

COVID 19

Stop the Hurricane

Zielsetzung

Diese Stellungnahme soll helfen, die "Dynamik" der aktuellen COVID 19 Infektion besser zu verstehen und zu umgehenden couragierten Gegenmaßnahmen ermutigen.

COVID 19 in Deutschland

COVID 19 wird in Deutschland und Europa vielfach noch unterschätzt [1].

Wir haben ganz zu Beginn gesehen, wie die Firma Webasto das Problem perfekt erledigt hat. Wir haben gesehen, wie z.B. Singapur, Taiwan und China erfolgreich dagegen vorgegangen sind.

Die WHO hat darauf gepocht, dass das Virus zurückgedrängt werden könne, wenn die notwendigen Maßnahmen ergriffen würden und mehrfach aufgefordert, mit allen Mitteln dagegen zu arbeiten. Die WHO ging lange davon aus, dass eine Pandemie mit drastischen Maßnahmen gestoppt werden kann.

Noch immer werden allerdings völlig untaugliche Vergleiche zwischen COVID 19 und Influenza gezogen und man kann sich offensichtlich eine Infektion von 60..70% der Bevölkerung vorstellen [2].

COVID 19 und Influenza

Dieser wiederholt gehörte Vergleich ist untauglich [3]. Teilweise ist von durchschnittlichen Sterblichkeitsraten über 2% und noch wesentlich höheren Werten für ältere Leute die Rede [4]. Selbst wenn es bezogen auf alle Infizierten schlussendlich vielleicht nur 0,5% sind, reden wir bei 60..70% der Bevölkerung in Deutschland von 50 Mio Menschen von 250.000 Toten.

Durch Influenza-Wellen sterben wesentlich weniger Menschen.

Zeitskalen

Die öffentliche Diskussion schafft es tatsächlich, in einem Satz zum Thema "... soll ... Zeit gewonnen werden", über weitere Vorbereitungen, medizinische Behandlungskapazitäten, Belastungsspitzen und die Entwicklung von Impfstoffen zu sprechen [1].

Leider wird dabei übersehen, dass hier über sehr unterschiedliche Zeitskalen gesprochen wird, bei der Entwicklung von Impfstoffen u.U. von mehreren Jahren, bei der Leistungsfähigkeit des Gesundheitswesens von der Bewältigung von 50 Mio Infizierten und davon immerhin einigen Mio schwer Erkrankten mit ca. 30.000 Betten und bei einem epidemischen Ausbruch von wenigen Wochen. Deutschland mag ja eine qualitativ eine sehr gute medizinische Versorgung haben, aber sicher nicht im Falle eines ungebremsten epidemischen Ausbruchs.

Der epidemische Ausbruch

Im folgenden betrachten wir die Infektionsverläufe in einigen Ländern mit den weltweit meisten (China, Italien) und europaweit meisten (Frankreich, Spanien, Deutschland) erfassten Infektionen. Es stehen dazu u.a. Daten der WHO [5][6] und der ECDC [7] zur Verfügung. Die Daten der ECDC wurden hier verwendet, da leicht zugreifbar und teilweise genauer, im Ergebnis quasi gleich.

Wie die Graphiken zeigen, folgen alle – ungebremsten – epidemischen Ausbrüche dem gleichen Schema. Die Graphiken sind für sich schon mal recht eindrucksvoll und zeigen, wie wenig Zeit für angemessene Reaktionen bleibt.

Das exponentielle Wachstum ist in [8] schon mittels Faktoren beschrieben; die Infektionsverläufe können leicht mittels Exponentialfunktionen angenähert werden:

$$\frac{N}{N_0} = \exp[\lambda(t - t_0)]$$

t : Zeit [Tag]

t₀ : Zeit [Tag] des Ausbruchs

N : Infizierte

N₀ : Infizierte zu Beginn des Ausbruchs

λ : Wachstumsrate [1 / Tag]

