

Corona-Grafiken

Arbeitsblätter und Infoblätter zu

- AB Infektionszahlen und Infektionsraten
- AB Entwicklung von Infektionszahlen und Zunahmen
- AB Entwicklung von Fallzahlen – zwei Darstellungen
- AB Entwicklung von Infektionsraten
- AB Zahlen von Infizierten, Todesfällen, Genesenen und Raten
- Infoblatt: Kritik der Todesfall-Raten-Vergleiche
- AB Infektionsraten und Verdopplungszeiten
- Infoblatt: Hintergrund der exponentiellen Ausbreitung, Hintergrund zur Zahl der Infizierten, Die Fallstricke von Ländervergleichen
- Infoblatt: Verfahren und Unsicherheit von Prognosen

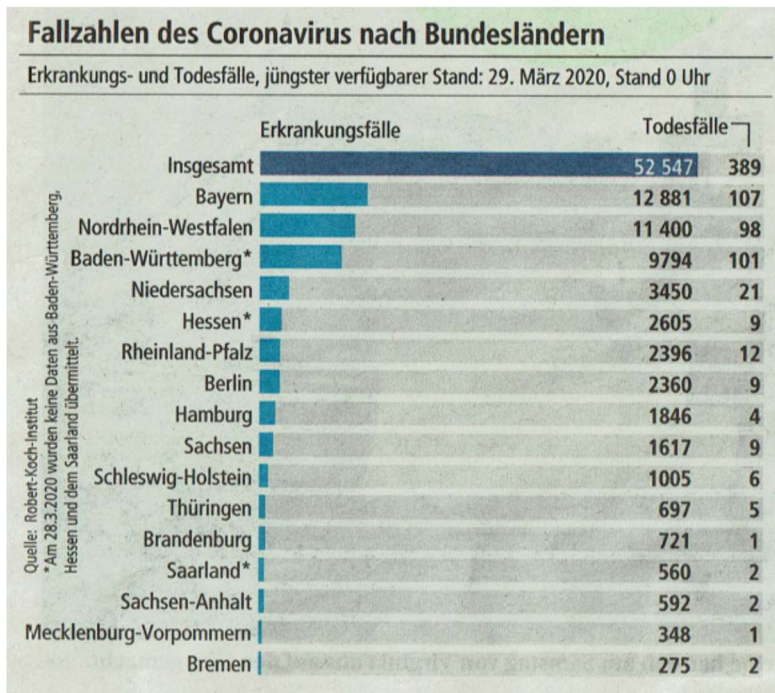
Die Arbeits- und Infoblätter sind für die Hand der Schüler-innen geschrieben. Hinter den ABs steht jeweils eine Bearbeitung. Die ABs können von den Schüler-innen eigenständig bearbeitet werden oder Grundlage eines Unterrichtsgespräches sein, je nach Unterrichtssituation.

Die Infoblätter dienen der Vertiefung der Arbeitsblätter – an geeigneter Stelle – und gehören mit der Bearbeitungsbesprechung in die Diskussion der Lerngruppe.

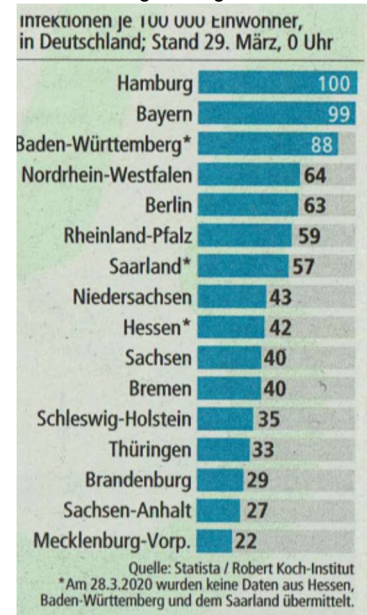
Corona-Daten in Grafiken – Interpretationen

In der Frankfurter Rundschau wie auch in vielen anderen Medien werden täglich Grafiken zu Corona-Daten veröffentlicht. Hier soll es um das korrekte Lesen, um die Zusammenhänge untereinander und um die Interpretation solcher Grafiken gehen. Es kommt hier nicht auf aktuelle Zahlen an, die gibt es sowieso täglich neu. An den vorgestellten Grafiken soll das Lesen solcher Grafiken geübt werden, um aktuelle gut verstehen zu können.

Infektionszahlen und Infektionsraten

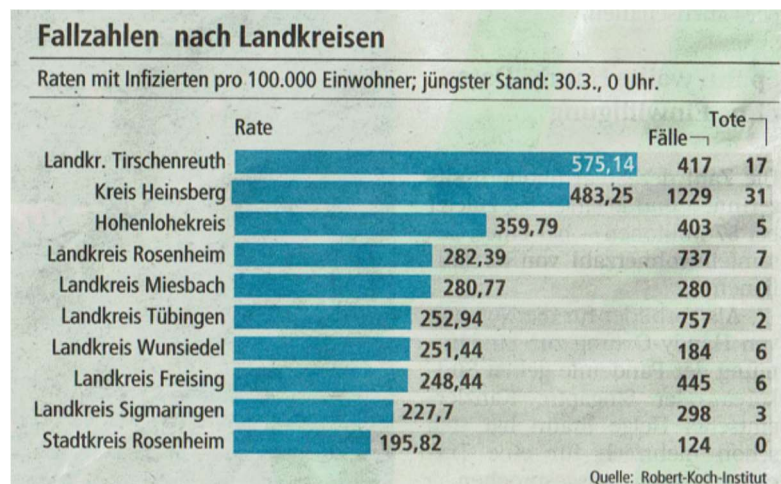


Leider im Original abgeschnitten.



Frankfurter Rundschau, 30.3.20

1. Erläutere, was mit „Infektionsrate“ gemeint ist.
2. An welcher Stelle liegt Hamburg in der Liste links oben?
3. Erläutere, wieso Hamburg in der Liste rechts ganz oben stehen kann.
- 4a) Was bedeuten die Sternchen (*) an drei Ländern in der linken Tabelle?
b) Erläutere, inwiefern dadurch die Länderdaten und Tabellenplätze unsicher geworden sind.
5. Korrigiere die 1. Überschrift der Grafik rechts.
Tipp: Lies die zweite.
6. Begründe: Wieso stehen bei den Balken Kommazahlen?
0,14 Menschen kann es doch gar nicht geben!
7. Die Stadt Rosenheim hat bloß 63.324 Einwohner (2019). Erläutere die Berechnung der Infiziertenzahl.

