

# Analyse der COVID-19 Fallzahlen

## Praxisprojekt

Regina Galambos, Lorenz Mihatsch



Projektpartner: André Klima  
08. Mai 2020

# Inhaltsangabe

- 1 Einführung und Fragestellung
- 2 Daten
- 3 Kumulativen Anzahl an Fällen und Todesfällen weltweit
- 4 Wachstumsfaktoren der kumulativen Fälle und Todesfälle
- 5 Diskussion

# Inhaltsangabe

- 1 Einführung und Fragestellung
- 2 Daten
- 3 Kumulativen Anzahl an Fällen und Todesfällen weltweit
- 4 Wachstumsfaktoren der kumulativen Fälle und Todesfälle
- 5 Diskussion

# COVID-19 Pandemie

- ① COVID-19 ist eine Erkrankung, die durch das SARS-CoV-2 Virus ausgelöst wird.
- ② Die Erkrankung ist erstmalig im Dezember 2019 in Wuhan (China) aufgetreten, der genaue Ursprung des Virus ist jedoch noch immer unbekannt.
- ③ Erster Erkrankungsfall in Deutschland am 28. Januar in Stockdorf.
- ④ Am 11. März wurde die ursprüngliche Epidemie (*Def.* örtlich begrenztes Auftreten einer ansteckenden Krankheit) von der WHO als Pandemie (*Def.* nicht mehr örtlich begrenztes Auftreten) eingestuft.
- ⑤ Am 22. März einigten sich Bund und Länder auf eine umfassende Beschränkung sozialer Kontakte.

# COVID-19 Pandemie

- ① COVID-19 ist eine Erkrankung, die durch das SARS-CoV-2 Virus ausgelöst wird.
- ② Die Erkrankung ist erstmalig im Dezember 2019 in Wuhan (China) aufgetreten, der genaue Ursprung des Virus ist jedoch noch immer unbekannt.
- ③ Erster Erkrankungsfall in Deutschland am 28. Januar in Stockdorf.
- ④ Am 11. März wurde die ursprüngliche Epidemie (*Def.* örtlich begrenztes Auftreten einer ansteckenden Krankheit) von der WHO als Pandemie (*Def.* nicht mehr örtlich begrenztes Auftreten) eingestuft.
- ⑤ Am 22. März einigten sich Bund und Länder auf eine umfassende Beschränkung sozialer Kontakte.
- ⑥ **Wie haben sich die Zahl der Fälle und Todesfälle entwickelt?**

# Inhaltsangabe

- 1 Einführung und Fragestellung
- 2 Daten**
- 3 Kumulativen Anzahl an Fällen und Todesfällen weltweit
- 4 Wachstumsfaktoren der kumulativen Fälle und Todesfälle
- 5 Diskussion

# Datengrundlage

- ① Anzahl an Fällen, Todesfällen und Genesenen
  - Datensatz des *Centers of Systems Science and Engineering* der Johns Hopkins University
  - Zusammentragung von Daten aus verschiedenen Quellen zu 213 Ländern. Bspw. *Italy Ministry of Health*.
  - Täglich von *RamiKrispin* auf GitHub aktualisiert und zu Verfügung gestellt. <https://github.com/RamiKrispin/coronavirus>

# Datengrundlage

- ① Anzahl an Fällen, Todesfällen und Genesenen
  - Datensatz des *Centers of Systems Science and Engineering* der Johns Hopkins University
  - Zusammentragung von Daten aus verschiedenen Quellen zu 213 Ländern. Bspw. *Italy Ministry of Health*.
  - Täglich von *RamiKrispin* auf GitHub aktualisiert und zu Verfügung gestellt. <https://github.com/RamiKrispin/coronavirus>
- ② Demographie: Kontinentzugehörigkeit und Populationsdaten von 2018
  - Datenbank der Weltbank und der UN. Zugriff über das R-package *wbstat* und *JohnSnowLabs* über <https://datahub.io/JohnSnowLabs/country-and-continent-codes-list>.



