

wnoz.de

Prof. Otte: „Warum die Epidemie in Deutschland vorbei ist“

Prof. Otte: „Warum die Epidemie in Deutschland vorbei ist“

GASTBEITRAG: „Thüringen geht den richtigen Weg“, sagt der in Weinheim lebende Wissenschaftler für Künstliche Intelligenz, Prof. Dr. Ralf Otte. Im folgenden Gastbeitrag erläutert er ausführlich, wie er zu dieser Einschätzung kommt, die in vielen Punkten im Widerspruch zur Auffassung des Robert-Koch-Instituts steht.

Liebe Leser der DiesbachMedien, in diesem Essay möchte ich Sie auf eine spannende wissenschaftliche Reise durch die Corona-Zeit mitnehmen. Der Text ist bewusst nicht als wissenschaftlicher Fachtext formuliert, damit Sie ihre Freude und Entspannung am Lesen beibehalten. Die eine oder andere Berechnung, die notwendigerweise vorkommt, werde ich im Text genau erläutern. Man benötigt zum Verständnis der beschriebenen Zusammenhänge nur Mathematik auf Realschulniveau, außer bei der komplizierten Teststatistik. Allerdings möchte ich - um Enttäuschungen zu vermeiden - gleich vorab klarstellen, dass ich weder Epidemiologe, Virologe oder Infektiologe bin, sondern Ingenieur.

Viele Sachverhalte zum SARS-Cov-2-Virus kann ich Ihnen daher

nicht erklären, weil ich schlicht und einfach keine Kompetenz dafür besitze. Ich arbeite bei uns an der Technischen Hochschule Ulm (THU) im Fachgebiet Künstliche Intelligenz (KI) und bin Spezialist für Data Mining und Data Science. Mein Forschungsschwerpunkt ist seit Jahren der Versuch einer Erzeugung von "Bewusstsein auf Maschinen", weil wir das an vielen Stellen in der mobilen Robotik und dem autonomen Fahren (Level V) benötigen, natürlich - um hier gleich etwaige Sorgen auszuräumen - nur ganz rudimentäres Maschinenbewusstsein für das maschinelle Sehen.

Allerdings gehört zu meinem Berufsalltag auch die Auswertung von Daten und ausschließlich darum soll es uns im Essay gehen. Die Auswertungen sind zusammen mit Familie, Freunden und Kollegen entstanden, die ich im Essay einfach als "Team" bezeichne. Die formale wissenschaftliche Aufarbeitung dieser Themen wird an anderer Stelle erfolgen. Ihnen nun viel Spaß beim Lesen!

Worum geht es? Seit Monaten müssen wir uns - ob wir wollen oder nicht - mit dem Corona-Virus auseinandersetzen. Man hört von überall, "wir sollen uns an eine neue Normalität gewöhnen". Aber das müssen wir nicht. Ich werde in diesem Essay versuchen zu zeigen, dass wir zur alten Normalität zurückkehren können. Und zwar jetzt! Die Epidemie ist in Deutschland vorbei.

Ich muss zugeben, dass mich das SARS-Cov-2-Virus sehr erschreckt hat, als ich im Dezember 2019 davon erfuhr. Recherchen im Internet ergaben keine schönen Bilder aus Hubei und Wuhan. Für Mai hatte ich eine Reise an die HUAT University in Hubei geplant, die konnte ich ganz sicher vergessen. Einige meiner

Studenten kommen aus der Hubei-Provinz, das Virus begann mich also zu interessieren. Und fast zu plötzlich kam das Virus nach Europa. Ich kann mich noch gut an die Bilder aus Bergamo (Italien) im Fernsehen erinnern, die in mir große Sorgen hervorriefen. Aus verschiedenen Stellen hörte man, das Virus könne sogar aus einem Labor stammen, in meinem Kopf entstanden Endzeitszenarien. Eine virale Waffe etwa, nein, das braucht niemand.

Ende Februar begann das berufliche Interesse an diesem Thema, denn da das SARS-Cov-2 Virus bei uns in Europa angekommen war, lagen endlich Zahlen vor. Sicher würde man mit KI-Methoden mehr über das Virus und seine Gefährlichkeit in Erfahrung bringen können. Doch man wurde schnell enttäuscht. Das Robert Koch-Institut (RKI) publizierte ab 4. März in seinen täglichen Lageberichten sog. Fallzahlen und man nannte diese in den Medien sogar Infizierte. Das kam uns nicht schlüssig vor, denn wir nahmen sicherheitshalber an, dass bereits Dezember 2019 / Anfang Januar 2020 zumindest einige wenige Corona-Infizierte unentdeckt in Deutschland angelandet waren; der Webasto-Mitarbeiter aus Landsberg am Lech am 26. Januar war aus unserer Sicht nur der erste entdeckte Fall. Die Verdopplungsrate der Verbreitung lag bei 2 bis 4 Tagen, das sagten damals bereits die Fachleute, so dass man schnell überschlagen konnte, dass es, angenommen, wir rechnen vom 1. Januar bis Mitte März, in Deutschland eigentlich Millionen Infizierte geben müsste und nicht nur 4.800, wie vom RKI am 15.3. gemeldet. Aber Millionen Infizierte, das konnte ja auch nicht sein, denn bei EUROMOMO zeigte sich keine Übersterblichkeit. Oder war das Virus harmlos? Es war seltsam. Was wurde gemessen? Was wurde

hochgerechnet? Man musste sich mit den Zahlen auseinandersetzen.

