Anleitung zum Öffnen der Programme

1. Öffne auf deinem Computer das Terminal - Doppelklick auf das Terminalfenster.

2. Dateien einlesen
   - Gib im Terminal folgenden Befehl ein: *cd \Users\xlab222\Desktop\XLAB-Kurs* Bestätige mit ENTER.

```
C:\Windows\System32>cd \Users\xlab222\Desktop\XLAB-Kurs

C:\Users\xlab222\Desktop\XLAB-Kurs>_
```

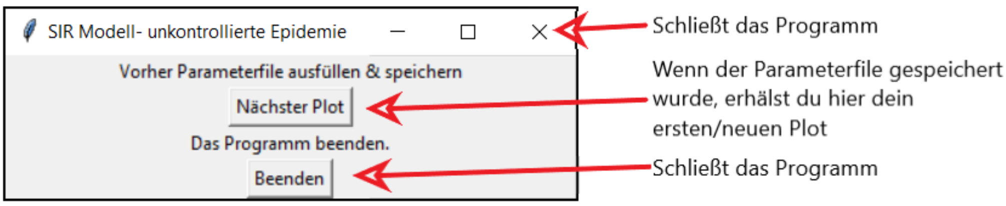
3. Datei öffnen
   - Ziehe das gewünschte Programm (siehe Aufgabenblatt) mit deiner Maus aus dem „XLAB-Kurs“-Ordner ins Terminalfenster, der Name sollte nun automatisch ergänzt werden. Bestätige mit ENTER.

Arbeiten mit den Programmen

- Öffne die Datei „*Parameterfile.txt*“ aus dem Ordner ganz normal mit Doppelklick.
- Die Daten, die du verändern sollst, sind wie folgt gekennzeichnet:

```
#-------------------#
Name=Wert
#-------------------#
```

  Ändere **nur** den „Wert“ und **nicht** den „Namen“, da die Programme sehr eigenwillig beim Einlesen sind und es sonst zu unerwünschten Fehlern kommen wird. **Wichtig: Dezimalzahlen werden mit Punkt statt mit Komma geschrieben. Bsp: 0.5** Bitte beachte die empfohlene Größe oder Schrittweite der Werte.
- Damit der neue Datensatz verarbeitet werden kann, **musst** du die Textdatei **speichern**. Drücke Strg und S oder speichere unter Datei → Speichern.
- Wenn du zuvor die Anleitung zum Datei öffnen richtig ausgeführt hast, ist ein kleines Fenster mit Knöpfen zu sehen:



- Wenn dir das Programm die Graphen ausgegeben hat, speichere sie in XLAB-Kurs/Ergebnisse. Oder erstelle einen Screenshot (Drücke ⊞, Shift und S) und füge ihn durch Strg+V in dein Textdokument ein.

Ausbreitung und Eindämmungsmöglichkeiten von Epidemien

MUSTERLÖSUNG

X-LAB Kurs 2021

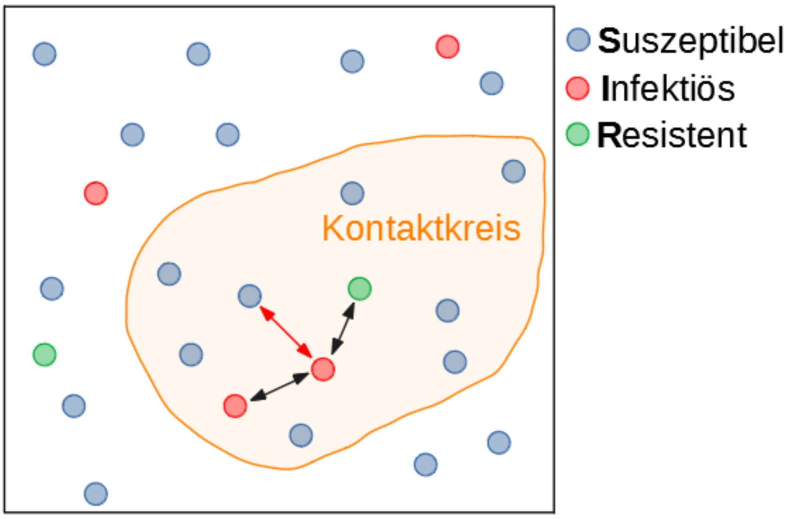
Name:

Inhaltsverzeichnis

Glossar- Überblick über die Variablen

Variable	**Bedeutung**	**Einheit**
n	Anzahl der Zeitschritte, bzw. die betrachtete Zeit	Zeit
N	Gesamtanzahl der Individuen einer Population	Individuen
S	Anzahl der suszeptiblen Individuen	Individuen
I	Anzahl der infizierten Individuen	Individuen
R	Anzahl der resistenten Individuen	Individuen
s	Anteil der Suszeptiblen in der Population	–
i	Anteil der Infizierten in der Population	–
r	Anteil der Resistenten in der Population	–
β (beta)	Infektionsrate	$\frac{1}{\text{Zeit}}$
γ (gamma)	Genesungsrate	$\frac{1}{\text{Zeit}}$
betaold	krankheitstypische Infektionsrate $\hat{=} \beta$	$\frac{1}{\text{Zeit}}$
reduce	Prozentteil der alten Infektionsrate bei Kontrollmaßnahme	–
β_E	durch Kontrollmaßnahmen abgesenkte Infektionsrate $\hat{=}$ reduce $\cdot \beta$	$\frac{1}{\text{Zeit}}$
nlockdown	Eingriffszeitpunkt der Hygienemaßnahme/ Lockdown	Zeit
E	Einsatzmittel für die externe Maßnahme	–
nvacc	Startzeitpunkt der Impfungen	Zeit
vaccrate	Impfrate	$\frac{1}{\text{Zeit}}$
T	Integrationszeit	Zeit
$\nu_i(T)$	Gesamtanteil der Individuen, die bis zur Zeit T infiziert wurden	–
7-Tage-Inzidenz	Anzahl der Individuen pro 100.000 die sich in einer Woche neu infiziert haben	Individuen

Das SIR-Modell



Was muss passieren, damit sich die Zahl der Infizierten erhöht?

