

# Musterlösungen IMP Klasse 9 KW 17

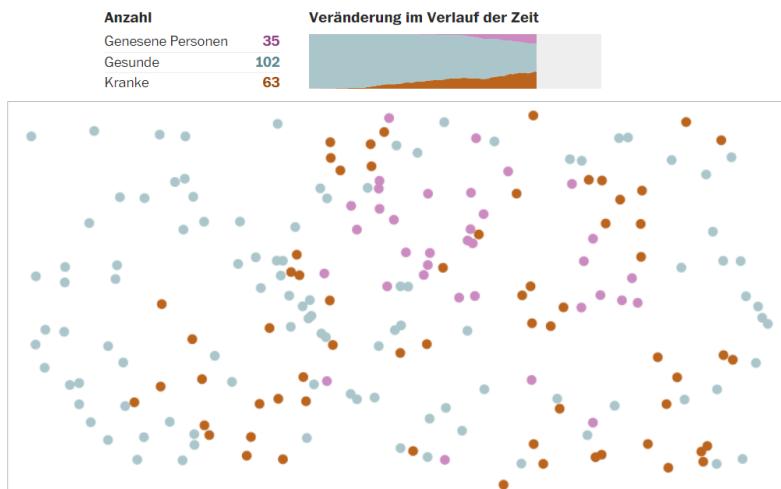
Aufgabe 1) die Basisreproduktionszahl und simulierte Krankheitsverläufe:

a) Bitte durcharbeiten: <https://www.sueddeutsche.de/politik/aktuelles-lexikon-basisreproduktionszahl-1.4866880>

Beschreibe in eigenen Worten, worum es sich bei der Basisreproduktionszahl handelt. Was bedeutet der Wert „zwischen 2,4 und 3,3“?

**Die Basisreproduktionszahl beschreibt diejenige Anzahl an Menschen, die ein Infizierter durchschnittlich an gesunden Menschen ansteckt. Der Wert für SARS-Cov2 liegt ohne Maßnahmen zwischen 2,4 und 3,3. Das bedeutet, dass ein Corona-Infizierter ohne Schutz, frei beweglich circa 2-3 Personen ansteckt.**

b) Sim. Washingtonpost: <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/health/corona-simulator-german/>



1. Simulation: Wie wird in der Simulation eine gesunde Person krank? Wie wird die „Simulitis“ weitergegeben?

**Personen werden in der Simulation als Kugeln dargestellt. Eine gesunde Person (dargestellt als türkisfarbene Kugel) wird infiziert, indem sie mit einer infizierten Person (braune Kugel) zusammenstößt.**

2. Simulation: Wieso wird eine genesene Person nicht wieder neu krank?

**In der Simulation geht man davon aus, dass eine genesene Person immun wird. Dies geschieht bei realen Menschen durch Bildung von sogenannten Antikörpern. Das sind körpereigene Stoffe, die gezielt die Viren neutralisieren. So kann sich ein immunisierter Körper bei einer Neuinfektion gegen die Virus-Eindringlinge wehren.**

2. und 3. Simulation: Welche drei unterschiedlichen Menschentypen gibt es grundsätzlich?

**Gesunde (türkis)**

**Kranke (braun)**

**Genesene (violett)**

3. Simulation: Wieso steigt die Kurve zunächst an und fällt dann abschließend ab?

Veränderung im Verlauf der Zeit



**Zitat Hasbi: „Weil es einen Punkt gibt, an dem keine Gesunden mehr existieren und alle Kranken genesen.“**

4. Simulation: Was ist die Wirkung einer strikten Quarantäne und wie verändert sich dadurch die Epidemie?

Eine Gesamtbevölkerung wird in 2 Gruppen geteilt, die strikt voneinander abgetrennt leben. Während eine der beiden Gruppen durchsucht wird, bleibt die andere gesund. Wird die Quarantäne allerdings durchbrochen, so verliert sich der gewünschte Effekt: Die zweite, bisher gesunde Population wird ebenfalls schnell krank und durchsucht. Das Problem hier, Zitat:

„Lawrence O. Gostin, Professor für globales Gesundheitsrecht an der Georgetown University, drückte es so aus: „Tatsache ist, dass diese Art von Abriegelungen sehr selten und niemals effektiv sind.“

5. und 6. Sim: Wodurch wird in der Simulation die sogenannte „Soziale Distanzierung“ erreicht und was bewirkt sie?