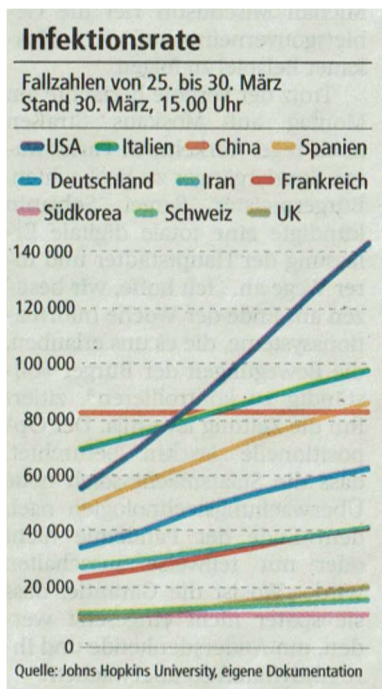


Frankfurter Rundschau, 31.3.20

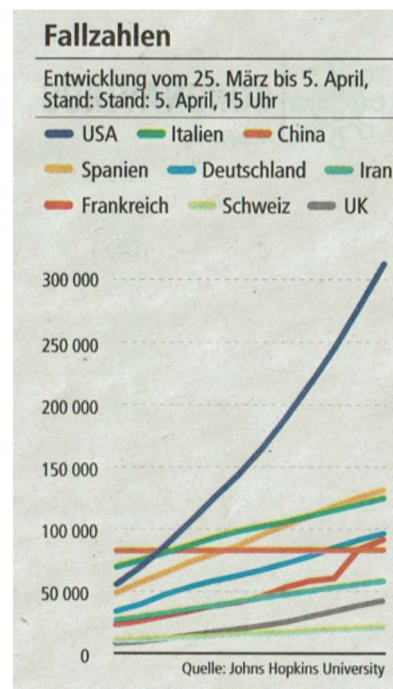
Bearbeitung zu Infektionszahlen und Infektionsraten

1. Infektionsrate = Infektionszahl : 100 000
2. Hamburg steht an Stelle 8 nach Infiziertenzahl der Länder.
3. In der rechten Grafik sind die Länder nach ihrer Infektionsrate (pro 100 000 Einwohner). Da Hamburg im Ländervergleich eine geringe Einwohnerzahl hat, macht die Infiziertenzahl pro 100 000 eine hohe Rate aus.
- 4a) Die Daten von Baden-Württemberg, Hessen und Saarland vom 28.3. (Samstag) lagen am 30.3. (Montag) noch nicht vor.
b) Die Zahlen der drei Länder liegen zu niedrig. Evtl. könnten sich auch die Tabellenplätze noch ändern, was aber nicht sehr wahrscheinlich ist, da der Abstand zum jeweils höheren Platz in allen drei Fällen groß ist.
5. Fallzahlen ist nicht korrekt, es handelt sich um Infektionsraten.
6. Die Infiziertenzahl wird durch 100 000 dividiert, so dass die Infektionsrate durchaus Kommastellen haben kann. Hier: der Landkreis Tirschenreuth hat rund 73000 Einwohner (recherchiert) und 41 985 Infizierte (berechnet). Daraus ergibt die Rate von $41\,985 : 73 \approx 575,137 \approx 575,14$.
7. Die Infiziertenzahl nenne ich I. Die Einwohnerzahl wird als Vielfaches von 100 000 angegeben (d.h. durch 100 000 dividiert).
Die Infiziertenrate ergibt sich daraus zu: $\frac{I}{\frac{63324}{100000}} = \frac{I \cdot 100000}{63324} = 195,82$, also
 $I = 195,82 \cdot 63324 : 100000 \approx 124$.
Die Stadt Rosenheim hatte 124 Infizierte (gemeldet) am 30.März. Das sind weniger als die Rate, da die in diesem Fall auf 100 000 hochrechnet.

Entwicklung von Infektionszahlen und Zunahmen



Frankfurter Rundschau, 31.3.20



Frankfurter Rundschau, 6.4.20

1. Korrigiere eine Überschrift.

Trotz des Überschriftfehlers: aus Entwicklungskurven ist mehr zu entnehmen als aus den Daten für nur einen Tag.

2. Erläutere das an den Kurven vom 31.3. und 6.4. für die beiden Länder

a) Spanien, Italien.

b) Deutschland, China.

3. Auffällig ist auch die Kurve für Frankreich, inwiefern?

4. Der Kurve zu den USA vom 6.4. ist gegenüber der vom 31.3. außer den absoluten Werten mehr zu entnehmen: Mache eine Aussage zur Zunahm-entwicklung.

5. Erkläre den Zusammenhang der Kurve rechts und der Fallzahlenkurve oben zu Deutschland. Notiere einen Durchschnittswert der Zunahme ab 23.3..

Es gab am 8.4. erste Stimmen, die eine Lockerung der Einschränkungen forderten. Sie argumentierten mit dem steilen Abstieg der Zunahmezahlen.

6. Kommentiere die Argumentation mit Blick auf die gesamte Kurve.

7. Wie sähe die Infektionszahlen-Kurve für Deutschland oben aus, wenn die tägliche Zunahme rechts sich tatsächlich bei etwa 4000 halten würde? Beschreibe den Kurvenverlauf.

