann gilt diese Aussage immer für alle natürlichen Zahlen.

Noch einige Überlegungen zur so genannten **Metasprache**. Die Sprache, mit der wir uns über die Welt und ihre Objekte unterhalten, heißt Objektsprache. Natürlich kann aber die Sprache selbst zum Gegenstand der Besprechung gemacht werden. Dies wird dann mit Metasprache bezeichnet. Jedes grammatikalische Beschreibungssystem einer Sprache ist selbst eine Metasprache. Um nicht Meta-Meta-Sprachen einzuführen, belässt man es grundsätzlich bei **einer** Metasprache.

Dass die Trennung von Objektsprache und Metasprache sinnvoll ist, zeigen Sätze wie „Lang ist kurz“ oder „Ich lüge jetzt.“ Rein objektsprachlich stellen solche Sätze in sich einen klaren Widerspruch dar: Wenn man sie als „wahr“ annimmt, dann erweisen sie sich als „falsch“. Nimmt man sie als „falsch“ an, dann erweisen sie sich als „wahr“. Dieser Widerspruch kann durch entsprechende metasprachliche Formulierungen aufgehoben werden: „Die Länge des Eigenschaftswortes <lang> ist kurz.“ oder „Der <Satz>, den ich damals gesagt habe, war gelogen.“

Der britische Philosoph *Bertrand Russel* hat 1903 gezeigt, dass auch in der naiven Mengenlehre bestimmte Widersprüche (Paradoxien) auftreten können. Normale Mengen können sich nicht selbst als Element enthalten. Wenn man jedoch die Existenz einer „Menge aller normalen Mengen“ zulässt, dann wird es paradox. In der folgenden Geschichte steckt genau diese Paradoxie: Ein Barbier schließt im alten Griechenland mit dem Bürgermeister eines Dorfes einen Vertrag ab, genau jene Dorfbewohner zu rasieren, die sich nicht selbst rasieren. Als er am Ende des Jahres den Bürgermeister aufsucht, um seinen Gehalt zu fordern, verweigert dieser die Bezahlung mit der Begründung, er habe seinen Vertrag nicht eingehalten. Er selbst habe sich nämlich rasiert und er sollte laut Vertrag doch nur jene rasieren, die es nicht selbst tun. Der Barbier erkennt seinen offenkundigen Fehler und eilt von dannen. Im nächsten Jahr engagiert er einen Freund, der ihn immer rasiert. Als der Barbier zum Jahresende wieder zum Bürgermeister kommt, verweigert dieser ihm abermals die Bezahlung mit der Begründung, er habe wieder nicht den Vertrag eingehalten: als Dorfbewohner, der sich nicht selbst rasiert, muss er sich laut Vertrag rasieren. Was hätte der arme Barbier tun sollen?

[C.1.6] Die Syllogistik

Die traditionelle Schlusslehre wurde schon von dem griechischen Philosophen *Aristoteles* in der Antike begründet und stellt sich aus moderner Sicht als begrenztes Teilgebiet der Quantorenlogik dar. Sie beschäftigt sich mit dreiteiligen Aussagenverknüpfungen der Form $(a \wedge b \rightarrow c)$.

<u>Beispiel:</u>	(a) <i>Kein Raucher</i> ^[M] <i>lebt gesund</i> ^[P] .	[S] Subjektsbegriff
	(b) <i>Einige Sportler</i> ^[S] <i>rauchen</i> ^[M] .	[M] Mittelbegriff
		[P] Prädikatsbegriff
	(c) <i>Nicht alle Sportler</i> ^[S] <i>leben gesund</i> ^[P] .	

Die Aussagen **a** und **b** heißen Prämissen (Vordersätze), die Aussage **c** heißt Konklusion (Schlusssatz). In den drei Aussagen kommen drei Begriffe (S, M, P) vor. Wichtig ist dabei, dass in der einen Prämisse dem Subjektsbegriff (**S**) ein Mittelbegriff (**M**) zugeordnet wird, und in der anderen Prämisse dem Mittelbegriff (**M**) ein Prädikatsbegriff (**P**). In der Konklusion wird dann dem Subjekt (**S**) das Prädikat (**P**) zugewiesen. Der Mittelbegriff spielt also, seinem Namen gemäß, eine Vermittlerrolle, indem er dem Subjekt das Prädikat zuführt. Solche dreiteilige Schlüsse heißen auch **Syllogismen**. Zur Demonstration diene das obige Beispiel. Eine Formalisierung liefert dann nachfolgende Struktur, wobei das Symbol * die Begriffszuordnung bezeichnet, „Raucher“ den Mittelbegriff, „Sportler“ das Subjekt und „gesund leben“ das Prädikat darstellen.

$$(M * P) \wedge (S * M) \rightarrow (S * P)$$

Nach Aristoteles werden bei der Begriffszuordnung in einer Aussage zwei Kategorien benötigt, die **Qualität** und die **Quantität**. Der Qualität entsprechend gibt es affirmative (bejahende) und negative (verneinende) Urteile. Der Quantität entsprechend gibt es universelle (allgemeine) und partikuläre (teilweise) Urteile. Durch deren Kombination können vier verschiedene Urteilsformen (Modi) unterschieden werden, welche durch die Vokale **a**, **i**, **e** und **o** gekennzeichnet sind. Diese sind der jeweils erste und zweite Vokal der Worte *affirmo* (ich bejahe) und *nego* (ich verneine).

Zur Illustration werden für jeden Modus Beispiele angegeben, und dann werden diese in der Mengenlehre und in der Quantorenlogik formalisiert.