Die Bevölkerungsteile werden nicht strikt voneinander abgetrennt, sondern es erfolgt eine Aufteilung in zwei Gruppen, wobei beide Gruppen homogen durchmischt sind: Die eine Gruppe bewegt sich „wie immer“, also unverändert. Die zweite Gruppe bewegt sich nicht. Dadurch wird die Ansteckungsrate deutlich herabgesetzt – die Kurve der angesteckten Kranken wird also abgeflacht; so entsteht das bekannte „flatten the curve“.

Zuletzt: welcher wesentliche, wichtige Faktor wurde in all diesen Simulationen außen vorgelassen?

1. Das Limit an Kranken, welches unser Gesundheitssystem aushält (danke an Hasbi, dem das aufgefallen ist)
2. Diejenigen Infizierten, welche sterben.

## Aufgabe 2) Faktoren für die mathematische Epidemiologie: SIR-Modell

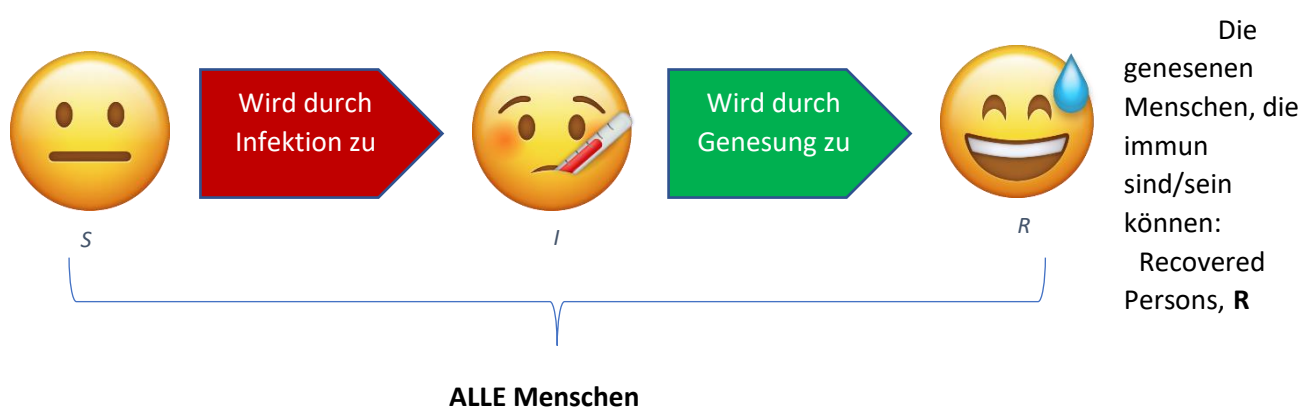
(falls sich jemand tiefer einlesen will, dann ist das hier eine sehr schöne Arbeit, allerdings schwierig zu lesen:

[https://www.ngw.ch/wp-content/uploads/2018/07/Maturarbeit\\_Cyrill\\_Graf.pdf](https://www.ngw.ch/wp-content/uploads/2018/07/Maturarbeit_Cyrill_Graf.pdf))

In Aufgabe 1 haben wir drei unterschiedliche Menschentypen ausgemacht:

Die gesunden Menschen, die noch nicht infiziert wurden: Susceptible Persons, **S**

Die infizierten Menschen, die gerade ansteckend sind: Infectious Persons, **I**



Grundannahme: Jeder Mensch gehört zu einem bestimmten Zeitpunkt entweder zu S, zu I oder zu R, niemals zu zwei Gruppen gleichzeitig. Die Anzahl aller Menschen bleibt gleich (es stirbt niemand), das heißt:

Die Summe aus **S + I + R** sind: **Alle Menschen**

Herleitung des Modells 1: Wovon hängt die Anzahl der Neuinfektionen ab?