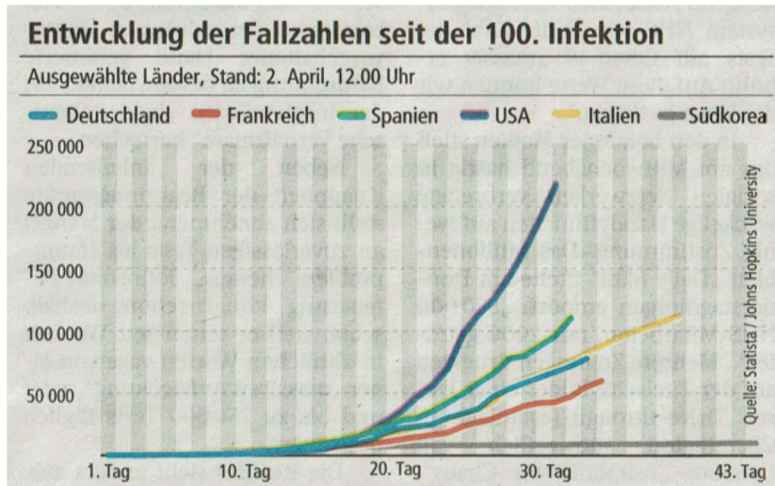


Frankfurter Rundschau, 8.4.20

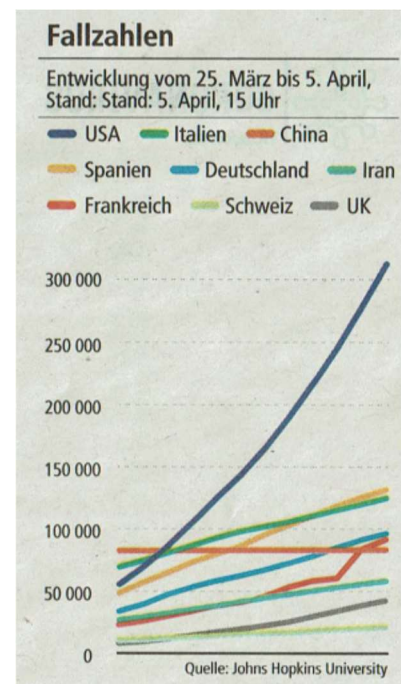
Bearbeitung zu Entwicklung von Infektionszahlen und Zunahmen

1. Auch über der linken Grafik muss Fallzahlen stehen, nicht Infektionsrate.
- 2a) Spanien lag am 30.3. noch unter Italien-Kurve, aber mit stärkerer Steigung. Am 5.4. lag die Spanienkurve dann schon über der von Italien.
- b) Ebenso lag die Kurve der Infiziertenzahl in Deutschland am 30.3. unter der zu China, aber mit deutlicher Steigung, während die Kurve zu China in etwa konstant verlief. Folgerichtig lag am 5.4. die Deutschlandkurve über der zu China.
3. Die Kurve zu Frankreich zeigt, dass es Anfang April eine starke Zunahme der Infiziertenzahlen gegeben hat. Das legt die Suche nach Ursachen und Konsequenzen nahe.
4. In der früheren Kurve scheinen die Infiziertenzahlen fast linear zuzunehmen. Dagegen zeigt die spätere Kurve, dass die Steigung deutlich zunimmt, die Zahl der Neuinfizierten also zunimmt.
5. Die Grafik „Tägliche Zunahme“ gibt an, wie die Kurve der Infektionszahlen (oder Fallzahlen) für Deutschland oben von Tag zu Tag steigt. Ab dem 22.3. steigt die Kurve der Infektionszahlen um rund 5000 pro Tag.
6. Seit dem 23.3. schwankt die Zunahme um 5000 pro Tag. Ob sie ab dem 7.4. auf dem Niveau von 4000 pro Tag bleibt, ist aus der Kurve noch nicht abzusehen. Eine Forderung nach einer Lockerung lässt sich aus dem Zunahmezahlen-Verlauf jedenfalls nicht begründen.
7. Wenn die Zunahmezahl sich bei 4000 pro Tag einpendeln würde, bedeutet das immer noch, dass es täglich 4000 mehr Infizierte geben wird. Die Infiziertenzahl würde linear zunehmen. Die Infizierten-Kurve würde als Gerade (mit 4000 pro Tag) weiter steigen.

Entwicklung von Fallzahlen – zwei Darstellungen



Frankfurter Rundschau, 3.4.20



Frankfurter Rundschau, 6.4.20

Die beiden Darstellungen desselben Sachverhaltes haben unterschiedliche Zeitachsen.

1. Erläutere den Unterschied.
2. Wie lautet der x-Wert für die rechte Grafik, bei dem alle Kurven enden?
3. Erkläre, wieso die Italienkurve in der linken Grafik viel weiter nach rechts reicht als z.B. die aus Frankreich.
4. Notiere, in welcher Reihenfolge die aufgeführten 6 Länder die 100. Infektion erreicht haben.

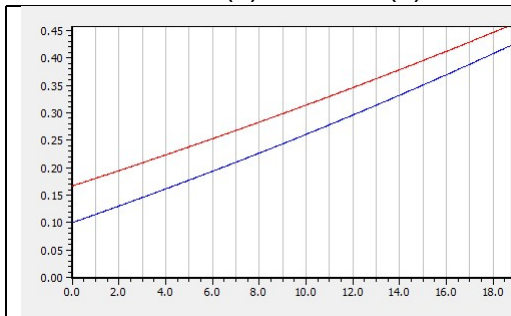
Will man die Entwicklung der Fallzahlen verschiedener Länder vergleichen, dann wählt man die linke Grafik.

5. Erläutere das am Beispiel eines Landes mit frühen Infektionen (wie Italien) im Vergleich zu einem mit späteren Infektionen (wie USA).
- 6a) Stelle in einem Schaubild die Funktionen $f(x) = 1,015^x - 0,9$ und $g(x) = 1,013^x - 0,9$ dar, in einem zweiten Schaubild $f(x)$ und $h(x) = 1,013^{x+5} - 0,9$.
- b) Mit welchem Prozentsatz nehmen die Exponentialfunktionen f , g und h zu.
- c) Erläutere: Im zweiten Schaubild könnten zwei Infektionskurven dargestellt sein über einer Datumsleiste. Wie viele Tage früher beginnt h im Vergleich zu f ?
- d) Erläutere: Dann passt das Schaubild mit f und g zur Darstellung ab dem Starttag mit gleicher Infektionszahl.
- e) Begründe: Das Schaubild mit f und g zeigt die Unterschiedlichkeit der beiden Entwicklungen deutlicher als das mit f und h .

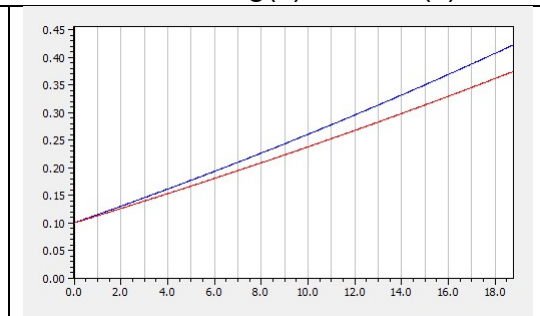
Bearbeitung zu Entwicklung von Fallzahlen – zwei Darstellungen

1. Bei der rechten Grafik steht an der x-Achse jeweils das Tagesdatum. Bei der linken Darstellung wird ein Land „angesteckt“ gewertet, sobald es 100 Infektionen gibt. Ab dem Datum wird mit Tag 1 begonnen zu zählen. Für die verschiedenen Länder stehen also unterschiedlichen Datumsangaben an der x-Achse, je nachdem, wann die Infektion im Lande startete.
2. Die rechte Grafik endet mit dem 5. April.
3. Italien ist bereits seit 39 Tagen mit dem Virus „angesteckt“, Frankreich erst seit 34 Tagen.
4. Südkorea, Italien, Frankreich, Deutschland, Spanien, USA
5. Bis etwa zum 20. Tag nach der „Ansteckung“ verliefen die Kurven der Infizierten in Italien und den USA etwa gleichartig. Danach stieg die Kurve in den USA aber sehr viel stärker an. Das gibt Anlass, nach Gründen und Konsequenzen zu suchen.

