

=====  
**"PROGMATH" - Programmieren in Mathematik (c) Herbert Paukert.**  
 =====

<b>Allgemeine Hinweise</b>	<b>... Seite 01</b>
<b>Die GEOMATH-Befehle</b>	<b>... Seite 02</b>
<b>Die GEOMATH-Skripts</b>	<b>... Seite 04</b>
<b>Liste aller GEOMATH-Befehle</b>	<b>... Seite 04</b>
<b>Die Steuerungsanweisungen</b>	<b>... Seite 09</b>
<b>Fünf Skript-Beispiele</b>	<b>... Seite 12</b>

=====

"PROGMATH" ist ein Texteditor mit dessen Hilfe so genannte Mathematik-Skripts erstellt, ausgeführt und gespeichert werden. Im Texteditor ist dazu ein Mathematik-Interpreter eingebaut. "PROGMATH" ist der Kernmodul des Mathematikprogrammes "GEOMATH".

<Datei-Neu> löscht den Text im Editor.  
 <Datei-Öffnen> öffnet eine Textdatei (.txt oder .rtf).  
 <Datei-Speichern> speichert den aktuellen Text.  
 <Datei-Drucken> druckt einen Text.  
 <Datei-Drucken-G> druckt eine Grafik.  
 <Datei-Editor-E/A> Wechsel zwischen sichtbarem und unsichtbarem Texteditor bei der Skriptausführung.  
 <Datei-Exit> schließt den Editor.

<Bearbeiten-Schrift> wählt eine Schriftart aus.  
 <Bearbeiten-Markieren> markiert den gesamten Text.  
 <Bearbeiten-Suchen> sucht einen Text.  
 <Bearbeiten-Ersetzen> ersetzt einen Text.  
 <Bearbeiten-Linker Rand> verschiebt den linken Textrand.  
 <Bearbeiten-Komprimieren> komprimiert den Text.  
 <Bearbeiten-Dezimalen> setzt die Anzahl der Dezimalstellen.

<Skript ausführen> führt Mathematik-Skripts im Editor aus. Dazu muss der Cursor auf den Befehl "begin" platziert werden. Ein Skript wird auch mit der Funktionstaste <F11> gestartet.

<Demos1> öffnet eine Sammlung von 20 einfachen Skripts.  
 <Demos2> öffnet eine Sammlung von 20 komplexen Skripts.  
 <Hilfe ein/aus> zeigt einen kompletten Hilfetext an.

"Drag and Drop" verschiebt markierte Textteile.  
 <Strg C> kopiert den markierten Text in die Zwischenlage.  
 <Strg V> fügt den kopierten Text an der Cursorstelle ein.  
 <Strg><Pos1> springt immer an den Textanfang.  
 <Strg><Ende> springt immer an das Textende.  
 Ein Zeilenvorschub erfolgt mittels Taste <Enter>.  
 Ein Seitenvorschub erfolgt mittels <Strg><Enter>.  
 Das Zeichen "PI" symbolisiert einen Seitenvorschub.

HINWEIS: Bei entsprechender Verwendung der GEOMATH-Befehle können in einem Skript interaktiv Antworten abgefragt und eingegeben und schließlich bewertet werden. Dafür wird der INVAR-Befehl verwendet (siehe Seite 09). Auf Seite 15 befindet sich dazu ein Demoskript. In den Eingabezellen des INVAR-Befehls kann mit einem Doppelklick ein Taschenrechner aufgerufen werden. Beim Schließen des Taschenrechners werden alle Rechenergebnisse automatisch in die Eingabezellen übertragen.

Das Menü <Bearbeiten> enthält wichtige Funktionen.  
 <KompressLines> entfernt alle mehrfachen Leer-Zeilen  
 und auch alle mehrfachen Leer-Zeichen (Blanks).  
 Zusätzlich werden alle Resultate eines Skripts gelöscht.  
 Dieser Befehl muss immer am Skriptanfang stehen.

Der Schalter <Grafik> blendet eine Grafik ein und aus.  
 Ein rechter Mausklick in die Grafik zeigt die Koordinaten.

Belegungen der Funktionstasten:

- <F1> ... Mathematik-Operation aus einer Zeile durchführen.
- <F11> ... Mathematik-Skript aus mehreren Zeilen durchführen.  
 <F11> entspricht dem Menü-Eintrag <Skript ausführen>.
- <F2> ... alle Zeichencodes der aktuellen Schrift anzeigen.
- <F3> ... schaltet die Grafik ein oder aus.
- <F4> ... eine sichtbare Grafik drucken oder speichern,  
 (hängt davon ab, ob mit <F6> eine Umleitung erfolgte).
- <F5> ... eine gespeicherte Grafik laden.
- <F6> ... Umleitung von <F4> "Grafik drucken" auf "Grafik speichern".  
 (Wechselschalter)
- <F7> ... den Taschenrechner einblenden.
- <F8> ... Wechselschalter für den Zugang zur Skript-Bibliothek.  
 (dieser Zugang ist geschützt durch ein Passwort)
- <F9> ... statistische Auswertung von Daten, die untereinander stehen  
 oder durch Kommas getrennt nebeneinander stehen. Sie müssen  
 mit der Maus genau markiert werden. Dezimalzahlen werden mit  
 einem Dezimalpunkt geschrieben.

- <F10> ... Schrift in Grafiken normalisieren.
- <Shift><F10> ... Schrift in Grafiken vergrößern.
- <Strg><F10> ... Schrift in Grafiken verkleinern.
- <F12> ... Fettschrift in Grafiken ein-/ausschalten.
- <Strg><F7>, <Shift><F7>, <Strg><F8>, <Shift><F8>, <Strg><F9>  
 und <Shift><F9> sind mit internen Spezialfunktionen belegt.  
 Diese Funktionen sind nur im sichtbaren Editor ausführbar.

=====  
**(1) Die GEOMATH-Befehle**  
 =====

Es kann in einer Textzeile eine mathematische Rechen-  
 formel mit beliebigen Zahlen und den konventionellen  
 Operatoren und Funktionen eingegeben werden. Außerdem  
 können die 26 Variablen a,b,c,... y,z zur Speicherung  
 verwendet werden. Eine mathematische Berechnung wird  
 ausgeführt, indem man den Cursor auf die Zeile stellt  
 und auf <F1> drückt. Folgende Möglichkeiten bestehen:

- a = Zahl                           <F1>       speichert die Zahl auf a.
- a = Formel(a,b,...) <F1>       wertet die Formel aus und  
   speichert den Wert auf a.
- a =                                   <F1>       zeigt den Wert von a an.
- Formel(a,b,...) = <F1>       wertet die Formel aus und  
   zeigt den Formelwert an.

