

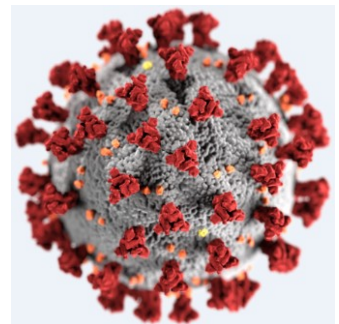
Corona, SARS-CoV-2, Covid-19 Tröpfchen- und Schmierinfektion

Ein paar Überlegungen, womit man es hierbei eigentlich zu tun hat. Die Formeln sind zum Teil nur der Vollständigkeit halber mit eingefügt, aber für das Verständnis nicht so wichtig. Wichtig, **beeindruckend** und **ermahnend** sind hingegen die **Vergleiche!**

„Corona“ ist die umgangssprachliche Bezeichnung für die Pandemie, wird aber auch für das Virus und die dadurch verursachte Erkrankung verwendet. „Covid-19“ ist die Bezeichnung für die durch das Virus verursachte Erkrankung. Die genaue Bezeichnung für das Virus selbst ist „SARS-CoV-2“. „SARS“ steht dabei als Abkürzung für die Virusfamilie und dem durch sie verursachten Krankheitsbild: „Severe Acute Respiratory Syndrome“ oder zu Deutsch „Schweres akutes Atemwegssyndrom“.

Näheres z.B. unter „<https://de.wikipedia.org/wiki/SARS-CoV-2>“. Dort findet man für den Durchmesser eines solchen Virus ca. 100 nm (60-140nm). Aber was heißt das?

Ein Millimeter heißt der tausendste Teil eines Meters. Ein Mikrometer (μm) ist dann wieder der tausendste Teil eines Millimeters. Ein Nanometer (nm) ist ein Mikrometer nochmals durch Tausend unterteilt – also ein millionstel Millimeter. Aus dem Vergleich mit dem Durchmesser eines menschlichen Haares mit 0,02 bis 0,07 mm (im Mittel also 50 μm) ergibt sich, dass ein einzelnes Virus also 500 mal kleiner ist. Einen richtigen Eindruck kann uns das jedoch nicht vermitteln, da Durchmesser- und Volumenvergleiche die wahren Dimensionen – nämlich das dreidimensionale Volumen – nicht offenbaren.



Mit was also das Virus vergleichen? **Nebel**, **Wolken** und die **Atemfahne** an einem kalten Wintertag kennt jeder! Die „klatsch-nasse“ Erfahrung einer Fahrradfahrt durch dichten Nebel hat der eine oder andere auch schon erlebt. Da ist also schon einiges an Wasser in der Luft – und zwar als Tröpfchen! (Nicht zu verwechseln mit der Luftfeuchtigkeit, die unter 100% sozusagen „durchsichtig“ ist.) Das sprichwörtliche „Man kann die Hand nicht vor den Augen sehen“, gibt einen Eindruck, wie viele „Nebeltröpfchen“ da zwischen den Augen und der „Sichtweite“ wohl sein müssen.

Auch wenn die einzelnen **Nebeltröpfchen** mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind, wollen wir uns nun **NUR ein Einzelnes** davon vorstellen. Die mittlere Tröpfchengröße in Nebel ist ca. 20 μm („<https://de.wikipedia.org/wiki/Nebel>“). Also etwa ein 200 mal größerer Durchmesser als ein Virus. Das beeindruckt noch nicht so sehr. Betrachtet man aber das Virus und das Nebeltröpfchen als Kugeln, sieht die Sache schon anders aus!

Die Formel für das Volumen einer Kugel ist $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.

Das Volumen eines Virus errechnet sich daraus also zu:

$$V_V = \frac{4}{3} \pi (50 \cdot 10^{-9} \text{ m})^3 = \frac{4}{3} \pi (5 \cdot 10^{-8} \text{ m})^3 = \frac{4}{3} \pi \cdot 125 \cdot 10^{-24} \text{ m}^3 = \frac{4}{3} \pi \cdot 1,25 \cdot 10^{-22} \text{ m}^3 = 5,236 \cdot 10^{-22} \text{ m}^3$$

was anders geschrieben 0,000000000000052 Kubikmillimeter sind (12 Nullen hinter dem Komma!). Das Volumen eines Tröpfchens ist:

$$V_T = \frac{4}{3} \pi (10 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 = \frac{4}{3} \pi (10^{-5} \text{ m})^3 = \frac{4}{3} \pi 10^{-15} \text{ m}^3 = 4,189 \cdot 10^{-15} \text{ m}^3$$