# Datengrundlage

- ① Anzahl an Fällen, Todesfällen und Genesenen
  - Datensatz des *Centers of Systems Science and Engineering* der Johns Hopkins University
  - Zusammentragung von Daten aus verschiedenen Quellen zu 213 Ländern. Bspw. *Italy Ministry of Health*.
  - Täglich von *RamiKrispin* auf GitHub aktualisiert und zu Verfügung gestellt. <https://github.com/RamiKrispin/coronavirus>
- ② Demographie: Kontinentzugehörigkeit und Populationsdaten von 2018
  - Datenbank der Weltbank und der UN. Zugriff über das R-package *wbstat* und *JohnSnowLabs* über <https://datahub.io/JohnSnowLabs/country-and-continent-codes-list>.
- ③ Politische Maßnahmen zur Eindämmung der Infektionsübertragung
  - *Government Response Tracker* Datensatz der *University of Oxford*.
  - Zusammentragung von Daten zu politische Maßnahmen der einzelnen Länder aus verschiedenen Quellen.
  - <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/coronavirus-government-response-tracker>

# Anmerkungen zu den Daten

- ① Es handelt sich “nur” um die aufgezeichneten Fälle und Todesfälle.  
(tendenziell eher eine untere Schranke der tatsächlichen Fall-/Todeszahlen)
- ② Starke Unterschiede in der Aufzeichnungs- und Testpolitik einzelner Länder, was einen direkten Ländervergleich schwer möglich macht.
- ③ Die Kreuzfahrtschiffe Diamond Princess, Grand Princess und MS Zaandam wurden ausgeschlossen, da keinem Land eindeutig zuortbar.
- ④ Die Zahl der Fälle und Todesfälle bezieht sich auf 100.000 Personen.
- ⑤ Analyse endet am 27. April 2020.

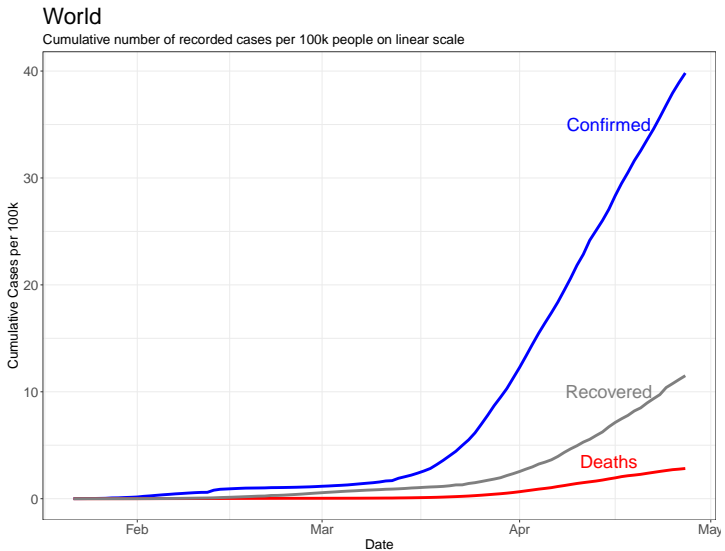
# Anmerkungen zu den Daten

- ❶ Es handelt sich “nur” um die aufgezeichneten Fälle und Todesfälle.  
(tendenziell eher eine untere Schranke der tatsächlichen Fall-/Todeszahlen)
- ❷ Starke Unterschiede in der Aufzeichnungs- und Testpolitik einzelner Länder, was einen direkten Ländervergleich schwer möglich macht.
- ❸ Die Kreuzfahrtschiffe Diamond Princess, Grand Princess und MS Zaandam wurden ausgeschlossen, da keinem Land eindeutig zuortbar.
- ❹ Die Zahl der Fälle und Todesfälle bezieht sich auf 100.000 Personen.
- ❺ Analyse endet am 27. April 2020.
- ❻ Programmierung einer Web-Application:  
<https://covid-19-stats-project.herokuapp.com>
- ❼ Abbildungen sind auf Englisch da sie sich an ein ggf. internationales Publikum richten.