6a) untere Kurve $f(x)$, obere $h(x)$



untere Kurve $g(x)$, obere $f(x)$

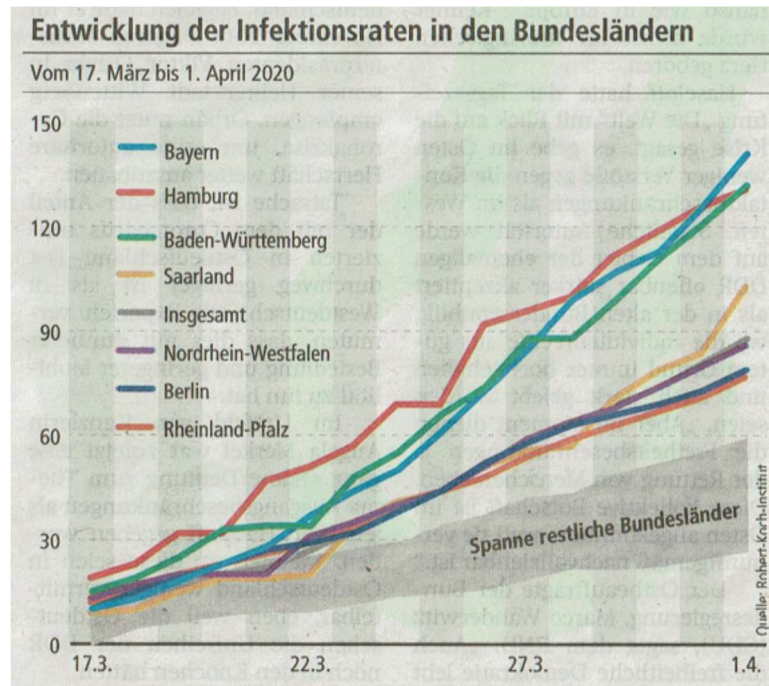


- b) f nimmt um 1,5 % zu, g und h nehmen um 1,3 % zu.
- c) h zeigt einen gegenüber f und g um 5 Einheiten nach links verschobenen Graphen. Die Infektionskurve h könnte also 5 Zeiteinheiten (z.B. Tage) früher gestartet sein.
- d) Da f und g mit dem gleichen Wert (hier 0,1) starten, passt die Darstellung zu einer Darstellung mit gleicher Infektionszahl.
- e) Im ersten Schaubild oben sehen die beiden Graphen sehr ähnlich aus. Dagegen zeigt das zweite Schaubild deutlich die unterschiedliche Steigung der beiden Graphen. Sie erlauben viel eher eine brauchbare Prognose.

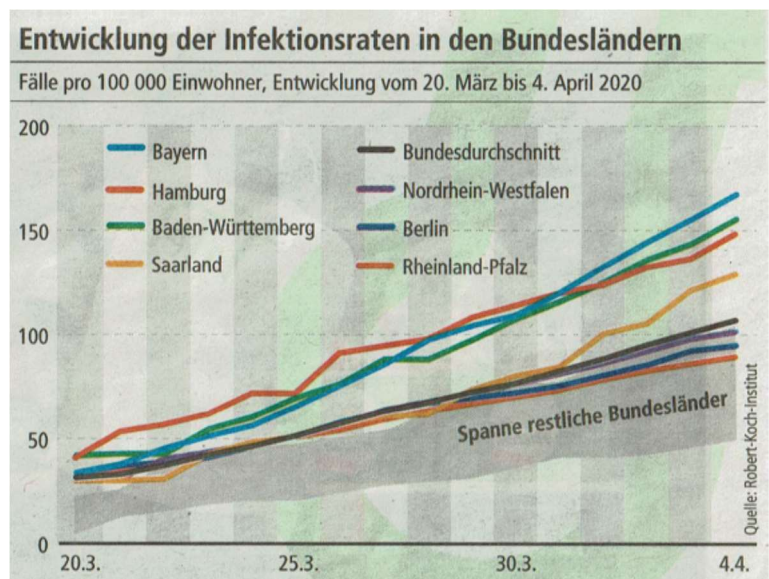
Entwicklung von Infektionsraten

Es sind rechts zwei Kurven zum selben Sachverhalt, nur zu unterschiedlichen Zeiträumen dargestellt.

1. Ist die dargestellte Zeitdifferenz (auf der x-Achse) identisch?
2. Die Kurven auf der unteren Grafik steigen aber nicht so dramatisch wie oben. Erläutere den Effekt.
3. Beschreibe am Beispiel der Hamburg- und Bayern-Kurve, dass die Grafiken für gleiche Zeiträume gleiches darstellen.
4. Prüfe, ob die Zahlen zur Infektionsrate am 29.3.20 (erstes AB „Infektionszahlen und Infektionsraten“) für Hamburg und Bayern zu den beiden Grafiken passen.
5. In der unteren Grafik gibt es eine Kurve zum „Bundesdurchschnitt“. Welche Kurve in der oberen Grafik entspricht ihr?
- 6a) Lies die Infektionsrate zum Bundesdurchschnitt für den 4.4. ab.
- b) Die Infiziertenzahl lag für Deutschland am 4.4. bei etwa 88 000. Passt das zum Ergebnis in a)?