- *Suszeptible müssen sich anstecken!*
- *dafür müssen sich ein Infizierter und ein Suszeptibler treffen*
- *der Suszeptible muss sich anstecken- dies passiert mit gewisser Wahrscheinlichkeit*
- *die Anzahl der Suszeptiblen sinkt um den gleichen Anteil wie die Anzahl der Infizierten steigt*

Der Zufluss wird mathematisch ausgedrückt über:

$$Zufluss = \beta \cdot \frac{S}{N} \cdot I$$

Was muss passieren damit, ein Infizierter nicht mehr infektiös ist?

- *sie müssen genesen und zu R übergehen!*
- *dafür ist eine gewisse Genesungszeit τ notwendig. Pro Zeitschritt wird also ein Bruchteil der Infizierten gesund*
- *die Anzahl der Infizierten sinkt um den gleichen Anteil, um den die Anzahl der Resistenten steigt*

Der Abfluss wird mathematisch ausgedrückt über:

$$Abfluss = \gamma \cdot I$$

Mathematisch ergibt sich dann die zeitliche Verteilung der Gruppen:

$$S(t+1) = S(t) - \beta \cdot \frac{S(t)}{N} \cdot I(t)$$

$$I(t+1) = I(t) + \beta \cdot \frac{S(t)}{N} \cdot I(t) - \gamma \cdot I(t)$$

$$R(t+1) = R(t) + \gamma \cdot I(t)$$

Nun ein kleines Zahlenbeispiel:
Angenommen, unsere Bevölkerung besteht aus 100 Menschen. Zu Beginn sind davon 97 Personen suszeptibel und 3 Personen infiziert. Unsere Infektionskrankheit hat eine Infektionsrate β von 0.5 (im Durchschnitt 3.5 Personen pro Woche neuinfiziert) und eine Genesungsrate γ von 0.1 (im Durchschnitt 0.7 Personen pro Woche genesen).

Berechne die Anzahl der Suszeptiblen und Infizierten für die ersten fünf Tage nach dem Ausbruch. Die Berechnung für Tag 1 ist bereits gegeben. Führe sie für Tag 2 bis 5 fort.

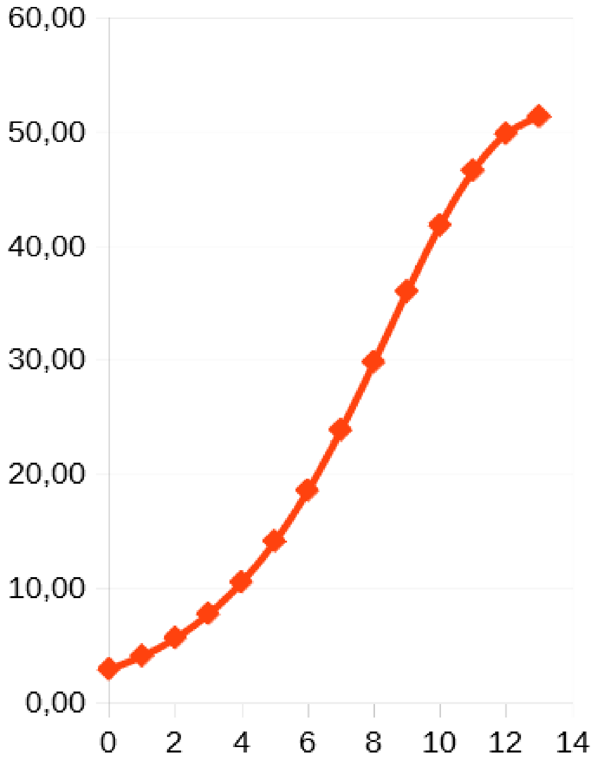
gegeben $t = 0 : N = 100,\ S_0 = 97,\ I_0 = 3,\ \beta = 0.5,\ \gamma = 0.1$