# Inhaltsangabe

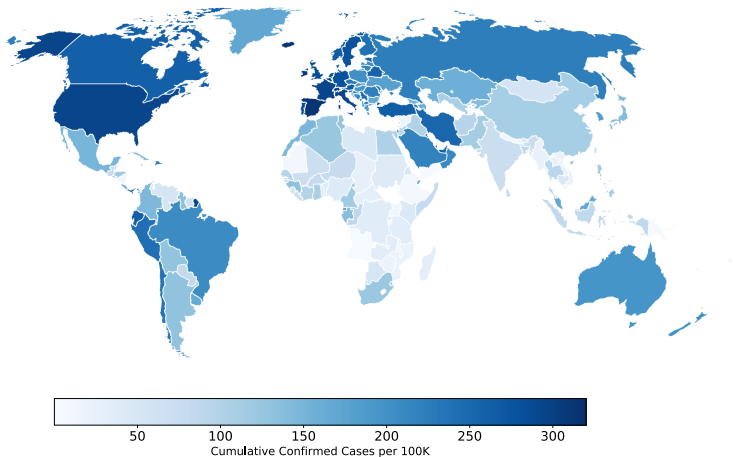
- 1 Einführung und Fragestellung
- 2 Daten
- 3 Kumulativen Anzahl an Fällen und Todesfällen weltweit**
- 4 Wachstumsfaktoren der kumulativen Fälle und Todesfälle
- 5 Diskussion

# COVID-19 weltweit



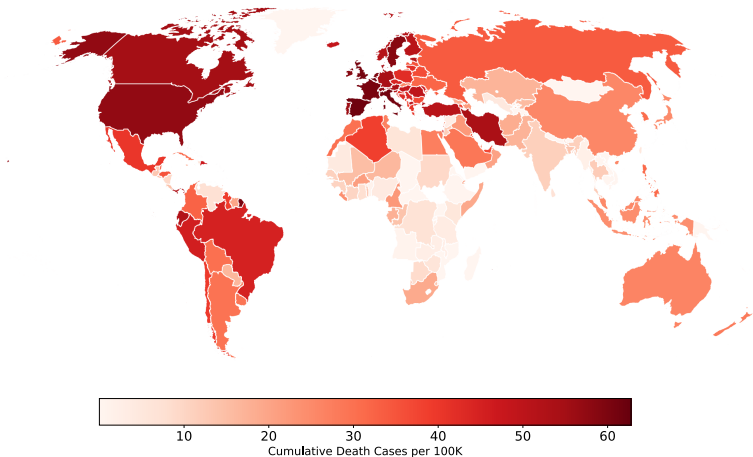
# COVID-19 weltweit

Cumulative COVID-19 Confirmed Cases (per 100K) by 2020-04-27



# COVID-19 weltweit

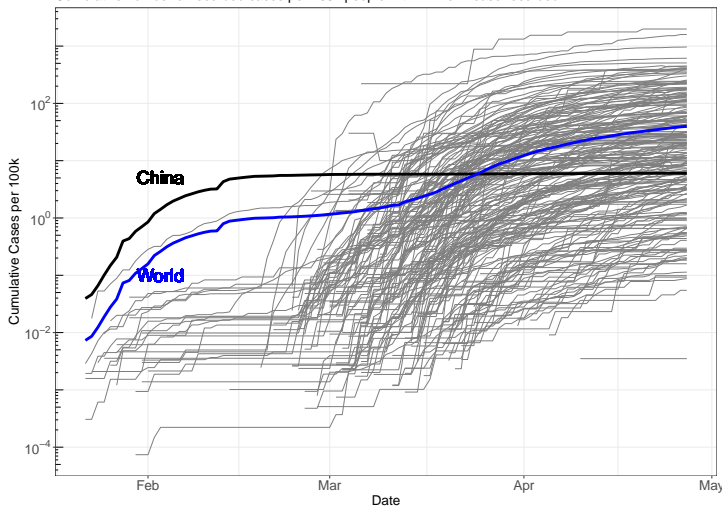
Cumulative COVID-19 Death Cases (per 100K) by 2020-04-27



