

## AGENDA

Anwendungskontext und Spezifikation .....	2
Wirkungsdiagramm.....	5
Experiment 1 .....	5
Experiment 2 .....	6
Log-Buch .....	7
• Erster ,Tag' .....	7
• Woche 1 .....	7
• Woche 2 .....	7
• Woche 3 .....	8
• Woche 4 .....	8
Reflexion .....	10

## **ANWENDUNGSKONTEXT UND SPEZIFIKATION** — *Simulation einer Pandemie/Epidemie*

In dieser Arbeit simulieren wir das Infektionsgeschehen, dass durch das Auslösen einer Pandemie/Epidemie, zustande kommt. Zugunsten der Präzision und Übersichtlichkeit beschränken wir bei dieser Simulation die betrachtete Menschenmenge auf etwa die Größe der Einwohnerzahl in Hamburg. Die Anzahl der tatsächlichen Einwohner lässt sich im Vorfeld dennoch etwas variabel im Bereich von 1 – 2,5 mio. bestimmen. Der Fokus bei dieser Simulation liegt im Wesentlichen auf der Darstellung der Kontaktmaßnahmen und der direkten Auswirkung der Kontaktrate. Der ‚implizite‘ Reproduktionswert ist daher nicht gesondert angeführt.

Um das Infektionsgeschehen in Gang zu setzen, schleusen wir zunächst eine mit dem Virus infizierte Person in das System. Demnach starten wir bei den ‚Infizierten‘ mit dem Anfangswert ‚1‘. Die daraus resultierende Reproduktion des Virus lässt sich – sofern ohne weitere Faktoren betrachtet – vereinfachter Weise durch exponentielles Wachstum beschreiben. Das Wachstum errechnet sich aus der durchschnittlichen Kontaktrate multipliziert mit dem Betrag der Infizierten. Fernerhin wird die Inkubationszeit als konstanter Wert von 14 Tagen miteinbezogen, sodass sich das Wachstum nach 14 Tagen vollständig entwickelt.

Parallel zum Start wird die Forschung nach einem Impfstoff in Gang gesetzt. Der entsprechende Wert des Fortschritts wird, um spätere Berechnungen weniger komplex werden zu lassen, als Dezimalwert dargestellt. Der Wert steigt linear anhand des ‚Forschungsgrads‘.

Sowohl Genesungen als auch Todesfälle durch Nicht-Genesungen der Infizierten sind als weiterer Schritt im Prozess des Infektionsgeschehens möglich. Die Todesfälle errechnen sich durch die Todesrate, die in der Simulation stetig 0,23% beträgt. Die Genesungen erfolgen anhand der Genesungsdauer von 14 Tagen. Das Wachstum der daraus entstehenden Genesungen und Todesfälle sind proportional hinsichtlich des Betrags der Infizierten. Nachdem die ehemals Infizierten den vollständigen Prozess durchlaufen haben – sofern sie nicht unter den Todesfällen verzeichnet werden – wieder anfällig für eine weitere Infektion und nicht vorerst immun. Der Nachteil an dieser Darstellung liegt an den stetig steigenden Todesfällen, die in der Realität vermutlich viel schmalere ausfielen.

Um nun die Kontaktmaßnahmen einzuleiten, müssen vorerst weitere Daten wie der

## Informatik S2 — Erstellen einer Simulation

Inzidenzwert als auch der bürokratische Verzug der Erhebung von Maßnahmen erhoben werden. Der Inzidenzwert wird durch das Hunderttausendfache des Quotienten der Infizierten aus den letzten 7 Tagen und der gesamten Bevölkerung beschrieben. Die gesamte Bevölkerung lässt sich als Variable mit der Anzahl der Infizierten, den Einwohnern und den geimpften Einwohnern (dazu später mehr) festhalten. Um die Zunahme der Infizierten aus den letzten 7 Tagen zu bestimmen, ist ein Zwischenschritt nötig: Der Betrag ebenjener wird durch einen Bestand zwischen den Neuinfizierten und den Infizierten erhoben.

