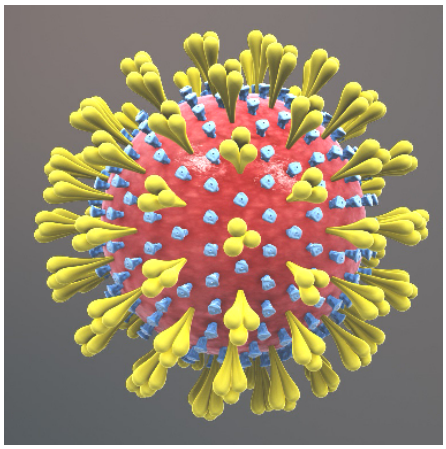
Das Coronavirus „SARS-CoV-2“

Eine Kurzinformation © Herbert Paukert, Sommer 2020

Viren sind infektiöse organische Strukturen, die sich außerhalb von Zellen durch Übertragung verbreiten, sich aber nur innerhalb von geeigneten **Wirtszellen** vermehren. Dabei können sie die Wirtszellen schädigen oder zerstören.

Bislang sind mehrere Tausend Viren identifiziert, die unterschiedliche Form haben, und deren Größe von 10 bis 400 Nanometer variiert. Viren können eine Protein-Hülle aufweisen oder sie sind hüllenlos. Sie besitzen **kein Zellplasma** und keine Zellorganellen und haben daher auch keinen Stoffwechsel. Viren heften sich mit ihrer äußeren Lipidschicht an entsprechende **Rezeptor-Moleküle** der Wirtszellen und dringen dann in diese ein. Viren bestehen im Inneren nur aus **Nukleinsäure** (RNA oder DNA), die nach dem Eindringen in den Wirtszellen ihre eigene Vervielfältigung (**Replikation**) steuert. Zuletzt werden die neuen Virenpartikel nach Außen freigesetzt. Bei diesen Prozessen werden die Zellstrukturen der Wirtszellen zumeist erheblich verändert, von bleibenden Schäden bis zum Zelltod.

(1) Einige Basisdaten zum Virus



Datenquelle: Deutsches Robert-Koch-Institut (RKI)
Zeitpunkt: 01.04.2020

[1.1] Bezeichnung

Die Bezeichnung des Virus ist **SARS-CoV-2**, ein Virus aus der Familie der Corona-Viren.
SARS = Schweres-Akutes-Atemwegs-Syndrom,
CoVid-19 = Corona-Virus-Disease-2019.
Die aus der Virushülle herausragenden Spikes verleihen dem Virus im Elektronenmikroskop ein kronenförmiges Aussehen (**Corona**).

[1.2] Ausbreitung

Epizentrum der Virusausbreitung war 2019 die Stadt Wuhan in China. Vermutete Infektionskette: Fledermäuse – Schuppentiere – Menschen. Daraus entwickelte sich eine Epidemie und weltweit eine **Pandemie**.

Die Ausbreitung der Viren erfolgt **exponentiell** mit einer bestimmten **Doppelungszeit** (D), deren Formel weiter unten hergeleitet wird.

Am **01.04.2020** sind in der Welt über **1 000 000 Menschen** infiziert. Zu diesen registrierten Fällen gibt es eine **Dunkelziffer**, die 5- bis 15-Mal höher eingeschätzt wird. USA und Italien sind zurzeit die am stärksten betroffenen Länder.

Im Durchschnitt liegt das **Sterberisiko** der Infizierten zurzeit bei ungefähr 1 bis 2 Prozent. Dieses steigt bei älteren Menschen oder solchen Menschen, welche bereits eine Vorerkrankung aufweisen.

[1.3] Übertragung

Die Übertragung erfolgt hauptsächlich durch **Tröpfchen-Infektion** über die Schleimhäute von Mund und Nase. Die Viren können **einige Stunden** an Gegenständen infektiös haften. Auch **Schmier-Infektionen** sind dadurch möglich (Gegenstand – Hand – Gesicht).