$$\begin{aligned}
\textit{Für } t = 1: \quad & \textit{Zufluss} = 0.5 \cdot \frac{97}{100} \cdot 3 = 1.455 \approx 1, \quad \textit{Abfluss} = 0.1 \cdot 3 = 0.3 \approx 0 \\
& S_1 = S_0 - Zufluss = 95.545 \approx 96 \\
& I_1 = I_0 + Zufluss - Abfluss = 4.155 \approx 4 \\
& R_1 = R_0 + Abfluss = 0.3 \approx 0 \\
\textit{Für } t = 2: \quad & \textit{Zufluss} = 0.5 \cdot \frac{95.55}{100} \cdot 4.16 = 1.99 \approx 2, \quad \textit{Abfluss} = 0.1 \cdot 4.16 = 0.416 \approx 0 \\
& S_2 = S_1 - Zufluss = 93.56 \approx 94 \\
& I_2 = I_1 + Zufluss - Abfluss = 5.72 \approx 6 \\
& R_2 = R_1 + Abfluss = 0.72 \approx 1 \\
\textit{Für } t = 3: \quad & \textit{Zufluss} = 0.5 \cdot \frac{93.56}{100} \cdot 5.72 = 2.68 \approx 3, \quad \textit{Abfluss} = 0.1 \cdot 5.72 = 0.572 \approx 1 \\
& S_3 = S_2 - Zufluss = 90.88 \approx 91 \\
& I_3 = I_2 + Zufluss - Abfluss = 7.83 \approx 8 \\
& R_3 = R_2 + Abfluss = 1.29 \approx 1 \\
\textit{Für } t = 4: \quad & \textit{Zufluss} = 0.5 \cdot \frac{90.88}{100} \cdot 7.83 = 3.56 \approx 4, \quad \textit{Abfluss} = 0.1 \cdot 7.83 = 0.783 \approx 1 \\
& S_4 = S_3 - Zufluss = 87.32 \approx 87 \\
& I_4 = I_3 + Zufluss - Abfluss = 10.60 \approx 11 \\
& R_4 = R_3 + Abfluss = 2.07 \approx 2 \\
\textit{Für } t = 5: \quad & \textit{Zufluss} = 0.5 \cdot \frac{87.32}{100} \cdot 10.60 = 4.63 \approx, 5 \quad \textit{Abfluss} = 0.1 \cdot 10.60 = 1.060 \approx 1 \\
& S_5 = S_4 - Zufluss = 82.69 \approx 83 \\
& I_5 = I_4 + Zufluss - Abfluss = 14.17 \approx 14 \\
& R_5 = R_4 + Abfluss = 3.13 \approx 3
\end{aligned}$$

Zeichne die Anzahl der Infizierten in Abhängigkeit der Zeit in das Diagramm ein.

Notiere deine Beobachtung:

Die Infizierten-Zahl steigt am Anfang stark an. Es liegt ein exponentielles Wachstum vor



<u>Platz für Notizen:</u>

Das SIR-Modell - Handout

Allgemeines zum SIR-Modell

Das **SIR-Modell** wurde 1927 von William Ogilvy Kermack und Anderson Gray McKendrick entwickelt und wird auch heute noch zur Beschreibung des zeitlichen Verlaufes von verschiedenen Infektionskrankheiten verwendet. Es können sowohl Infektionskrankheiten zwischen Menschen als auch zwischen Tieren untersucht werden. Allgemein spricht man bei der Betrachtung der Träger von Population, bei Menschen auch von Bevölkerung.
Im einfachen SIR-Modell nimmt man an, dass sich die Populations-/Bevölkerungszahl während der Epidemie nicht verändert. Es werden also Zu- oder Abnahme durch Immigration oder Emigration, Geburten, natürliche Todesfälle etc. vernachlässigt. Das SIR Modell kann leicht um solche demographischen Änderungen erweitert werden.
Im SIR-Modell unterteilt man die Gesamtbevölkerung in 3 Gruppen: S, I und R.

Gruppen der Individuen

- **S** (vom engl. susceptible) besteht aus allen Gesunden, die infiziert werden können (Immune Gesunde gehören also nicht dazu).
- **I** (vom engl. infected) ist die Gruppe der Infizierten. Es werden nur die gezählt, die die Krankheit auch weitergeben können, man könnte sie also auch als „Infektiöse“ bezeichnen. Selbst erkrankte Infizierte sind manchmal nicht mehr infektiös.
- **R** (vom engl. recovered/resistent) ist die Gruppe aller Individuen, die sich nicht mehr infizieren und die die Krankheit auch nicht mehr übertragen können. Dazu zählen z.B. die Gesunden, die die Krankheit durchlaufen haben und dadurch immun geworden sind, aber auch die an der Krankheit Gestorbenen, die schon immer immun Gewesenen, die durch Impfung Immunen, die Personen in strenger Quarantäne etc. Das R steht für „resistent“ oder auch (englisch) für „removed“ (d.h., aus dem Infektionsgeschehen entfernt).

Variablen

Die **Infektionsrate $\boldsymbol{\beta}$** gibt an, wie viele Personen ein durchschnittlich Infizierter pro Zeiteinheit ansteckt. Sie ergibt sich aus der durchschnittlichen Anzahl der Sozialkontakte eines Infizierten M und dem durchschnittlichen Anteil der sich wirklich nach dem Kontakt infiziert x, das heißt $\beta = M \cdot x$.
Die **Genesungs-/Austrittsrate $\boldsymbol{\gamma}$** gibt den Anteil der resistent Werdenden an. Sie berechnet sich aus dem Kehrwert der Zeit τ, bis ein Individuum genesen ist oder aus dem Kontaktkreis entfernt wird (isoliert oder gestorben).

Anteile statt Anzahlen

Möchte man mit relativen Zahlen (Anteilen statt Anzahlen) arbeiten, muss man die Anzahlen normieren. Dafür dividiert man die Zahl der Gruppen S, I, R durch die Bevölkerungszahl. Man erhält dann den prozentualen Anteil der einzelnen Gruppen an der Bevölkerung. Die Anteile haben Werte zwischen 0 (0%) und 1 (100%). Man beachte, dass die Änderungen der Gruppen ausgedrückt in Anteilen sehr klein sein kann: Wenn in Deutschland 0.1% der 80 Millionen Bürger infiziert sind, sind das 80 Tausend (80000) Infizierte. 1000 Infizierte entsprechen in Deutschland einem Anteil von 0.002%.