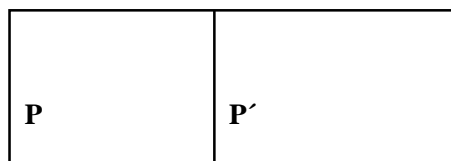
-
- | | |
|-------------------------------|--|
| (1) allgemein bejahend (a): | <i>Alle Schüler sind fleißig.</i> |
| (2) teilweise bejahend (i): | <i>Einige Schüler sind fleißig.</i> |
| (3) allgemein verneinend (e): | <i>Alle Schüler sind nicht fleißig.</i>
<i>(Kein Schüler ist fleißig.)</i> |
| (4) teilweise verneinend (o): | <i>Einige Schüler sind nicht fleißig.</i>
<i>(Nicht alle Schüler sind fleißig.)</i> |
-

- (1) allgemein bejahend (a): $S a P, (S \subset P), \forall x: (S(x) \rightarrow P(x))$
 (2) teilweise bejahend (i): $S i P, (S \cap P) \neq \{\}, \exists x: (S(x) \wedge P(x))$
 (3) allgemein verneinend (e): $S e P, (S \subset P'), \forall x: (S(x) \rightarrow \neg P(x))$
 (4) teilweise verneinend (o): $S o P, (S \cap P') \neq \{\}, \exists x: (S(x) \wedge \neg P(x))$

Übersetzt man diese Aussagenstrukturen in die Sprache der elementaren Mengenlehre, dann entsprechen die Begriffsumfänge den Mengen, und die Urteilsmodi kennzeichnen die Beziehungen, welche zwischen den einzelnen Mengen bestehen. Die Prädikation $S(x)$ bedeutet dabei, dass x ein Element einer Menge S ist ($x \in S$). (\in = ein Element von, \subset = eine Teilmenge von, \cap = Durchschnitt, \cup = Vereinigung, P' = Komplementärmenge von P , $Q \setminus R$ = Differenzmenge, $\{\}$ = leere Menge). Mit diesen Werkzeugen kann nun obiges Beispiel formalisiert werden:

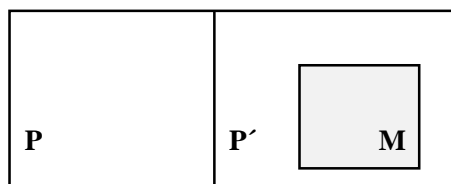
$$\begin{array}{ll} (M \in P) \wedge (S i M) \rightarrow (S o P) & \text{Syllogistik} \\ (M \subset P') \wedge (S \cap M \neq \{\}) \rightarrow (S \cap P' \neq \{\}) & \text{Mengenlehre} \\ \forall x: (M(x) \rightarrow \neg P(x)) \wedge \exists x: (S(x) \wedge M(x)) \rightarrow \exists x: (S(x) \wedge \neg P(x)) & \text{Quantorenlogik} \end{array}$$

Mengendiagramme bieten für diese abstrakte Formalisierung eine anschauliche und übersichtliche Hilfe. Die Welt aller denkbaren Objekte (Grundmenge G) wird komplementär in „gesund Lebende (P) und ungesund Lebende (P')“ aufgeteilt:



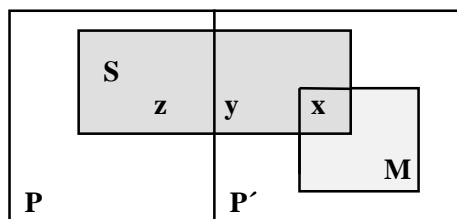
Mengendiagramm: $G = P \cup P'$

In der ersten Prämisse werden die „Raucher“ (M) als eine Teilmenge der „ungesund Lebenden“ (P') ausgewiesen („Kein Raucher lebt gesund.“):



Mengendiagramm: $M \subset P'$

In der zweiten Prämisse wird behauptet, dass es „einige rauchende Sportler“ gibt, also dass der Durchschnitt der „Raucher“ (M) und der „Sportler“ (S) nicht leer ist:



Mengendiagramm: $S \cap M \neq \{\}$

Ergebnis: $(M \subset P') \wedge (S \cap M \neq \{\}) \rightarrow (S \cap P' \neq \{\})$

Möglichkeiten für Sportler S:

- x = rauchende, ungesund Lebende
- y = nicht rauchende, ungesund Lebende
- z = nicht rauchende, gesund Lebende

Aus dem dritten Diagramm ergibt sich automatisch die Aussage, dass auch der Durchschnitt der „Sportler“ (S) mit der Menge der „ungesund Lebenden“ (P') nicht leer ist, also nicht alle Sportler gesund leben, weil es ja „rauchende Sportler“ gibt. Damit ist die Behauptung der Konklusion im System der Mengenlehre hergeleitet und die formale Allgemeingültigkeit dieses dreiteiligen Schlusses nachgewiesen.

In dem allgemeinen Syllogismus-Schema $(M * P) \wedge (S * M) \rightarrow (S * P)$ gibt es für die Begriffszuordnung 4 Möglichkeiten (a, e, i, o). Dadurch können $4^3 = 64$ verschiedene Syllogismus-Formen gebildet werden. Durch systematische Überprüfung mithilfe der elementaren Mengenlehre kann wie in obigem Beispiel nachgewiesen werden, dass von diesen 64 möglichen Syllogismus-Formen genau vier allgemein gültig sind. Sie werden mit den Fantasienamen **Barbara**, **Darii**, **Celarent** und **Ferio** bezeichnet, wobei die Vokale in jedem Merkwort die Urteilsmodi der einzelnen Aussagen angeben.

Das obige Beispiel ist in dieser Nomenklatur ein Ferio-Schluss. Der interessierte Leser möge zu den anderen drei allgemein gültigen Syllogismus-Formen jeweils ein passendes Beispiel finden und ihre Allgemeingültigkeit mithilfe der Mengenlehre nachweisen.

Schließlich kann noch die Stellung des Mittelbegriffes in beiden Prämissen variiert werden, wodurch sich vier verschiedene Schlussfiguren ergeben:

M * P	P * M	M * P	P * M
S * M	S * M	M * S	M * S
S * P	S * P	S * P	S * P

Werden in diese vier Syllogismus-Figuren sämtliche Variationen der vier Urteilsmodi eingesetzt, dann erhält man $4 \times 64 = 256$ verschiedene Syllogismus-Formen. Davon erweisen sich jedoch nur 19 als allgemein gültig. Das obige Beispiel würde in der vierten Schlussfigur lauten:

(a) *Alle gesund lebenden Menschen^[P] rauchen^[M] nicht.*

(b) *Einige Raucher^[M] sind Sportler^[S].*

(c) *Nicht alle Sportler^[S] leben gesund^[P].*

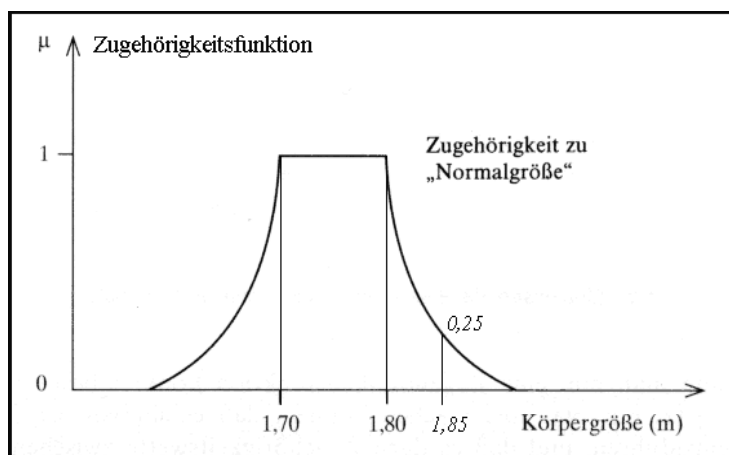
Alle allgemein gültigen dreiteiligen Schlüsse von der Form eines Syllogismus können mithilfe der elementaren Mengenlehre hergeleitet werden. Weil die Mengenlehre mit dem quantorenlogischen Prädikatenkalkül beschrieben werden kann, ist es auch möglich jeden Syllogismus als quantorenlogische Formel darzustellen.

Dadurch erweist sich die traditionelle Schlusslehre (Syllogistik) als ein Teilgebiet der allgemeineren Quantorenlogik. Die herausragende Bedeutung der Syllogistik liegt darin, dass der Mensch beim schlussfolgernden Denken sehr häufig die allgemein gültigen Syllogismus-Formen besonders der ersten Schlussfigur (Barbara, Darii, Celarent und Ferio) verwendet, und dies täglich!

[C.1.7] Fuzzy-Logik

Im Gegensatz zur klassischen zweiwertigen Logik, wo jede Aussage entweder **falsch** (0) oder **wahr** (1) ist, besteht unser Wissen sehr oft aus unscharfen Aussagen (unsicheres Wissen). Als Beispiel seien drei Sätze angeführt: „Herr Meier ist kahlköpfig“, „Herr Meier hat eine normale Körpergröße“ und „Herr Meier befindet sich in der Umgebung von Wien“. Offenkundig kann diesen Aussagen kein eindeutiger Wahrheitswert im Sinne von falsch oder wahr zugeordnet werden. Ab wie vielen Haaren spricht man von einer Glatze, was ist normal, und wo beginnt die Umgebung von Wien? Hingegen ist es durchaus plausibel, dass einer solchen **unscharfen Aussage** eine Wahrscheinlichkeit zukommt, welche beliebige reelle Zahlenwerte zwischen 0 und 1 annehmen kann. Im ersten Fall könnte diese durch die prozentuelle Haarbedeckung des Schädels, im zweiten Fall durch die Abweichung vom Mittelwert und im dritten Fall durch die Entfernung von Wien definiert werden.

Was ist der Grund für unscharfe Aussagen? Der Grund für das unsichere Wissen sind **unscharfe Mengen**, bei denen die Frage nach der Zugehörigkeit eines Objektes zu einer solchen Menge nicht eindeutig mit nein (0) oder ja (1) beantwortet werden kann. Die Zugehörigkeit stellt sich dabei als Funktion $\mu(X)$ der Intensität einer bestimmten Eigenschaft X dar und kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen.



Die gegebene Grafik zeigt die **Zugehörigkeitsfunktion** $\mu(X)$ zu der unscharfen Menge der „Normalgröße“, wie sie durch statistische Erhebungen ermittelt werden könnte. Beispielsweise könnten von 100 Befragten alle 100 die X-Werte von 170cm bis 180cm als „normal“ betrachten, d.h. $\mu(X) = 1,00$. Aber 25 bezeichnen eine Größe von $X = 185$ cm auch noch als „normal“, d.h. $\mu(185) = 0,25$.

Unscharfe Mengen werden auch als **fuzzy** (verschwommen) bezeichnet. In der so genannten **Fuzzy-Logik** wird zunächst eine Mengenlehre der unscharfen Mengen entwickelt und dann werden logische Verknüpfungen von unscharfen Aussagen analysiert. Die Fuzzy-Logik versucht also die Unschärfe zu formalisieren und passende Kalküle hierfür aufzustellen.

Als Beispiel sei die allgemein gültige Deduktionsregel (modus ponens) der klassischen Aussagenlogik herangezogen: $((a \rightarrow b) \wedge a) \rightarrow b$. Setzt man für a und b unscharfe Aussagen ein, dann ergibt sich auch eine unscharfe Schlussweise.

*Wenn ein Mensch wenige Haare hat, dann geht er selten zum Friseur ($a \rightarrow b$).
Herr Meier hat nur mehr wenige Haare (a).*

Herr Meier geht also selten zum Friseur (b).

Das Problem des approximativen (näherungsweise) Schließens ist die Quantifizierung. Nach dem Grad der Zugehörigkeit von Herrn Meier zur unscharfen Menge der Kahlköpfigen richtet sich die Häufigkeit seiner Friseurbesuche. Auf die entsprechenden Formalisierungen der Fuzzy-Logik kann hier nicht genauer eingegangen werden. Der interessierte Leser sei auf einschlägige Fachbücher verwiesen.

Der formale Kalkül der Fuzzy-Logik findet eine wichtige Anwendung in der Prozess-Steuerung. Im Gegensatz zur herkömmlichen Prozess-Steuerung, die mithilfe präziser Differentialgleichungen beschrieben wird, gründet die Fuzzy-Regelung auf einer zutiefst menschlichen Beobachtung. Diese Beobachtung besteht darin, dass Menschen ihr Wissen zumeist nicht in mathematischen Differentialgleichungen repräsentiert haben, sondern in Form von einfachen natürlichsprachlichen Regeln. Und diese sind eben unscharf.

So orientieren sich Autofahrer, wenn sie vor einer Kurve bremsen, ja nicht an der exakten Berechnung von Reibungs- und Fliehkräften, sondern an einfachen Faustregeln wie **„Wenn der Radius der Kurve zu klein ist für die Geschwindigkeit meines Autos, dann muss ich bremsen“**.