Auch werden im Vorhinein drei Richtwerte für einen maximalen Inzidenzwert vor dem Erlass der Maßnahmen und ein Faktor zur gemeinsamen Skalierung der Richtwerte festgelegt. Alle vier Werte sind im Vorfeld vom Nutzer durch Slider definierbar. Der vorhin genannte bürokratische Verzug wird durch eine zufällige Verzerrung des Inzidenzwerts von 3 bis 12 Zeiteinheiten (Tagen) in die Vergangenheit erreicht. Damit entsteht eben jener Verzug, wodurch die erhobenen Maßnahmen, die durch einen bestimmten Inzidenzwert eingeleitet werden, erst 3 bis 12 Tage später in Kraft treten.

Um die Maßnahmen nun einzuleiten, gehen wir folgendermaßen vor: Wir teilen die drei Fälle (hinsichtlich der faktorisierten Richtwerte) auf und prüfen, ob sich der momentane Inzidenzwert in einem der jeweiligen Bereiche liegt, sprich: „In welchem Wertefenster befindet sich der Inzidenzwert?“. Anhand dieser Checks können wir dann den neuen, entsprechenden Wert als neue Kontaktrate einsetzen.

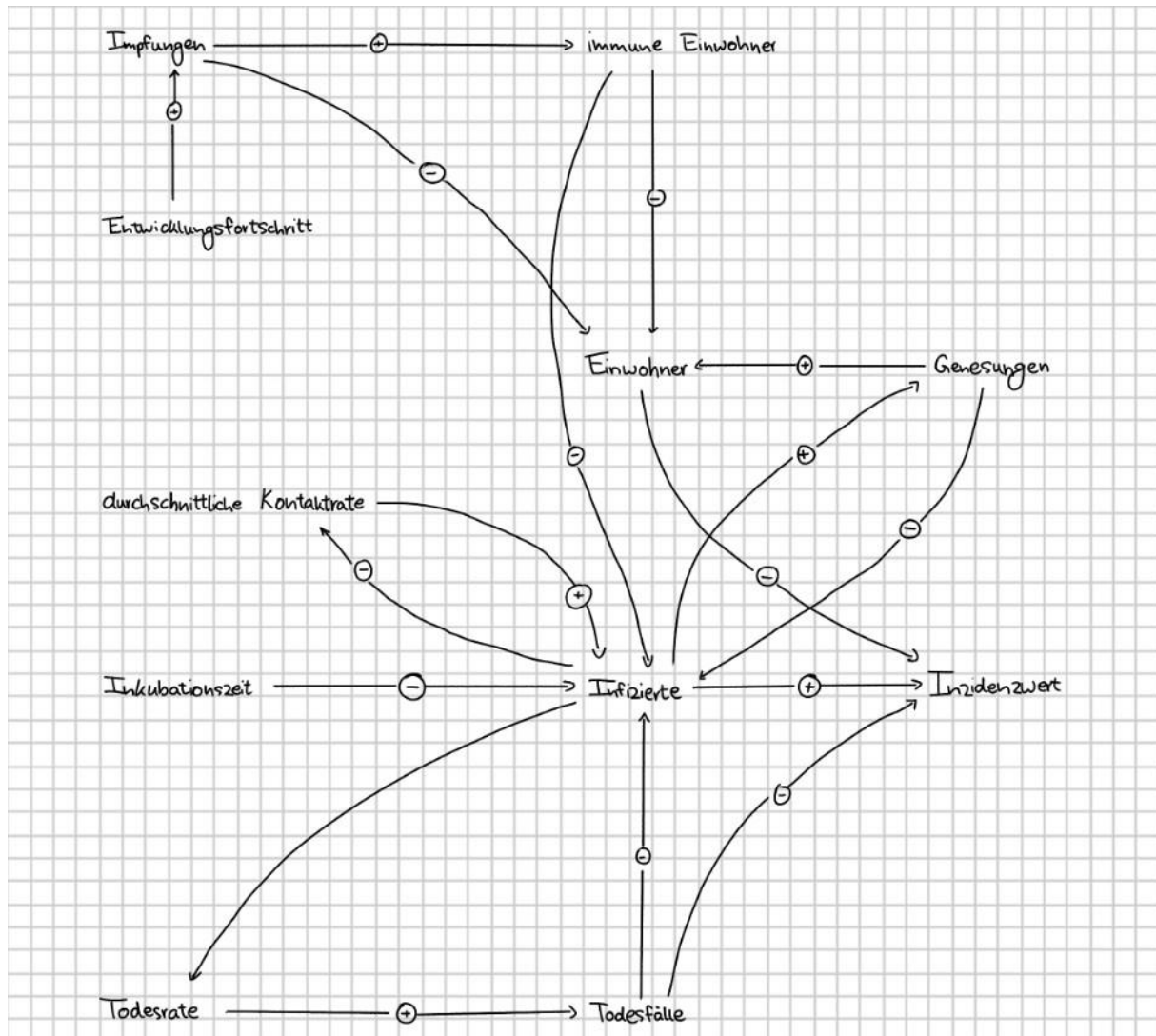
In der Realität gibt es durchaus Schwankungen in der durchschnittlichen Kontaktrate, die wir, um deren Auswirkungen auf ein Infektionsgeschehen zu erfassen, als variierenden Faktor mit einbeziehen. Die Variation wird über eine weitere, vordefinierbare Variable faktoriell in die Berechnung der letztendlichen Kontaktrate hineingegeben. Eine reine Sicherheitsmaßnahme – um logisch-praktische Widersprüche zu vermeiden – ist hier eine Kontrollstruktur, die verhindert, dass der variierte Kontaktwert unter 0 sinkt.