<u>Beispiele für Krankheiten</u>

	SARS-CoV-2	Masern	Influenza (Grippe)
β	$\approx \frac{2.58}{7} \approx 0.407$	$\approx \frac{14}{7} = 2$	$\approx \frac{1.75}{7} = 0.25$
γ	$\approx \frac{1}{7} \approx 0.143$	$\approx \frac{1}{7} \approx 0.143$	$\approx \frac{1}{8} = 0.125$

Die unkontrollierte Epidemie

DRAMATISCHE NEUE DATEN

Brasilien zeigt, was es bedeutet, wenn Corona nahezu ungebremst wüten kann

Ärzte ohne Grenzen und neue wissenschaftliche Studien weisen auf die katastrophale Lage hin – und auf die Gefährlichkeit der "brasilianischen" Virusvariante P.1

Manuel Escher, Klaus Taschwer 16. April 2021, 21:01 1.574 Postings

Brasilia/Wien – Was passiert, wenn eine Regierung der Corona-Pandemie einfach zusieht, statt harte Maßnahmen zu ergreifen? Was in vielen Staaten Gegenstand hitziger Diskussionen ist, teils auf Demos von Maßnahmengegnern auch gefordert wird, das ist in Brasilien zu erahnen. Zwar ist das Nichtstun der Regierung auch dort nicht absolut, zwar gibt es auch dort Politikerinnen und Politiker, die gegenzusteuern versuchen – meist auf regionaler Ebene.

Doch der rechtsextreme Präsident Jair Bolsonaro weigert sich, strikte Maßnahmen in seinem Land umzusetzen. Immer wieder lobte er – auch noch in jüngster Vergangenheit – jene Landsleute, die keine Maßnahmen gegen die Pandemie ergriffen haben und die nicht "herumheulen" würden, wie Bolsonaro es formulierte.

Das Resultat ist verheerend. Brasilien wird gegenwärtig von einer weiteren Welle des Virus heimgesucht. Und auch wenn die Kurve seit vergangenem Jahr nie wirklich abgeflacht ist: So schlimm wie zuletzt war es nie zuvor. Vor einer Woche wurde mit 4.249 Toten an einem Tag ein neuer trauriger Rekord vermeldet. 26 Prozent aller weltweiten Corona-Todesfälle seien vergangene Woche auf Brasilien entfallen, das nur drei Prozent der Weltbevölkerung stellt, rechnete die Organisation "Ärzte ohne Grenzen" jüngst in einer Aussendung vor. Ihnen stehen "nur" elf Prozent aller weltweiten Infektionen gegenüber. Insgesamt sind es mehr als 360.000 Tote – das sind aber nur die offiziell bestätigten.

Quelle: https://www.derstandard.de/story/2000125916318/brasilien-zeigt-was-es-bedeutet-wenn-corona-nahezu-ungebremst-wueten

Stell dir vor, auch Deutschland hätte nicht eingegriffen. Welche Situation hätte uns erwartet? Welche Ausmaße könnten andere Epidemien verursachen?

Aufgaben:

a) Öffne das Programm: „*A- unkontrollierte Epidemie.py*“ und führe es aus. Halte dein Ergebnis fest. Erstelle dafür ein Textdokument, welches du mit Bildern, Beobachtungen und den verwendeten Daten versiehst.

b) Stelle kurze Hypothesen darüber auf, welche Auswirkungen auf den Verlauf der Epidemie du bei Veränderung der Parameter (im Parameterfile bis zur Rautenkette) erwartest. Variiere die Parameter und dokumentiere deine Beobachtungen und Ergebnisse ebenfalls im Textdokument.

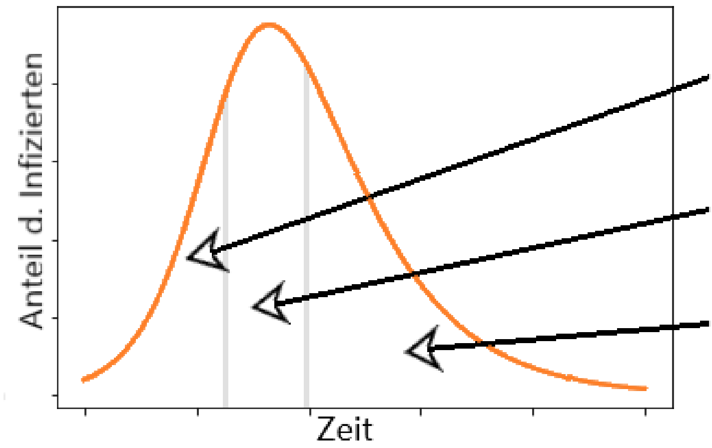
c) Interpretiere die Ergebnisse mit Hilfe des mathematischen Modells. Siehe dazu die Fragen auf den nächsten Seiten.

Zur Orientierung:

- Variiere die Anfangsbedingung N, S und I. Beobachte die Auswirkung einer Epidemie für verschiedene Länder (N) und verschiedene Startszenarien (S, I)
- Variiere die Infektionsrate β (beta). Beobachte die Auswirkung der Ansteckungswahrscheinlichkeit.
- Variiere die Genesungsrate γ (gamma). Beobachte die Auswirkung der Genesung.

Fragen zur Interpretation:

Beschreibung des *zeitlichen Verlaufes der Infizierten*: Benenne dazu die drei Phasen im Diagramm



und erkläre mit Hilfe der Gleichung für die Infizierten $i(t+1) = i(t) + \beta \cdot s(t) \cdot i(t) - \gamma \cdot i(t)$ wie diese Zustande kommen.

- *zunächst wächst i exponentiell, da sich viele Suszeptible anstecken und der Abfluss nahezu null ist*
- *wenn die Suszeptiblen knapper werden, wird der Zufluss kleiner*
- *irgendwann sind keine Suszeptiblen mehr da, der Zufluss ist nun sehr klein und der Abfluss überwiegt, die Epidemie klingt ab*

Vervollständige die Merksätze. Beachte dabei, dass alle anderen Parameter konstant gehalten werden.