oder 0,0000041 Kubikmillimeter (5 Nullen hinter dem Komma!). Teilt man das Tröpfchen- durch das Virusvolumen erhält man 7,88 Millionen. Oder anders ausgedrückt, **das Volumen eines Virus ist etwa der 8 millionste Teil eines Nebeltröpfchens**. Das bedeutet zwar nicht, dass 8 Millionen Viren in ein Tröpfchen mit 0,02 mm Durchmesser passen würden, weil sog. Kugelpackungen immer einen leeren Zwischenraum zwischen den Kugeln haben (z.B. wie ein Stapel Orangen). Ein regelrechtes „**Schwimmbad**“ ist ein Tröpfchen für ein Virus aber doch!!!

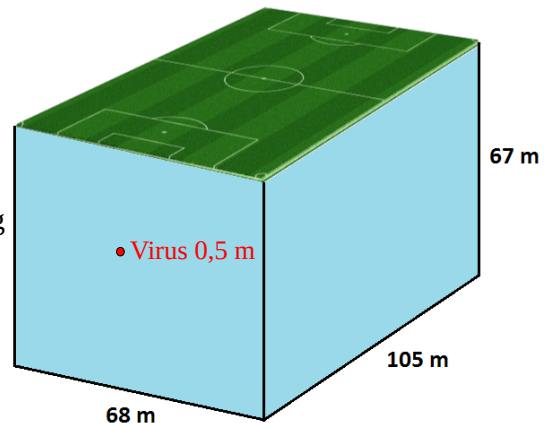
Das Volumen eines Menschen ist ca. 50 – 70 Liter (grobe Vorstellung: Sechs Eimer Wasser übereinander). Das entspricht dem „Heureka!“-Ausruf von Archimedes, als er das Prinzip der Wasserverdrängung erkannte. Das Volumen eines Menschen entspricht der Menge Wasser, das aus einer randvollen Badewanne (oder einem „Schwimmbad“) überläuft, wenn man ins Wasser steigt.

Stellt man sich nun ein einzelnes Virus auf das Volumen eines Menschen vergrößert vor, dann ergeben die rund 60 Liter in etwa eine Kugel mit knapp einem halben Meter Durchmesser. Also die typische Größe eines **Pezziballes** (Sitz- oder Gymnastikball). Das Tröpfchen in gleichem Maßstab vergrößert hätte dann einen Durchmesser von 100 m. Zum Vergleich, die Kuppel der Hagia Sophia hat 31 m, die des Petersdoms 42 m und die halbrunden Kuppeln von Kernkraftwerks-Reaktorgebäuden so um die 50 m Durchmesser. Wie groß wäre dann ein **Schwimmbekken** in das so ein in gleichen Maßstab vergrößertes Tröpfchen gefüllt wird???

Die 60 Liter sind 0,06 Kubikmeter und das mal 8 Millionen (Volumenverhältnis) ergibt 480.000 m³ oder knapp eine halbe Milliarde Liter Wasser. Die Standardgröße eines **Fußballfeldes** ist 105 m lang und 68 m breit, es hat also eine Fläche von 7140 m². Und wie tief wäre dann das Schwimmbekken mit der Fläche eines Fußballfeldes???

$$480.000 \text{ m}^3 / 7140 \text{ m}^2 = 67,2 \text{ m} !!!$$

Das heißt also, das **Schwimmbad**, das ein Virus zur Verfügung hätte, wäre in etwa auch so tief, wie das Fußballfeld breit ist!!! 60 Meter ist nicht ohne: Nur zum Vergleich, ein Hobbytaucher (OWD) darf bis 18 m bzw. als Advanced (AOWD) kurzzeitig bis zu 30 m tief tauchen. Für 60 m braucht es schon Spezialausrüstung und entsprechende Atemgasgemische. Der Wasserdruck in 60 m Tiefe ist etwa 6 bar und damit schon mehr als die Hälfte des Wasserdruckes in einem Feuerwehrschauch (bis 10 bar). Den Boden des Schwimmbekken würde man auch gar nicht mehr von oben sehen können. Auch bei direkter Sonneneinstrahlung wird es auf 30 m schon duster, weil das Wasser das Licht nach und nach verschluckt. Auf 60 m Tiefe ist es dann schon stockfinster.