Ein wichtiger Parameter ist die **Basisreproduktionszahl R_0**. Das ist die mittlere Anzahl der Infektionen, welche durch einen Infizierten verursacht werden. Für das SARS-CoV-2 ist **R_0 zurzeit ungefähr 3** (am 01.04.2020). Das Ziel ist **$R_0 < 1$**, dann kommt die Ausbreitung zum Stillstand. Dazu müssen jedoch mindestens 2 von 3 Übertragungen verhindert werden, was der Fall ist, wenn ca. $^2/_3$ = **67%** der Bevölkerung infiziert und dann immun sind (**Herdenimmunität**). Die Berechnung von **R_0** beruht auf einem komplexen mathematischen Modell.

[1.4] Symptome

Fieber und **Atemwegsprobleme** (z.B. Husten, Kurzatmigkeit). Verlust von Geruch und Geschmack. Allgemeine Schwäche.

In sehr schweren Fällen können Lungenentzündungen mit lebensbedrohlichen Komplikationen auftreten. Viele dieser Patienten müssen auf den Intensivstationen der Spitäler künstlich beatmet werden. Die Risikogruppen für schwere Krankheitsverläufe sind ältere Personen und auch solche mit einer Vorerkrankung, wie Asthma oder Herz-/Kreislauf-Erkrankungen oder Diabetes.
Derzeit wird ein milder Krankheitsverlauf bei über 80% aller Infizierten angenommen.

[1.5] Inkubation

Die Zeit zwischen Infektion und Auftreten der ersten Symptome beträgt durchschnittlich **5 bis 6 Tage** bzw. maximal 14 Tage. In dieser Zeit ist auch die größte Ansteckungsgefahr gegeben.

Dabei heftet sich das Coronavirus an das Rezeptor-Protein „***ACE2***“ (Angiotensin-Converting-Enzym-2) von Wirtszellen im Atemtrakt, dringt ein und vermehrt sich dort. Daraufhin reagiert der Körper mit der Bildung von inflammatorischen **Zytokinen** (entzündungsfördernden Botenstoffen).

Die geschätzte **Dauer der Infektiosität** erstreckt sich von 2 Tagen **vor** Symptombeginn bis 8 Tagen **nach** Symptombeginn.

[1.6] Infektionstest

Dem Patienten wird zuerst ein Schleimhaut-Abstrich entnommen. Ein Test ist dann sinnvoll, wenn ein Kontakt mit einer bereits infizierten Person erfolgte oder typische Symptome auftreten.

Weil die Virus-Gene bereits bekannt sind, wird mit entsprechenden **Gentests** (z.B. PCR-Verfahren, Polymerase-Kettenreaktion zur Vervielfältigung von DNA-Bruchstücken) die Virus-Existenz nachgewiesen.

Eine andere Möglichkeit sind **Antikörper-Tests** im Blutplasma.
Eine dritte Möglichkeit sind Antigen-Tests. Dabei werden für das Virus typische Proteine nachgewiesen.

[1.7] Hygiene

(a) Mindestens **1 bis 2 Meter Distanz** zu anderen Menschen.
Größere Menschenansammlungen unbedingt meiden.
Auch entsprechende **Quarantäne**-Maßnahmen sind sinnvoll.
Die Hauptinfektionsquelle ist Husten. Die dabei ausgestoßenen tröpfchenförmigen Schwebstoffe (Aersole) sind relativ groß und sinken nach relativ kurzer Distanz (2 Meter) zu Boden. Feinverteilte virenbestückte Aerosole mit längeren Wegstrecken in der Luft sind eher selten.

(b) **Hand-Desinfektion**. Desinfektionsmittel sind Mischungen aus Alkohol (95%), Wasserstoffperoxid (3%), Glycerin, destil. Wasser.
Auch eine Desinfektion von Außengegenständen ist sinnvoll.
Am wirksamsten ist gründliches Händewaschen mit Seife, weil Seifen-Tenside die Lipidschicht der Viren zerstören und dadurch die Viren von Oberflächen abgeschwemmt werden.