Im weiteren Verlauf des Infektionsgeschehens sollen dann die Impfungen erfolgen, um den Kreislauf der Neuinfektionen letzten Endes zu beenden. Die geimpften Einwohner finden sich dann in einem neuen Bestand außerhalb des Kreislaufs wieder. Damit haben sie rein vom Simulationskontext betrachtet – wie jene, die dem Virus bereits vorher zum Opfer fielen – ‚Immunität‘ erlangt, werden also nicht neu infiziert. Mit zunehmenden Impfungen wird also das Infektionsgeschehen geschmälert. Die tatsächlichen Impfungen pro Zeiteinheit (Tag) werden von der angestrebten Impfquote und der Ausschüttungsrate

## Informatik S2 — Erstellen einer Simulation

bestimmt. Die Ausschüttungsrate setzt sich aus dem Entwicklungsfortschritt, der Erfolgsrate und dem Mindestfortschritt für die Ausschüttung zusammen.

Der Mindestfortschritt beschreibt dabei die minimale Entwicklung im Simulationskontext, bei der ‚Impftests‘ im Zuge der ‚Kurzzeitstudien‘ durchgeführt werden. Die Erfolgsrate nimmt dabei einen Einfluss auf den Anteil der immunisierten Personen und ist daher zu den ‚Kurzzeitstudien‘ noch etwas unstetig. Je höher der Entwicklungsfortschritt aber wird, desto weiter nehmen eben jene Ungenauigkeiten ab. Nach dem Erreichen der Fertigstellung des Impfstoffs bei 98%, liegt die Ausschüttungsrate schließlich bei 100% und die Fluktuationen in der Erfolgsrate nehmen stetig ab. Um den letzten Bereich der ‚Entwicklung‘ - (oder dem Kontext angemessener ‚utopische Verbesserung‘) zum Ausgleich unseres jetzigen Worst-Case-Szenarios, bei dem alle Kontaktpersonen auch als solche infiziert werden - des Impfstoffs abzudecken, nehmen wir eine Idealisierung der Erfolgsrate an. Diese beträgt schließlich 100%. Eine weitere Idealisierung ist, zumal die Todesrate sonst all jene sich im Kreislauf Befindlichen eliminieren würde, alle verbleibenden Einwohner zu impfen.