In einem Fuzzy-System wird eine Basis von einigen solcher unscharfen Regeln verwendet und auf Grund der Quantifizierung von Kurvenkrümmung und Fahrgeschwindigkeit die Intensität der passenden Bremsstärke ermittelt. Dabei wird zunächst der Grad der Zugehörigkeit bestimmt, den die gemessenen Werte von Krümmung und Geschwindigkeit zu den unscharfen Mengen (z.B. „klein“ - „mittel“ - „groß“) aufweisen. Der zweite und entscheidende Schritt ist sodann die Festlegung, wie aus den ermittelten Zugehörigkeiten auf Grund der vorgegebenen unscharfen Regeln eine exakte Bremsstärke hergeleitet werden kann. Am Ende dieser Berechnungen erfolgt die Ausgabe einer präzisen Maßzahl für die erforderliche Bremsstärke, was dann einer scharfen Aussage entspricht (Defuzzifizierung).

Ein Fuzzy-System stellt einen Kalkül dar, in welchem zunächst die Zugehörigkeiten zu unscharfen Mengen ermittelt und dann aus wenigen einfachen, unscharfen Regeln eine scharfe (d.h. präzise) Bewertung hergeleitet wird.

Sehr vielversprechend scheint der Ansatz zu sein, die Fuzzy-Logik in der kognitiven Psychologie anzuwenden, denn der kognitive Prozess der Bewertung von Informationen erfolgt im Gehirn zumeist eher aus unscharfen Vorstellungen heraus, als aus messerscharfen Gedankenfolgerungen.

[C.2] Hypothesenbildung und Wissenschaft

[C.2.1] Reduktion, Induktion und Analogie

Das menschliche Denken verwendet die allgemein gültigen Formeln der Logik als Werkzeuge zur Beweisführung. Generell wird dieses formal richtige Schlussfolgern als *Deduktion* bezeichnet. Zur Bildung von Hypothesen über die reale Welt werden aber auch andere Verfahren angewendet, die ihrerseits **nicht formal allgemeingültig** sind. Dazu zählen *Reduktion*, *Induktion* und *Analogieschluss*.

Hypothesen werden aufgestellt, um die Welt zu **erklären** und auch **Vorhersagen** zu ermöglichen. Dadurch erst gelingt es dem Menschen die Welt technisch zu beherrschen. Außerdem gewinnt er dadurch auch Sicherheit - was man erklären und vorhersagen kann, davor braucht man sich nicht zu fürchten.

Erstes Beispiel: *Immer wenn es regnet (a), dann ist es nass (b).*
Es ist jetzt nass (b).

Also hat es (möglicherweise) geregnet (a).

Betrachtet man das obige Beispiel, so ist offensichtlich, dass es sich dabei um keine Tautologie, also keine allgemein gültige Aussagenverknüpfung handelt. Dennoch wird dieser Rückwärtsschritt vom Nachsatz auf den Vordersatz einer Folgerung gewagt, um eine mögliche Hypothese oder auch Erklärung für einen vorliegenden Tatbestand zu gewinnen. Dieser kommt jedoch dann nicht mehr **Wahrheit** zu, sondern nur mehr eine von anderen Faktoren abhängige **Wahrscheinlichkeit**.

Die Aussagenverknüpfung $((a \rightarrow b) \wedge b) \rightarrow a$ wird als **Reduktion** bezeichnet und die Aussage **a** als hypothetische Erklärung von **b** herangezogen. Die Belegung $a = f$ und $b = w$ führt dazu, dass die gesamte Aussagenverbindung falsch wird:

$$((f \rightarrow w) \wedge w) \rightarrow f = ((w \wedge w) \rightarrow f) = (w \rightarrow f) = f$$

Also ist die Reduktion nicht allgemein gültig. Je mehr Zusatzinformationen die Hypothese **a** bestätigen (verifizieren), umso wahrscheinlicher wird sie. Ein einziges Gegenbeispiel (z.B. ein vorbeifahrender Spritzwagen hat Wasser versprüht) genügt, um die Hypothese zu widerlegen (falsifizieren).

Ein zweites Beispiel soll die Bedeutung der reduktiven Hypothesenbildung im Alltag augenfällig demonstrieren:

Immer wenn die Batterie leer ist (a), dann lässt sich das Auto nicht starten (b).
Das Auto kann jetzt nicht gestartet werden (b).

Also ist (möglicherweise) die Batterie leer (a).

Reduktion: $((a \rightarrow b) \wedge b) \rightarrow a$

Neben der reduktiven Methode zur Hypothesengewinnung wird sehr häufig auch noch die **induktive Methode** verwendet. Die Schlussweise vom Allgemeinen auf den Einzelfall $\forall x: F(x) \rightarrow \exists x: F(x)$ ist formal allgemein gültig. Seine Umkehrung hingegen nicht. Der Rückwärtsschritt von Existenzaussagen auf Allaussagen wird als Induktion bezeichnet. Eine solche Verallgemeinerung $\exists x: F(x) \rightarrow \forall x: F(x)$ wird immer wahrscheinlicher, je größer die Anzahl der Individuen x ist, auf welche das Prädikat F zutrifft.

Induktion: $\exists x: F(x) \rightarrow \forall x: F(x)$

Die **Induktion** ist die wichtigste Methode zur Bildung von naturwissenschaftlichen Hypothesen über die Welt: Zunächst wird ein mathematischer Zusammenhang (Relation oder Funktion) zwischen zwei wohl definierten Messgrößen X und Y in endlich vielen Beobachtungen und Messungen festgestellt. Sodann wird dieser Zusammenhang auf alle mögliche Fälle verallgemeinert. Er bildet eine Hypothese, die umso wahrscheinlicher wird, je öfter sie verifiziert worden ist. Sehr gut und sehr oft bestätigte Hypothesen werden auch Naturgesetze genannt. Dennoch gelten sie nur bis auf Widerruf, d.h. solange sie nicht falsifiziert werden.