Je größer der Anteil der Infizierten zu Beginn der Epidemie, desto...

früher tritt das Maximum ein. Eine Veränderung des Gesamtanteils oder der Ausprägung des Maximums ist nur minimal zu erkennen (3 oder 4 Nachkommastelle), da die Angaben in Prozent sind, entsprechen diese Nachkommastellen dennoch ein paar Tausenden Infizierten mehr.

Wenn die Infektionsrate größer ist als die Genesungsrate, dann...

tritt das Maximum der Infizierten früher und stärker ein und am Ende der Epidemie gibt es mehr Resistente

Wenn die Genesungsrate größer ist als die Infektionsrate, dann...

sinkt der Anfangsbestand der Infizierten direkt ab. Es gibt insgesamt nur sehr wenige Erkrankte.

Wenn die Infektions- und Genesungsrate gleich sind, dann...

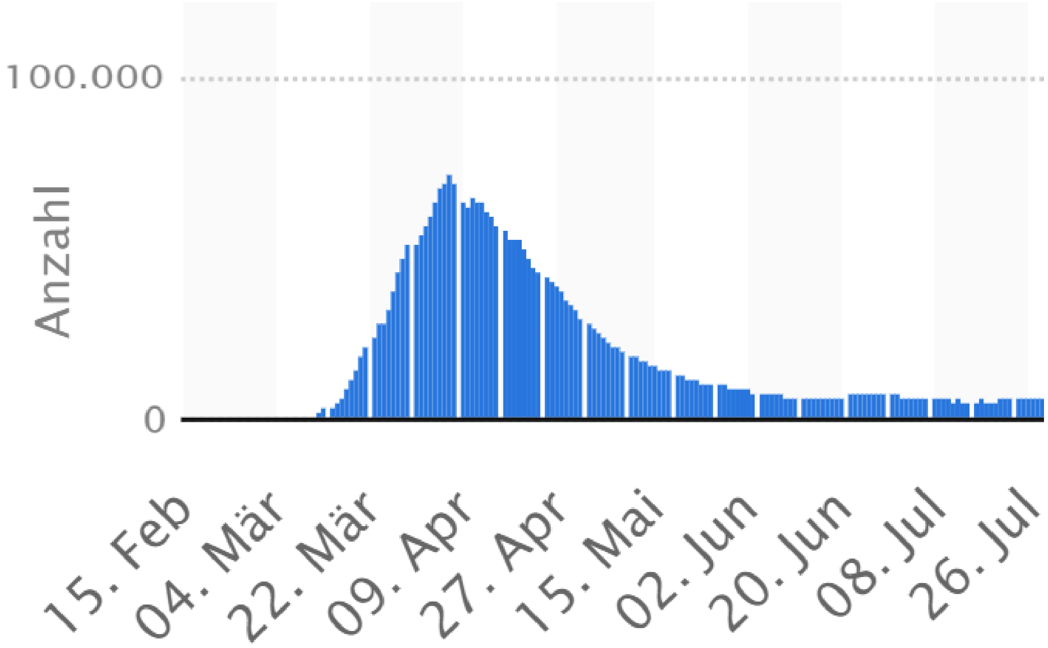
sinken die Infiziertenzahlen ebenfalls ab. Je nach Größe der Parameter dauert das Absenken länger bzw. weniger lang. Es läuft jedoch immer auf den gleichen Grenzwert hinaus.

Den Quotienten aus Infektions- und Genesungsrate $\frac{\beta}{\gamma}$ nennt man **Basisreproduktionszahl**. Mit Hilfe dieser Größe lassen sich Aussagen zum zukünftigen Verlauf einer Epidemie treffen.

Ist er größer 1:	*bricht die Epidemie aus.*
Ist er gleich 1:	*ist die Epidemie konstant. Die Krankheit geht langsam zurück.*
Ist er kleiner 1	*bricht keine Epidemie aus. Die Zahl der Infizierten baut sich direkt ab.*

Vergleich der Ergebnisse zu reellen Daten (Zusatz)

Vergleiche die Fallzahlen aus Februar-April 2020 von Deutschland [1] mit deinen Ergebnissen aus der Modellierung.



⇒ 25. Februar: 2 Infizierte, 6. April: 72865 Infizierte (Maximum), 16.Juni: 6372 Infizierte

Quelle: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1181971/umfrage/aktive-faelle-des-coronavirus-in-deutschland/#professional

Notiere deine Beobachtung:

- *Verlauf sieht qualitativ sehr ähnlich aus*
- *70.000 Personen entsprechen in Deutschland nur 0.09%, in unserem Verlauf ist Maximum bei 25%*
- *Reelle Daten sind nicht ganz ruckfrei*

Was ist deine Kritik?

Die reellen Daten sind wesentlich niedriger! Im betrachteten Zeitraum (ab Mitte März) wurden bereits erste Maßnahmen ergriffen, ein unkontrollierter Verlauf lag also nicht vor. Zum Vergleich müssen also Maßnahme berücksichtigt werden.

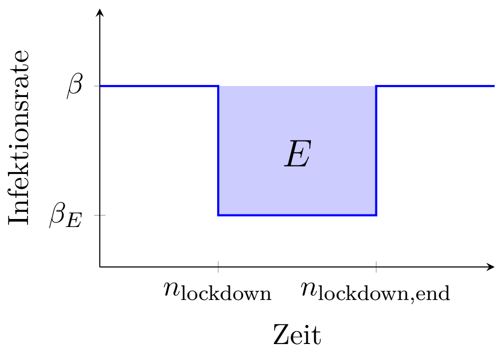
[1] Ab Mitte März beschloss das Land Einschränkungen des öffentlichen Lebens.