(c) **Atemhygiene**, d.h. Husten und Niesen nur in den gebeugten Ellbogen oder in ein Taschentuch, welches dann entsorgt wird. Auch die Verwendung von Atemschutzmasken ist sinnvoll. Geeignet sind einfache Masken aus Tuch, die nach jedem Gebrauch mit herkömmlichen Waschmitteln (Tensiden) und mit 60 Grad gewaschen werden. Das Gleiche gilt für Handschuhe aus Tuch. Nach Abnahme von Masken und Handschuhen sind die Hände immer gründlich zu desinfizieren.

[1.8] Medikamente (Stand: Sommer 2020)

Zurzeit gibt es gegen das Virus kein Medikament. Vielversprechend ist ein Ansatz des Mikrobiologen **Josef Penninger**. In seiner Wiener Biotech-Firma „**Apeiron**“ wird der Wirkstoff „**APN01**“ entwickelt, dessen Vorläufer schon in den Jahren 2005/2006 gegen die damalige SARS-Erkrankung erfolgreich eingesetzt wurde. Dabei wird das Rezeptor-Protein „***ACE2***“, über welches sich das Virus an seinen Wirt anheftet, nachgebaut. Diese synthetisierten Moleküle werden injiziert, nehmen das Virus auf und blockieren so seine Einschleusung in die Wirtszelle. Das Medikament wird derzeit getestet.

Einen anderen Ansatz verfolgt die japanische Firma „**Takeda**“. Dort wird versucht Antikörper aus dem Blutplasma zu gewinnen, und zwar von infizierten Personen, die schon geheilt sind. Dadurch soll eine passive Immunisierung erreicht werden.

Zurzeit wird weltweit an der Entwicklung eines **Impfstoffs** geforscht.

[1.9] Notfall

Verdacht auf Infektion?
Bei Besuch in einem Risikogebiet
oder bei Kontakt zu Infizierten
oder bei Auftreten von Symptomen

(a) unbedingte Quarantäne im eigenen Zuhause
(b) Informationen von Gesundheitsdiensten
(Notfall-Telefon in Österreich: 1450)
(c) Durchführung eines Tests
(d) Spitalsaufenthalt bei schweren Symptomen

[1.10] Offene Fragen

(a) Dunkelziffer der Infizierten ?
(b) Statistik der Verstorbenen, wegen (a) und Vorerkrankungen ?
(Obduktion der Verstorbenen ?)
(c) Statistik der freien Intensivbetten ?
(d) Wirtschaftliche Folgen der Pandemie ?
(e) Soziale Probleme ?
(f) Divergenz der Expertenmeinungen ?
(g) Politische Maßnahmen ?

(2) Mathematik zur Virusausbreitung

Ermittlung der Doppelungszeit

Die Doppelungszeit ist ein Maß für die Ausbreitungsgeschwindigkeit.
(Je größer die Doppelungszeit, umso langsamer die Virusausbreitung.)

$M_X = M_1 * e^{k*X}$ Exponentielles Wachstum

M_1 = Anfangsmenge, M_X = Menge nach X Tagen,
e = Eulersche Zahl, k = Wachstumsfaktor, D = Doppelungszeit

$2*M_1 = M_1 * e^{k*D}$
$2 = e^{k*D}$
$\ln(2) = k * D$
$k = \ln(2) / D$

$M_X = M_1 * e^{\ln(2)*X/D}$
$\ln(M_X) = \ln(M_1) + X * \ln(2) / D$
$\ln(M_X / M_1) = X * \ln(2) / D$