Als ein praktisches Beispiel sei das Fallgesetz in der Physik erwähnt. Dabei ist es von Interesse, welcher mathematische Zusammenhang zwischen der verstrichenen Zeit (t) und dem zurückgelegten Weg (s) eines fallenden Körpers besteht. Im Experiment werden nun zu vielen Fallzeiten die Fallwege exakt gemessen. Bei der mathematischen Analyse der endlich vielen Messpaare (t, s) entdeckt man die Beziehung, dass der Weg s proportional zum Quadrat der Zeit t ist ($s = k \cdot t^2$). Verallgemeinert man diese Beziehung, wird aus der Hypothese ein Naturgesetz. Dabei ist der Proportionalitätsfaktor k gleich der halben Erdbeschleunigung g ($9,81 \text{ m/sec}^2$). Für die Geschwindigkeit als erste Ableitung der Wegfunktion $s = g/2 \cdot t^2$ gilt dann $v = g \cdot t$. Die Formeln ermöglichen beispielsweise die Berechnung von Fallzeit $t = \sqrt{2 \cdot s/g}$ und Fallgeschwindigkeit $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot s}$ bei einem Sprung vom Fünfmeterurm ($s = 5 \text{ m}$, $t \approx 1 \text{ sec}$, $v \approx 36 \text{ km/h}$).

Ein drittes, sehr häufig angewendetes Verfahren ist der **Analogieschluss**: Stimmen zwei Objekte in mehreren Merkmalen überein, dann werden sie wahrscheinlich auch noch in anderen Merkmalen gleich sein. Der Analogieschluss kann als eine induktive Verallgemeinerung über der Menge der Merkmale F von zwei Objekten x und y aufgefasst werden:

Analogie: $\exists F: (F(x) \wedge F(y)) \rightarrow \forall F: (F(x) \wedge F(y))$

Dieses Verfahren mündet in die Hypothese einer Identität der zwei Objekte ($x = y$), wenn sie in allen ihren Merkmalen übereinstimmen.

Die Denkmethode der **Reduktion**, **Induktion** und **Analogie** sind keine formal allgemein gültigen Verfahren. Sie stellen jedoch Werkzeuge dar, welche angewendet werden, um Hypothesen über die Welt zu gewinnen. Eine kritische Auseinandersetzung mit diesen Methoden erfolgt in der so genannten **Wissenschaftstheorie**, welche die Vorgangsweisen wissenschaftlicher Erkenntnisbildung beschreibt.

[C.2.2] Wissenschaftliche Erkenntnisse

In den Gehirnen der Menschen werden die über die Sinnesorgane einströmenden Informationen zu einem Modell der Außenwelt (Realität) verarbeitet. Mit Hilfe der Sprache können die verschiedenen subjektiven Weltbilder anderen Menschen mitgeteilt und miteinander verglichen werden. Jene Teilbereiche, in denen eine Übereinstimmung erzielt wird, nennt man dann „objektive“ Erkenntnisse über die Welt. Viele sprachliche Aussagen beziehen sich aber nicht auf eine so verstandene äußere Realität, sondern sind Ausdruck innerer Befindlichkeiten oder auch Aufforderungen an andere Menschen etwas zu tun. Diese Symptom- und Signalfunktionen der Sprache sollen hier nicht berücksichtigt werden, sondern nur die Symbolfunktion, d.h. die deskriptive Beschreibung der Welt. Zur Illustration sollen folgende zehn Beispiele von menschlichen Aussagemöglichkeiten betrachtet werden:

- [01] Gott ist der Schöpfer der Welt.
- [02] Der Stephansdom ist das schönste Bauwerk in Europa.
- [03] Wenn in einem Gleichstromkreis die Spannung U konstant ist, dann sinkt bei wachsendem Widerstand R die Stromstärke I .
- [04] Der Zaubertrank des Medizinmannes macht unbesiegbar.
- [05] Der Eisberg brennt.
- [06] Ich habe die Zahl 5 gegessen.
- [07] Der Umpf liegt im Slak.
- [08] Die ist Planet Erde ein.
- [09] Die Wurzel aus 2 ist keine Bruchzahl.
- [10] Wenn eine Primzahl unteilbar ist, dann ist 6 eine Primzahl.

Eine genauere Analyse dieser zehn Aussagen führt zu folgenden Ergebnissen:

- [01] Das ist eine Glaubensaussage. Die verwendeten Begriffe sind nicht klar. Außerdem wird die Relation der Kausalität von ihrem Gültigkeitsbereich, nämlich der beobachtbaren Welt, wo sie feststellbar ist, auf einen diese Welt übergreifenden Bereich übertragen. Sie wird auf die Welt als Ganzes angewendet. Das ist eine spekulative Verallgemeinerung.
- [02] Das ist eine subjektive Wertaussage, die aus der Lebensgeschichte des Menschen resultiert.
- [03] Das ist eine objektive Erkenntnis, weil alle Begriffe wohl definiert und ihre Beziehungen durch Beobachtung und Messung nachprüfbar sind (**empirisch verifizierbar**).
- [04] Das ist eine subjektive Fantasiaussage, die verschiedenen Quellen entspringen kann, z.B. der Enttäuschung über verlorene Lebenskämpfe und der Sehnsucht nach einem magischen Wundermittel, welches Abhilfe schafft.
- [05] Dieser Satz ist empirisch falsch, er widerspricht der realen Welterfahrung.
- [06] Diese Aussage ist semantisch sinnlos, weil essbare Objekte und Zahlenbegriffe verschiedenen Abstraktionsstufen angehören. Durch ihre Zuordnung entsteht Sinnlosigkeit.
- [07] Hier resultiert die offensichtliche Sinnlosigkeit aus der Verwendung von nicht wohl definierten und allgemein verständlichen Begriffen.
- [08] Dieser Satz ist im grammatikalischen Aufbau (Syntax) falsch.
- [09] Hier handelt es sich um eine wahre Aussage, die durch folgerichtiges Denken nachprüfbar ist (**logisch beweisbar**). Ein Bezug zur empirischen Wirklichkeit fehlt jedoch.
- [10] Dieser Satz ist logisch falsch.