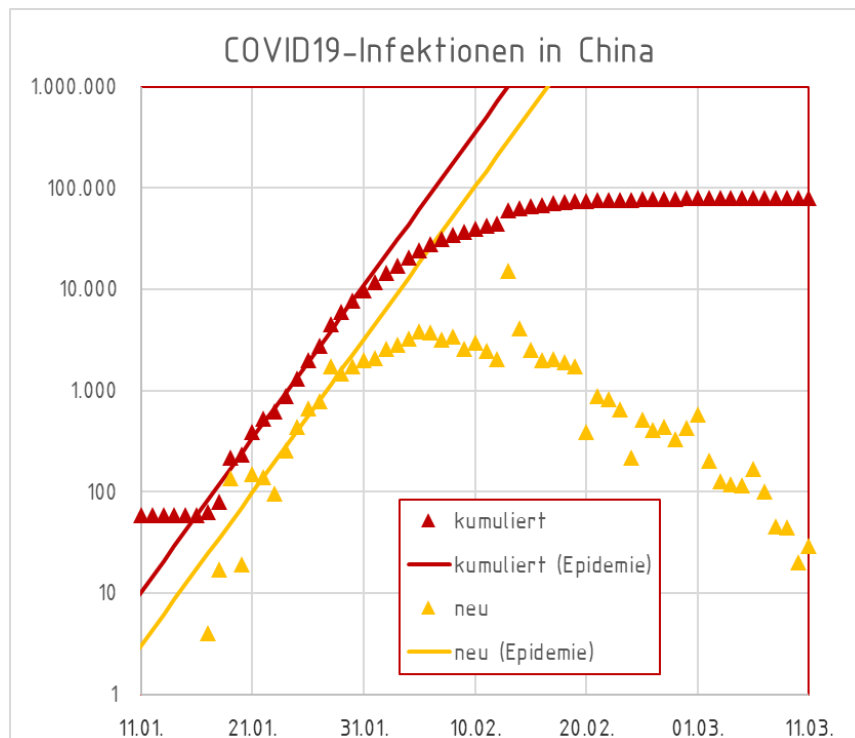


Bild 1

Für alle betrachteten Länder zeigt sich eine ähnliche Wachstumsrate $\lambda \approx 0,30..0,35/\text{Tag}$. Damit es nicht so theoretisch klingt, vielleicht zwei etwas griffigere Schlussfolgerungen:

Die Anzahl der Infizierten verdoppelt sich dabei in etwa alle zwei Tage ($\Delta t = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0,69}{0,33} \approx 2$).