Frankfurter Rundschau, 3.4.20

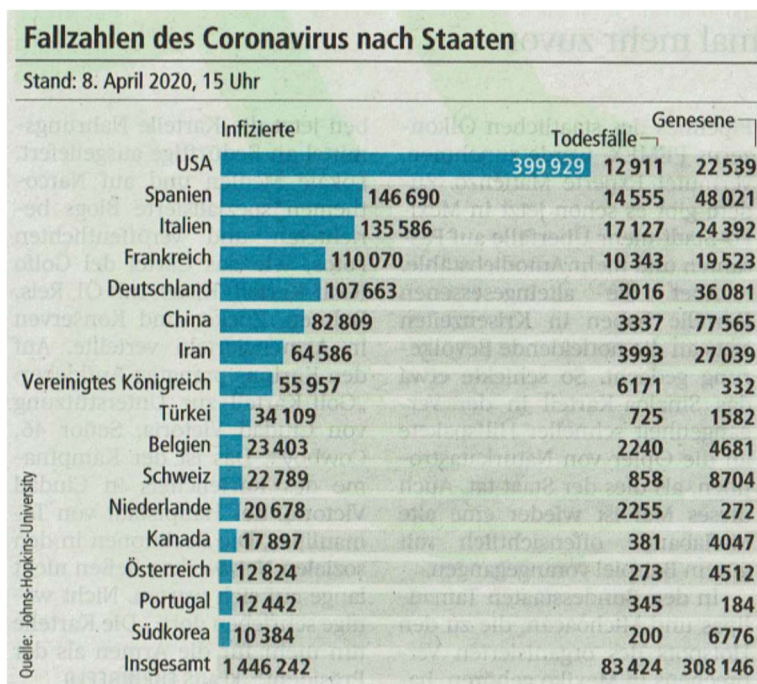


Frankfurter Rundschau, 6.4.20

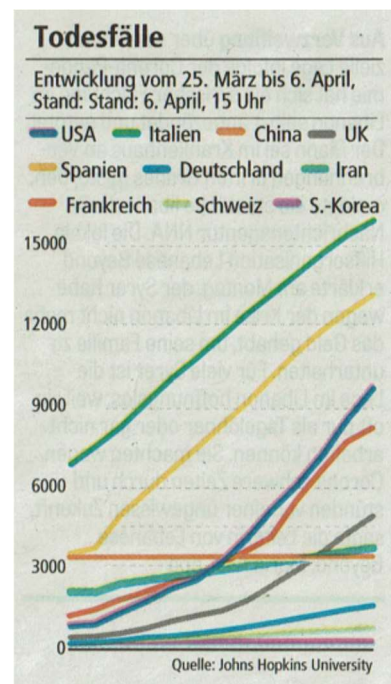
Bearbeitung zu Entwicklung von Infektionsraten

1. In beiden Fällen sind 16 Tage auf der Zeitachse dargestellt.
2. Auf der 2. Achse sind im oberen Schaubild Werte von 0 bis 150 dargestellt, im unteren Schaubild Werte von 0 bis 200. Dadurch sehen Wertezunahmen und damit Steigungen unten nicht so groß aus (da zugleich die Zeitachse in beiden Fällen 16 Tage darstellt).
3. Die Knicke der Hamburg- und Bayernkurve ab dem 20.3. sind in beiden Kurven ähnlich (nur unten weniger deutlich ausgeprägt, siehe 2). Die Kurven schneiden sich am 31. März in beiden Darstellungen.
4. Recherche: Einwohnerzahl von Bayern (13,1 Mio) und Hamburg (1,8 Mio)
Ablesung in der „Entwicklung der Infektionsraten“: Bayern (etwa 100), Hamburg (etwa 110)
Infektionszahl Bayern: $13,1 \text{ Mio} : 100\,000 \cdot 100 = 13100$
Infektionszahl Hamburg: $1,8 \text{ Mio} : 100\,000 \cdot 110 = 1980$
Ablesung bei „Fallzahlen des Coronavirus: Bayern (12881), Hamburg (1846)
Die Größenordnung beider Zahlen passen zueinander. Die Abweichungen liegen in der Größenordnung der Ablesegenauigkeit (s. 6b).
5. In der oberen Grafik wird die Kurve „Insgesamt“ genannt.
- 6a) Ablesung zur Infektionsrate Deutschlands am 4.4.: 105 bis 110 pro 100 000
b) Recherche Bevölkerungszahl Deutschlands: rund 83 Mio.
 $105 : 100\,000 \cdot 83 \text{ Mio} = 87\,150$
 $110 : 100\,000 \cdot 83 \text{ Mio} = 91\,300$
Der Ablesewert bei den Infektionsraten passt gut zur Infektionszahl von rund 88000.

Zahlen von Infizierten, Todesfällen, Genesenen und Raten



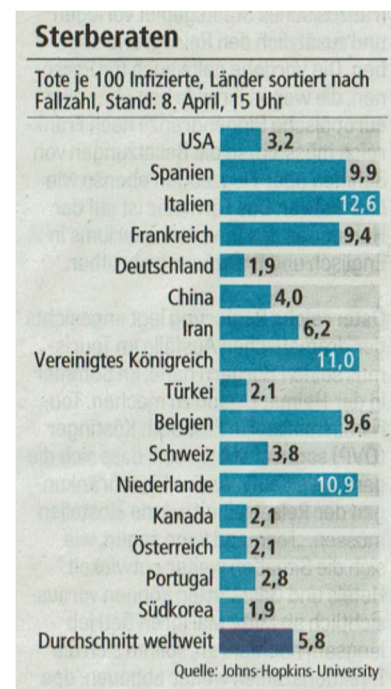
Frankfurter Rundschau, 9.4.20



Frankfurter Rundschau, 7.4.20

Neuere Grafiken enthalten neben den Zahlen zu Infizierten auch die zu Todesfällen und Genesenen.

1. Begründe, in der Grafik oben links sind die Werte für Deutschland auffällig.
2. Genauer: Vergleiche die Zahl der Todesfälle pro 1000 Infizierte von Deutschland mit Frankreich und China („benachbarte“ Infiziertenzahlen) und mit Türkei, Kanada, Südkorea (auch ungewöhnlich geringe Todesfallzahlen).
3. Wage – jenseits vieler Unwägbarkeiten – eine Aussage zur deutschen Krankenversorgung. Nenne eine der Unwägbarkeiten.
4. Berechne (wie in 2) die Rate der Genesenen für Deutschland und die fünf weiteren Länder.
5. Vergleiche die Raten mit der weltweiten.
6. Die Aussage zur Todesfall-Entwicklung (Grafik oben rechts) in der Zeitung lautete: „Auffallend ist, dass die Steigerung – also der Winkel der Kurven – sich in den vier meist betroffenen Ländern ... weitgehend annähert.“ Erläutere, was gemeint ist; auch „den Winkel“.
7. Vergleiche deine Ergebnisse in 2 mit den Daten der Grafik rechts.
8. Prüfe, ob die Angabe zum weltweiten Durchschnitt rechts zu den Daten oben passt.



Frankfurter Rundschau, 9.4.20

Bearbeitung zu Zahlen von Infizierten, Todesfällen, Genesenen und Raten

1. Deutschland hat trotz hoher Infiziertenzahlen sehr niedrige Todesfall-Zahlen.

2. Zahl der Todesfälle pro 1000 Infizierte

$$\text{Deutschland: } \frac{2016}{107663} \cdot 1000 \approx 18,7$$

Frankreich: 94,1; China: 40,3; Türkei: 21,3; Kanada: 21,3; Südkorea: 19,3

Im Vergleich zu den fünf Staaten liegt die Todesfallrate (unter 1000 Infizierten) am niedrigsten.