# COVID-19 weltweit bestätigte Fälle

## Confirmed Cases

Cumulative number of recorded cases per 100k people with min. of 1 case recorded

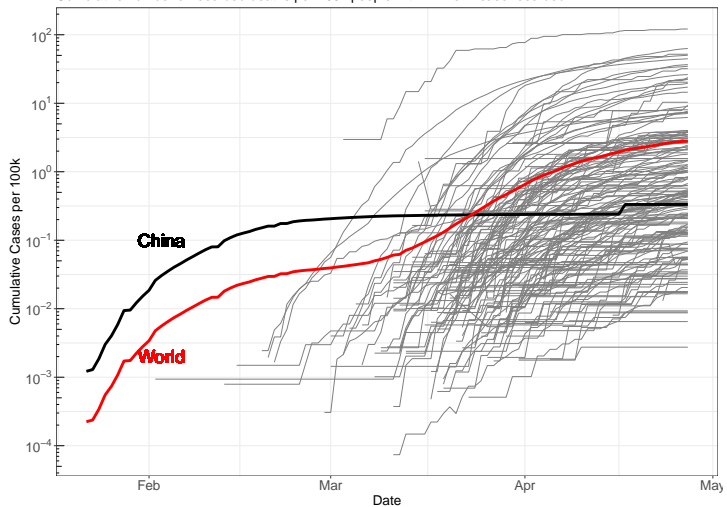




# COVID-19 weltweit bestätigte Todesfälle

## Confirmed Deaths

Cumulative number of recorded deaths per 100k people with min. of 1 case recorded



## Zwischenergebnis

- Aktuell (27. April 2020) sind weltweit etwa 40 Fälle und 3 Todesfälle pro 100k Einwohner gemeldet.
- Geografisch besonders Europa und die USA betroffen.
- Für die meisten afrikanischen Staaten sind kaum Fälle gemeldet.
- Durch logarithmische Darstellung sind zwei Infektionswellen erkennbar. Die erste Infektionswelle ist durch China dominiert.

# Inhaltsangabe

- 1 Einführung und Fragestellung
- 2 Daten
- 3 Kumulativen Anzahl an Fällen und Todesfällen weltweit
- 4 Wachstumsfaktoren der kumulativen Fälle und Todesfälle**
- 5 Diskussion

# Wiederholung: Wachstumsfaktor und geometrisches Mittel

**Definition 1** *Wachstumsfaktor*

Sei  $C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$  eine Zeitreihe von kumulativen Fallzahlen zu den Zeitpunkten  $0, 1, \dots, n$ . Dann ist für  $i = 1, \dots, n$  der  $i$ -te Wachstumsfaktor  $x_i$  gegeben durch

$$x_i = \frac{C_i}{C_{i-1}}.$$

Dadruch ergeben sich die kum. Fallzahlen zum Zeitpunkt  $n$  durch  $C_n = C_0 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$ .

# Wiederholung: Wachstumsfaktor und geometrisches Mittel

## Definition 1 *Wachstumsfaktor*

Sei  $C_0, C_1, C_2, \dots, C_n$  eine Zeitreihe von kumulativen Fallzahlen zu den Zeitpunkten  $0, 1, \dots, n$ . Dann ist für  $i = 1, \dots, n$  der  $i$ -te Wachstumsfaktor  $x_i$  gegeben durch

$$x_i = \frac{C_i}{C_{i-1}}.$$

Dadurch ergeben sich die kum. Fallzahlen zum Zeitpunkt  $n$  durch  $C_n = C_0 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$ .

*Beispiel:* Deutschland  $C_{01.03.} = 130$ ;  $C_{02.03.} = 159 \Rightarrow x_{02.03.} = \frac{159}{130} = 1.22$

# Wiederholung: Wachstumsfaktor und geometrisches Mittel

**Definition 2** *Geometrisches Mittel*

Das geometrische Mittel zu den Wachstumsfaktoren  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ist gegeben durch

$$\bar{x}_{geom} = (x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n)^{1/n}.$$

Daraus ergibt sich  $C_n = C_0 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n = C_0 \cdot (\bar{x}_{geom})^n$ .