OPERATOREN: (, ), +, -, \*, /, ^.  
 FUNKTIONEN: abs, acos, asin, atan, cos, deg, exp, fak, log, ln,  
 rad, round, sin, sqr, sqrt, tan, trunc, pi.

Hinweis: Dezimalzahlen immer mit Dezimalpunkt schreiben.  
 Die Anzahl der Dezimalstellen ist standardmäßig 2. Sie  
 kann mit <Bearbeiten-Dezimalstellen> eingestellt werden.

Beginnt eine Zeile mit //, dann wird sie als Kommentarzeile interpretiert und nicht ausgeführt.

Ein Punkt "." am Anfang einer Zeile wird immer ignoriert. Wird ein Punkt vor Wertzuweisungen (.a =) geschrieben, dann können diese Zeilen mit <Bearbeiten-Komprimieren> oder dem Befehl "COMPRESS" nicht entfernt werden. Dieser Befehl ist notwendig um alte Wertzuweisungen aus den Textzeilen zu entfernen, aber neue Wertangaben zu erhalten.

Neben den einfachen Wertzuweisungen (siehe oben) stehen 140 arithmetische und geometrische Spezialbefehle zur Verfügung, welche unten aufgelistet sind. In den Funktionsformeln F(x) ist x das Argument und es können auch die anderen Variablen a,b,... y,z für Zahlen verwendet werden, z.B. sqrt(a^2-x^2).

In vielen geometrischen Befehlen sind die Parameter in Klammern symbolische Bezeichner für Punkte A,B,C,... Y,Z. Die Punkte müssen vorher gespeichert (gezeichnet) werden, was durch Niederschreiben der Koordinaten und Drücken der Taste <F1> erfolgt, z.B. A(-2,3.5) oder B(4.72,-8.57). Die Koordinaten werden dabei durch Beistriche getrennt. Zwischen Klein- und Großschreibung wird nicht unterschieden. Ein "=" am Anfang vor einer Punktvariablen wird ignoriert.

Viele GEOMATH-Befehle liefern als Ergebnis Zahlen oder Punkte, welche dann in den nachfolgenden Zeilen automatisch in den Text eingefügt werden. Diese Ergebniszeilen enthalten immer das Zeichen "=" und müssen am Skriptanfang mit dem Befehl "COMPRESS" aus dem Text entfernt werden. Soll eine Zeile, welche das Zeichen "=" enthält nicht gelöscht werden, dann muss am Zeilenanfang ein Punkt "." geschrieben werden.

Während eines Skriptdurchlaufs sind für die Ergebnisse bestimmte Variable reserviert. Diese sollten vorher nicht verwendet werden, weil ihre Werte dann überschrieben werden. Wird mit ihnen weitergerechnet, ist eine Umspeicherung sinnvoll. Beispielsweise durch eine Zahlenzuweisung .a = k, wo der Wert der Variablen k auf die Variable a gespeichert wird; oder durch eine Punktezuweisung UMS(A,S), wo der Punkt S mit dem neuen Namen A gezeichnet und intern abgespeichert wird.

Sieben reservierte Zahlenvariable d, k, p, q, x, y, z:  
 d,k ... Abschnitt und Anstieg von berechneten Geraden  
 p,q ... Zusatzergebnis bei speziellen Befehlen (z.B. VGG)  
 x,y,z ... Koordinaten von Punkten  
 z ... Ergebnis bei Längen, Winkeln und Flächen

Acht reservierte Punktvariable N, E, W, P, Q, S, T, Z:  
 N,E,W ... Nullstellen, Extremstellen, Wendestellen  
 P,Q ... Ergebnispunkte bei speziellen Befehlen (z.B. VGG)  
 S ... Schnittpunkt bei allen Schnittaufgaben  
 T ... Berührungspunkt von Tangenten  
 Z ... Ergebnis bei Punkten, Vektoren oder komplexen Zahlen

=====  
**(2) Die GEOMATH-Skripts**  
 =====

Ein GEOMATH-Skript besteht aus einer Folge von Textzeilen in denen die Mathematik-Befehle stehen. In der ersten Zeile muss immer "begin" stehen und in der letzten Zeile immer "end.". Wenn man den Mauscursor in die erste Zeile stellt und die Taste <F11> betätigt oder den Menü-Eintrag <Skript ausführen> anklickt. Dann werden die nachfolgenden Befehle so lange durchlaufen bis der Befehl "end." auftritt. Auf diese Weise sind im Texteditor ein Parser und ein Interpreter integriert, welche das Erkennen und das Ausführen der Befehle bewerkstelligen.

BEISPIEL: Eine Gerade g geht durch die Punkte A(-2,1) und B(7,5). Ermittle das Lot vom Punkt C(2,8) auf die Gerade g, den Lotfußpunkt F und den Punktabstand e von der Geraden. (Die eingerückten Zeilen sind die automatisch generierten Ergebniszeilen der Befehle).

```
begin
COMPRESS           // Zeilenkomprimierung
KOR(10,1)          // Festlegung des Koordinatensystems
A(-2,1)            // Speicherung und Zeichnung von Punkt A
B(7,5)             // Speicherung und Zeichnung von Punkt B
C(2,8)             // Speicherung und Zeichnung von Punkt C
GER(A,B)           // Gerade durch Punkte A und B ermitteln
    y = 0.44 * x + 1.89 // Erste Ausgabezeile (Gleichung)
    k = 0.44         // Zweite Ausgabezeile (Anstieg)
    d = 1.89         // Dritte Ausgabezeile (Abschnitt)
LOT(C,A,B)         // Das Lot von C auf die Gerade g(A,B)
    y = -2.25 * x + 12.50 // Erste Ausgabezeile (Gleichung)
    k = -2.25        // Zweite Ausgabezeile (Anstieg)
    d = 12.50        // Dritte Ausgabezeile (Abschnitt)
    = S(3.94,3.64)    // Vierte Ausgabezeile (Schnittpunkt)
    z = 4.77         // Fünfte Ausgabezeile (Abstand)
.e = z             // Umspeicherung von z auf e
UMS(F,S)           // Umspeicherung von S auf F
    = F(3.94,3.64)    // Erste Ausgabezeile (Punkt F)
end.
```

=====  
**(3) Liste aller GEOMATH-Befehle**  
 =====

COMPRESS komprimiert alle Befehlszeilen und löscht dabei alle Zeilen, welche eine Wertzuweisung "=" enthalten. Soll eine Zeile, die das Zeichen "=" enthält, nicht gelöscht werden, dann muss am Anfang der Zeile unbedingt ein Punkt "." geschrieben werden. Dadurch werden auch Wertzuweisungen zu Variablen nachhaltig fixiert.