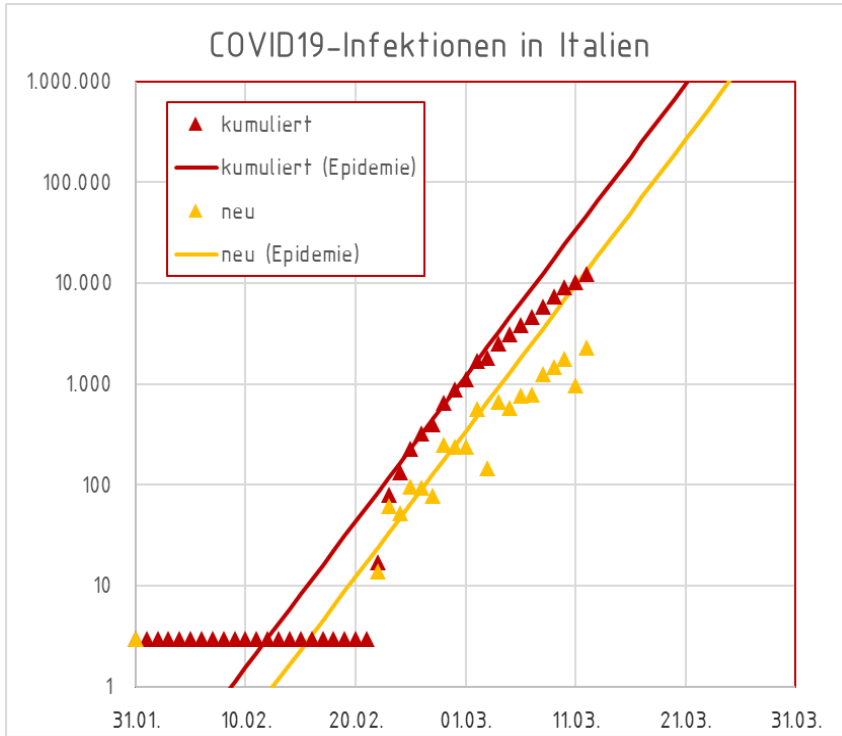


Bild 2

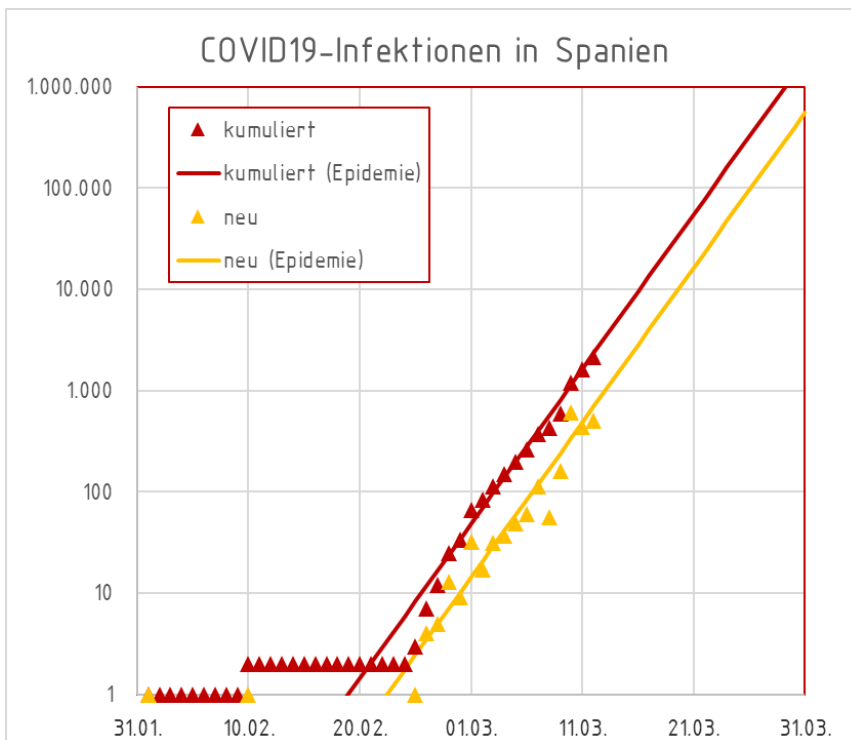


Bild 3

Die Anzahl der Infizierten verzehnfacht sich dabei etwa jede Woche ($\Delta t = \frac{\ln(10)}{\lambda} \approx \frac{2,3}{0,33} \approx 7$).