# Wiederholung: Wachstumsfaktor und geometrisches Mittel

## Definition 2 Geometrisches Mittel

Das geometrische Mittel zu den Wachstumsfaktoren  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ist gegeben durch

$$\bar{x}_{geom} = (x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n)^{1/n}.$$

Daraus ergibt sich  $C_n = C_0 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n = C_0 \cdot (\bar{x}_{geom})^n$ .

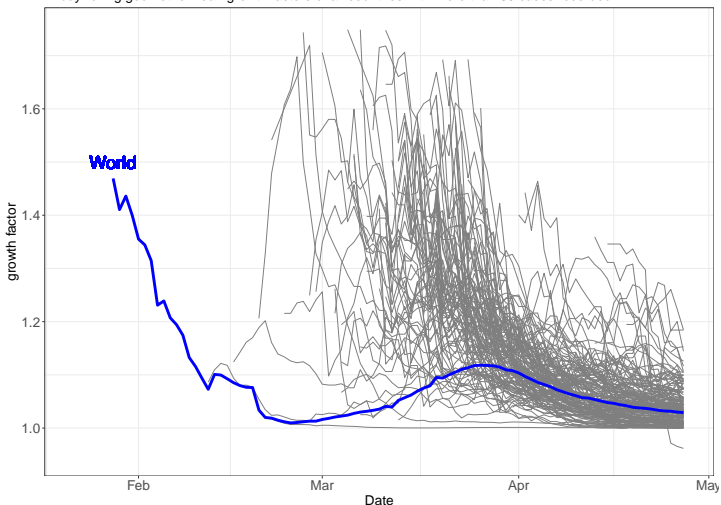
Wir betrachten im Folgenden den *rolling geometric mean* der vergangenen 7 Tage. Dazu berechnen wir für jeden Zeitpunkt  $i$

$$\bar{x}_{i,geom} = (x_i \cdot x_{i-1} \cdot x_{i-2} \cdot \dots \cdot x_{i-6})^{1/7}.$$

# Wachstumsfaktoren: Bestätigte Fälle

## Growth factors: Recorded Cases

7-day rolling geometric mean growth factors of all countries with more than 50 cases recorded

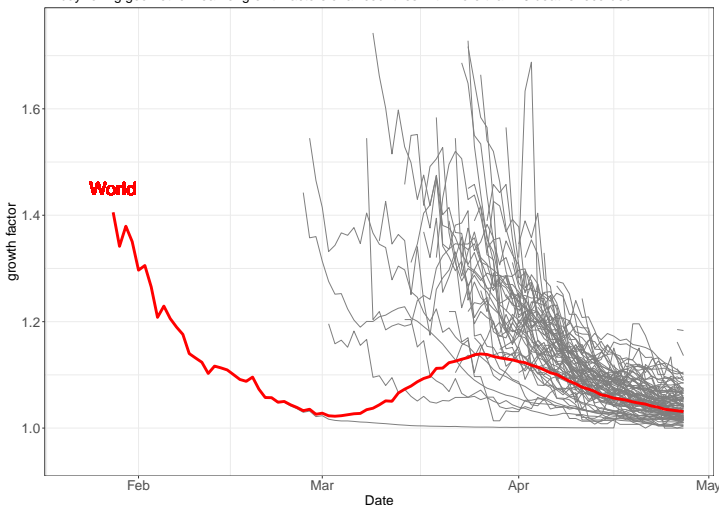




# Wachstumsfaktoren: Todesfälle

## Growth factors: Recorded Deaths

7-day rolling geometric mean of growth factors of all countries with more than 20 deaths recorded