Der Befehl sollte immer am Skriptanfang NACH "begin" stehen. Dadurch werden die Ergebnisse eines vorangegangenen Skriptdurchlaufs gelöscht. Der Befehl funktioniert nicht im Einzelschritt-Modus mit <F1>. Im Einzelschritt-Modus muss zum Komprimieren der Skript-Zeilen der Menüpunkt <Bearbeiten-Komprimieren> gewählt werden.

CLR(n)	Grafik (n=0) und/oder Variable (n=0,n=1) löschen.
DEZ(d)	Anzahl der angezeigten Dezimalstellen d (maximal 14).
ROU(a,d)	Rundet die Zahl a intern auf d Dezimalstellen.
CUT(a,d)	Beschneidet die Zahl a intern auf d Dezimalstellen.
ZZF(a,n)	liefert von der Zahl a die Ziffer an der Stelle n.
HZF(a)	liefert den höchsten Stellenwert ( $10^n$ ) der Zahl a.
MOD(a,b)	Ganzzahliger Rest bei Division a/b.
KOM(n,k)	Kombinationen (k aus n).
GGT(a,b)	größter gemeinsamer Teiler der Zahlen a,b.
KGV(a,b)	kleinstes gemeinsames Vielfache von a,b.
PFT(a)	prüft ob a eine Primzahl ist und liefert 0 oder 1.
PFZ(a)	führt eine Primfaktorenzerlegung von a durch.
ZUF(a,b)	erzeugt ganze Zufallszahlen z mit $a \leq z \leq b$ .
	ZUF(0,1) erzeugt reelle Zahlen zwischen 0 und 1.
	ZUF(-1,1) erzeugt zufällig -1 oder +1.
IND(0)	liefert den Listenindex bei "zufun0" (auf Variable z)
MIN(a,b,c,...)	bestimmt das Minimum der Werte a,b,c,...
MAX(a,b,c,...)	bestimmt das Maximum der Werte a,b,c,...
KAL(Term)	berechnet den Zahlenwert des mathematischen Terms.
KOR(b,r)	löscht die Grafik und setzt die Halbbreite b des Koordinatensystems. Bei r = 1 werden die beiden Koordinatenachsen gezeichnet, bei r = 0 hingegen nicht. Bei r = 2 wird ein vollständiger Raster eingezeichnet.
RAS(b,r)	wie KOR(b,r), aber ohne Löschung der Grafik.
PEN(d,f)	setzt die Stiftdicke d (1=dünn,2=mittel,3-100=dick) und Zeichenfarbe f (-1=keine,0=weiß,1=schwarz,2=rot,3=grün,4=blau,5=gelb,6=magenta,7=cyan,8=weiß).
PFA(f)	setzt Punkt-/Textfarbe f (-1,0,1,2,3,4,5,6,7,8).
FIL(x,y,f,r,g,b)	füllt einen mit Randfarbe f (0,1,2,3,4,5,6,7,8) begrenzten Bereich, ausgehend von dem Punkt (x,y), mit der Füllfarbe von Rot r, Grün g und Blau b ( $0 \leq r,g,b \leq 255$ ).
PNT(P)	Anzeigen des Punktes P.
UMS(A,S)	speichert den Punkt S auf den Punkt A um, d.h. er erhält einen neuen Namen.
KXY(P)	liefert die Koordinaten x und y des Punktes P, bzw. x, y und z im dreidimensionalen Fall.
TXN(Schrift)	Angabe des Schriftnamens für die Grafik, z.B. "Arial", "Courier_New", "Symbol", "MS_LineDraw".
TXR(p)	Text ohne (p=0) oder mit (p=1) weißem Rechteck.
TXG(p)	relative Schriftgröße (von -5 bis +5, 0 = Standard).
TXF(p)	setzt Fettschrift aus (p = 0) oder ein (p = 1).
TXT(x,y,Text)	gibt an den Koordinaten (x,y) den Text aus. Blanks werden mit Underlines markiert. Ein " vor einem Buchstaben bewirkt Großschreibung.
TEX(x,y,Text)	gibt den Wert von Variablen <a> oder Punkten [P] aus.
TXZ(n,Text)	gibt in der n-ten Zeile den Text original aus (d.h. Leerstellen, Großbuchstaben und Beistriche). Mit maximal 25 Zeilen und 65 Zeichen pro Zeile.
TXV(n,Text)	gibt in der n-ten Zeile den Text original aus (d.h. Leerstellen, Großbuchstaben und Beistriche). Mit maximal 25 Zeilen und 65 Zeichen pro Zeile. Zusätzlich können im Text auch Variablenwerte und Punktkoordinaten ausgegeben werden. (Siehe dazu die Steuerungsanweisung "pause" auf Seite [09]).
LIB(A,B,Text)	beschriftet die Strecke AB mit einem Text.
WIB(A,B,C,r,Text)	beschriftet den Winkel w(ABC) mit einem Text im Abstand r vom Winkelscheitel B.