Wir begannen uns also für Fallzahlen zu interessieren, da obiges Exponentialmodell nur eine primitive Hochrechnung war, stellten jedoch sehr schnell fest, dass die Fallzahlen des RKI wissenschaftlich nutzlos waren. Das RKI meldete zu Beginn nämlich nur diejenigen Personen, die bei einem Test als positiv befunden wurden, jedoch nicht die Anzahl der dazu durchgeführten Tests. Mit solchen Fallzahlen ("Positiv getestet" bzw. "Bestätigte Fälle", die sich etwas unterscheiden, weil manche Personen mehrmals gemessen wurden) konnte man natürlich nichts ausrechnen, denn sie waren nicht normiert. Vermutlich waren nur die positiven Tests meldepflichtig, ein Fehler im Meldesystem, mit gravierenden Auswirkungen, wie wir noch sehen werden.

Was aber nun? Ich begann am 22. und 23. März dem RKI zu schreiben, teilte unsere Überlegungen mit, dass wir aktuell eventuell schon Millionen Infizierte hätten, bot unsere Hilfe an und bat um Informationen zu den Tests. Man bedankte sich höflich und behielt sich eine Prüfung der Briefe und Mails vor. Das könnte also dauern, das RKI war schließlich eine Behörde. Was aber konnte man sofort machen? Die täglichen Fallzahlen waren nicht auswertbar, aber die vom RKI gemeldeten Todesfallzahlen ("Verstorbene") schon. Man unterschied beim RKI zwar nicht, ob jemand durch SARS-Cov-2 starb (also ob Kausalität vorlag) oder diese Person mit der Infektion verstarb (Korrelation), aber wir schätzten diesen Verwechslungsfehler (nur) auf Faktor 2, und alle Länder würden den gleichen Fehler machen. So wurde wenigstens

ein Ländervergleich möglich.

Bereits am 29. März konnten wir an den Zeitreihen der Todesfallzahlen erkennen, dass es bei uns nicht wie in Italien oder Spanien werden würde, ich schrieb dem RKI erneut und bot nochmals Unterstützung an. Aber man brauchte keine Hilfe. Nun bin ich, wie oben bereits angemerkt, kein Fachmann für Epidemiologie, sondern Ingenieur, aber unsere Prognosen waren trotzdem sicher: Es würde keinen exponentiellen Sturm von Infektionen und Toten geben!

Warum, so fragen Sie vielleicht, machen Ingenieure auch Prognosen? Hier einige Beispiele von uns: Vorhersage von Emissionswerten in der Chemieindustrie, Lastprognosen in der Energiewirtschaft, Prognose der Ausschussraten in der Fertigung, Prognose der Betrugsversuche bei Abrechnungen bei Krankenkassen, Prognose von Crashes bei Industrieprojekten, Cross-Sellingraten bei Versicherungen uvm. Und auch die Fehlerraten in der Industrie müssen niedrig sein, denn Flugzeuge müssen fliegen, Brücken müssen halten.

Doch alle wissen wir, "... Prognosen sind schwierig, insbesondere wenn sie die Zukunft betreffen", dieses Bonmot wird Churchill nachgesagt und das stimmt natürlich. Prognosen sind eine Kunst, die über Statistik, Data Mining und Data Science hinausgeht. Und das Problem bei SARS-Cov-2 war, dass es Mitte März nur sehr wenige Daten gab. Wir nennen das in der Fachwelt ein Small Data Problem. Damit umzugehen ist viel schwieriger als mit Big Data - Themen, denn viele Data Mining Verfahren versagen beim Small

Data, aber natürlich nicht alle. Wie Künstliche Intelligenz und Data Mining genau funktioniert, publiziere ich für Interessierte an anderen Stellen, das gehört nicht in dieses Essay.