**WIRKUNGSDIAGRAMM** – *Das Wirkungsdiagramm:***EXPERIMENT 1** — *Wie werden die Infektionen durch die Striktheit der Kontaktbeschränkungen beeinflusst?*

Dazu benutzen wir den Schwellenwert der Kontaktbeschränkung als variablen Wert, um nicht mehrere Faktoren gleichzeitig zu verändern. Der Schwellenwert faktorisiert die Maßnahmen, was grundsätzlich nur eine ‚Skalierung‘ der Richtwerte bedeutet. Die Richtwerte bleiben während des Versuchs auf folgenden Werten: 250, 550, 900.

Schwellenwert	max. Infektionen und Todesfälle bei normalen Maßnahmen	Mittelwert max. Infektionen und Todesfälle
1	I: (37.506), T: (21.920)	
1	I: (41.870), T: (23.790)	
1	I: (39.350), T: (23.760)	<b>I: (39.575), T: (23.156)</b>

## Informatik S2 — Erstellen einer Simulation

0.2	I: (7.511), T: (4.540)	
0.2	I: (6.980), T: (4.700)	
0.2	I: (8.967), T: (4.884)	<b>I: (7.819), T: (4.708)</b>
2	I: (82.620), T: (45.270)	
2	I: (80.939), T: (46.030)	
2	I: (72.967), T: (45.064)	<b>I: (78.842), T: (45.455)</b>

Beim rein visuellen Vergleich dieser Werte erzeugt die Veränderung des Schwellenwerts - ungeachtet der stetig variierenden Kontaktrate und derer Stärke - eine proportionale Skalierung der Werte und somit auch eine der entsprechenden Graphen. Je niedriger die Schwelle ist, desto schneller greifen also auch die Kontaktmaßnahmen, wodurch letztendlich auch die Infektionen- und Todesrate ausgebremst wird.

**EXPERIMENT 2** — *Wie wirkt sich die angestrebte Impfquote auf die Dauer des Infektionsgeschehens aus?*

Die Impfquote charakterisiert sich durch einen relativ linearen Anstieg, sollte daher bei zunehmendem Wert die Dauer des Infektionsgeschehens proportional beeinflussen.

Impfquote	Etwaige Dauer d. Infektionsgeschehens
15.000	540 Zeiteinheiten
10.000	620 Zeiteinheiten
5.000	800 Zeiteinheiten

Hier bestätigen sich die Annahmen. Grundsätzlich lässt sich für diese Simulation auch pauschalisierend festhalten, dass die zulässigen Änderungen durch die gegebenen Slider im Normalfall jeweils proportionale sind, da ebenjene in der Regel nur faktoriell oder summarisch repräsentativ sind.

**LOG-BUCH** — *Handlungs- und Arbeitsschritte innerhalb der Projektzeit*

Eine grobe Veranschaulichung unseres Zeitmanagements soll hier dem Abgabebereich dienen, half zugegebenermaßen aber nicht sonderlich der Umsetzung des eigentlichen Projekts, da hier das nicht ganz fehlerfreie Vorgehen eher durch mangelnde Kompetenz im Umgang mit dem uns neuen Programm zu erklären ist. Der Profit, den manch einer aus solch einer ausführlichen Arbeit ziehen konnte, ließ sich rückblickend jedoch - mit zunehmender Arbeitsfreudigkeit - auf ein zufriedenstellendes Maß anheben und hat durch Lösen der ein oder anderen Herausforderung kleine Freudentränen ausgelöst ;-).