LNG(A,B)	ermittelt die Länge der Strecke AB.
WIN(A,B,C)	ermittelt den Winkel $w(ABC)$ mit Scheitel B.
FLA(A,B,C)	ermittelt die Fläche des Dreiecks ABC.
HAP(A,B)	ermittelt den Halbierungspunkt von AB.
SWP(A,B,C)	ermittelt den Schwerpunkt von Dreieck ABC.
REC(A,C)	zeichnet ein Rechteck mit Diagonale AC.
GER(A,B)	zeichnet die Gerade $y = k \cdot x + d$ durch A und B. Bei Senkrechten werden $x, k=10^{10}, d=10^{10}$ ausgegeben!
GWG(A,B,w)	ermittelt jene Gerade durch Punkt A, die mit der Strecke AB den Winkel $w$ bildet.
STW(A,B)	Steigungswinkel der Strecke AB.
SWI(k)	Steigungswinkel zum Anstieg $k$ .
STP(A,B,r)	trägt vom Punkt A auf der Geraden $g(A,B)$ in Richtung von B die Streckenlänge $r$ ab.
LOT(A,B,C)	zeichnet die normale Gerade von Punkt A auf eine Gerade durch die Punkte B und C, und ermittelt den Lotfußpunkt F und auch den Abstand des Punktes A von der Geraden.
SSM(A,B)	zeichnet die Symmetrale der Strecke AB.
SYM(A,B,C)	zeichnet die Symmetrale des Winkels mit Scheitel B und Schenkeln BA und BC.
LIN(A,B,C...)	zeichnet einen Streckenzug durch A,B,C...
SCH(P,a,b)	Schiebung des Punktes P um den Vektor $(a,b)$ .
DRE(P,Z,w)	Drehung von P mit Zentrum Z und Winkel $w$ .
SPI(P,A,B)	Spiegelung von P an der Achse durch A und B.
STR(P,Z,k)	Streckung von P mit Zentrum Z und Faktor $k$ .
NSC(a,b)	Verschiebt alle Punkte eines Streckenzuges (N-Eck), der mit LIN(A,B,C,...) gezeichnet wurde, um den Vektor $(a,b)$ .
NDR(Z,w)	Dreht alle Punkte eines Streckenzuges (N-Eck), der mit LIN(A,B,C,...) gezeichnet wurde, um das Zentrum Z mit Winkel $w$ .
NSP(U,V)	Spiegelt alle Punkte eines Streckenzuges (N-Eck), der mit LIN(A,B,C,...) gezeichnet wurde, an der Achse durch U und V.
NST(Z,k)	Streckt alle Punkte eines Streckenzuges (N-Eck), der mit LIN(A,B,C,...) gezeichnet wurde, mit dem Zentrum Z und mit dem Streckungsfaktor $k$ .
KRS(M,r)	Kreis mit dem Mittelpunkt M und Radius $r$ .
KRU(A,B,C)	Umkreis des Dreiecks durch die Punkte A,B,C.
KRI(A,B,C)	Inkreis des Dreiecks durch die Punkte A,B,C.
KSE(M,r,v,w)	Kreisbogen mit Mittelpunkt M, Radius $r$ , Anfangswinkel $v$ und Endwinkel $w$ .
KBO(M,r,v,w)	Kreisbogen (wie Kreisbogen).
EBO(M,a,b,v,w)	Ellipsenbogen mit Mittelpunkt M, Halbachsen $a,b$ und Anfangswinkel $v$ und Endwinkel $w$ .
BOG(M,A,B)	zieht einen Kreisbogen mit Mittelpunkt M durch die beiden Kreispunkte A und B.
RVE(n,r)	zeichnet ein regelmäßiges $n$ -Eck mit $n \leq 256$ und dem Umkreis mit $M(0,0)$ und Radius $r$ .
ELL(a,b)	Ellipse mit den Halbachsen $a$ und $b$ .
HYP(a,b)	Hyperbel mit den Halbachsen $a$ und $b$ .
PAR(p)	Parabel mit dem Parameter $p$ .
EL2(A,B)	Ellipse durch die Punkte A und B.
HY2(A,B)	Hyperbel durch die Punkte A und B.
PA1(A)	Parabel durch den Punkt A.
PFL(A,B,d,f)	Pfeil von A nach B mit Dicke $d$ und Farbe $f$ . (Ein neuerliches Zeichnen löscht den Pfeil).

FUN(F(x))	zeichnet eine beliebige Funktion F(x).
FUN(F(x),a,b)	zeichnet die Funktion F(x) im Intervall [a,b].
FNA(F(x))	zeichnet die erste Ableitung einer Funktion.
FNT(F(x),n)	zeichnet n gleitende Tangenten entlang der Funktionskurve F(x) mit n = 10,11,...1000.
AFF(k,F(x))	Achsenaffinität der Funktion F(x) mit Faktor k.
BEW(u,v,w,F(x))	führt mit Funktion F(x) eine Bewegung aus, zuerst eine Drehung mit dem Winkel w um den Ursprung und dann eine Schiebung um (u/v).
GAU(z)	liefert Werte der Verteilungsfunktion F[0;z] der Standard-Normalverteilung (auf Variable f).
NUL(F(x),n,a,b)	ermittelt eine reelle Nullstelle der n-ten Ableitung der Funktion F(x) auf dem Intervall [a,b] mit n = 0,1 oder 2. Wird dort keine Nullstelle gefunden, so kann mit <Esc> abgebrochen werden.
DIF(F(x),n,a)	n-te Ableitung der Funktion F(x) an der Stelle x = a mit n = 0,1 oder 2.
INT(F(x),a,b)	bestimmtes Integral der Funktion F(x) auf dem Intervall [a,b] mit a < b. Die Funktion muss dort stetig sein und es darf kein Vorzeichenwechsel auftreten.
TKP(F(x),a)	ermittelt die Tangente an die Kurve F(x) durch den Kurvenpunkt P(a,F(a)).
TNG(F(x),a,b,c,d)	ermittelt die Tangente an die Kurve F(x) durch den Nicht-Kurvenpunkt P(a,b), wo der Berührungspunkt im Intervall [c,d] liegen muss. Wird dort kein Berührungspunkt gefunden, so kann mit <Esc> abgebrochen werden.
SGG(k1,d1,k2,d2)	ermittelt den Schnittpunkt der beiden Geraden $y = k1*x+d1$ und $y = k2*x+d2$ .
SKG(M,r,k,d)	Schnittpunkte von Gerade $y = k*x+d$ und Kreis mit Mittelpunkt M und Radius r.
SKK(M1,r1,M2,r2)	Schnittpunkte zweier Kreise mit den Mittelpunkten M1, M2 und den Radien r1, r2.
SFF(F1(x),F2(x),a,b)	ermittelt den Schnittpunkt der beiden Kurven F1(x) und F2(x) auf Intervall [a,b]. Wird dort kein Schnittpunkt gefunden, so kann mit <Esc> abgebrochen werden.
DET(A,B,C)	Determinante mit den Zeilenvektoren A,B,C; auch zweidimensional mit DET(A,B) möglich.
LGS(A,B,C,D)	Lineares Gleichungssystem mit den linksseitigen Zeilenvektoren A,B,C und dem rechtsseitigen Spaltenvektor D. Auch mit LGS(A,B,C) möglich.
LG4(0)	Lineares Gleichungssystem in 4 Variablen (w,x,y,z) mit den 20 Koeffizienten (a,b,...,s,t). Analog dazu sind auch LG3(0) und LG2(0) möglich.
QUA(a,b,c)	Lösungen der Gleichung $ax^2 + bx + c = 0$ .
DZN(a,n)	Umwandlung der Zahl a vom 10- ins n-System.
NZD(a,n)	Umgekehrte Umwandlung mit $2 \leq n \leq 36$ .
SRD(v,w)	definiert für die Schrägrißdarstellung den Verzerrungsfaktor (v) und den Winkel (w).
SRK(P)	PFA(-1) unterbindet die Darstellung der Achsen. stellt einen dreidimensionalen Punkt P im Schrägriß als zweidimensionalen Punkt dar.