Anfang April war uns klar, dass es in Deutschland nicht zu einem Ansturm auf unser Gesundheitswesen kommen würde und ich gab am 7. April in den DiesbachMedien ein ausführliches Interview mit dem Titel: "Den befürchteten Sturm wird es nicht geben". Den Lockdown-Maßnahmen vom 23. März stimmte ich jedoch ausdrücklich zu. Über diese Maßnahmen lässt sich nachgängig natürlich trefflich streiten, aber eine Analyse ist sehr viel einfacher als jede Prognose. Es kommt mir auch etwas "unredlich" vor, im Nachhinein die Verantwortlichen so massiv zu kritisieren, gerade weil ich diese Prognosen täglich selbst durchführte. Jeder Fachmann von Zahlen hätte in der Woche 11 und 12 (mit den damaligen Erkenntnissen und Sorgen) wahrscheinlich für einen Lockdown gestimmt. Natürlich, politische Entscheidungen müssen mehr berücksichtigen als nur Fallzahlen. Was nun aber hinterher, in der rückblickenden Analyse? Im Nachhinein kann man den Lockdown zumindest als nützlich für die Epidemiebegrenzung bewerten, denn das Infektionsgeschehen in Deutschland wurde in der Woche 14 (30.3. bis 5.4.) signifikant ausgebremst, was man dem sog. Robusten R-Wert ansehen kann (siehe unten). Allerdings darf man für eine ganzheitliche Bewertung der Lockdown-Maßnahmen die "schweren Nebenwirkungen" nicht ausblenden. Unter Berücksichtigung aller Aspekte, die wir heute kennen, werden sich die strengen Lockdown-Maßnahmen wahrscheinlich als zu streng herausstellen.

Das o.g. Interview hatte natürlich ein geteiltes Echo, denn überall wurde gerade davor gewarnt, dass die Krankenhäuser dem Ansturm der Infizierten nicht standhalten würden. Das RKI und manche Virologen stimmten dieser Panik sogar zu, die Auswirkungen auf die Bevölkerung waren dadurch fatal. Zu sehr hatten sich die schrecklichen Bilder von Kranken in die Gehirne eingebrannt. Jeder weiß um die Macht der Bilder und um die Langeweile von Zahlen. Zahlen, selbst Beweise, können niemals die Macht der Bilder erlangen. Es war Panik in Deutschland, und diese Panik wird noch lange in unseren Köpfen nachhallen.

Virologen, Mediziner und Politiker sprachen im März, sogar noch im April und Mai davon, dass wir am Anfang der Pandemie stehen würden. Aber stimmte das? Nein. In der Woche vor dem Lockdown (16.3. bis 22.3.) gab es zwar immer noch eine starke exponentielle Verbreitung des Virus, aber ab dem 23. März war die Verbreitung am Abschwächen und eine Woche später (ab dem 5. April) war die epidemiologische Welle sogar vorbei. "Vom Anfang der Pandemie" in Deutschland zu reden, ist seit Anfang April eindeutig falsch. Im März und April sprach man auch intensiv von Verdopplungszeiten, eine gute wissenschaftliche Idee, aber besser wäre die Analyse der Verdopplungszeiten auf täglichen Zahlen, nicht kumulierten gewesen. Denn auf den täglichen Zahlen, also dem Zuwachs der Infektions- und Totenzahlen, und der Beschleunigung des Zuwachses konnte man eindeutig sehen, dass die Exponentialfunktion, die große Welle, vorbei war. Vorbei, Anfang April.

Wir hatten also Glück in Deutschland! Es war Ostern und es war

geschafft! Und hier könnte das Essay dann auch zu Ende sein, denn Deutschland kam geordnet aus dem Lockdown und würde nun wieder aufgebaut werden können. Alles nochmals gut gegangen! Doch halt, so war es nicht. Leider fingen die Probleme, auch die mathematischen nun erst richtig an. Und darum soll es uns nun gehen, um die zumeist langweilige Mathematik. Schauen wir daher exemplarisch auf drei mathematische Kennzahlen der Krise und deren Auswirkungen auf politische Entscheidungsträger.

Die R-Werte des Robert-Koch-Institutes, kurz gesagt die Reproduktionszahlen des Virus in der Bevölkerung pro Zeiteinheit, sanken seit ihrem Hoch vom 9. bis 12. März vom Wert drei stetig in Richtung eins und darunter, das jedenfalls zeigte uns das RKI in seinen Lageberichten und Bulletins. Ein R-Wert von drei bedeutet, dass eine Person in einer Zeiteinheit (von zum Beispiel 4 oder 7 Tagen) drei weitere Personen ansteckt. Eine solche Situation ist sehr kritisch, denn das bedeutet starkes exponentielles Wachstum! Aber bildete der R-Wert des RKI die Realität wirklich gut ab?

Das RKI begann Ende März neue Informationen in seinen Lageberichten auszuweisen. Am 26. März erschien erstmalig die Anzahl der Tests ("Anzahl Testungen") in den Berichten. Teilte man die Fallzahlen der "Positiven" durch die "Anzahl Testungen" konnte man die Durchseuchungsrate der Testgruppe, die sog. Positivenrate in Prozent, berechnen. Die Positivenrate stellte das Geschehen endlich unabhängig von der Anzahl der Tests dar. Jetzt konnte man die Ausbreitung des Virus in der Testgruppe besser beurteilen, und so stellt sich die Positivenrate in Prozent bis heute dar:

KW10: 3,1% / KW11: 5,9% / KW12: 6,8% / KW13: 8,7% / KW14: 9% / KW15: 8,1% / KW16: 6,7% / KW17: 5,0% / KW18: 3,9% / KW19: 2,7% / KW20: 1,7% / KW21: 1,5% / KW22: 1,1% / KW23: 0,9% bzw. siehe Tabelle. KW13 markiert den Beginn des Lockdowns.