# Verdopplungszeit

Ausgehend von einem exponentiellen Wachstum der Form

$C_n = C_0 \cdot (\bar{x}_{n,geom})^n$  ergibt sie die "momentane" Verdopplungszeit  $dt_i$  der Fallzahlen durch

$$dt_i = \frac{\ln(2)}{\ln(\bar{x}_{i,geom})}.$$

# Verdopplungszeit

Ausgehend von einem exponentiellen Wachstum der Form

$C_n = C_0 \cdot (\bar{x}_{n,geom})^n$  ergibt sie die "momentane" Verdopplungszeit  $dt_i$  der Fallzahlen durch

$$dt_i = \frac{\ln(2)}{\ln(\bar{x}_{i,geom})}.$$

*Beispiel:* Erinnerung: Wachstumsfaktor von Deutschland am 02. März 2020

$$x_{02.03.} = 1.22 \Rightarrow dt_{02.03.} = \frac{\ln(2)}{\ln(1.22)} = 3.49$$

# Verdopplungszeit

Ausgehend von einem exponentiellen Wachstum der Form

$C_n = C_0 \cdot (\bar{x}_{n,geom})^n$  ergibt sie die "momentane" Verdopplungszeit  $dt_i$  der Fallzahlen durch

$$dt_i = \frac{\ln(2)}{\ln(\bar{x}_{i,geom})}.$$

*Beispiel:* Erinnerung: Wachstumsfaktor von Deutschland am 02. März 2020

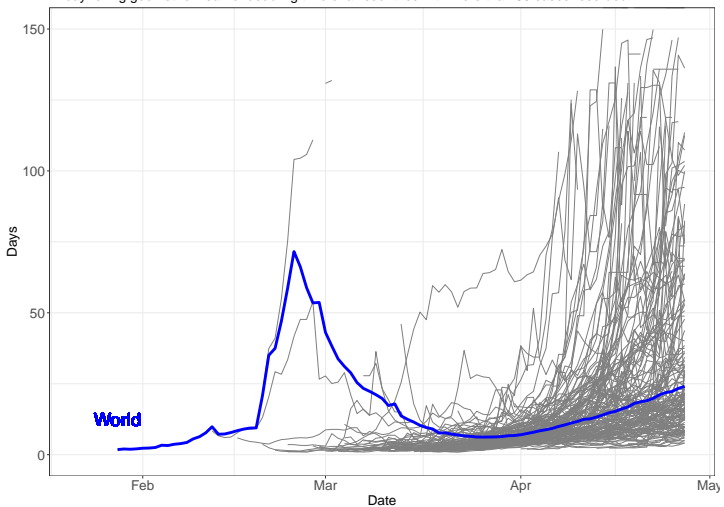
$$x_{02.03.} = 1.22 \Rightarrow dt_{02.03.} = \frac{\ln(2)}{\ln(1.22)} = 3.49$$

Bei einem Wachstum mit Faktor 1.22 würde sich die Anzahl an Fällen also alle 3.49 Tage verdoppeln.

# Verdopplungszeit: Bestätigte Fälle

## Doubling Times: Recorded Cases

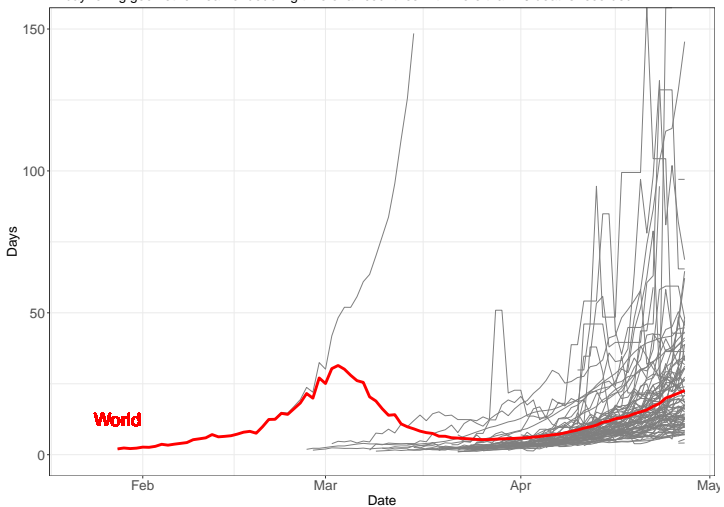
7-day rolling geometric mean of doubling time of all countries with more than 50 cases recorded