**Hier wirken drei Faktoren zusammen. Überlege, welche Zusammenhänge logisch sind:**

*[noch nicht infizierte Bevölkerung]:* Je größer die Gruppe S, desto **größer** die Anzahl an Neuinfektionen, weil: **Mehr Infektionen möglich sind.**

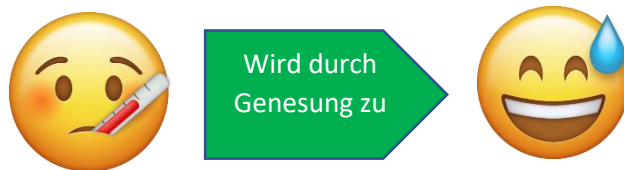
*[Ansteckungswahrscheinlichkeit]:* Je leichter die Ansteckung, desto **größer** die Anzahl an Neuinfektionen, weil: **Mehr Personen schneller angesteckt werden können.**

*[Wahrscheinlichkeit Kontakt mit Infizierten]:* Je höher die Anzahl an infizierten Personen, desto **größer** die Anzahl an Neuinfektionen, weil: **Die Wahrscheinlichkeit höher ist, mit Infizierten in Kontakt zu geraten.**

**Allgemein gilt außerdem:**

Die Anzahl Neuinfektionen verringert die Menge an Gesunden S und **vergrößert** die Menge an Infizierten I.

Herleitung des Modells 2: Wovon hängt die Anzahl der Genesungen ab?



Auch hier wirken Faktoren zusammen. Welche Zusammenhänge sind logisch?

*[Menge der Infizierten]:* Je größer die Gruppe I, desto **größer** die Anzahl an Heilungen/Genesungen, weil: **Je größer die Gesamtmenge an Kranken, desto größer die Anzahl an Heilungen – falls eine Heilung möglich ist.**

*[Heilungswahrscheinlichkeit]:* Je größer die Heilungswahrscheinlichkeit, desto **größer** die Anzahl an Heilungen/Genesungen, weil: **Je höher die Heilungswahrscheinlichkeit, desto mehr Menschen werden pro Zeiteinheit wieder gesund.**

Herleitung des Modells 3: Definition der Basisreproduktionszahl

Dies bitte einfach „lernen“, denn die genaue mathematische Herleitung liegt auf Uni-Niveau.

Die Basisreproduktionszahl  $R_0$  ist definiert als:

$$R_0 = \frac{\text{Ansteckungswahrscheinlichkeit}}{\text{Heilungswahrscheinlichkeit}} \quad \text{bei Covid: } R_0 \approx 3 \text{ (ohne Maßnahmen)}, \approx 0,7 \text{ (soziale Distanz)}$$

Wie in Aufgabe 1) hergeleitet, ist die Basisreproduktionszahl diejenige Menge an gesunden Menschen S, die ein infizierter Mensch während seiner Krankheit infiziert. Warum ist das so?

- (1) Je ansteckender die Krankheit, desto eher wird ein gesunder Mensch von einem Infizierten krank.  
(Und Covid gilt als hochansteckend!)
- (2) Je häufiger die Kontakte zwischen Gesunden und Kranken, desto mehr Möglichkeiten einer Ansteckung.  
(deshalb ist soziale Distanzierung sinnvoll – es werden die Kontaktmöglichkeiten eingeschränkt)

Beide Faktoren ergeben die Ansteckungswahrscheinlichkeit.

Je eher aber ein Kranker wieder geheilt wird, desto weniger Möglichkeiten besitzt er, einen Gesunden anzustecken.  
Oder kurz: Je höher also die Heilungswahrscheinlichkeit, desto weniger Gesunde trifft ein Infizierter!

### Zusatzaufgabe: Spiel mit der Simulation

In der nächsten Woche werden wir uns unter anderem mit dieser Simulation beschäftigen:

<https://insightmaker.com/insight/2944/SIR-Model>

Wer mit vernünftigen Werten „spielen“ will, kann diese Einstellungen und Parameter einstellen:

The image shows a screenshot of the SIR model simulation interface. On the left, a 'Simulation Time Settings' dialog box is open, with a red circle around the 'Settings' button. The dialog box contains the following settings: Simulation Start: 0, Simulation Length: 50, Time Units: Months (selected), Pause Interval: No Pause, Analysis Algorithm: Accurate (RK4), and Simulation Time Step: 1. On the right, the main simulation interface is visible, showing sliders for 'Susceptible' (99), 'Infected' (3), 'Recovered' (0), 'Immunity Loss Rate' (0), 'Recovery Rate' (0.08), and 'Infection Factor' (0.01). Red arrows point from the 'Infection Factor' slider to a red-bordered box labeled 'Ansteckungswahrscheinlichkeit' and from the 'Recovery Rate' slider to a red-bordered box labeled 'Heilungswahrscheinlichkeit'. There are also red ovals around 'Infection Factor' and 'Recovery Rate' labels on the left side of the interface.