Was kann man damit anfangen? Teilt man die Positivenrate der einen Woche durch die Positivenrate der Vorwoche bekommt man einen R-Wert, der das Geschehen ohne jegliche Schätzung eines Nowcasting (so macht es das RKI bis heute) sehr gut abbildet. Man erhält auch einen R-Wert, der völlig unabhängig von der Anzahl der Tests ist, wir nennen ihn deshalb den Robusten R-Wert. Aktuell liegt der Robuste R-Wert (KW23 / KW22) bei 0,82. Die R-Werte des RKI hingegen sind hochgradig von der Anzahl der Test abhängig. Ein Beispiel: Am 9.3. bis 12.3. zeigte das RKI (rückwirkend) einen R-Wert von über drei, was natürlich für die damalige Zeit eine riesige Gefahr signalisierte. Um die Realität besser abzubilden wäre jedoch nur die Positivenrate der KW12 durch die Positivenrate der KW11 zu teilen gewesen, der vermutliche Infektionsbeginn um 7 Tage vorzuverlegen und man hätte für den gleichen Zeitraum vom 9. bis 15. März einen Robusten R-Wert von 1,15 erhalten. Bereits am 22. März (Ende KW12) war der R-Wert in der Nähe von eins. Die Öffentlichkeit erfuhr dies ab dem 26. März, da wurde die Durchseuchung der Testgruppen für KW11 und KW12 angegeben. Spätestens jetzt deutete sich an, dass wir dieses Virus in den Griff bekommen würden. Ab dem Osterwochenende kam der Robuste R-Wert dauerhaft unter eins ($KW15 / KW14 = 8,1\%/9\% = 0,9$) und ist das bis heute.

Was berechnete das RKI selbst? Sie nahmen nicht ihre Positivenrate sondern dividierten (Mittelwerte von) Fallzahlen. In KW12 wurden 23.820 infizierte Menschen vom RKI gemeldet, in KW11 waren es nur 7.582. Teilt man die Anzahl der Infizierten von KW12 durch die von KW11 kommt man auf $23.820/7.582 = 3.14$. Dieser R-Wert (hinter mehreren smarten Formeln vergraben) wurde in etwa so vom RKI ausgewiesen. In Wirklichkeit hat man jedoch die Anzahl der Tests in der KW11 von 127.400 Tests auf 348.600 Tests in der KW12 erhöht (Tabelle). Es ist natürlich klar, dass dann, wenn man die Anzahl der Tests um den Faktor 2,7 erhöht auch viel mehr Fallzahlen generiert werden, was eine sehr schnelle Ausbreitung der Infektion suggeriert. So gelangten sehr störanfällige R-Werte in die Medien, doch sie bildeten das Geschehen nicht robust ab! In Wirklichkeit hatte sich die Positivenrate in diesen beiden Wochen nämlich nur von 5,9% (KW11) auf 6,8% (KW12) erhöht, schlimm genug, aber natürlich durch unser Gesundheitswesen jederzeit beherrschbar.

Die Benutzung von Fallzahlen für statistische Auswertungen betrachten wir als fragwürdig. Aber selbst heute noch vermuten Experten einen festen Faktor zwischen den gemeldeten Fallzahlen und der sog. Dunkelziffer. Das RKI schätzt den Faktor aktuell auf 11 bis 20, auf der Gesamtzahl. Aber aufgepasst. Entdeckt man mit den Tests an einem Tag zum Beispiel 200 neue Fälle, dann schätzt man mit dem Faktor, dass es in Wirklichkeit noch 4.000 unentdeckte Infizierte in Deutschland gäbe, die Dunkelziffer ist ja bis zu 20-mal höher. Hätte man an diesem Tag aber doppelt so viele Tests durchgeführt, hätte man ggf. 400 Fälle entdeckt. Aber hat sich an diesem Tag die Anzahl der tatsächlich Infizierten in Deutschland

wirklich auf 8.000 verdoppelt oder hat man einfach nur die Testanzahl verdoppelt?

Um die Dynamik der Dunkelziffer aller Infizierten zu schätzen, sollte man das nicht auf Fallzahlen machen, sondern muss die Dynamik der Durchseuchung der Testgruppen als Basis heranziehen, also die Positivenrate. Wir nutzen die Positivenrate zum Beispiel für folgende sehr einfache Arbeitshypothese: Teilt man die wöchentliche Positivenrate durch den Faktor 10 (Bereich 5 - 12), erhält man womöglich eine erste Schätzung für die wöchentliche Durchseuchung der gesamten Bevölkerung. Solche vereinfachten Annahmen trifft man in der Wissenschaft häufig, man muss sie natürlich dann prüfen und nachjustieren. Verknüpfte man dies mit den Todeszeitreihen und ihren Ableitungen sah man Ende März, dass es den großen Sturm auf unser Gesundheitssystem nicht geben wird. Die Fallzahlen des RKI jedoch führten viele in die Irre, selbst Fachleute. (Man muss jedoch ergänzen, dass das Fallzahlen-Problem aktuell nicht so gross ist, da die Anzahl der täglichen Testungen in Deutschland annähernd gleich bleibt.)