Kontrollmaßnahmen zur Eindämmung einer Epidemie

Es gibt viele Kontrollmaßnahmen, die in das mathematische Modell eingebaut werden können. Hier sollen nun zwei mathematische Umsetzungen von Kontrollmaßnahmen genauer betrachtet werden:

1. Absenkung der Infektionsrate

Umsetzung/Interpretation:
Masken, Desinfizieren, Abstand halten, Niesettikette, Lockdown, Beschränkung der Sozialkontakte, keine Feiern/Partys, Beschränkung der Personen pro Laden/Raum etc.



Mathematisch kann diese Maßnahme ausgedrückt werden über eine zeitlich veränderte Infektionsrate. Für die Umsetzung haben wir jedoch nur eine gewisse Kapazität, die wir E nennen. Wir senken die Infektionsrate auf β_E, die (reduce) Prozent der krankheitsspezifischen Infektionsrate β ist: $\beta_E = \text{reduce} \cdot \beta$. Der Zeitpunkt, an dem wir mit dem Absenken beginnen, heißt n_{lockdown}. Die Maßnahme endet automatisch, wenn E aufgebraucht ist, der Zeitpunkt ergibt sich über $n_{\text{lockdown, end}} = n_{\text{lockdown}} + \frac{E}{\beta - \beta_E}$.

2. Neuer Übergang von den Suszeptiblen S zu den Resistenten R

Umsetzung/ Interpretation:
Impfungen, noch nicht entdeckte Medikamente

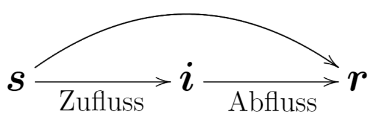
Annahmen: Immunisierung wirkt sofort und zu 100% . Die Übergangsrate ist zeitlich konstant. Für diese Umsetzung werden die Ressource oder Kapazität **nicht beschränkt !**

Mathematisch müssen für diese Maßnahme die Gleichungen erweitert werden:

$$s(t+1) = s(t) - \beta \cdot s(t) \cdot i(t) \boldsymbol{- \alpha \cdot s(t)}$$

$$i(t+1) = i(t) + \beta \cdot s(t) \cdot i(t) - \gamma \cdot i(t)$$

$$r(t+1) = r(t) + \gamma \cdot i(t) \boldsymbol{+ \alpha \cdot s(t)}$$



Die Maßnahme der Immunisierung wird ab einem Zeitpunkt nvacc und dann durchgehend (ohne Ende) angewendet. Wird ab dem Zeitpunkt $t = 0$ gehandelt, nennen wir die Maßnahme vorbeugend oder prophylaktisch. Für spätere Zeitpunkte ($t > 0$) sprechen wir von einer eingreifenden oder intervenierenden Maßnahme.

Kontrollmaßnahmen zur Eindämmung einer Epidemie

(a) RABE (Ralf Böhme)
https://de.toonpool.com/cartoons/Merkel%20gelassen355062

(b) Tommy Schwarwel
https://twitter.com/TSchwarwel/status/1376476050650243075

Welche Maßnahme zur Eindämmung einer Epidemie ist am erfolgversprechendsten? Wie unterscheidet sich das Vorgehen, wenn man die Kapazität des Gesundheitssystem bedenkt?

Aufgaben:
Nutze das Programm: „*B- Kontrollmaßnahmen zur Epidemieeindämmung.py*“ für deine Untersuchung der Auswirkung:

a) von Hygienemaßnahmen/Lockdowns.

b) von Impfkampagnen.

Stelle zunächst kurze Hypothesen darüber auf, welche Auswirkung du von den Maßnahmen (Änderung der Parameter im Parameterfile unterhalb der Rautenkette) erwartest. Erweitere dein Textdokument um den Abschnitt „Kontrollmaßnahmen“ und dokumentiere deine Untersuchung wie bei der unkontrollierten Epidemie.

Zur Orientierung:

- Für nur Hygiene: setzte Impfrate vaccrate=0 ; für nur Impfen: setzte Einsatzmittel E=0.
- Variiere den Absenkfaktor, die Eingriffszeit und die Einsatzmittel für die Hygiene-/Lockdown-maßnahme.
- Variiere die Impfrate und den Startzeitpunkt für die Impfkampagne.
- Kombiniere beide Maßnahmen.

Auf den nächsten Seiten findest du Orientierungshilfen und Anregungen, was du untersuchen könntest. Du **musst** die Fragen **nicht** alle beantworten.

Anregungen, Untersuchungsfragen & Orientierungshilfen:

● Fragen zur reinen Hygiene-Maßnahme:

Was passiert, wenn man zu früh eingreift?

Da die Maßnahme relativ schnell vorbei geht, kommt nach dem Ende der Maßnahme eine zweite Welle. Die Werte steigen wieder an.

Wieso bringt ein sehr spätes Eingreifen nichts?

Beim späten Eingreifen (nach dem Maximum) klingt die Epidemie sowieso ab, große Veränderungen lassen sich nicht mehr erreichen. Die Epidemie ist quasi unkontrolliert verlaufen

Der Einsatz von mehr Ressourcen (größeres E) hat einen
[Kreuze an] ☒ positiven ☐ negativen ☐ keinen
Effekt auf die Entwicklung der Infiziertenzahl, wenn alle anderen Größen gleich gelassen werden, weil

die Maßnahmen durch größere Ressourcen länger durchgeführt werden können und die Infiziertenzahlen daher kleiner bleiben.