Mit Punkten als KOMPLEXE ZAHLEN kann auch gerechnet werden:  
 KPX(Term(A,B,C,.....)) ermittelt den Wert des Terms mit  
 den komplexen Zahlen A,B,C,.....  
 Zulässige Operatoren: +,-,\*,/,^,(,).  
 Nach dem Potenzoperator ^ muss ein  
 reeller Rechenausdruck folgen, z.B.  
 KPX(A+B^(1/2)).

ADD(A,B) Addition zweier komplexer Zahlen.  
 SUB(A,B) Subtraktion zweier komplexer Zahlen.  
 MUL(A,B) Multiplikation zweier komplexer Zahlen.  
 DIV(A,B) Division zweier komplexer Zahlen.  
 POT(A,n) n-te Potenz der komplexen Zahl A.  
 WUR(A,n) n-te Wurzel der komplexen Zahl A.  
 POL(A) liefert die Polarkoordinaten (r,w) von A.  
 BIN(r,w) Kartesische Koordinaten (x,y) von (r,w).

Mit Punkten als VEKTOREN kann ebenfalls gerechnet werden.  
 Dabei werden zwei oder drei Vektor-Koordinaten eingegeben.  
 Die Anzahl der Koordinaten wird automatisch erkannt.

VEK(Term(A,B,C,.....)) ermittelt den Wert des Terms mit  
 den Vektoren A,B,C,..... Dabei  
 zulässige Operatoren: +,-,\*,(,).  
 Der Operator \* bedeutet die Multi-  
 plikation eines Vektors mit einem  
 reellen Ausdruck, z.B. VEK(A+B\*(1/2)).

VSU(A,B) Vektorsumme A+B.  
 VDI(A,B) Vektordifferenz A-B.  
 VFA(A,k) Vektorvielfaches k\*A.  
 VPR(A,B) Vektorprodukt von A und B.  
 VSK(A,B) Skalarprodukt von A und B.  
 VLE(A) Länge eines Vektors A.  
 VWI(A,B) Winkel zwischen A und B.  
 VFL(A,B) Fläche zwischen A und B (Parallelogramm).  
 VOL(A,B,C) Volumen zwischen A, B, C (Parallelepipied).  
 VEV(A) Normierter Vektor von A (Einheitsvektor).  
 VNV(A) Normale Vektoren auf A.  
 VNA(P,A,N) Abstand des Punktes P von der Geraden (2-dim) oder  
 Ebene (3-dim) durch Punkt A mit dem Normalvektor N.  
 Außerdem wird der Lotfußpunkt F ermittelt.  
 VGG(A,B) Geradengleichungen im Raum durch die Punkte A,B.  
 Ausgabe: <funtex1> und <funtex2> und die beiden  
 Normalvektoren P und Q und die Konstanten p und q.  
 VEG(A,B,C) Ebenengleichung im Raum durch die Punkte A,B,C.  
 Ausgabe: <funtex1> und Normalvektor Z und Konstante z.  
 VNG(A,N) Gleichung der Geraden (2-dim) oder Ebene (3-dim)  
 durch den Punkt A mit dem Normalvektor N.  
 Ausgabe: <funtex1> und Normalvektor Z und Konstante z.  
 SCS(0) Zwischenspeicherung der aktuellen Grafik.  
 SCR(0) Wiederherstellung der zwischengespeicherten Grafik.  
 LPC(Name,g) Lädt eine JPEG-Datei "Name" in das Koordinatenfenster,  
 mit originaler Größe (g=0) oder angepasst (g=1).  
 PAG(0) Markiert im einen Seiten-Anfang. Dann kann man beim  
 "pause"-Befehl mit <F2><Enter> eine Seite zurückgehen.  
 SXY(n) Speichert die Variablen x und y auf die internen  
 Listenelemente DatX[n] und DatY[n]. Die Elemente  
 DatX[0] und DatY[0] enthalten die Datenanzahl (<=100).  
 WXY(0) Schreibt die interne Liste in ein CSV-Textfile.  
 RXY(0) Liest ein CSV-Textfile in die interne Liste  
 LXI(n) Lädt die internen Listenelemente DatX[n] und DatY[n]  
 auf die Variablen x und y.  
 DXY(0) Löscht alle internen Listenelemente.



=====  
**(4) STEUERUNGS-Anweisungen**  
 =====

Neben diesen 140 Mathematikbefehlen gibt es noch 35 Anweisungen zur Steuerung des Skriptablaufes. Eine Steuerungsanweisung ist bereits oben genau beschrieben worden, nämlich "compress".

begin                    Erste Zeile eines GEOMATH-Skripts  
 end.                    Letzte Zeile eines GEOMATH-Skripts  
 wait(t)                Wartet t Millisekunden im Skriptablauf.  
 pause(Text)            Erzeugt eine Pause und zeigt den Text an.

Wenn im Pausentext eine Variable zwischen spitzen Klammern < > steht, dann wird dort ihr Zahlenwert angezeigt. Wenn im Text ein Punktname zwischen eckigen Klammern [ ] steht, dann werden dort die Punktkoordinaten angezeigt, dreidimensional mit { }. Das Zeichen & im Pausentext bewirkt einen Zeilenumbruch.

Mit "pause(<funtext1>)" wird der Wert der internen Textvariablen "funtext1" angezeigt. Hingegen wird mit "pause(<funtext2>)" der Wert der zweiten Textvariablen "funtext2" angezeigt.

Beim Ausgabebefehl "pause" und bei den Eingabebefehlen "invar", "input2", "input3", "intex1" und "intex2" kann mit Taste <Esc> das Skript jederzeit abgebrochen werden. Beim Befehl "pause" kann die aktuelle Grafik gedruckt werden (mit Funktionstaste <F4>).

select(Text: Var,N)    Erzeugt eine Auswahlbox mit N Schaltern von 1 bis N. Der Auswahlwechsler 0 ist immer vorhanden. Die ausgewählte Nummer wird auf die Variable Var gespeichert. Zusätzlich wird der Text angezeigt.

invar(Text: Variablenliste)    Eingabe von skalaren Variablenwerten. Dabei wird der Text angezeigt. Wenn dieser Text ein Fragezeichen "?" enthält, dann wird mit einem Doppelklick in das Eingabefeld ein Taschenrechner aufgerufen. Wird er geschlossen, dann wird das Rechenergebnis in das Eingabefeld übertragen.

input2(Punktname)        Eingabe der Koordinaten x,y einer Punkt- bzw. Vektor-Variablen (zweidimensional).  
 input3(Punktname)        Eingabe der Koordinaten x,y,z einer Punkt- bzw. Vektor-Variablen (dreidimensional).