Unsere Politiker und Virologen sprachen im Februar und noch März davon, dass es alleine in Deutschland bis zu 250.000 Tote geben könnte, oder gar Millionen! Doch auf Basis welcher Zahlen? Verwechselten Virologen und Mediziner oder nur die Medien etwa Fallsterblichkeit mit Infektionssterblichkeit? Wie auch immer, es war medial gesehen der Supergau der Krise. Wie war dieser schlimmste aller Fehler passiert? Auch das nur kurz erzählt: Man sah nach China, fand dort 3.226 Tote und 80.881 Infizierte (lt. worldometers.info vom 17.3.) und dividierte beides miteinander

(3.226/80.881). Der Quotient lag bei 0,04, also hatte man eine Fallsterblichkeit von ca. 4 Prozent berechnet. Und man dachte, in Deutschland könnten sich - wenn die Maßnahmen nicht so rigoros wie in China wären - zig Millionen Menschen infizieren, was bei einer Sterblichkeit von 4 Prozent zu horrenden Todeszahlen führen würde. Überall wurde im März über solche Szenarien gesprochen. Doch diese Schätzungen waren grundfalsch! Niemals hätten diese Zahlen in die Medien gelangen dürfen, denn wer sollte das überblicken? Es war ziemlich unglücklich gelaufen. Ich schrieb am 13. April an Herrn Wieler, den Präsidenten des RKI, und beschwerte mich nachdrücklich darüber, dass er diesen falschen Prognosen der Virologen und Politiker nicht kraft seines Amtes widersprach.

Um der Angst der Menschen entgegen zu wirken, gab ich im o.g. Interview in den Diesbach-Medien bereits eine eigene Prognose zur Sterblichkeit ab. Egal, ob die Fallsterblichkeit von einem auf drei Prozent steigen würde, die Infektionssterblichkeit wird am Ende der Epidemie auf unter 0,1 Prozent fallen, führte ich aus. Wir schätzen damals, dass weniger als einer von tausend Infizierten an Covid-19 versterben würde. Die Verwechslung von Fallsterblichkeit mit Infektionssterblichkeit hatte das politische Geschehen jedoch bereits überrollt. Eine Abwärtsspirale riesigen Ausmaßes begann. Wurde hier mit verwechselten Zahlen ein ganzes Land verunsichert? Wieler antwortete in einem Brief vom 26. Mai, dass man die Fallsterblichkeit (aktuell 4,7 Prozent) mindestens um den Faktor 11 bis 20 dividieren muss, um sich der Infektionssterblichkeit anzunähern, wir sagen dazu, ja, mindestens. Besser wäre jedoch, es wäre früher und vor allem lauter gesagt worden. Aus meiner

Sicht die größte Zahlenpanne der Krise.

Wieso hat unser Land eigentlich keinen Thinktank, wo Wissenschaftler oder Ingenieure ungefragt ihre Ideen einreichen dürfen, auch wenn sie noch so befremdlich klingen? Wir schätzten beispielsweise, dass die SARS-Cov-2 Infektion spätestens ab einer Durchseuchung von 20 Prozent der Bevölkerung zum Stillstand kommt, unter anderem, weil nicht alle Infektiösen gleich aktiv sind. In Deutschland käme die Epidemie also spätestens ab 16 Millionen Infizierter zum Stillstand und wir rechneten ja bereits im März mit Millionen Infizierten. Von diesen 16 Millionen Infizierten könnten 0,1 Prozent oder maximal 0,2 Prozent ursächlich an SARS-Cov-2 versterben, nahmen wir weiter an. In Deutschland lag das Risiko also aus unserer Sicht bei maximal 32.000 Covid-19-Toten, wenn das Gesundheitssystem dem Ansturm der Kranken standhält. Natürlich kommen andere bei anderen Annahmen völlig berechtigt zu anderen Zahlen, aber wieso hört die Politik bei Maßnahmen mit Folgen unvorstellbaren Ausmaßes auf eine Handvoll Wissenschaftler, wo jeder, wirklich jeder weiß, dass Fachleute sich niemals einig sind. Wir schlittern in die größte Krise seit dem 2. Weltkrieg und niemand nutzt die geballte Intelligenz unseres Landes. Wozu lehren wir die Auswertung von Daten, wenn in einer Krise, wo dieses Wissen so dringend gebraucht wird, federführend nur Menschen gehört werden, deren Beruf es eben gerade nicht ist, Prognosen professionell durchzuführen. Dies kann ich bis heute nicht verstehen.