● Fragen zur reinen Impf-Maßnahme:

Beschreibe den zeitlichen Verlauf für eine Impfkamagne:

nvacc= vaccrate=

Der Verlauf der Infiziertenkurve ist je nach Impfrate deutlich schwächer/niedriger als bei der unkontrollierten Epidemie. Für sehr frühe und starke Impfkampagnen gibt es nur ein kleines Infizierten-Maximum (am Tag nvacc), danach nimmt der Infiziertenteil stark ab. Es gibt keine zweite Welle, da die Maßnahme nach Beginn unbegrenzt fortgeführt wird. Der Anteil der Suszeptiblen nimmt ab nvacc je nach vaccrate stark ab, da sie immunisiert werden, und der Anteil der Resistenten entsprechend zu.

Die Impfkampagne wird umso besser, ... : [Kreuze an]

☒ je mehr Leute sich impfen lassen. ☐ je später geimpft wird.
☒ je höher die Impfrate. ☒ je früher geimpft wird.
☐ je kleiner die Impfrate.

Beachte: Für das Impfen wurde keine Ressource festgelegt! Die Aussage stimmt also nur begrenzt!

Wenn wir nun eine theoretische Ressource annehmen, würden die Aussagen immer noch stimmen? Begründe.

Ja, da schnellst möglichst viele Person immun werden, die Suszeptiblenzahl wird schneller kleiner und damit ist der Zufluss zu den infizierten (Faktor s) früher kleiner?!

- Fragen zur Auslastung des Gesundheitssystem:

Wie kann die Grenze des Gesundheitamts unterschritten werden?

Man muss die beste Maßnahme mit sehr großer Ressource durchführen und früh mit guten (hohen) Rate impfen

Nutzen der Kontrollmaßnahmen

Das bringt doch alles gar nichts. Dieses ewige hin und her!
Da können wir das doch gleich lassen!

Wie erfolgreich sind die Kontrollmaßnahmen denn nun wirklich?

Nutzenanalyse-Theorie

Um Aussagen darüber, wie erfolgreich eine Maßnahme ist, beantworten zu können, muss der Eingriff mit der unkontrollierten Epidemie verglichen werden. Dafür wird der Gesamtanteil aller Erkrankten betrachtet, da natürlich möglichst wenige Personen erkrankt sein sollten. Wir bilden die Differenz des Gesamtanteils der Erkrankten der unkontrollierten Epidemie ν_i^0 und dem Gesamtanteil der Erkrankten der kontrollierten Epidemie ν_i^+ $\implies \nu_i^0 - \nu_i^+$ und erhalten den Anteil, der sich nicht infizieren würde. Diese Differenz nennen wir auch **Nutzen**.

Teilen wir das Ergebnis durch den Gesamtanteil der Erkrankten der unkontrollierten Epidemie $\implies \frac{\nu_i^0 - \nu_i^+}{\nu_i^0}$, können wir sagen, wie groß der Anteil der Nun-Nicht-Erkrankten an den Gesamterkrankten ist oder leichter gesagt, was die **Verbesserung**/ der **Erfolg** durch die Maßnahme ist.

Der Unterschied, der sich zu jedem Zeitpunkt zwischen den Infiziertenanteilen ergibt, nennen wir **Abweichung**. In den Programmen ist diese blau dargestellt. Mit der Abweichung können wir sagen, wie viele Prozentpunkte zum Zeitpunkt t weniger/mehr infiziert sind. Beispiel: In der unkontrollierten Epidemie sind zur Zeit $t = 15$ 18% der Menschen infiziert, mit einem theoretischen Eingriff wären es zur gleichen Zeit nur 7%. Die Abweichung wären also 11%, d.h. 11% der Bevölkerung wären zu dieser Zeit zusätzlich noch suszeptibel (nicht infiziert).

Aufgaben:

a) Nutze das Programm: „*C- Nutzenanalyse der Maßnahmen.py*“ , um den Nutzen und Erfolg deiner gefundenen Strategien zu untersuchen.

b) Vergleiche den Erfolg mit Alternativmaßnahmen. Nutze dafür das Programm „*C2-Vergleich der Erfolge durch Alternativmaßnahmen*“ . Es zeigt dir den Erfolg für verschiedene Hygienemaßnahmen und Impfkampagnen. Was ist leichter umsetzbar oder realistischer?

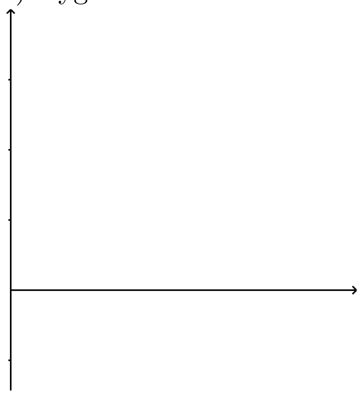
Dokumentiere deine Ergebnisse.

Auf der nächsten Seite findest du Orientierungshilfen und Anregungen, was du untersuchen könntest. Du **musst** die Fragen **nicht** alle beantworten.