In diesem gigantischen Volumen wäre es zudem nicht so, dass die Viren wie Pezzibälle nur oben auf dem Schwimmbekken schwimmen würden. Sie können sich im Innern des Tröpfchens – also vergleichsweise in einer halben Million Kubikmeter – gleichmäßig verteilen. Da ist es leicht vorstellbar, dass locker Platz für einige tausende oder zehntausende Viren ist.

Und das in jedem einzelnen, winzig kleinem Tröpfchen!!!

Schmierinfektion: Werden die Tröpfchen verschmiert, etwa auf ein paar Mikrometer Dicke, bleibt den Viren immer noch genügend Raum zum „schwimmen“. Solche Schichtdicken sind mit bloßem Auge auch kaum mehr wahrnehmbar, es sei denn als Schlieren auf einer Glasscheibe oder einem Spiegel. Im Vergleich mit dem Schwimmbekken oben könnte man sich vorstellen, dass das Fußballfeld-Schwimmbekken auf 2 m Tiefe verschmiert wird. Angenommen es hätte noch die Breite eines Fußballfeldes, das Beckens hätte dann aber eine Länge von ca. 3,5 km! Also nur 350 Meter weniger als die offizielle **Ironman**-Schwimmdistanz!!! Die Coronaviren haben ja schon eine gewisse Ähnlichkeit mit Seeminen (Wiki: Ankerseilminen). Bei nur 3500 Viren im Tröpfchen käme also auf jeden Meter Schwimmstrecke eine Seemine. Kein Schwimmer würde seinen Fuß in so ein Minenfeld setzen.



Ein Virus bleibt intakt, solange es „schwimmt“ bzw. in einem feuchten Milieu „schweben“ kann. Oder anders herum ausgedrückt, solange das Schwimmbekken nicht ausgetrocknet ist. Ein dünne Wasserschicht verdunstet auf mikroskopischen Maßstab sehr schnell. Scheintröpfchen aus der Rachen-, Mund- und Nasenschleimhaut – auf gut Deutsch: „Spucke und Rotz“ – enthalten aber Enzyme, die einem schnellen Austrocknen entgegenwirken. Denn es ist ja gerade die Funktion einer Schleimhaut „feucht“ zu bleiben und durch die Enzyme oder den Schleim die Feuchtigkeit zu halten. Das ist auch der Grund warum solche Tröpfchen aus den Schleimhäuten nicht sofort verdunsten und sich viel länger halten. Man kann es als

Anschauung vielleicht ganz gut mit der Konsistenz und Austrocknungszeit eines Tröpfchen Uhu vergleichen. Ein Tropfen dauert lange, bis er mal durchgetrocknet ist. Auch verschmiert ist er nicht sofort trocken – es bleibt noch genügend Zeit, das nächste Papierteil an die Klebestelle anzufügen.

Tröpfcheninfektion: Ein Tröpfchen Wasser ist schwerer als Luft, es muss also auf den Boden fallen. Das tut es auch – allerdings **sehr langsam**. So wie wir es gewohnt sind, dass eine **Nebelschicht** nicht wie ein Stein zu Boden fällt, sondern quasi in der Luft schwebt, so schweben auch kleine, z.B. beim Sprechen ausgeatmete Tröpfchen nur sehr langsam zu Boden. Die Luftgeschwindigkeit zwischen den Stimmlippen im Kehlkopf ist so hoch, dass zwangsläufig immer Tröpfchen mitgerissen werden. Das ist in etwa wie wenn ein Orkan um die Ecke pfeift. Größere Tröpfchen „fallen“ schneller. Das kann man sich anhand der Raumluftbefeuchter mit **Ultraschallzerstäuber** gut vorstellen. Die Wasseroberfläche wird so in Schwingung versetzt, dass sich Wassertröpfchen aus der Oberfläche ablösen und dann als „Nebelschwaden“ über den Rand des Gefäßes Richtung Boden strömen. Obwohl das vergleichsweise große „Tröpfchen“ sind, fallen auch sie nicht wie Steine, sondern schweben eher gemächlich zu Boden.

Deshalb ist der **Mindestabstand von 1,5 Meter** so wichtig! Die Tröpfchen brauchen genügend Freiraum und Zeit um weit genug nach unten schweben zu können. **Je mehr Abstand, desto besser!** Nur so vermindert sich die Gefahr, dass sie nicht von jemand anders eingeatmet werden können und diesen infizieren. Es braucht nicht viel Phantasie um sich vorzustellen, dass es länger dauert, bis die Tröpfchen auch an Kindern und noch länger an Kleinkindern vorbei gesunken sind. Gegenüber eines Erwachsenen stehen Kinder quasi permanent im Regen – also je kleiner, desto länger in einer Gefahrenzone!!!