ifle(Var,W,Ziel)        Vergleicht die Variable Var mit dem Wert W. Dabei kann W auch eine Variable sein. Wenn Var <= W ist, erfolgt ein Sprung zu jener Befehlszeile, wo der Ziel-Text steht. Dort muss diesem Ziel-Text ein Underline "\_" vorangestellt werden (symbolische Adresse). Wenn aber Var > W ist, wird weiter gegangen.

ifls(Var,W,Ziel)        Wie "ifl", aber nur wenn Var < W ist.  
 ifge(Var,W,Ziel)        Wie "ifl", aber nur wenn Var >= W ist.  
 ifgr(Var,W,Ziel)        Wie "ifl", aber nur wenn Var > W ist.  
 ifeq(Var,W,Ziel)        Wie "ifl", aber nur wenn Var = W ist.  
 ifne(Var,W,Ziel)        Wie "ifl", aber nur wenn Var <> W ist.

iferror(Ziel)           Wie "ifeq", aber nur bei internem Fehler.  
 delerror               Setzt die interne Fehlervariable auf 0.  
 seterror               Setzt die interne Fehlervariable auf 1.

Wenn bei einem mathematischen Befehl ein Fehler auftritt, dann wird die interne Fehlervariable, welche normalerweise den Wert Null hat, automatisch auf 1 gesetzt. Sie kann dann mit "iferror" abgefragt und mit "delerror" wieder auf Null gesetzt werden.

goto(Ziel)             Springt unbedingt zu jener Befehlszeile, die durch das "Ziel" symbolisch adressiert ist. Im Listing muss vor den Namen des Sprungziels ein Underline gestellt werden ("\_Ziel").  
 exit                   Bricht das Programm unbedingt ab.

Neben den Steuerungsanweisungen für den Verlauf des GEOMATH-Skripts geibt es noch so genannte Stringbefehle. Sie beziehen sich auf die Zuweisung, Eingabe, Speicherung und Verarbeitung von zwei internen Stringvariablen "funtex1" und "funtex2". Diese können mit gültigen mathematischen Ausdrücken oder Funktionstermen belegt werden und sie versorgen dann folgende Befehle als Eingabeparameter:

NZD, KAL, KPX, VEK, TXT, TXZ, TXV, DIF, INT, FUN, FNA, BEW, NUL, TKP, TNG, SFF.  
 Zur Datenausgabe werden sie bei folgenden Befehlen verwendet:  
 DZN, PFZ, QUA, VNG, VGG, VEG.

setfun1(Formel)       Weist der Textvariablen "funtex1" eine Formel zu.  
 setfun2(Formel)       Weist der Textvariablen "funtex2" eine Formel zu. Hier können auch die 4 Namen "funtex1", "-funtex1", "funtex2" und "-funtex2" eingegeben werden.

intex1(Text)         Eingabe einer mathematischen Formel und Speicherung auf der Textvariablen "funtex1". Dabei wird der Text angezeigt.  
 intex2(Text)         Eingabe einer mathematischen Formel und Speicherung auf der Textvariablen "funtex2". Dabei wird der Text angezeigt.

stofun1               Speichert intern zusätzlich den Text von "funtex1".  
 getfun1               Holt den mit "stofun1" gespeicherten Text zurück.  
 stofun2               Speichert intern zusätzlich den Text von "funtex2".  
 getfun2               Holt den mit "stofun2" gespeicherten Text zurück.

fun1q                 Bildet  $f(x)^2$  mit der Formel  $f(x)$  in "funtex1".  
 fun1x                 Bildet  $x*f(x)$  mit der Formel  $f(x)$  in "funtex1".  
 fun1m                 Bildet  $x*f(x)^2$  mit der Formel  $f(x)$  in "funtex1".

Die Ergebnisse sind auf der Variablen z gespeichert.

IBO(l,r)             Bildet das Integral von  $\sqrt{1+f'(x)^2}$  mit  $f(x)$  in "funtex1" zwischen den Grenzen l und r. Das wird zur Berechnung von Bogenlängen verwendet.

IBX(l,r)             Bildet das Integral von  $x*\sqrt{1+f'(x)^2}$  mit  $f(x)$  in "funtex1" zwischen den Grenzen l und r. Das wird zur Berechnung von Bogenschwerpunkten verwendet.

IBY(l,r)             Bildet das Integral von  $f(x)*\sqrt{1+f'(x)^2}$  mit  $f(x)$  in "funtex1" zwischen den Grenzen l und r. Das wird zur Berechnung der Mantelfläche von Drehkörpern verwendet.

Die Ergebnisse sind auf der Variablen z gespeichert.

ifrep(Ziel)            Wenn bei "intex1" oder "intex2" der Buchstabe "w" eingegeben wird, dann wird automatisch der zuletzt eingegebene Text aktualisiert (Wiederholungstaste). Dann wird mit dem Befehl zu einem Ziel gesprungen.

delrep                Löscht diese Wiederholungsfunktion zur Neu-Eingabe.

zufun1                Wählt aus einer Liste von mit Kommas getrennten Texten (Formeln), welche mittels "setfun1(Liste)" angelegt wird, zufällig einen Text (Formel) aus und speichert ihn auf die Variable "funtex1".

zufun2                Funktioniert wie "zufun1" - nur mit "funtex2".

zufun0                Wählt aus zwei Listen "setfun1(Liste1)" und "setfun2(Liste2)" schrittweise zwei Texte (Formeln) aus, die in beiden Listen an der gleichen Position stehen. Diese synchronen Texte werden dann auf "funtex1" und "funtex2" gespeichert. Die Auswahl beginnt mit dem ersten Listeneintrag und durchläuft die ganze Textliste. Am Ende beginnt der Durchlauf wieder am Listenanfang.  
Hinweis: Mit dem Befehl IND(0) wird die aktuelle Listenposition der Variablen "z" zugewiesen.

```

begin
// Demo-Skript zum Befehl "zufun0"
_anf
clr(0)
txr(1)

_start
kor(10,1)
compress
setfun1(2*x+3,0.5*x^2,0.3*x^3-x^2-3*x+4,1/x,sqrt(x),
        sqrt(25-x^2),3*sin(deg(x)))
setfun2(2,x,0.9*x^2-2*x-3,-1/x^2,0.5/sqrt(x),-x/sqrt(25-x^2),3*cos(deg(x)))
zufun0
ind(0)
.n = z
pfa(4)
txg(2)
txz(1,Sieben Funktionen und ihre Ableitungen)
txg(0)
pfa(1)
txv(23,Funktion: f(x) = <funtex1>          )
pen(2,1)
fun(funtex1)
pause(Weiter)
pfa(2)
txv(24,Ableitung: f'(x) = <funtex2>      )
pen(2,2)
fun(funtex2)
pause(<n>. Funktion)
ifeq(n,7,aus)
goto(start)

_aus
pause(Wiederholen oder Abbruch mit "Esc")
goto(anf)
end.