- **ERSTER ,TAG'** — *Festlegung des Themas*

Letztendlich erfolgte an dem Tag lediglich das Festlegen auf das Thema Pandemie, mit dem wir uns für die nächsten Wochen beschäftigen sollten. Eine Simulation spezifisch zu einer Pandemie anzufertigen, erwies sich - auch nach Rücksprache mit dem Fachlehrer - als äußerst praktisch, da diese Auswahl unter anderen wohl ebenfalls sehr beliebt war, sodass auch wir davon ausgingen, die letztendliche Arbeit mit einem breiten Spektrum ebenjener vergleichen zu können.

- **WOCHE 1** — *Einteilung der Arbeitsschritte*

Generell stellen wir in der 1. Woche den vorläufigen Anwendungskontext als solchen fest, um ein breites Feld von Eigenschaften und Merkmalen und deren Auswirkungen einer möglichen Simulation auszumalen. Eine Veranschaulichung hielt sich als sehr kleines Wirkungsdiagramm fest, war dennoch nicht sonderlich ausführlich.

- **WOCHE 2** — *Struktureller, grundlegender Aufbau des Infektionskreislaufs*

Hier geschah auch die Anfertigung des nächsten vorläufigen Wirkungsdiagramms auf Grundlage des vorher erzeugten Anwendungskontexts. Das letzten Endes doch relativ schmale Diagramm sollte zur Starthilfe für den grundlegenden Aufbau des Insights dienen. Der Erfolg beim Simulieren einzelner Wachstumsarten gelang hier einwandfrei, beim Komplexer-Werden traten allerdings förmliche und Verständnisprobleme bei der einwandfreien Umsetzung auf.

- **WOCHE 3** — *Logisch-praktisch einwandfreierer Aufbau*

In diesem Abschnitt begann das Modellieren des Infektionsgeschehens – besonders hinsichtlich des funktionierenden Kreislaufs. InsightMaker war an dieser Stelle noch etwas ‚undurchschaubar‘, sodass es auch hier zu regelmäßigen Schwierigkeiten in der praktischen Umsetzung kam. Hier kam es geradezu zu dutzenden Verwerfungen und Neuanfängen, die schließlich aber der Garant zu einer stetigen Besserung im Verständnis vom Programm führten.

- **WOCHE 4** — *Umsetzung des Infektionsgeschehens*

Hier gelang das Erstellen des abschließenden Wirkungsdiagramms. Auch der Aufbau eines funktionierenden Infektionskreislaufs gelang – jedoch unter der Annahme, dass alle kontaktfreudigen Personen, die infiziert waren, auch zu mindestens einer Weiterinfektion, zunehmend mit der Kontaktrate führen würden. Damit modellierten wir einerseits das Worst-Case-Szenario, unter dem die Steigung der Infektionen nach kürzester Zeit enorm groß wurden. Andererseits entspricht die Kontaktrate nun etwa dem Reproduktionswert, sodass diese nun auch verantwortlich für alle Neuinfektionen sind. Ersteres, wesentlichere Problem konnte dank Gedankenaustausch mit Klassenkameraden schnell behoben werden.

Auch sind die automatischen Genesungsfälle, eben nach Wiedereintritt in die infektiösen Einwohner infektiös, wodurch weiterhin mehr Material für riesengroße Anstiege in der Infektionsrate gegeben wären, sofern die Kontaktrate nicht durch Maßnahmen eingegrenzt wäre. (reflektiv) Eine mögliche Lösung wäre hier das Erstellen eines Extrabestands etwa für Krankenhausbetten, die den Infizierten etwas Zeit zum Wiedereinstieg in den Kreislauf arrangieren würden.