$D = X * \ln(2) / \ln(M_X / M_1)$

Beispiel

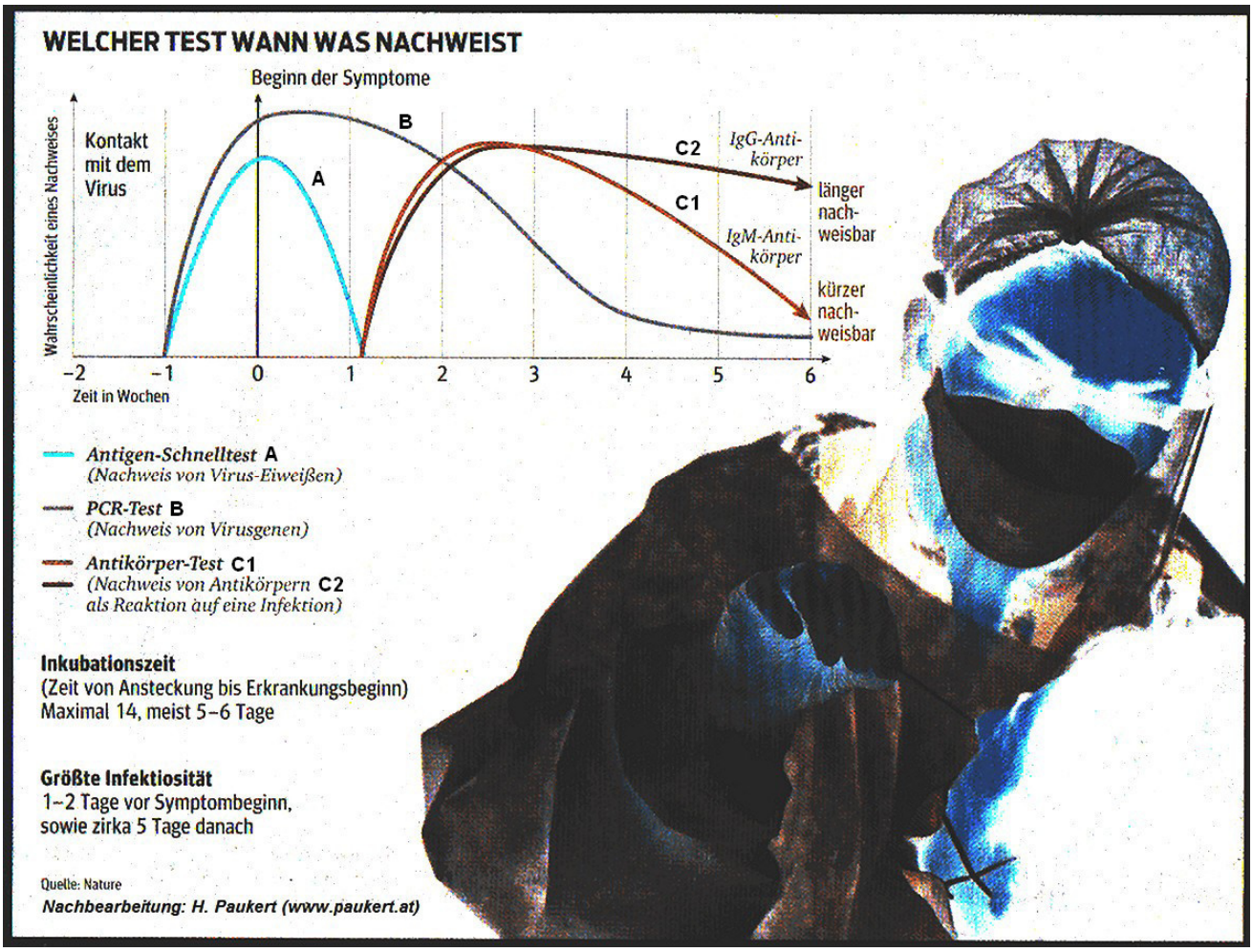
Am 29.03.2020 wurden in Österreich 8536 Menschen positiv getestet.
3 Tage später, am 01.04.2020, wurden 10482 Infizierte registriert. Für die Doppelungszeit D gilt dann:

$D = 3 * \ln(2) / \ln(10482/8536)$

$D = 3 * 0{,}693147 / 0{,}199626$

D = 10 Tage

(3) Zusammenfassende Übersicht



ENDE