```

-----  
Mit diesen Steuerungsanweisungen können Wertevergleiche, unbedingte und bedingte Sprünge, Wiederholungsschleifen, Dateneingaben und Datenausgaben und verschiedene Zusatzfunktionen realisiert werden.  
-----

=====  
**[S1] Ein einfaches arithmetisches Skript-Beispiel**  
=====

```
begin
// Ein Programm mit
// zwei unbedingten Sprüngen "goto(start)" und "goto(weiter)"
// und mit einem bedingten Sprung "ifeq(b,0,fehler)".
// Alle Sprungziele beginnen immer mit einem Underline.

  _start
  compress
  clr(0)
  dez(2)
  kor(10,0)
  txv(1,Einfache Rechnungen)
  .a = 3
  .b = 0
  invar(Zwei Zahlen a und b eingeben: a,b)
  txv(2,a = <a>, b = <b>)
  .c = a + b
  .d = a - b
  .e = a * b
  txv(4,<a> + <b> = <c>)
  txv(5,<a> - <b> = <d>)
  txv(6,<a> * <b> = <e>)
  ifeq(b,0,fehler)
  .f = a / b
  txv(7,<a> / <b> = <f>)
  goto(weiter)

  _fehler
  txv(7,<a> / <b> = ? Division durch Null ist nicht möglich !)

  _weiter
  pause(Wiederholen oder Beenden mit "Esc")
  goto(start)

end.
```

=====  
**[S2] Ein einfaches geometrisches Skript-Beispiel**  
 =====

```

begin
_start
compress
clr(0)
dez(2)
.g = 10
kor(g,1)
txv(1,Dreieck und Umkreis)
invar(Halblänge des Koordinatensystems: g)
kor(g,1)
txv(1,Dreieck und Umkreis)
pfa(-1)
A(1,3)
B(4,0)
C(8,8)
pfa(1)
input2(A)
input2(B)
input2(C)
lin(A,B,C,A)
lng(A,B)
.c = z
lng(A,C)
.b = z
lng(B,C)
.a = z
.u = a + b + c
.s = u/2
.d = s*(s-a)*(s-b)*(s-c)
ifgr(d,0,weiter)
pause(A,B,C bilden kein Dreieck!)
goto(start)
_weiter
.f = sqrt(d)
win(B,A,C)
.i = z
win(A,B,C)
.j = z
win(A,C,B)
.k = z
.s = i + j + k
rou(s,0)
kru(A,B,C)
pen(2,2)
lin(A,U)
lib(A,U,r)
pen(1,1)
pfa(4)
txv(19,Dreieck ABC mit [A], [B], [C])
pfa(1)
txv(20,c = AB = <c>, b = AC = <b>, a = BC = <a>)
txv(21,Umfang = a + b + c = <u>)
txv(22,Fläche F = <f> cm2)
txv(23,w(B,A,C) = <i>°, w(A,B,C) = <j>°, w(A,C,B) = <k>°)
txv(24,Winkelsumme = <s>°)
pfa(2)
txv(25,Umkreis: [U], r = <r>)
pfa(1)
pause(Wiederholen oder Beenden mit "Esc")
goto(start)
end.
    
```

=====  
**[S3] Ein Skript-Beispiel mit einem selektiven Auswahlmenü**  
 =====

```

begin
clr(0)

_start
compress
kor(g,0)
txg(4)
pfa(4)
txz(2,Rechnen mit Prozenten)
pfa(1)
txg(0)
txz(4,(alle Zahlen auf 2 Dezimalstellen runden))
txz(7,1 Prozent (%) entspricht 1 Hundertstel vom Grundwert G.)
txz(8,Der Teil vom Grundwert G, der p Prozenten entspricht, heißt)
txz(9,Anteil A. Dafür gilt die Schlussrechnung  $A = (G / 100) * p$ .)
select([1] Anteil [2] Prozente [3] Grundwert [0] Ende: w,3)
ifeq(w,1,teil)
ifeq(w,2,proz)
ifeq(w,3,grund)
ifeq(w,0,aus)
goto(start)

_teil
zuf(50,200)
.g = z
zuf(1,100)
.p = z
.a = (g / 100) * p
txz(12,Gegeben sind Grundwert und Prozente.)
pfa(4)
txv(14,Grundwert G = <g> €)
txv(15,Prozente p = <p> %)
txz(16,Anteil A = ?)
pfa(1)
txz(19,Gesucht ist jener Anteil A, welcher den)
txz(20,p Prozenten vom Grundwert G entspricht.)
pause(Weiter zum Ergebnis)
pfa(2)
txv(22,Anteil A =  $(G / 100) * p = <a> €$ )
pfa(1)
pause(Zurück)
goto(start)

_proz
zuf(50,200)
.g = z
zuf(10,g)
.a = z
.p = (100 / g) * a
txz(12,Gegeben sind Grundwert und Anteil.)
pfa(4)
txv(14,Grundwert G = <g> €)
txv(15,Anteil A = <a> €)
txz(16,Prozente p = ?)
pfa(1)
txz(19,Gesucht sind jene Prozente p, denen)
txz(20,der Anteil A vom Grundwert G entspricht.)
pause(Weiter zum Ergebnis)
pfa(2)
txv(22,Prozente  $p = (100 / G) * A = <p> %$ )
pfa(1)
pause(Zurück)
goto(start)
    
```

```

_grund
zuf(50,200)
.a = z
zuf(1,100)
.p = z
.g = (a / p) * 100
txz(12,Gegeben sind Anteil und Prozente.)
pfa(4)
txv(14,Anteil A = <a> €)
txv(15,Prozente p = <p> %)
txz(16,Grundwert G = ?)
pfa(1)
txz(19,Gesucht ist jener Grundwert G, dessen)
txz(20,Anteil A den p Prozenten entspricht.)
pause(Weiter zum Ergebnis)
pfa(2)
txv(22,Grundwert G = (A / p) * 100 = <g> €)
pfa(1)
pause(Zurück)
goto(start)

_aus
end.