Aus dieser kurzen Analyse haben sich zwei wesentliche Beurteilungskriterien herausgeschält: logisch und empirisch. „**Logisch**“ heißt folgerichtiges Denken. Die Spielregeln dafür werden in der mathematischen Logik erforscht. „**Empirisch**“ bedeutet die Rückführung eines Aussagegehaltes auf Beobachtungen und auf Messungen, über die mithilfe der Sprache intersubjektiv Übereinstimmung erzielt werden kann. So lässt sich eine logische (formale) Wahrheit und Falschheit von einer empirischen (inhaltlichen) Wahrheit und Falschheit abgrenzen.

Der Kernpunkt einer Theorie der Wissenschaft ist die Frage nach der Qualität der wissenschaftlichen Erkenntnisse. Welche Aussagemöglichkeiten in der Vielfalt des menschlichen Sprachraumes können als wissenschaftliche Erkenntnisse bezeichnet werden? Aus der Analyse der oben angeführten Beispiele ergeben sich dafür die nachfolgenden Kriterien.

-
- *Die sprachlichen Aussagen müssen syntaktisch richtig angeordnet sein.*
 - *Es dürfen nur wohl definierte Begriffe verwendet werden.*
 - *Einander direkt zugeordnete Begriffe müssen der gleichen Abstraktionsstufe angehören.*
 - *Die Aussagen müssen logisch widerspruchsfrei sein.*
 - *Realitätsbezogene Aussageinhalte müssen empirisch nachprüfbar (verifizierbar) sein.*
-

Diese strengen Kriterien werden aber nur von wenigen Aussagen erfüllt. Die meisten, der im Alltag geäußerten sprachlichen Sätze sind Glaubensaussagen, Wertaussagen, Wunschaussagen und Fantasiaussagen. Diese entziehen sich aber einer wissenschaftlichen Überprüfbarkeit. So kommt es zu einer Abgrenzung von Alltagssprache und Wissenschaft.

Was ist der Sinn einer Wissenschaft und wie ist Wissenschaft grundsätzlich aufgebaut? Dieser Aufbau kann in drei Phasen dargestellt werden:

- (1) **Wissenschaftsbasis** - Beobachtungen und Messungen liefern die Rohdaten der Welt.
- (2) **Hypothesenbildung** - Dabei werden Zusammenhänge zwischen den Daten hergestellt.
- (3) **Hypothesenprüfung** - Je öfter Hypothesen verifiziert werden, umso plausibler sind sie. Sie gelten nur, so lange sie nicht falsifiziert (widerlegt) werden.

Sinn und Zweck jeder Wissenschaft ist die Bildung von Hypothesen (Modellen) über die Vorgänge in der Wirklichkeit. Dadurch kann für einen Weltbereich dann Folgendes geleistet werden: Eine **Erklärung** und eine **Vorhersage** von Ereignissen und auch deren **technische Beherrschung**. Wissenschaftliche Erkenntnisse konstruieren somit Modelle der Welt, welche weitgehend abgesichert und verlässlich sind. Die Welt wird somit erklärbar, vorhersagbar und daher beherrschbar. Diese Modelle werden als Vorlage für erfolgreiche Problemlösung und Lebensplanung verwendet. Das ist die Leistung aller Wissenschaften.

Die Methoden zur Bildung von Hypothesen sind die **Reduktion**, die **Induktion** und der **Analogieschluss**. Diese sind oben ausführlich beschrieben.

Schlusswort

Zum Schluss sollen der britische Biologe und Nobelpreisträger **Francis Crick** und auch der deutsche Psychiater **Manfred Spitzer** zu Wort kommen.

*Die erstaunliche Hypothese besagt Folgendes: die Menschen, ihre Freuden und Leiden, ihre Erinnerungen, ihre Ziele, ihr Sinn für die eigene Identität und Willensfreiheit - bei alldem handelt es sich in Wirklichkeit nur um das Verhalten einer riesigen Ansammlung von Nervenzellen und dazugehörigen Molekülen (**Francis Crick**).*

*Man kann davon ausgehen, dass jeder Mensch mit einer bestimmten neuromodulatorischen Grundausstattung geboren wird. Die chemischen Neuromodulatoren wie Serotonin, Noradrenalin und Dopamin bestimmen sein Temperament bzw. sie sind sein Temperament. Unterschiede in ihrem Vorhandensein zwischen einzelnen Menschen legen damit den Grundstein für Verhaltensdispositionen und Reaktionsweisen. Wir sind jedoch diesem genetischen Schicksal nicht völlig ausgeliefert, diese Neuromodulatoren und ihre Effekte sind vielmehr auch beeinflussbar durch unsere individuellen Lernerfahrungen (**Manfred Spitzer**).*

Grundsätzlich kann die menschliche Existenz auf vier Ebenen betrachtet werden: der biologischen, der psychologischen, der soziologischen und der kulturellen. Zwischen diesen vier Ebenen bestehen viele wechselseitige Beeinflussungen, insbesondere zwischen Körper (Soma) und Seele (Psyche). Es ist ein uraltes Wissen, dass somatische Erkrankungen (Gehirnverletzungen, Hormonstörungen, usw.) zu psychischen Erkrankungen führen können. Relativ jung ist das Wissen über die umgekehrte Richtung, nämlich dass psychisches Erleben und Verhalten somatische Veränderungen verursachen. Erst der Neurobiologie und der Psychoneuroimmunologie (PNI) mit ihren modernen Methoden gelingt es, für psychische Erkrankungen deren organische Grundlagen wissenschaftlich zu erfassen. Sie liefern damit der Psychosomatik ein Fundament. Für die so genannte **Neuroplastizität** des Gehirns (d.h. nachträgliche Veränderung von genetisch vorgegebenen Gehirnstrukturen) seien exemplarisch zwei Beispiele angeführt. Diese demonstrieren den Einfluss der individuellen Verarbeitung von Umweltreizen auf die Formung des Gehirns:

- *Bei professionellen Gitarrespielern sind jene Areale in der Großhirnrinde, die für die Finger sensomotorisch zuständig sind, signifikant größer als bei normalen Menschen.*
- *Bei langgedienten Londoner Taxifahrern ist das Volumen des Hippokampus, der u.a. auch für das räumliche Gedächtnis zuständig ist, signifikant größer als bei Kontrollpersonen.*

Auf Lernmechanismen, die zu gehirnorganischen Veränderungen führen (Verstärkung von Nervenverbindungen und Neubildung von Nervenzellen) beruht auch die Wirkungsweise der **Psychotherapie**. Das in therapeutischen Sitzungen geübte psychische Erleben und Verhalten des Patienten bewirkt bestimmte Veränderungen im Gehirn. Wenn diese dann Wirkungen aufweisen, die zu den Krankheitssymptomen entgegengesetzt sind, so kann seelisches Leid zumindest gelindert werden.

