

Mathematische Gedanken zur Corona-Epidemie

Der Corona-Virus (Covid-19) gehört zu den Viren, die sich von einem zentralen Ausbruchsherd aus binnen Wochen auf dem gesamten Erdball ausbreiten können.

Stand heute (11. März 2020) sind weltweit ca. 80.000 Menschen infiziert. Anhand der Entwicklung der Zahl der Infizierten kann man ungefähr darauf schließen, in welchem Maße sich das Virus ausbreitet. Ranga Yogeshwar sprach jüngst in einer Talkshow davon, dass ein Infizierter etwa drei weitere Menschen infiziert. Anhand der Entwicklung der Zahlen in Deutschland innerhalb der letzten 2 Wochen ergibt sich allerdings eine wesentlich höhere Rate, die bei einem Faktor von etwa 1,27 pro Tag liegt. D.h. das an jedem Tag weitere 27 Prozent Personen infiziert werden. Dies entspricht einer Vervierfachung bereits nach 6 Tagen.

Weiterhin spielen die Inkubationszeit und die Dauer der Erkrankung eine Rolle. Nach vielen Quellen beträgt die Inkubationszeit ca. 2 Wochen, die Dauer der Erkrankung wird nicht festgelegt, kann aber anhand der Statistiken über die Zahlen der Infizierten und der bereits Gesunden auf etwa 3 bis 4 Wochen angesetzt werden. Die Gesunden gelten als immun für weitere Infizierungen.

Verwendet man diese Angaben, so kann man unter großem Vorbehalt Hochrechnungen für Deutschland anstellen, aus der der weitere Verlauf der Epidemie errechnet werden kann.

Dabei kann man verschiedene Szenarien durchspielen, die jeweils davon abhängen, wie sehr sich die beschlossenen Maßnahmen auf den weiteren Verlauf der Ausbreitung auswirken.

Der Verlauf lässt sich mit Hilfe einer Exponentialfunktion darstellen, bei der allerdings einige weitere Größen zu berücksichtigen sind.

Grundlagen:

Wachstumsrate pro Tag:	1,27 (entspricht ca. 3 weitere Personen nach 6 Tagen)
Beginn der Rechnung:	150 Infizierte in Deutschland am 02.02.2020
Dauer der Erkrankung:	4 Wochen
Ausbruch der Erkrankung:	2 Wochen nach Infizierung
Wirkung einer Maßnahme	6 Tage später

Man darf allerdings den Wachstumsrate von 1,27 nicht auf jeden weiteren Wert anwenden. Denn es ist ja nicht immer so, dass eine infizierte Person innerhalb von 6 Tagen 3 weitere angesteckt hat. Sondern es ist lediglich so, dass diese Person in 6 Tagen auf 3 weitere Personen trifft, die angesteckt werden könnten. Darunter befinden sich aber auch bereits Genesene, die nun immun sind und weitere Infizierte, die nicht nochmals infiziert werden können. Je mehr es von diesen beiden Gruppen gibt, desto geringer fällt die Wachstumsrate aus, bis sie schließlich zum Erliegen kommt, weil die Wahrscheinlichkeit auf einen noch nicht Infizierten zu treffen immer geringer wird. Außerdem nimmt die Grundgesamtheit der möglichen Infizierer dadurch ab, dass einige inzwischen wieder genesen sind. Diese Effekte muss man in der Rechnung berücksichtigen. Daraus könnte sich eine Art Infizierungswahrscheinlichkeit ergeben.

Weitere Faktoren können dazu führen, dass der Verlauf der Epidemie deutlich milder ausfällt:

1. Wenn es gelingt medikamentöse Gegenmittel zu finden, die den Krankheitsverlauf verkürzen oder das Ansteckungsrisiko absenken. (Beide Faktoren reduzieren die Wachstumsrate.)
2. Wenn die Infizierten früher erkannt werden und isoliert werden, so dass keine weiteren Personen von ihnen angesteckt werden können. (Einfluss auf die Wachstumsrate).
3. Die gesunden Personen schützen sich besser vor Infektion (Einfluss auf die Wachstumsrate)

Durch die Verringerung der Wachstumsrate führt der Verlauf der Exponentialfunktion dazu, dass der Infizierungsprozess langsamer verläuft und dass der Prozentsatz derjenigen, die infiziert wurden geringer ausfällt. Theoretisch würde die Wachstumsrate auf 0 sinken, wenn sich alle Infizierten in Quarantäne befinden oder wenn keinerlei soziale Kontakte mehr bestehen, bei der es zu einer

Infizierung kommen könnte. Diese müssten dann so lange aufrecht rhalten werden, bis keine Ansteckungsgefahr mehr besteht. Damit es nicht zu einem erneuten Ausbruch kommen kann, muss dies weltweit gelten.

Mathematisch formuliert, kann man dann von einer Funktion mit logistischem Wachstum sprechen, bei der die Zahl der Infizierten zunächst exponentiell ansteigt, um dann ab einem bestimmten Zeitpunkt mit sinkenden Wachstumsraten weiter verläuft. Wenn die Wachstumsrate dann nahe Null ist, tendiert die Funktion zu einem Grenzwert. Dieser Grenzwert liegt derzeit (25.03.) in China bei 80000 Personen. Danach sollte sich der Verlauf der Kurve aufgrund der steigenden Zahl der Gesundeten wieder nach unten bewegen.