Es braucht auch keine große Vorstellungskraft, dass Niesen und Husten wahre Fontänen an Tröpfchen hinaus katapultiert. Nun stelle man sich einen Raucher vor, der „gemächlich“ Rauchklingel nach oben in die Luft bläst. Kleinste Tröpfchen werden genauso mit **verwirbelt** wie die Rauchpartikel. Solche Luftwirbel entstehen auch, wenn frei, d.h. ohne Schutz vor dem Mund oder Nase gehustet oder geniest wird. Nur sehr, sehr viel stärker!!! Die Tröpfchen könne durch diese Luftverwirbelungen auch mit nach oben gerissen werden und rieseln dann von oben herab. Auch hier kann man sich leicht Orkanstärke in den Atemwegen vorstellen – es ist ja gerade die Aufgabe von Niesen und Husten die Nase und Atemwege von Schleim zu befreien. Wie durch Untersuchungen gezeigt, haben solche „Fontänen“ eine Reichweite von bis zu 2 Metern. Das macht deutlich, warum die besser irgendwie abgefangen werden müssen. Allerdings dabei die Hand vor dem Mund oder Nase zu halten ist offensichtlich nicht gerade clever! Das in die Hand deponierte Material könnte als Schmierinfektions-quelle, sozusagen als **Minenfeld** z.B. an der nächsten Türklinke oder Kaffeekanne oder Milchkännchen oder Zuckerzange landen.

Das genau ist der Sinn und Zweck, warum in die **Armbeuge** gehustet und geniest werden sollte. Es ist zwar mitunter nicht gerade appetitlich, aber es verhindert wirksam den Ausstoß einer großen Menge Tröpfchen, weil viele davon schon in der Armbeuge abgefangen werden. Und es verhindert die Kontamination der Hände und vermindert dadurch die Gefahr von Schmierinfektionen.

Die Frage, ob eine **einfache Stoffmaske** Sinn macht, beantwortet sich eigentlich schon von selbst. Beim Ausatmen schützt jedes in der Maske hängen gebliebene Tröpfchen andere. Beim Einatmen schützt jedes in der Maske hängen gebliebene Tröpfchen den Träger selbst. Es ist zwar nicht ausgeschlossen, dass Tröpfchen in beiden Richtungen den Weg durch das Gewebe oder an der Maske vorbei finden. Aber die Wahrscheinlichkeit ein Tröpfchen einzuatmen oder zu verbreiten ist deutlich geringer. Besonders beim Husten oder Niesen bremst die Maske den Luftstrom und verhindert so, dass Tröpfchen durch Luftverwirbelungen herumgeschleudert werden. Aus den oben genannten 2 Metern bei freiem Schussfeld werden durch die Maske 20 - 30 cm!!! Die „Virenschleuder“ wird wirksam ausgebremst! Gegenüber **Kindern** oder sitzenden Personen – insbesondere an den **Kassen der Einkaufsmärkte** oder in **Rollstühlen** – sollte das eine Selbstverständlichkeit sein.

Es braucht keine große Überlegung, dass man eine Maske, z.B. beim Ablegen nicht direkt an der Außenseite berühren und dann mit den Fingern ins Gesicht fassen sollte. Deshalb zuhause nicht achtlos mit der Maske umgehen! Sondern nur an den Bändchen anfassen und an einem geschützten Platz ablegen oder am besten gleich in die Waschmaschine. Das Erste nach dem Ablegen der Maske bzw. generell wenn man von außen zurückkommt: **Hände waschen!!!**

Das Virus ist von einer Lipidhülle umgeben, auf der die Spikeproteine wie Stacheln sitzen. Die Lipidhülle ist nichts anderes als ein hohles Tröpfchen Öl, das das Genom des Virus umhüllt. **Seife**, die Tenside in **Wasch-**

oder Spülmittel oder die Alkohole in **Desinfektionsmitteln** greifen diese Ölhülle an und zerstören das Virus. Das dabei freigelegte Genom (RNA) – sollte es noch intakt sein – ist unschädlich, weil der Mechanismus zum Eindringen in eine Wirtszelle nicht mehr funktioniert. Dazu braucht es nämlich die Spikeproteine in einer intakten Lipidhülle. Ein Komplex dieser Proteine ist dabei für das Andocken an einen Rezeptor der Wirtszelle zuständig und ein zweiter für das Verschmelzen (Fusion) der Virushülle mit der Zellmembran. Das Virus wird regelrecht in die Zelle hineingezogen. Als Anschauung: Öl in eine Schüssel Wasser und kräftig umrühren. Die nach einiger Zeit entstehenden großen Tropfen scheinen die kleineren auch regelrecht einzusaugen.