# Verdopplungszeit: Todesfälle

## Doubling Times: Recorded Deaths

7-day rolling geometric mean of doubling time of all countries with more than 20 deaths recorded



## Zwischenergebnis

- Unter der Annahme eines exponentiellen Wachstums lassen sich kumulativen Fällen und Todesfällen über die Berechnung von Wachstumsfaktoren und Verdopplungszeiten direkt miteinander vergleichen.
- Aktuell (27. April 2020) besteht ein Wachstumsfaktor der kumulativen Fälle von etwa 1.03, was einer Verdopplungszeit von etwa 24 Tagen entspricht.
- Das lokale Minimum der Wachstumsfaktoren (bzw. lokales Maximum der Verdopplungszeit) der weltweiten Fälle liegt etwa eine Woche vor dem lokalen Minimum der Wachstumsfaktoren der weltweiten Todesfälle.
- Mitte-Ende März tritt sowohl bei den Wachstumsfaktoren von Fällen und Todesfällen ein lokales Maximum der Wachstumsfaktoren (bzw. lokales Minimum der Verdopplungszeit) auf.

# Inhaltsangabe

- 1 Einführung und Fragestellung
- 2 Daten
- 3 Kumulativen Anzahl an Fällen und Todesfällen weltweit
- 4 Wachstumsfaktoren der kumulativen Fälle und Todesfälle
- 5 Diskussion**

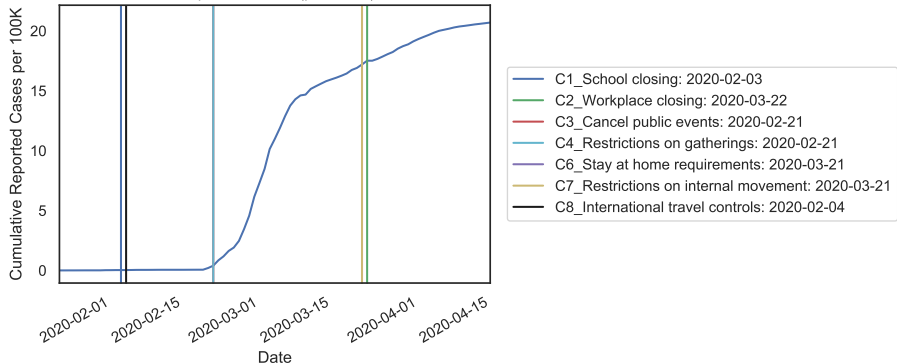


# Diskussion

- Daten geben maximal eine untere Schranke der Zahl der Fälle und Todesfälle an.
- Weltweit zwei Infektionswellen, wobei die Erste von China dominiert ist.
- Unter Annahme eines exponentiellen Wachstums zeigt sich das Maximum der zweiten Infektionswelle Mitte-Ende März.
- Weltweit sind die Wachstumsfaktoren in den letzten Tagen rückläufig.