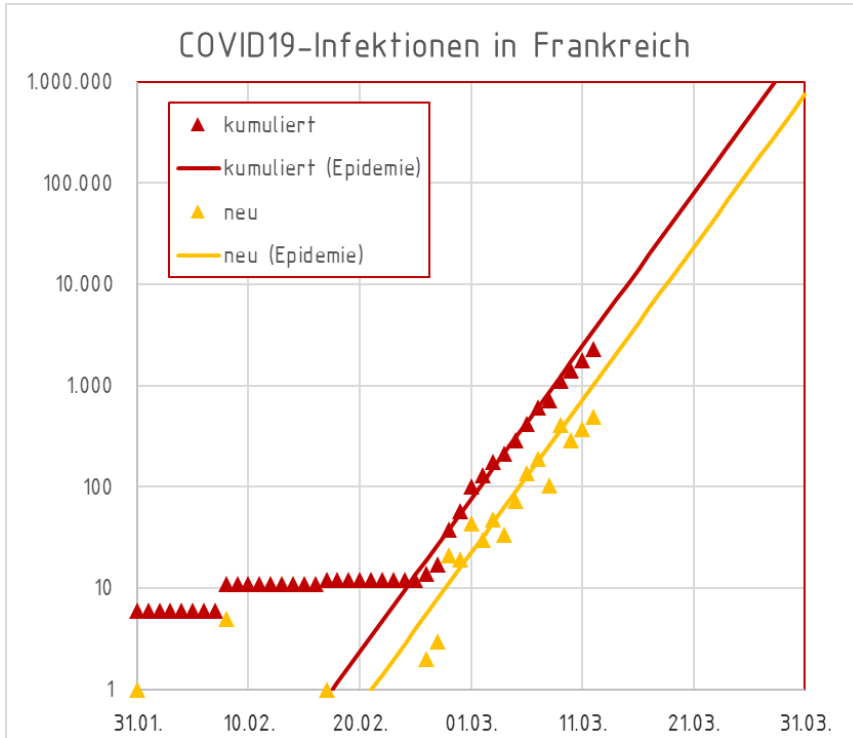


Bild 4

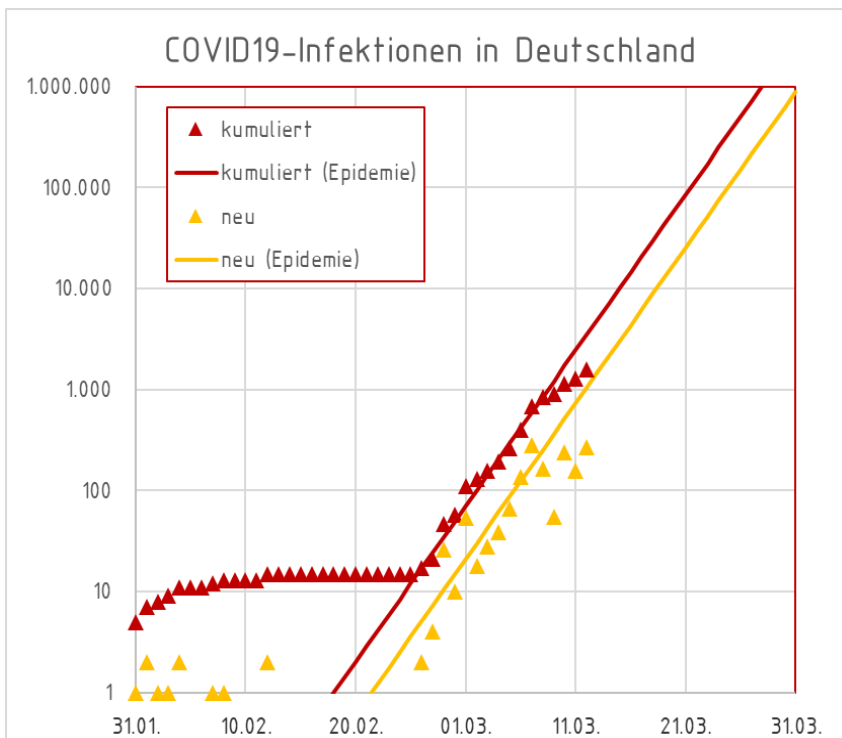


Bild 5

Das sind Verläufe, mit denen wir im Alltag nicht wirklich vertraut sind.

Gegen-Maßnahmen

China hat die COVID 19 Infektion erst relativ spät erkannt bzw. ernst genommen, dann aber starke Maßnahmen ergriffen [9] und damit den Zahlen nach zu urteilen den epidemischen Ausbruch nahezu vollständig zurückgedrängt.

Der Verlauf der Neuinfektionen lässt sich dabei gut mit einem "Modell des fremdvergifteten Wachstums" beschreiben (... wobei Fremdvergiftung für die ergriffenen Gegenmaßnahmen steht).

$$\frac{N_{neu}}{N_{neu,ref}} = \exp\left[\lambda(t - t_{ref}) - \frac{1}{2} \cdot C \cdot (t - t_{ref})^2\right] = \exp\left\{\left[\lambda - \frac{1}{2} \cdot C \cdot (t - t_{ref})\right](t - t_{ref})\right\}$$

t : Zeit [Tag]

t_{ref} : Zeit [Tag] im epidemischen Ausbruch gewählt

N_{neu} : neu Infizierte

N_{neu,ref} : neu Infizierte zum Zeitpunkt t_{ref}

λ : Wachstumsrate (Virus, Neuinfektionen) [1 / Tag]

C : Vergiftungskonstante (Wirkung der Gegenmaßnahmen auf Neuinfektion) [1 / Tag²]

Mit λ = 0,36/Tag, C = λ/(23 Tage) und Maximum am 12.02.2020 resultiert:

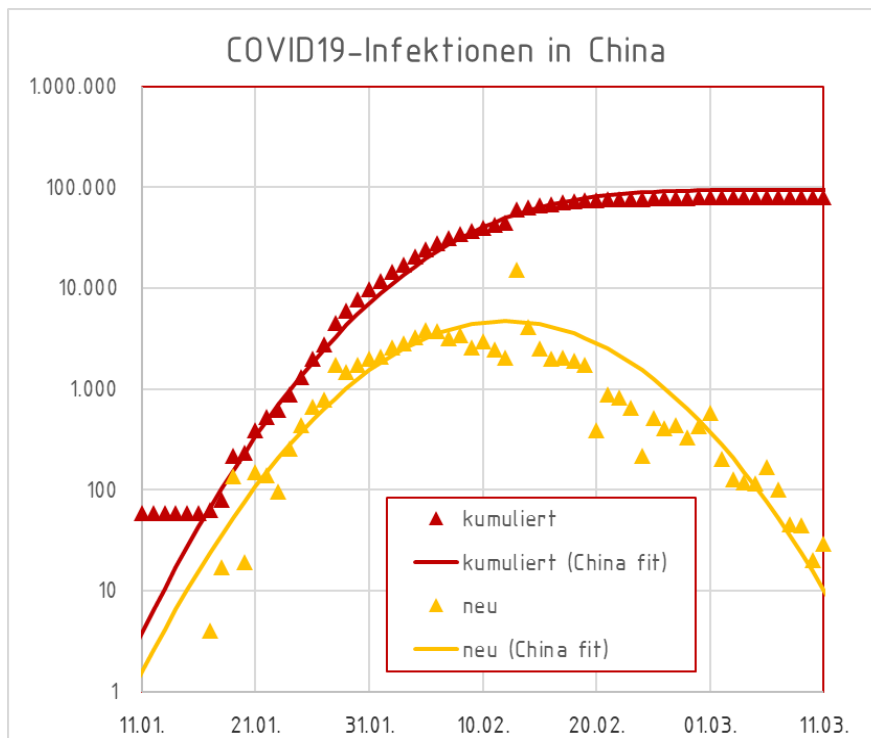


Bild 6

Gegen-Maßnahmen, Analogie

Geht man davon aus, dass Gegenmaßnahmen in Deutschland vergleichbar wie in China ergriffen würden, so könnten die Neuinfektionen vielleicht ebenfalls einen gleichartigen Verlauf nehmen. Mit den gleichen Parametern $\lambda = 0,36/\text{Tag}$, $C = \lambda/(23 \text{ Tage})$ könnte dann ein – wahrscheinlich Best Case – Blick in die Zukunft gewagt werden.

Das Maximum der Neuinfektionen fiel dann hier auf den 23.03.2020:

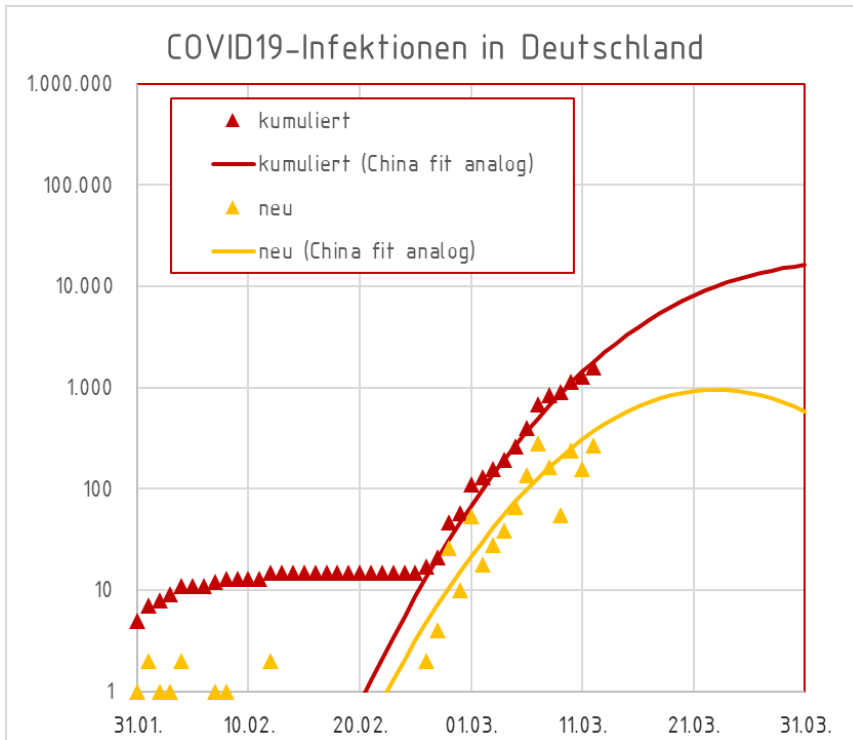


Bild 7

Bei diesem partiellen Blick in die Glaskugel würden bei gleichwertigen Gegenmaßnahmen wie in China in der Spitze vielleicht ca. 1.000 Neuinfektionen/Tag resultieren und insgesamt vielleicht ganz grob 20.000 Infektionen insgesamt. Die Ergebnisse reagieren recht empfindlich auf kleine Parameteränderungen und wenn die kumulierte Kurve nur etwas anders aussieht, sind das schnell auch ganz grob 10.000 oder 30.000 Infektionen.

Man kann dies sicher sowohl theoretisch als auch mit Kenntnis fortschreitender Zahlen bzw. der künftigen Abschwächung des Exponenten noch besser fassen.