3. Das deutsche Gesundheitswesen sorgt gut für die Infiziertenfälle, die schwerwiegend verlaufen.

Unklar ist, ob die Infiziertenfälle in den Ländern alle ähnlich (korrekt) erfasst sind, heißt der Nenner ist evtl. nicht vergleichbar.

Unklar ist, ob alle Fälle mit Todesfolge auf die festgestellte Coronainfektion zurückzuführen sind oder ob die Menschen an anderen Krankheiten gestorben sind und „nur“ zusätzlich Corona-infiziert waren, ob sie also „mit“ oder „an“ Corona gestorben sind. Zumindest könnten auch diese Zahlen in den Ländern unterschiedlich bewertet worden sein. Also auch der Zähler ist evtl. nicht vergleichbar.

4. Zahl der Genesenen pro 1000 Infizierte

$$\text{Deutschland: } \frac{36081}{107663} \cdot 1000 \approx 335$$

Frankreich: 177; China: 937; Türkei: 46; Kanada: 226; Südkorea: 653

5. Weltweite Rate der Genesenen: 213

China und Südkorea liegen deutlich über der weltweiten Rate. Das liegt daran, dass die Corona-Infektion dort sehr früh einsetzten und die Epidemie (zumindest von den beiden Regierungen) als weitgehend beendet gilt. Deutschland hat noch deutlich mehr Genesene (pro 1000 Infizierte), Kanada liegt in etwa auf der Höhe, die auch weltweit erreicht wird, Frankreich liegt darunter, die Türkei stark darunter. Zumindest bei der Türkei spielt eine Rolle, dass die Infektionen dort erst spät einsetzten, so dass es noch nicht viele Genesene geben kann.

6. Mit „Steigerung“ ist vermutlich mathematisch die „Steigung“ der Kurven gemeint.

Die Kurvenverläufe von Italien, Spanien, USA, Frankreich (bedingt wegen des Knicks am Ende) und Großbritannien (UK) stimmen ab Anfang April in ihrer Steigung in etwa überein, die von den USA erscheint aber doch größer als die der anderen. Die Zeitung sieht zumindest eine Annäherung. Gemeint ist der „Winkel“, den die grob linear verlaufenden Kurven mit der x-Achse bilden.

Der Winkel α und die Steigung m stehen im Zusammenhang: $m = \tan \alpha$.

7. In der Tabelle sind die Daten nicht pro 1000, sondern pro 100 angegeben. Die berechneten Werte in 2 und die der Tabelle unterscheiden sich um den Faktor 10. Mit der Korrektur stimmen die Raten gerundet überein.

8. Zahl der Gestorbenen pro 100 Infizierte weltweit: $\frac{83424}{1446242} \cdot 100 \approx 5,8$

Die Rate steht auch in der Tabelle.

Kritik der Todesfall-Raten-Vergleiche

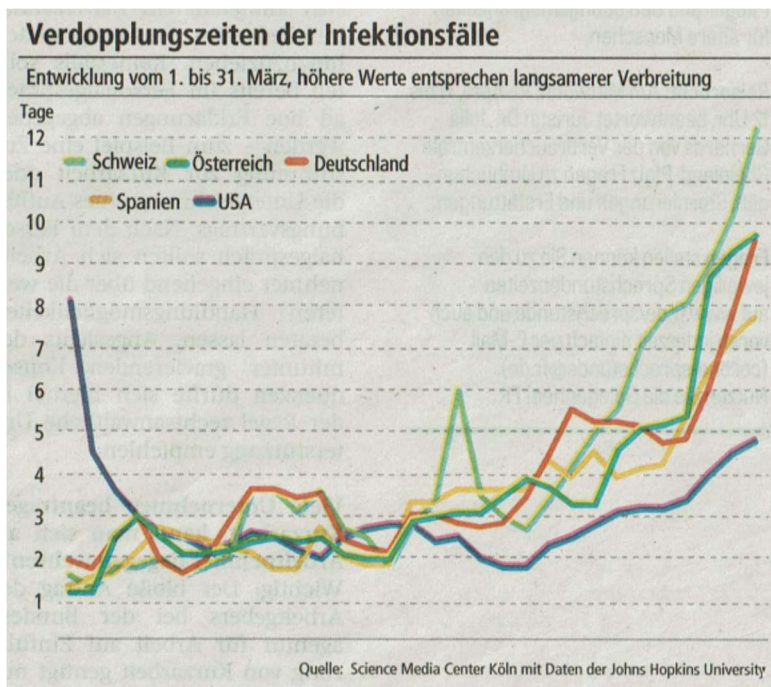
In vielen Ländervergleichen wird auf das Verhältnis der Todesfälle zu den zum jeweiligen Zeitpunkt bestätigt Infizierten verwiesen bzw. die kumulierten Todesfälle durch die kumulierten bestätigten Fälle geteilt. Mit diesem Vorgehen wird jedoch eine falsche Vergleichsgruppe verwendet, und die Tödlichkeit von COVID-19 wird wiederum aufgrund des exponentiellen Wachstums unterschätzt. Sinnvoll wäre, die bestätigten Fälle der infizierten Kohorte, aus der die mutmaßlichen Todesfälle stammen, als Vergleichsgruppe zu wählen. Der Abgleich der Zeitreihen von bestätigten Infektionen und Todesfällen aus China und Deutschland lässt den Schluss zu, dass etwa 11 Tage Verzug das stabilste Verhältnis liefern, d.h. dass es am plausibelsten ist, den Anteil der Todesfälle an der Zahl der bestätigten Fälle 11 Tage zuvor zu berechnen.

Wird allerdings die Dunkelziffer nicht berücksichtigt (die wiederum erheblich vom Ausmaß der durchgeführten Tests abhängt), dann wird der Nenner der Verhältnisgröße zu klein und damit die geschätzte Letalität – d.h. der Anteil der Todesfälle an allen neu Infizierten – systematisch überschätzt. Darüber hinaus variiert die statistische Erfassung der Todesursachen von Land zu Land erheblich. Es ist schwer festzustellen, ob eine Person mit dem Virus oder durch den Virus gestorben ist. Wenn man, wie in vielen Ländern, bei Verstorbenen mit chronischen Krankheiten und im fortgeschrittenen Alter einen Coronavirus nachträglich feststellt, wird ein Teil davon nicht durch, sondern mit dem Virus gestorben sein. Dies führt ebenfalls zu einer Überschätzung der Todesrate. Insgesamt muss man festhalten, dass eine präzise Schätzung der Sterblichkeit zum derzeitigen Zeitpunkt nahezu unmöglich ist.