- **WOCHE 5** — *Skripten der Kontaktmaßnahmen und Finetuning*

Hier führten die noch relativ unbekannten Umstände der Skriptsprache zu einigen Verständnisschwierigkeiten, durch die die zu lösenden, mathematischen Probleme auf einer viel komplizierteren Weise erfolgten, sodass diese etwas anfälliger für Fehler wurden. Hier ergab sich dann auch ein Fehler in der Inzidenzwertberechnung, bei der ein ungewollter Faktor miteinbezogen war, der einen unrealistischen Anstieg des letztendlichen Wertes zur Folge hatte. Ferner kam es beim Simulieren zu ungewöhnlichen Ausschlägen um eine Kontaktrate mit einem bestimmten Nullkomma-Wert. Diese war rein eventuell auf ein



Gleitkommafehler durch das Nutzen eines Floats zurückzuführen, Grund dafür wurde letzten Endes nicht bekannt. Der Fehler wurde durch ein Überholen des Quelltextes behoben.

- **WOCHE 6** — *Skripten der Impfungen und Finetuning*

Schwierig war hier das Erzeugen des mathematischen Ausdrucks, um den zwischen gegebenen Werten einzugrenzenden Anstieg der Impfausschüttung zu automatisieren. Der Lösung dienlich war das Darstellen des Entwicklungsfortschritts als statischen Wert, sodass das Prüfen der Ausgabe deutlich leichter fiel und die Aussprache mit Klassenkameraden. Diese Lücke wurde dann durch Zeitmangel tatsächlich etwas provisorisch geschlossen, indem der Entwicklungsfortschritt lediglich durch einen durch lineares Wachstum zunehmenden Dezimalwert beschrieben wurde. Auch wurden hier noch einmal möglichst viele logisch-praktische Widersprüche im Quelltext entfernt oder überarbeitet.

**REFLEXION** — *Einteilung der Arbeitsschritte*

Grundsätzlich teilten sich die verschiedenen Arbeitsschritte genau auf die uns zur Verfügung gestellte Arbeitszeit auf. In der ersten, abgegebenen Reflexion äußerten wir die Sorge, zeitlich etwas im Verzug zu arbeiten. Dieser zeitliche Verzug ließ sich letzten Endes vermutlich auf die noch bisherige Fremdheit zu dem Programm InsightMaker zurückführen. Diese hielt bis etwas über die Planung und strukturelle Umsetzung hinweg an, wodurch die erbrachte Arbeit bis dahin tatsächlich etwas schmal ausfiel. Auch der Umstieg auf eine dynamische Skriptsprache legte eine Ungewohntheit dar, die sich unter anderem durch inkonsistente Initiierung verschiedener Variablen und Probleme durch das strikte Typisieren der hineingegebenen Werte äußerten. Fernerhin war bis dahin die Syntax und der Aufbau der vorgegebenen Funktionen unklar, was dann auch zu Problemen bei Bestimmung des Inzidenzwerts führte. Dieses Problem wurde dann durch einen weiteren Bestand umgangen, der die Neuinfizierten abfängt und als solche für 7 Tage zählt. Die Infizierten werden dann in den entsprechenden Bestand weitergegeben. Nachdem unser Modell schließlich von den großen logisch-praktischen Widersprüchen befreit war, ging es um die letztendliche Umsetzung, die als finale Simulation herangezogen werden sollte. Wie also aus der Reflexion hervorgegangen ist, war bis dahin das Zeit-Leistungs-Verhältnis etwas schmal. Als sich dann aber die Verständnislücken mit weiterer Auseinandersetzung mit zunehmender Geschwindigkeit schlossen, ließ sich unter anderem ein großer Zuwachs von logischer werdenden Daten innerhalb der Simulation feststellen. Das Resultat ist definitiv relativ zufriedenstellend, hätte mit besserem Zeit- und Arbeitsmanagement allerdings deutlich umfangreichere Formen annehmen können. Der Arbeitsvorgang als solcher lief – trotz der Einfindungsphase –, auch dank Diskussionen mit anderen Klassenkameraden, deutlich fehlerfreier als erst erwartet ab.