Ohne zuviel interpretieren zu wollen, sollte der Hurrikan eines epidemischen Ausbruchs aber doch gravierend abgefedert werden können, wenn analog China alle Maßnahmen ergriffen werden. Bild 7 zeigt im Vergleich zu Bild 5 auf jeden Fall einen breiten Korridor durch geeignetes Handeln.

Schlussfolgerungen

Wir sollten versuchen, die exponentiellen Abläufe besser zu verstehen.

Wir stehen keineswegs einer unbekanntenen Dynamik des COVID 19 Ausbruchs gegenüber. Ein ungebremster epidemischer Ausbruch kann mittels einfacher Wachstumsmodelle leicht beschrieben und mittels dafür üblicher logarithmischer Darstellungen leicht verständlich gemacht werden.

Ein weiterer ungebremster epidemischer Ausbruch ist in Deutschland, wie in erster Näherung in den letzten beiden Wochen gesehen, wird aller Voraussicht nach sehr schnell sowohl hinsichtlich der medizinischen Versorgung als auch logistisch nicht mehr beherrschbar sein.

Ergriffene Gegenmaßnahmen können offensichtlich auch mittels einfacher Modelle eines extern gestörten Wachstums brauchbar beschrieben werden (zumindest für die Maßnahmen in China).

Der Korridor des Handelns zwischen ungebremstem epidemischem Ausbruch und entschlossenem Gegensteuern im Stile Chinas ist analog für Deutschland im Vergleich der Bilder 5 und 7 grundsätzlich aufgezeigt, wobei die Abschwächung der Virus-Ausbreitung bereits den beginnenden Gegenmaßnahmen bis zum 12.03.2020 zugeordnet wurde.

Der Korridor des Handelns ist noch sehr breit. Es ist, denke ich, leicht erkennbar, dass ein Hinauszögern von Maßnahmen die Situation extrem (exponentiell) verschlimmert. Sofortige entschlossene und couragierte Maßnahmen zur Begrenzung – der Exponenten – der Ausbreitung können die Situation hingegen extrem (exponentiell) verbessern.

Die aktuellen von Herrn Ministerpräsident Dr. Söder in [10] vorgestellten Gegenmaßnahmen sind absolut zu begrüßen. Es bleibt aber schon die Frage, ob wir nicht den Spielraum bis zum chinesischen Vorgehen ausschöpfen, die etwa eine Woche Vorsprung zu Italien nutzen und umgehend alle Register ziehen sollten.

Alles, was sofort getan wird, spart später wesentlich umfangreichere Maßnahmen.

Disclaimer

Dies ist eine rein auf die COVID 19 Ausbreitung bezogene persönliche Meinung.

Genauigkeit und Eile waren bei der Erstellung konkurrierende Ziele.

Jegliche Gewährleistung und Haftung für Inhalte, Verwertung etc. ist ausgeschlossen.

Literatur (alle Internetseiten wurden zuletzt besucht am 12.03.2020)

[1] Risiko-Bewertung zu COVID 19

https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Risikobewertung.html

[2] Virologe Drosten rechnet mittelfristig mit hoher Infektionsrate

<https://www.rbb24.de/panorama/thema/2020/coronavirus/beitraege/coronavirus-verbreitung-who-charite-virologe-christian-drosten.html>

[3] Warum der Vergleich von Coronavirus und Grippe hinkt

<https://www.tagesspiegel.de/wissen/covid-19-und-influenza-warum-der-vergleich-von-coronavirus-und-grippe-hinkt/25598570.html>

[4] Sterblichkeit durch das Coronavirus nach Altersgruppen in China

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1039211/umfrage/sterblichkeit-durch-das-coronavirus-nach-altersgruppen-in-china/>

[5] WHO: Novel Coronavirus (COVID-19) Situation

<https://experience.arcgis.com/experience/685d0ace521648f8a5beeeee1b9125cd>

[6] WHO: COVID-19 situation in the WHO European Region

<https://who.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/ead3c6475654481ca51c248d52ab9c61>

[7] ECDC: Download today's data on the geographic distribution of COVID-19 cases worldwide

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/download-todays-data-geographic-distribution-covid-19-cases-worldwide>

<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-geographic-disbtribution-worldwide-2020-03-12.xls>

[8] Coronavirus: Europa planlos

<https://www.heise.de/tp/features/Coronavirus-Europa-planlos-4678285.html>

[9] Wie China das neue Coronavirus ausbremste

<https://www.spektrum.de/news/wie-china-das-neue-coronavirus-ausbremste/1709842>

[10] Phoenix vor Ort – live am 12.03.2020