```

=====  
**[S4] Ein Skript-Beispiel MIT interaktiven Fragen und Antworten**  
=====

```

begin
clr(0)
.m = 10
.n = 0
.r = 0

_start
compress
dez(0)
.n = n + 1 = 1
kor(10,0)
txr(1)
pfa(1)
txg(2)
txv(2,<n>.-ter Versuch von maximal <m> Versuchen)
txg(8)
pfa(4)
txv(10, Ein-Mal-Eins)
zuf(1,10)
z = 5
.a = z = 5
zuf(1,10)
z = 8
.b = z = 8
pfa(2)
txv(13, <a> * <b> = ?)
.c = a * b = 40
.x = 0
invar(Produkt = ?: x)
pfa(1)
txv(15, <a> * <b> = <c>)
pfa(1)
txg(2)
ifeq(x,c,richtig)
goto(falsch)

```

```

_ richtig
.r = r + 1 = 1
txv(24,<r> von <n> Antworten richtig)
pause(<x> = richtige Antwort)
ifeq(n,m,aus)
goto(start)

_falsch
txv(24,<r> von <n> Antworten richtig)
pause(<x> = falsche Antwort)
ifeq(n,m,aus)
goto(start)

_aus
pfa(2)
txg(2)
.p = 100 / n * r
rou(p,0)
txv(24,<n> Versuche, <r> richtig . . . Ergebnis: <p>%)
pause(Ende - Drucken mit "F4")

end.

```

=====  
**[S5] Ein Skript-Beispiel MIT interaktiven Fragen und Antworten**  
=====

```

begin
clr(0)
.n = 0
.m = 0

_start
.n = n + 1 = 1.00
compress
dez(2)
kor(10,0)
.g = 10
.j = g/2 = 5.00
.i = 3*g/2 = 15.00
zuf(j,i)
  z = 12
.a = z = 12.00
.i = 3*a/5 = 7.20
.j = a/5 = 2.40
zuf(j,i)
  z = 3
.c = z = 3.00
.j = g/5 = 2.00
.i = 3*g/4 = 7.50
zuf(j,i)
  z = 8
.h = z = 8.00
kor(g,0)
txr(0)
pfa(4)
txg(2)
txz(1,Das gleichschenkelige Trapez)
txg(0)
.s = (a - c) / 2 = 4.50
.t = a - s = 7.50
.r = a + c = 15.00
.b = sqrt(h*h + s*s) = 9.18
.e = sqrt(h*h + t*t) = 10.97
.f = r*h/2 = 60.00

```



```
pen(2,1)
.u = a/2 = 6.00
.v = c/2 = 1.50
A(-u,0)
B(u,0)
C(v,h)
D(-v,h)
E(v,0)
F(-v,0)
lin(A,B,C,D,A)
pen(1,1)
lin(E,C)
lin(A,C)
lin(F,D)
pfa(-1)
swp(E,B,C)
    = Z(3.00,2.67)
kxy(Z)
    x = 3.00
    y = 2.67
fil(x,y,1,250,200,200)
pfa(2)
txr(0)
lib(A,B,a)
lib(C,D,c)
lib(B,C,b)
lib(A,D,b)
lib(A,C,e)
lib(E,B,x)
lib(E,C,h)
pfa(1)
txv(4,Gegeben:)
pfa(4)
txv(6,Seite a = <a> cm)
txv(7,Seite c = <c> cm)
txv(8,Höhe h = <h> cm)
pfa(1)
pfa(2)
txz(16,Gesucht: Seite b, Diagonale e, Fläche F)
pfa(1)
txz(17,Ergebnisse auf 2 Dezimalen gerundet.)
pfa(4)
txv(19,(1) Strecke x ausrechnen)
txv(20,(2) b und e aus den Dreiecken EBC und AEC berechnen)
txz(21,(3) Fläche F = h * (a + c) / 2 ausrechnen)
.p = 0
.q = 0
.w = 0
invar(Seite b, Diagonale e, Fläche F = ?: p,q,w)
pfa(2)
.x = s = 4.50
txv(23,b = <b> cm, e = <e> cm, F = <f> cm²)
pfa(1)
rou(p,2)
rou(q,2)
rou(w,2)
rou(b,2)
rou(e,2)
rou(f,2)
.i = p * q * w = 6042.28
.j = b * e * f = 6042.28
ifeq(i,j,richtig)
goto(falsch)
```

```

_ richtig
.m = m + 1 = 1.00
.z = m * 100 / n = 100.00
rou(z,0)
txv(25,<n> Versuche, <m> richtig . . . Ergebnis: <z>%)
pause( (<p>,<q>,<w>) = richtige Antwort &Abbruch mit "Esc")
goto(start)

_falsch
.z = m * 100 / n
rou(z,0)
txv(25,<n> Versuche, <m> richtig . . . Ergebnis: <z>%)
pause( (<p>,<q>,<w>) = falsche Antwort &Abbruch mit "Esc")
goto(start)

end.

```

=====  
**Liste der 40 Demo-Skripts von PROGMATH.EXE**  
**(+) = Skripts mit Eingabe-Bewertung**  
=====

- (1) Grundrechenarten I
  - (2) Grundrechenarten II
  - (3) Punkte und Strecken
  - (4) Kreise in der Ebene
  - (5) Rechtecke in der Ebene
  - (6) Dreiecke in der Ebene I
  - (7) Dreiecke in der Ebene II
  - (8) Dreiecke in der Ebene III
  - (9) Dreieck und Umkreis I
  - (10) Dreieck und Inkreis I
  - (11) Dreieck und Umkreis II
  - (12) Dreieck und Inkreis II
  - (13) Schlussrechnungen
  - (14) Rechteck und Umkreis
  - (15) Das kleine Ein-Mal-Eins (+)
  - (16) Einfache Gleichungen (+)
  - (17) Prozentrechnungen (+)
  - (18) Gleichungssysteme (+)
  - (19) Gleichschenkelige Trapeze (+)
  - (20) Zusammengesetzte Flächen (+)
- 
- (21) Division von Dezimalzahlen
  - (22) Quader im Schrägriss
  - (23) Pyramiden im Schrägriss
  - (24) Der Differenzialquotient
  - (25) Kurvendiskussion
  - (26) Das bestimmte Integral
  - (27) Die Bogenlänge von Kurven
  - (28) Inhalt und Schwerpunkt von Flächen
  - (29) Volumen und Schwerpunkt von Drehkörpern
  - (30) Mantelfläche von Drehkörpern
  - (31) Der Schwerpunkt von Kurven
  - (32) Rechnen mit komplexen Zahlen
  - (33) Quadratische Gleichungen
  - (34) Vektorrechnung in der Ebene
  - (35) Das Vektorprodukt
  - (36) Das Spatprodukt
  - (37) Kegelschnittstangenten I
  - (38) Kegelschnittstangenten II
  - (39) Kegelschnittsevoluten
  - (40) Die Ludolfsche Zahl "pi"
- =====