Bei diesem Virus ist es nun nicht so, dass es sich in der Zelle reproduziert und erst dann freigesetzt wird, wenn sich die Zelle mit Viren angefüllt hat und schließlich „platzt“. Nein – hier handelt es sich vielmehr um eine Art **Fließbandproduktion**: Die Zelle arbeitet zunächst normal weiter und produziert sozusagen „nebenher“ weitere Viren, die dann durch einen anderen „normalen“ Zellmechanismus, der Exocytose aus der Zelle ausgeschleust werden. Die infizierte Zelle wird dabei nicht zerstört, die neuen Viren kommen vielmehr aus ihr heraus, wie Blätter aus einem Kopierer. Diese können dann benachbarte Zellen infizieren oder in Sekret-Tröpfchen – eben vornehmlich „Spuke und Rotz“ – nach außen gelangen. Eine infizierte Zelle erfüllt zunächst schon noch ihre eigentliche Aufgabe, wenn auch mit zunehmend verminderter Effizienz. Und genau das ist auch das **heimtückische** an der Infektion: Es werden schon Viren produziert, noch bevor die Zelle ihrer eigentlichen Aufgabe nicht mehr ausreichend nachkommen kann. Das ist ein funktionales Zellversagen, aber die Zelle ist dadurch nicht kaputt – sie ist vielmehr vollständig von der Virenproduktion vereinnahmt.

In eine Zelle eingedrungen ist das Virus noch nicht nachweisbar. Erst wenn nach ca. 2 Tagen die ersten reproduzierten Viren sozusagen aus dem „Kopierer“ kommen, kann ein Abstrich das Virus nachweisen. Das ist die 2-Tage-Unsicherheit bei den Tests. Das Schlimme dabei: Man ist schon nach diesen 2 Tagen virulent (ansteckend), bevor es dann sehr viel später durch das fortschreitende **Zellversagen** zu den eigentlichen **Covid-19-Symptomen** kommen kann. Vom Zeitpunkt der Infizierung bis zu den ersten auftretenden Symptomen können bis zu 14 Tage vergehen (Inkubationszeit). Und genau das ist somit der Zeitraum und der Grund, warum eine Quarantäne mit 2 Wochen angesetzt ist.

Ein Virus kann sich nicht selbst fortbewegen! Es hat keine Beine, kann nicht springen oder umher rollen. Es kann sich auch nicht wie Bakterien in einem Tröpfchen selbst weiter vermehren. Viren brauchen dazu immer eine Wirtszelle. Genaugenommen ist ein Virus noch nicht mal ein Lebewesen im engeren Sinne, da es anders als Bakterien keinen eigenen Stoffwechsel besitzt. Ein Virus ist so gesehen nichts mehr als ein „**Informationspaket**“, das eine befallene Wirtszelle auf die Reproduktion und Vervielfachung weiterer Informationspakete – also weiterer Viren umprogrammiert.

Für die **Verbreitung** dieser reproduzierten Viren sorgen einzig und allein wir Menschen selbst mit unserem **Verhalten**.

So gesehen, kann das Virus offensichtlich „fliegen“ – aber nur, wenn wir es in einem umgebenden „Schwimmbad“, nämlich den beim Sprechen, Husten oder Niesen ausgestoßen Tröpfchen auf die Reise schicken. Wo sie dann überall landen oder aus Unachtsamkeit hingeschmiert werden, kann und mag man sich gar nicht so genau oder nur widerwillig vorstellen.

Dennoch ist es so!!! Die Infektionszahlen zeigen, mit welcher **erschreckenden Effizienz** diese Verbreitung von statten geht!!!

Das zusätzlich heimtückische dieses neuen Virus „**SARS-CoV-2**“ ist, dass es sich nicht nur wie das 2002/2003 ausgebrochene SARS-CoV in Lungenzellen reproduzieren kann. Es kann schon viel weiter oben zusätzlich auch Zellen der Nasen-, Mund- und Rachenschleimhaut befallen.

Das Virus liegt uns buchstäblich auf der Zunge! Sorgen wir mit verantwortungsbewusstem Verhalten dafür, dass es keine Beine bekommt oder umherfliegt!!!

Mit lieben Grüßen und bleibt gesund!
Werner Wolfrum

06.04.2020 www.ciggrip.net