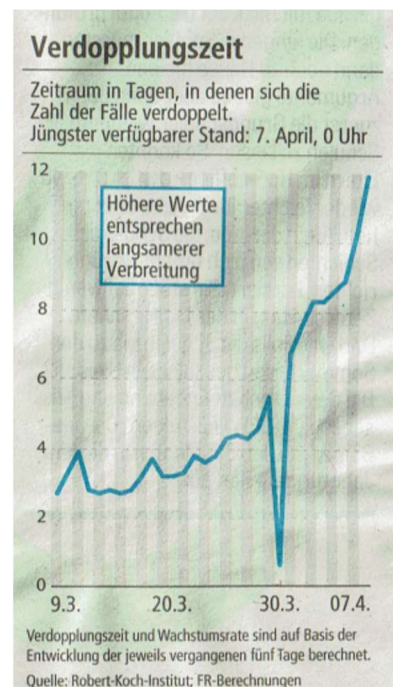
Allerdings gibt es ein natürliches Experiment, das Kreuzfahrtschiff „Diamond Princess“, bei dem von einer vollständigen Erfassung der Infizierten auszugehen ist, weil alle Passagiere getestet wurden. Zwar ist die Besatzung eines Kreuzfahrtschiffs älter als die Durchschnittsbevölkerung, aber diese Altersverschiebung können Statistiker zumindest näherungsweise herausrechnen. Aus den Daten der „Diamond Princess“ ergibt sich nach einer Altersstandardisierung dann eine Sterblichkeit von COVID-19, die bei 0,5% liegt – mit einer Unsicherheit, die etwa bei +/-50% liegt.

Aus: Unstatistik des Monats, 25.3.2020

Infektionsraten und Verdopplungszeiten



Frankfurter Rundschau, 2.4.20



Frankfurter Rundschau, 8.4.20

Die rechte Grafik gibt Daten zu Deutschland an.

1. Erkläre den Satz im Kasten der rechten Grafik.
2. Formuliere den Zusammenhang und Gegensatz der prozentualen Zunahme der Infektionen und ihrer Verdopplungszeit.
3. Zur linken Grafik: „Meine Güte, die Infektionsfälle nehmen in Deutschland ja rasant zu, stärker als in Spanien. Das ist aber eine neue, dramatische Entwicklung!“ – Kommentiere.
4. Passt die Kurve zu Deutschland in der linken und rechten Grafik grob zueinander?
5. Seit dem 25.3. etwa bessert sich die Situation in den 5 aufgeführten Staaten. Begründe, was an der Aussage richtig, was nicht richtig ist.
Tipp: Bedenke auch die Entwicklung der Fallzahlen.

Info: Für die Verdopplungszeit D und den Zunahmeprozentsatz p einer Größenentwicklung gilt in etwa $p \cdot D \approx 70$ (solange p zwischen 0 und 10 liegt).

6. Präzisiere den Zusammenhang bzw. Gegensatz aus 2.
- 7a) Lies die Verdopplungszeit der Infektionsfälle in Deutschland für den 7.4. ab.
- b) Berechne den Zunahmeprozentsatz.
- c) Infektionszahl am 7.4. (99 225) und am 2.4. (73 522): Nach der Unterschrift der rechten Grafik wurde mit dem Mittelwert der Wachstumsrate gerechnet. Berechne ihn und vergleiche mit b.

Bearbeitung zu Infektionsraten und Verdopplungszeiten

1. Verdopplungszeit: Die Zeit, die vergeht, bis sich die Zahl der Infizierten verdoppelt
Wenn sich die Verdopplungszeit vergrößert, dann dauert es länger, bis sich die Infiziertenzahl verdoppelt hat, d.h. die Infektion verbreitet sich langsamer. Hier ist es also gut, wenn die Kurven steigen!
 2. Wenn der Prozentsatz, mit dem sich die Pandemie ausbreitet, höher liegt, dann verlaufen die Kurven zu den Infektionszahlen steiler – schlecht!
Wenn die Verdopplungszeit zunimmt, dann verlaufen die Kurven zu den Infektionszahlen flacher – gut!
Steigt die eine Größe, dann fällt die andere und umgekehrt.
 3. Links sind **nicht** die Infektionsfälle, sondern die Verdopplungszeiten der Infektionsfälle in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt. Wenn die für Deutschland rasant steigen, dann ist das gut!
 4. Die dargestellten Zeiträume (x-Achsen-Einteilung) sind unterschiedlich. Im gemeinsamen Zeitraum vom 9. bis 31.3. verlaufen die Kurven ähnlich (bis auf den unerklärlichen tageweisen Abfall am 30.3. in der rechten Grafik).
 5. Mit Schwankungen nehmen die Verdopplungszeiten zu, das ist gut, da die Infiziertenzahl dann langsamer zunimmt. Aber schlecht ist, dass sie in allen Ländern noch immer zunimmt!
 6. Steigt die eine Größe, dann fällt die andere und umgekehrt; präziser: die Verdopplungszeit D und der Zunahmeprozentsatz p sind umgekehrt proportional.
- 7a) $D = 12$ (Tage)
- b) $p \approx \frac{70}{12} \approx 5,8$ Die Infiziertenzahl nimmt etwa mit 5,8 % pro Tag zu.
- c) Wachstumsrate in fünf Tagen: $\frac{99225}{73522} \approx 1,35 = 100 \% + 35 \%$
In den fünf Tagen ist die Zahl der Infizierten um rund 35 % gestiegen.
Täglich durchschnittliche Rate: $\sqrt[5]{1,35} \approx 1,062 = 100 \% + 6,2 \%$
Die beiden Werte (in b und hier) liegen beide nah bei 6 % (wenn denn tatsächlich so gerechnet wurde, wie hier die Unterschrift im rechten Kasten interpretiert wurde).