Der RT-PCR-(Reverse Transcription PCR)-Test von Drosten hat wie jeder Test seine Gütemaße, man nennt sie Spezifität und

Sensitivität oder im Fehlerfall False-positives (FP) und False-negatives (FN). Ich werde im Folgenden nur die Falsch-Positiven besprechen, weil nur noch dieser Testfehler eine Rolle spielt. Bei der Spezifität geht es darum, einen Test zu entwickeln, der eben nur dann eine Infektion anzeigt, wenn auch wirklich eine vorliegt. Also, nur wer mit SARS-Cov-2 infiziert ist, soll bei dem Test ein positives Testergebnis erhalten. Dies soll nicht passieren, wenn man z.B. SARS-Cov-1 in sich trägt oder HCov-OC43 oder was auch immer. (Wie oben gesagt gibt es noch die Falsch-Negativen, also diejenigen Personen, die infiziert sind, ihr Test aber "negativ" anzeigt, doch die Konsequenzen daraus spielen bei dieser Epidemie keine Rolle mehr. Nur für Interessierte nenne ich daher kurz die Sensitivität verschiedener Test-Kits: Real Star: 87,5-100% / Siemens: 100% / BGI: 94-95% / cobas: 98-100%, lt. RKI vom 26.5.)

Nach längerem Warten antwortete Wieler auf unsere Anfragen, dass die Spezifität des PCR-Nachweises 100 Prozent sei. Die Falsch-Positiv-Rate wäre damit null, jedenfalls in der Theorie, so schrieb er weiter. Aber Theorie ist nicht Praxis. Jeder Fehler setzt sich aus systematischen und zufälligen Fehlern zusammen und die zufälligen Fehler bekommt man niemals auf null, das geht prinzipiell nicht. In der Praxis liegt die Falsch-Positiv-Fehlerrate von RT-PCR-Tests häufig zwischen 0,8 - 4%, was Studien mittlerweile aufzeigen (Cohen et. al., Mai 2020). Ein sog. Ringversuch (Zeichhardt et. al., Mai 2020) zeigt nach meinem Verständnis (als virologischer Laie) eine Falsch-Positiv-Rate von 1,4 Prozent, allerdings erscheinen mir diese Fehlerangaben alle als zu hoch.

Laut RKI ist der konkrete Falsch-Positiv-Fehler im praktischen Einsatz (also mit zufälligen Fehlern) nicht bezifferbar, wir müssen also wieder schätzen. Dafür nehmen wir einen Fehler von 0,5 Prozent an und diskutieren die Auswirkungen. Wenn man täglich 50.000 Tests durchführt (was aktuell ungefähr gemacht wird) und der Test einen Falsch-Positiv-Fehler von 0,5 Prozent hat, entdeckt man täglich ca. 250 Personen falsch. Diese 250 Personen sind keine Träger von SARS-Cov-2, es sind ja Falsch-Positive. Natürlich ist das ein Mittelwert, aber man kann sich damit gut vorstellen, dass bei täglich 50.000 Tests beispielsweise 200 bis 300 Menschen als Infizierte markiert werden könnten, die das aber gar nicht sind (je nach konkreter Verteilung von systematischen und zufälligen Fehlern). Ist das nun schlimm? Nun, wenn die Durchseuchungsrate in der Testgruppe hoch ist nein, denn dann hat man Ergebnisse eben mit einem Messfehler. Wenn aber die Wahrscheinlichkeit einer Infektion selbst nur noch bei 0,9 Prozent liegt, dann ist das ein Problem. Und genau das ist (mit Ausnahmen von bestimmten Bevölkerungsgruppen) aktuell der Fall. Die Durchseuchungsrate bei den Getesteten (die Positivenrate) wurde im Lagebericht des RKI vom 10. Juni 2020 mit 0,9 Prozent ausgewiesen, liegt also mittlerweile in der Nähe zu unserem angenommen Testfehler. Und damit ist Vorsicht geboten.

Denn warum kursieren im Internet Hinweise, der PCR-Test hätte eine Fehlerrate von 40, 50 oder 60 Prozent? Nun, dazu liegt eben ein großes Missverständnis vor. Der RT-PCR-Test hat garantiert eine geringe Fehlerrate, sonst wäre der Test gar nicht zertifiziert worden, bleiben wir also bei 0,5 Prozent. Doch nun stellen Sie sich folgendes Beispiel vor. Wenn das Gesundheitsamt im Rhein-