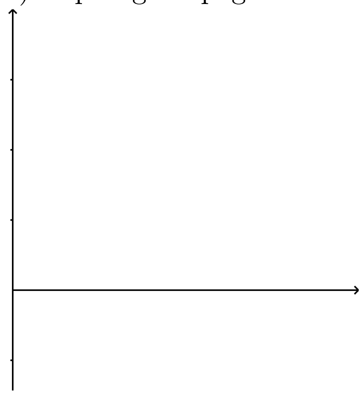
Anregungen & Orientierungshilfen:

Skizziere die *Abweichung* zwischen unkontrollierter Epidemie und einer beliebigen...

a) Hygienemaßnahme



b) Impfungkampagne



Beschreibe die Abweichung zwischen unkontrollierter und kontrollierter Epidemie für deine Hygienemaßnahme:

nlockdown=	reduce=	*E*=

Vor nlockdown ist die Abweichung gleich null, es gibt keinen Unterschied. Ab nlockdown steigt die Abweichung an, der Unterschied zwischen unkontrollierter und kontrollierter Epidemie ist hier positiv. Kurz nachdem die Ressourcen E aufgebraucht sind, ist die Abweichung negativ, es gibt also bei der kontrollierten Epidemie zu dieser Zeit mehr Infizierte als es bei der unkontrollierten Epidemie zur gleichen Zeit geben würde. Die Abweichung nähert sich wieder Null beim Abklingen der Epidemie.

Beschreibe die Abweichung zwischen unkontrollierter und kontrollierter Epidemie für deine Impfkampagne:

nvacc=	vaccrate=

Für vorbeugendes Impfen steigt die Abweichung direkt an. Für eingreifende Impfungen beginnt der Anstieg der Abweichung erst ab nvacc und ist zuvor null. Nach dem Maximum (größter positiver Effekt im direkten zeitlichen Vergleich) sinkt die Abweichung ab. Da es keine Ressource gibt, wird die Abweichung nicht negativ. Für sehr frühe und starke Impfkampagnen gleicht die Abweichung der unkontrollierten Epidemiekurve.

Was war dein bester Nutzen bzw. Erfolg und welche Methode hast du verwendet? Gib dazu auch die Größe deiner Variablen an.

Nutzen=	Verbesserung=

Begründe, wieso die Wahl der Größe der Einsatzmittel entscheidend/ausschlaggebend für den Nutzen ist.

Die Einsatzmittel beschränken die Dauer. Ein kurzer Eingriff ist dabei nicht so effizient wie die selbe Strategie mit mehr Ressourcen. Der Nutzen wird größer, je mehr Ressourcen zur Verfügung stehen.

Ist jede Impfkamagne wirklich durchsetzbar? Notiere dir Argumente dafür bzw. dagegen.

Beteiligung der Bevölkerung und die tägliche Kapazität der Umsetzung sind beschränkt. Beschränkung durch Materialien (Impfstoff), Lokalitäten, Personal

Optimierung der Hygienemaßnahme

Vielleicht ist dir schon aufgefallen, dass je nachdem, wie du die Eingriffzeit ‚nlockdown‘ und die Absenkung ‚reduce‘ kombinierst, Unterschiede beim Gesamtanteil der Erkrankten zu erkennen sind.
Untersuche die verschiedenen Kombinationen auf ihre Effizienz.

Aufgaben:
Nutze das Programm: „*D- Ideale Hygienemaßnahme.py*“ für deine Untersuchung.
Speichere den/die Graphen in dein Textdokument in einem neuen Abschnitt „Ideale Hygienemaßnahme“. Halte deine Erkenntnisse in den Aufgabenfeldern fest, sodass du sie später gut präsentieren kannst.

Figure 1 ist ein dreidimensionaler Plot. Der Gesamtanteil der Erkrankten am Ende der Epidemie ist hier in Abhängigkeit des Eingriffszeitpunkts und der Absenkung dargestellt. Du kannst also für „alle“ Kombinationsmöglichkeiten den Gesamtanteil der Erkrankten ablesen.
Notiere deine Beobachtung zum 3D-Plot (Figure 1):

- *zu sehen ist eine Berg-Tal-Struktur*
- *für nlockdown=0 sind die Werte für starke Eingriffe (reduce klein) sehr hoch, bei schwächerem Eingriffen (reduce≈ 0.8) sinkt der Gesamtanteil der Infizierten bis auf ein Minimum, für ganz schwache Eingriffe steigt der Gesamtanteil wieder*
- *für reduce=1 ergibt sich keine Veränderung des Gesamtanteils unabhängig vom Eingriffszeitpunkt, da gar nicht eingegriffen wird (trivial)*
- *aus dem Tal wird ersichtlich, dass jede Eingriffszeit eine optimale Absenkung hat*
- *Es gibt ein globales Minimum = ideale Maßnahme*

Das Programm zeigt dir ebenfalls, wie sich der Gesamtanteil der Erkrankten entwickelt, wenn die ideale Maßnahme nicht getroffen wird.
Figure 2: Wir wählen eine Absenkung fest und betrachten den Gesamtanteil für verschiedene Eingriffzeiten.
Figure 3: Diesmal wählen wir den Eingriffzeitpunkt fest und betrachten den Gesamtanteil, wenn wir die Absenkung verändern.

Was passiert, wenn wir minimal von der idealen Maßnahme abweichen (Figure 2 & 3)?

- *eine Abweichung erhöht zwar den Gesamtanteil, aber dies nur minimal*
- *Figure 2:*
  - *wird die Absenkung getroffen, sollte nicht verfrüht eingegriffen werden (eher etwas später)*
  - *wird früher eingegriffen, sollte die Absenkung minimal schwächer ausfallen (reduce etwas größer)*
- *Figure 3*
  - *wird die Tag eingehalten, kann die Rate dennoch minimal abweichen und es bleibt die bessere Wahl*
  - *wird die Rate größer gewählt, sollte früher eingegriffen werden*