Hintergrund der exponentiellen Ausbreitung

Kennt man die grundlegenden Eigenschaften des Krankheitsbilds, kann man die Entwicklung einer Pandemie ziemlich genau prognostizieren. Im Wesentlichen geht es dabei um drei Faktoren: Erstens ist entscheidend, wie viele Menschen eine infizierte Person typischerweise ansteckt (der sogenannte Reproduktionsfaktor). Dieser Faktor hängt nicht nur vom Virus ab, sondern auch von unserem Kontaktverhalten. Zweitens ist für diesen Reproduktionsfaktor von zentraler Bedeutung, wie lange eine infizierte Person ansteckend ist. Drittens entscheidet die Frage, ob nach dem Durchstehen der Krankheit eine Immunität eintritt oder nicht, ebenfalls über die Zahl der möglichen Neuinfektionen.

Auf Basis einer Einschätzung dieser Faktoren kann man die exponentielle Ausbreitung einer derartigen Pandemie in der Bevölkerung recht verlässlich abschätzen. Wir beobachten seit dem 15. März eine tägliche Wachstumsrate der Infizierten von ca. 23 Prozent, d.h. die Zahl der Infizierten verdoppelt sich alle 3 Tage.

Hintergrund zur Zahl der Infizierten

Die Zahl der getesteten Infizierten hat nur bedingt etwas mit der Zahl der tatsächlichen Infizierten zu tun, weil Menschen mit wenigen oder gar keinen Symptomen bislang in den seltensten Fällen getestet werden, insbesondere nicht, wenn sie keinen Kontakt zu nachweislich Infizierten hatten. Erst mit der Entwicklung schnellerer Testverfahren, wird es möglich werden, systematisch zu testen. Dabei wird es voraussichtlich regionale Unterschiede geben. Die Anzahl der erfassten Infizierten wird stark davon abhängen, wie intensiv in den unterschiedlichen Regionen getestet wird.

Ändert sich nun aufgrund neuer Testverfahren der Anteil der bestätigten Fälle an allen Infizierten, d.h. der Summe aus bestätigten Fällen und der nach wie vor nicht erfassten Fälle („Dunkelziffer“), dann können die gemeldeten Fallzahlen steigen, ohne dass dem eine beschleunigte Erkrankungsdynamik zugrunde liegt. Die beobachteten Fallzahlen lassen daher nur bedingt Rückschlüsse darauf zu, ob die in einem Prognosemodell verwendeten Annahmen über die Ansteckungsraten korrekt waren oder nicht.

Die Fallstricke von Ländervergleichen

Da alle Nationen mehr oder weniger ihre eigene Strategie für den Umgang mit der Covid-19-Pandemie verfolgen, ist der internationale Vergleich im Prinzip eine hervorragende Grundlage, um wirksame Strategien zu identifizieren. Doch dazu reicht es nicht aus, die Entwicklung in Deutschland derjenigen in anderen Ländern einfach gegenüberzustellen, ohne die Begrenzungen der Vergleichbarkeit zu bedenken. Insbesondere hängen die erfassten Fallzahlen in jedem Land zentral davon ab, wie systematisch und umfangreich dort auf den Virus getestet wird. Ebenso hängt die nachgewiesene Ausbreitung des Virus aufgrund der geschilderten exponentiellen Natur des Fallwachstums sehr stark davon ab, wann die erste Person in einem Land infiziert wurde und wann eine Regierung Maßnahmen eingeführt hat – und nicht allein von den Maßnahmen selbst.

Aus: Unstatistik des Monats, 25.3.2020

Verfahren und Unsicherheit von Prognosen

„Alle Modelle sind falsch, aber einige sind nützlich,” soll der Statistiker George Box gesagt haben. Nützlich könnten sie besonders für die Führungskräfte sein, die über die Gesundheit von Millionen von Menschen und den zukünftigen Kurs ihrer Organisation entscheiden. Auch Politiker*innen weltweit berufen sich zunehmend auf mathematische Modelle, die sich oft auf wenige verfügbare Daten und stützen und von Annahmen ausgehen, deren Voraussetzungen niemand wirklich kennt. Diese Modelle sollen dabei helfen, eine fundierte Vorhersage über die Zukunft zu treffen und die Notwendigkeit institutioneller und gesellschaftlicher Maßnahmen abzuwägen.

Regierungen haben prompt und oft mit weitreichenden Entscheidungen auf die jeweils neue Informationslage reagiert. So zeigte sich einmal mehr die Macht der Datenanalyse, wenn es um die Kernaufgabe des Managements geht: Entscheidungen zu treffen unter Bedingungen der Unsicherheit. Deutlich wurde dabei allerdings auch: Die kleinste Veränderung in den Daten kann zu dramatisch anderen Schlussfolgerungen führen.

Epidemiolog*innen nutzen als Modellgrundlage für die Verbreitung von übertragbaren Krankheiten meist das sogenannte SEIR-Schema. Es repräsentiert vier Gruppen, in die sie die Bevölkerung aufteilt: infektionsanfällig („susceptible to infection“); exponiert, aber noch nicht angesteckt („exposed“); infiziert („infected“); und genesen („recovered“) bzw. verstorben („removed“). Die tatsächliche Fallzahl in jeder Kategorie können sie in einer sich schnell verändernden Krisensituation jedoch nur schätzen. Diese Annahmen fließen dann in computersimulierte Modelle ein, die versuchen den Krankheitsverlauf in der Bevölkerung vorherzusagen.

Die Schlussfolgerungen solcher Modellrechnungen sind maßgebliche Entscheidungshilfen bei Kernfragen wie: Wie viele Menschen werden womöglich ins Krankenhaus eingeliefert? Wie viele von ihnen werden Intensivpflege benötigen? Reichen im Ernstfall die Beatmungsgeräte aus? Doch mathematische Gleichungen brauchen Variablen. Und genau die sind zurzeit ungewiss: So kennen wir beispielsweise noch immer nicht die tatsächliche Reproduktionszahl von SARS-CoV-2, also die Anzahl der Menschen, die eine infizierte Person zusätzlich ansteckt. Ebenso liegen die genaue Inkubationszeit und die tatsächliche Sterblichkeitsrate weitgehend im Dunklen. Das liegt auch daran, dass die Test-Kapazitäten für den COVID-19-Erreger von Land zu Land stark variieren. Die USA beispielsweise haben in Proportion zu ihrer Bevölkerung von 327 Millionen Menschen nach heutigem Stand sehr wenige Bürger*innen getestet, nämlich genauso viele wie Südkorea, das nur eine Bevölkerung von 51 Millionen Menschen zählt. Es fehlt also weltweit ein zuverlässiger, gemeinsamer Nenner, mit dem sich die Gesamtfallzahlen ermitteln ließen. Hinzu kommt, dass die Meldung und Zusammenfassung dieser Daten sich in Krisensituationen oft verzögert.

Ada-Newsletter vom 2.4.2020