Neckar-Kreis (RNK) in einer Woche 1.000 Tests durchführt und wir nehmen an, dass die Durchseuchung der Testgruppe 0,5 Prozent beträgt (was im RNK aktuell ungefähr der Fall ist), dann bedeutet es, dass es in der Testgruppe 5 Menschen gibt, die das Virus in sich tragen (True-positive, TP) und diese finden wir auch. (Vereinfachend setze ich die Sensitivität auf 100%, die Spezifität ist ja im Beispiel 99,5%.) Doch 995 Menschen, die getestet werden, tragen das Virus nicht in sich und nun kommt der Testfehler ins Spiel. Wenn unser Test eine Falsch-Positiven-Rate von 0,5 Prozent besitzt, finden wir bei den übrigen 995 Personen, die wir ja auch testen (fast) 5 Personen falsch positiv, exakt 4,97 (FP). Die prognostische Aussagekraft des Tests (die sog. PPV-Rate) ist nun $PPV = TP / (TP + FP) * 100\% = 50,13\%$. Wenn bei Ihnen im RNK ein solcher Test also positiv anschlägt, bedeutet es, dass sie das Virus nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent in sich tragen. Jeder Betroffene sollte daher (wenn er symptomlos ist) auf einer Testwiederholung bestehen, denn die prognostische Aussagekraft eines positiven Tests ist weit schlechter als der kleine Testfehler suggeriert, aber eben deshalb, weil die Durchseuchung bereits gering ist, und nicht, weil der Test schlecht wäre. Da sich die Durchseuchung nun von Woche zu Woche ändert (von 9% in der KW14 bis 0,9% in KW23), entstehen die widersprüchlichsten Aussagen. Damit ist aber stets die prognostische Aussagekraft (PPV) des PCR-Tests gemeint, die - das ist wichtig - seit Anfang April immer weiter abfällt. Mit einer mittleren Durchseuchungsrate von 0,9 Prozent über alle Testgruppen in Deutschland, einer realistischen Sensitivität von 95 Prozent und einer angenommenen Spezifität von 99,5 Prozent (Falsch-Positiv-Rate ist 0,5%) liegt die aktuelle prognostische Aussagekraft der PCR-Tests bei circa 63

Prozent.

Nun war der o.g. Testfehler von 0,5 Prozent ein Beispielwert, der Entwickler der Tests hat auf meine Anfragen nach den konkreten Zahlen nicht reagiert. Man muss also abwarten, aber das ist kein Problem. Denn die Positivenrate wird in den nächsten Wochen von selbst gegen die Falsch-Positiv-Fehler der verschiedenen RT-PCR-Tests (RealStar SARS-CoV-2 RT-PCR Kit von altona, SARS-CoV-2 Assay von Siemens, SARS-CoV-2 Test von Roche usw.) konvergieren. Wir merken das dann daran, dass sich die vom RKI gemeldete Positivenrate auf irgendeinem niedrigen Niveau einpendelt. Mancher wird sich zwar wundern, wieso immer wieder neue Infizierte (Fallzahlen) auftauchen, aber meine Leser hier werden wissen, dass dies die Falsch-Positiven sind und der PCR-Test an seinem natürlichen Ende angekommen ist. Ein "Messen in der breiten Bevölkerung" macht wegen der geringen Durchseuchungsrate deshalb nur Sinn, wenn die Politiker - die das aktuell fordern - genau wüssten, dass die Spezifität der Test-Kits in der praktischen Handhabung mindestens 99,95 Prozent beträgt. Das bezweifle ich aber sehr. Es wäre gut, wenn die Virologen das Problem kommunizieren würden, sonst bekommen wir eventuell sinnlose Flächentests ohne jegliche prognostische Aussagekraft. Und zahlreiche Betroffene müssten in Quarantäne, obwohl sie das SARS-CoV-2-Virus gar nicht in sich tragen.

Nichts ist langweiliger als die Zeitung von gestern und nichts ist langweiliger als eine Prognose von gestern. Daher abschließend die Frage: Kann man wieder etwas voraussagen? Ja, das kann man. Hier unsere aktuelle Prognose: Die Pandemie ist vorbei. Auch

das kann man den Zahlen ansehen.

Das RKI weist in seinem Lagebericht vom 10. Juni 2020 die oben erwähnte Positivenrate von 0,9 Prozent aus, d.h. nur bei jedem Hundertsten der Getesteten konnte noch ein Virus nachgewiesen werden. Nun lassen sich geschätzt nur 10 bis 20 Prozent der Menschen testen, die Virusträger sind. Selbst wenn wir also den oben besprochenen Messfehler ignorieren, so kann man in Verknüpfung mit einer angenommenen Sterblichkeitsrate zwischen 0,1 bis 0,25 Prozent und der Rückrechnung von der Anzahl der Verstorbenen (8.700 Personen) abschätzen, dass in der Bevölkerung höchstens nur noch einer (0,4 bis 1,2) von tausend symptomlosen Menschen unentdeckt infiziert ist, also circa 0,1 Prozent. Doch von diesen Infizierten ist nur jeder Fünfte hochansteckend, wie aktuelle Studien zeigen. Zwei von zehntausend Menschen bilden daher das aktuelle Ansteckungsrisiko. Rechnen Sie das auf ihre Heimatstadt hoch, das ist keine Epidemie mehr.