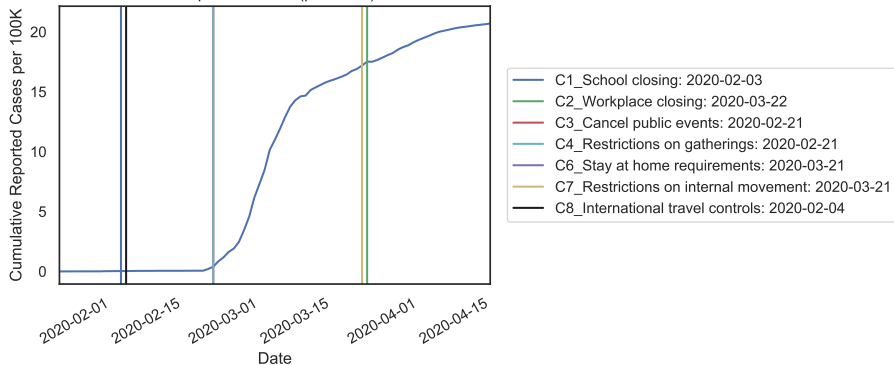
# Ausblick: Infektionsmaßnahmen

South Korea - Cumulative Reported Cases (per 100K) with Government Policies



# Ausblick: Infektionsmaßnahmen

South Korea - Cumulative Reported Cases (per 100K) with Government Policies



Web Applikation: <https://covid-19-stats-project.herokuapp.com>

# Ende

**Vielen herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

# Herleitung der Verdopplungszeit

Ausgehend von einem exponentiellen Wachstum der Form

$C_n = C_0 \cdot (\bar{x}_{n,geom})^n$  ergibt sie die "momentane" Verdopplungszeit  $dt_i$  der Fallzahlen durch

$$dt_i = \frac{\ln(2)}{\ln(\bar{x}_{i,geom})}.$$

*Herleitung:*

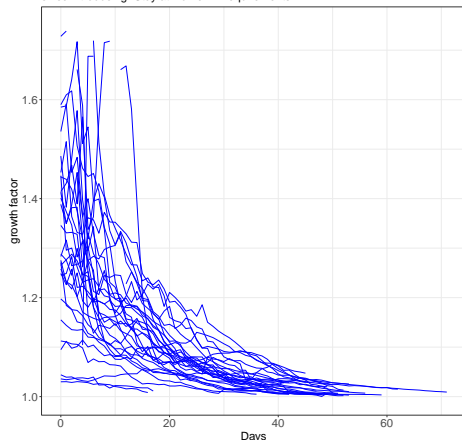
$$C_i \cdot (\bar{x}_{i,geom})^{dt_i} = 2 \cdot C_i \iff (\bar{x}_{i,geom})^{dt_i} = 2$$

$$\iff dt_i = \frac{\ln(2)}{\ln(\bar{x}_{i,geom})}.$$

# Einfluss von “Stay at Home” - Requirements auf die Wachstumfaktoren

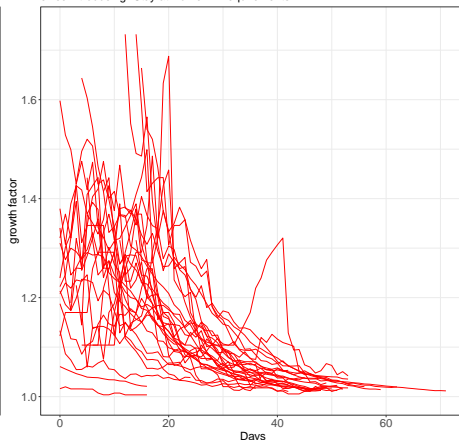
## Growth Factor: Recorded European Cases

7-day rolling geometric mean of growth factor of all european countries since introducing “Stay at Home” - Requirements



## Growth Factor: Recorded European Deaths

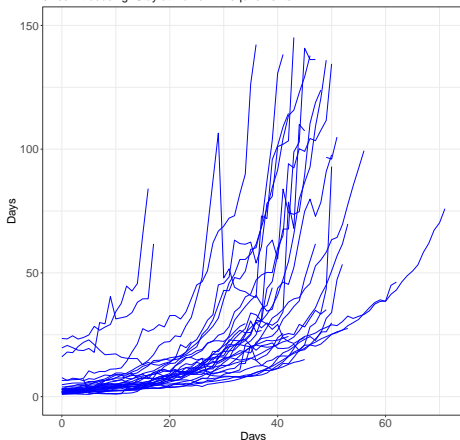
7-day rolling geometric mean of growth factor of all european countries since introducing “Stay at Home” - Requirements



# Einfluss von "Stay at Home" - Requirements auf die Verdopplungszeit

## Doubling Time: Recorded European Cases

7-day rolling geometric mean of doubling time of all european countries since introducing "Stay at Home" - Requirements



## Doubling Time: Recorded European Deaths

7-day rolling geometric mean of doubling time of all european countries since introducing "Stay at Home" - Requirements