Dass sogar das Immunsystem durch Konditionierung lernen kann, beweist ein klassisches Experiment von Robert Ader (1975), welches den Anfang der PNI darstellt.

- *Bei Ratten führt das chemisch hochwirksame Cyklophosphamid zu einer Unterdrückung des Immunsystems. Nach mehreren Versuchen mit gleichzeitiger Gabe des Süßstoffes Saccharin, erfolgt die Immunsuppression dann auch auf den Süßstoff allein.*

Als letztes Beispiel für den Zusammenhang von Seele und Körper sei der Zustand der „erlernten Hilflosigkeit“ angeführt:

- *Bei mehrmals erlebter Hilflosigkeit wirken depressive Emotionen auf das Stresssystem und erzeugen u.a. eine vermehrte Ausschüttung von Cortisol. Dieses Hormon bindet sich dann an die Lymphozyten und bewirkt eine nachweisbare Schwächung des Immunsystems, was zu einer erhöhten Anfälligkeit für Infektionskrankheiten führt.*

Wichtig erscheint es, an dieser Stelle noch einmal an das grundlegende Modell der Psyche von **Hubert Rohracher** zu erinnern: Die Psyche besteht aus immateriellen Erlebnisweisen - aus den psychischen Kräften (Trieben, Interessen, Süchten, Emotionen, Willensentscheidungen) und den psychischen Funktionen (Wahrnehmungen, Gedächtnis, Denken und Sprechen). Dabei gibt es keine funktionale Aktivität ohne innere Antriebe oder äußere Reize. Alle diese bewussten und unbewussten psychischen Prozesse sind **emergente Systemeigenschaften** des Gehirns, die sich aus den Interaktionen von neuronalen Netzen aus Milliarden von Nervenzellen im Laufe der Evolution entwickelt haben.

Weil alle Theorie grau und wirkungslos bleibt, wenn man daraus nicht Lehren für die persönliche Lebenspraxis gewinnen kann, sollen zuletzt fünf anerkannte Leitlinien für eine gesunde Lebensführung aufgezählt werden.

- **Gesunde Ernährung.**
Eher weniger, aber regelmäßig essen. Überfettung und Übersäuerung meiden. Für genügend Vitamine, Spurenelemente und Radikalfänger (Antioxidantien) sorgen. Kein Nikotin, wenig Alkohol. Viel Flüssigkeit (2 bis 3 Liter pro Tag) trinken.
- **Gesunde Bewegung.**
Täglich ca. 20 Minuten schnell gehen (Herz-Kreislauf-Training) und ca. 20 Minuten leichte Gymnastik (Gelenkigkeit).
- **Ausgleichende Entspannung.**
Massage, Meditation, Atemübungen, Entspannungstraining, . . .
- **Körperhygiene.**
Tägliche Reinigung, Infektionsschutz bei der Sexualität, ausreichender Schlaf, . . .
- **Psychohygiene.**
Ein verlässliches Wertesystem aufbauen, einen stabilen Selbstwert entwickeln. Lebenszufriedenheit finden, d.h. Zufriedenheit im Beruf und im Privatleben. Innere Ausgeglichenheit und Achtsamkeit gegenüber sich selbst und den Anderen. Sozialkontakte pflegen - geleitet von Mitgefühl, Respekt und Toleranz. Positive Grundeinstellung zum Leben und zum Erleben. Mehr Lachen als Grübeln. Geistig aktiv bleiben. Lebenslanges Lernen.

Quellennachweis

Die meisten Grafiken des vorliegenden Buches stammen aus dem Lehrbuch *<Ein Fenster zum ICH>* von *Herbert Paukert* (erschienen 1999 im öbv-hpt-Verlag). In der nachfolgenden Liste sind neben den Grafiken in Klammern die entsprechenden Seiten aus dem Lehrbuch angegeben. Die fünf mit {XX / ...} markierten Grafiken entstammen der unten angeführten Fachliteratur, wobei XX für eine Namensabkürzung steht. Alle Abbildungen wurden vom Autor nachbearbeitet bzw. modifiziert und dann in den entsprechenden Kontext gestellt. Die restlichen, hier nicht angeführten Grafiken sind vom Autor selbst erzeugt worden.