Das Virus ist trotzdem noch unter uns. In einer Stadt mit 50.000 Einwohnern betrifft das geschätzt aktuell 50 Menschen, aber es sind nur circa 10 Personen von denen noch eine erhöhte Ansteckungsgefahr ausgeht, natürlich nur als einfache Größenordnungsschätzung, die genauen Zahlen kann man nicht ermitteln. Da es auch eine Falsch-Negative Rate gibt (0 - 12,5% je nach Test-Kit), könnten wahre Infizierte (TP) sogar unentdeckt bleiben. Deshalb wird es weiterhin in "Hotspots" zu lokalen Ausbrüchen kommen, aber dies kann unser Gesundheitswesen bewältigen.

Die Gesellschaft muss sich daher fragen, ob wir den "Lockdown" aufrecht erhalten wollen, wegen 2 hochansteckenden Infizierten pro 10.000 Menschen (mit einer Infektionssterblichkeit von 0,1 - 0,25%) oder ob wir den Gesundheitsämtern zutrauen, diese lokalen "Hotspots" in den Griff zu bekommen. Und eins ist gewiss: Die Herdenimmunität ist bereits viel höher als von Fachleuten prognostiziert, denn sonst wäre die Positivenrate nicht so rapide gefallen. Die unentdeckt Infizierten können - selbst als "Superspreader" - gar nicht mehr zu einer Epidemie in Deutschland führen. Noch einmal: Die Pandemie ist vorbei. Jetzt besteht eine andere Gefahr: Da es die obigen Messfehler des RT-PCR-Testes in der Praxis ja gibt, werden wir - solange wir messen, selbst bis in alle Ewigkeit - vermeintlich Infizierte aufspüren. Doch das sind Falsch-Positive, wie Sie wissen, das ist die Crux von Messfehlern. Übrigens wird ab diesem Zeitpunkt jeder R-Wert leicht um den Wert eins schwanken, dies jedoch ohne jedwede inhaltliche Bedeutung. Man kann nur hoffen, dass die Politiker das verstehen werden und nicht gleich neue Maßnahmen fordern, weil der R-Wert wieder ansteigt.

Ich plädiere in Anerkennung dieser mathematischen Ergebnisse für das Ende von Grundrechtseinschränkungen wie Kontaktbeschränkungen, für Gebote - statt Verbote, natürlich stets mit lokalen Besonderheiten, und immer dem bestmöglichen Schutz von Alten- und Pflegeheimen. Mir ist bewusst, dass viele dem nicht zustimmen werden, denn die Angst vor dem Virus sitzt zu tief. Aber wie sollte denn sonst eine Exit-Strategie aussehen, wie genau sollten wir sonst zu einer normalen Welt zurück kehren, wenn nicht durch schrittweise mutige Öffnung? Thüringen geht aus meiner

Sicht den richtigen Weg. Wenn wir alle bald diesen Weg einschlagen, wird es auch keine zweite Welle im Herbst geben können, denn dann bauen wir im Sommer und in den Ferien unser Immunsystem auf und bilden bei Viruskontakt die begehrten Antikörper. So nützen wir unseren gefährdeten Mitmenschen am meisten: gesund und mit Antikörpern im Blut. Covid-19 ist eine gefährliche Krankheit, mit großer Dramatik in jedem einzelnen Fall. Covid-19 kann tödlich sein. Es muss uns deshalb darum gehen, eine langfristige und durch die Gesellschaft tragfähige Lösung ohne riesige Kollateralschäden zu finden. Es sollte uns darum gehen, eine zweite Welle im Herbst zu vermeiden, indem die Gesunden jetzt Immunität aufbauen dürfen.

Ja, wir haben nochmals Glück gehabt, Deutschland ist gut durch diese Krise gekommen, jedenfalls medizinisch. Wir sollten auf die Behörden und Politiker deshalb nicht dauernd schimpfen, sondern auch dankbar sein, trotz all der gravierenden Fehler, die gemacht wurden. Denn wer von uns hätte nur richtige Entscheidungen getroffen; nun, wer das von sich glaubt, der werfe den ersten Stein.

Aber nun, liebe Politiker und Behördenchefs, macht das Land wieder auf, insbesondere, um eine zweite Welle im Herbst zu vermeiden. Wir können und müssen es riskieren. Lasst uns gemeinsam die Wirtschaft wieder aufbauen, jeder an seinem Platze. Das wünschte ich mir.

Mein großer Dank geht an mein Team, an meine Frau und an meine beiden Töchter, die mich alle mal wieder entbehren mussten und mir dennoch mit Rat und Tat zur Seite standen. Mein großer

Dank geht an Prof. (em.) Dr.-Ing. habil. Viktor Otte (ehemals Universität Wuppertal) für das Korrektorat. Für Fehler in diesem Essay bin ich jedoch vollkommen selbst verantwortlich. Bitte senden Sie daher Fehlerhinweise an mich an die THU.

Mit diesem Artikel verfolge ich keine finanziellen oder politischen Interessen und wurde von niemandem gesponsert.

Prof. Dr. Ralf Otte

Weinheim, 13. Juni 2020