Abb. Seite 014: Die Zelle. {9}	Abb. Seite 076: EEG und EKP. {141}
Abb. Seite 015: Der Stoffwechsel. {14}	Abb. Seite 079: Schmerzkontrolle. {173}
Abb. Seite 016: Die biologische Oxidation. {16}	Abb. Seite 085: Skinnerbox. {96}
Abb. Seite 017: Der Kreislauf der Energie. {16}	Abb. Seite 086: Furchtkonditionierung. {99}
Abb. Seite 019: DNS und Proteinsynthese. {6}	Abb. Seite 087: Imitationslernen. {98}
Abb. Seite 020: Die Chromosomen. {7}	Abb. Seite 088: Langzeitgedächtnis. {97}
Abb. Seite 021: Die Organe. {14}	Abb. Seite 096: Sprachfunktionen. {106}
Abb. Seite 023: Nervenzellen. {23}	Abb. Seite 099: Syntaxdiagramm. {108}
Abb. Seite 024: Aktionspotential. {25}	Abb. Seite 104: Sprachzentren. {113}
Abb. Seite 025: Transmitter und Rezeptoren. {26}	Abb. Seite 106: PET-Bilder. {184}
Abb. Seite 030: Zentrales Nervensystem. {40}	Abb. Seite 108: Sprachliche Netzwerke. {327}
Abb. Seite 032: Bahnen im ZNS. {22}	Abb. Seite 115: Instinktmodell. {135}
Abb. Seite 033: Großhirn und Cortex. {40}	Abb. Seite 118: Bedürfnispyramide. {136}
Abb. Seite 034: Funktionen der Cortex. {45}	Abb. Seite 120: Hungerzentren. {143}
Abb. Seite 036: Areale der Cortex. {45}	Abb. Seite 121: Durstzentren. {145}
Abb. Seite 036: Limbisches System. {100}	Abb. Seite 132: Ausdruck der Emotionen. {155}
Abb. Seite 038: Die Amygdala. {GR/84}	Abb. Seite 136: Lustzentren. {166}
Abb. Seite 038: Sensorik und Motorik. {22}	Abb. Seite 139: Wut und Ekel. {155}
Abb. Seite 039: Kuti-motorische Reflexe. {50}	Abb. Seite 147: Statistische Korrelation. {190}
Abb. Seite 040: Das Auge. {31}	Abb. Seite 160: AID-Leistungsprofil. {210}
Abb. Seite 041: Die Linse. {32}	Abb. Seite 163: Diagnoseübersicht. {212}
Abb. Seite 042: Fehlsichtigkeit. {32}	Abb. Seite 168: Intelligenzverteilung. {270}
Abb. Seite 043: Die Netzhaut. {34}	Abb. Seite 178: Selbstwert. {221}
Abb. Seite 045: Laterale Inhibition. {34}	Abb. Seite 182: Oxytocin. {149}
Abb. Seite 046: Größenkonstanz. {35}	Abb. Seite 203: Urteilskonvergenz. {257}
Abb. Seite 047: Sehnerv und Sehrinde. {36}	Abb. Seite 212: Medikamentenwirkung. {24}
Abb. Seite 049: Optische Täuschungen. {37}	Abb. Seite 214: Psychotherapiemodell. {GR/358}
Abb. Seite 050: Vegetatives Nervensystem. {52}	Abb. Seite 228: Schemata. {158}
Abb. Seite 051: Vegetative Steuerungen. {54}	Abb. Seite 249: Psychische Störungen. {JE/224}
Abb. Seite 054: Hormonsystem. {57}	Abb. Seite 259: Angst. {JE/116}
Abb. Seite 055: Wirkung der Hormone. {56}	Abb. Seite 263: Depression. {GR/262}
Abb. Seite 056: Tabelle der Hormone. {58}	Abb. Seite 310: Neuronale Netze. {311}
Abb. Seite 059: Stressmodell. {71}	Abb. Seite 311: Ein einfaches Musternetz. {312}
Abb. Seite 073: Verbindungswege im ZNS. {12}	Abb. Seite 313: Mehrschichtige Netze. {314}

Literaturhinweise

- <Psychoneuroimmunologie>* von *Christian Schubert* (Schattauer Verlag, 2015)
<Gehirn, Psyche, Körper> von *Caspar Rüegg* (Schattauer Verlag, 2014)
<Wie das Gehirn die Seele macht> von *Gerhard Roth* (Klett Cotta Verlag, 2014) {GR}
<Neurobiologie und Psychotherapie> von *Juckel/Edel* (Schattauer Verlag, 2013) {JE}
- <Statistik>* von *Borz/Schuster* (Springer Verlag, 2010)
<Klassische Testtheorie> von *Lienert/Raatz* (Weinheim Beltz Verlag, 1998)
<Einführung in die Psychologie> von *Hubert Rohrer* (Weinheim Beltz Verlag, 1988)

Personenregister

- Ach Narzissus, 93
Adler Alfred, 195, 240
Alexander Franz, 61, 62
Amthauer Rudolf, 164, 168
Aristoteles, 198, 317
Bandler Richard, 234
Bandura Albert, 203, 224
Beck Aaron, 210, 231
Binet Alfred, 167
Catell Raymond, 173
Chomsky Noam, 100, 103, 234
Costa Paul, 173
Crick Francis, 326
Dahrendorf Ralf, 198
Darwin Charles, 20
Davis Michael, 89
Ebbinghaus Hermann, 84
Edelmann Gerald, 196
Ekman Paul, 131
Ellis Albert, 231, 232
Erikson Erik, 191
Eysenck Hans Jürgen, 301
Fischer Gerhard, 162
Frankl Viktor, 127, 236
Freud Sigmund, 123, 127, 216
Gazzaniga Michael, 105
Gödel Kurt, 315
Goleman Daniel, 134, 165, 228
Grinder John, 234
Guttman Giselher, 7
Hebb Donald, 28, 310
Hippokrates, 175, 273
Holm-Hadulla Rainer Mathias, 242
Jäger Adolf Otto, 165
James William, 110, 175
Jones Mary, 87
Jung Carl Gustav, 240
Kandel Eric, 91
Kiecolt-Glaser Janice, 64, 65
Kraepelin Emil, 208
Kretschmer Ernst, 176
Kubinger Klaus, 159
Lazarus Richard, 59
LeDoux Joseph, 89
Leventhal Howard, 227
Libet Benjamin, 143
Lienert Adolf, 155
Lorenz Konrad, 116, 127
Lowen Alexander, 240
Maslow Abraham, 118
McCrae Robert, 173
Meichenbaum Donald, 228, 229
Milner Peter, 136
Mischel Walter, 228
Moreno Jacob Levi, 241
Olds James, 136
Ortega y Gasset, 200
Ortony Andrew, 133
Pawlow Iwan, 84
Peano Giuseppe, 316
Perls Fritz, 241
Piaget Jean, 193, 194
Plutchik Robert, 133
Rasch Georg, 162
Reich Wilhelm, 240
Ringel Erwin, 261
Rödiger Eckhard, 244, 249
Rogers Carl, 241
Rohracher Hubert, 71, 140, 327
Roth Gerhard, 38, 179, 214, 263
Russel Bertrand, 316
Salovey Peter, 228
Selye Hans, 58
Sherif Muzaffer, 200, 202
Skinner Burrhus Frederic, 85, 136, 223
Spitzer Manfred, 326
Sperry Roger, 105
Stern Wilhelm, 167
Thompson Richard, 89
Thurstone Louis, 164
Varela Francisco, 166
Watson John, 86
Weber Ernst Heinrich, 82
Wechsler David, 157, 167, 168
Weinert Franz, 166
Whorf Benjamin Lee, 103
Willi Jürg, 241
Young Jeffrey, 244

