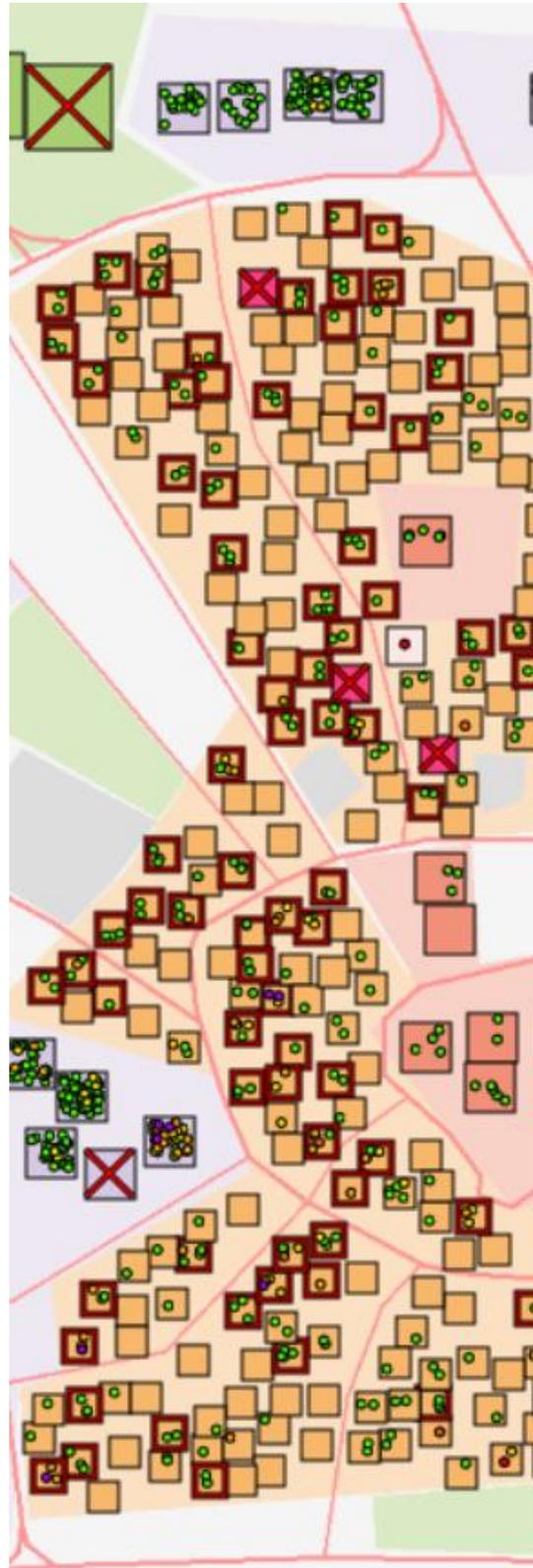


Frank U. Kugelmeier:

Politische Entscheidungsfindung mithilfe rechnergestützter Simulationen?

Möglichkeiten und Grenzen des *Pandemielabors*



Stand: 15.10.2022

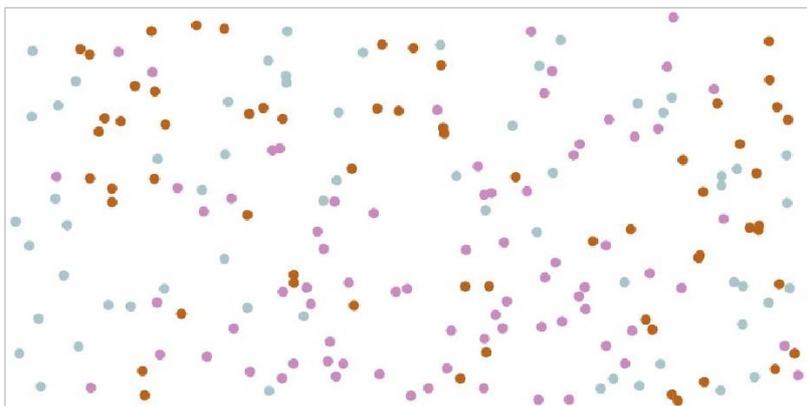
Frank U. Kugelmeier
St.-Ursula-Gymnasium
St.-Ursula-Str. 12
57439 Attendorn
Mail: pandemielabor@gmx.de
politiklabor@gmx.de

Frank U. Kugelmeier: Politische Entscheidungsfindung mithilfe rechnergestützter Simulationen? Möglichkeiten und Grenzen des *Pandemielabors*

Vorbemerkungen

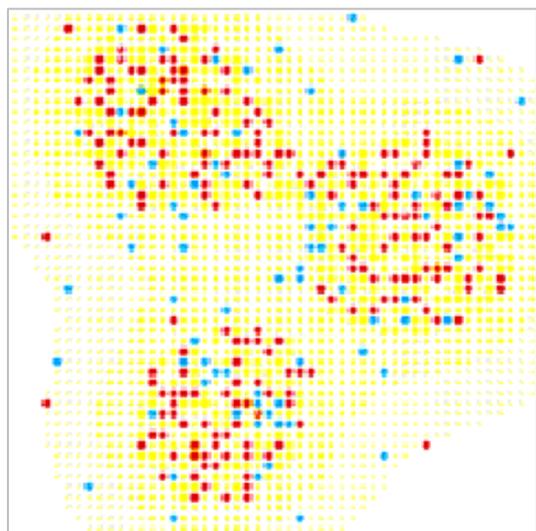
Als die erste Coronawelle Anfang 2020 mit voller Wucht die westlichen Industrienationen erreichte, fragten sich dort viele Betroffene, wie sich das Virus so schnell hatte ausbreiten können. Als Antwort veröffentlichte die *Washington Post* am 14. März 2020 in ihrer Online-Ausgabe einen viel beachteten Artikel mit dem Titel „Why outbreaks like coronavirus spread exponentially“¹. Dessen Autor Harry Stevens gab der Leserschaft Nachhilfe in Sachen Exponentialfunktionen. Zu diesem Zweck bettete er vier kleine Computersimulationen in die Website ein. In jeder stellte er zweihundert digitale „Agenten“, symbolisiert durch farbige Pünktchen, auf ein definiertes virtuelles Feld

und ließ sie miteinander in Kontakt treten. Gesunde Agenten färbte er blaugrau ein, infizierte braun, genesene violett (vgl. Abb.). In den Simulationen konnten die Leserinnen und Leser nun beobachten, wie die sich über das Feld bewegenden, ursprünglich allesamt gesunden Agenten von einem einzelnen Kranken angesteckt wurden und daraufhin andere ansteckten, wie diese Agenten wiederum weitere infizierten und wie nach einer gewissen Zeit die gesamte Agentenschar erkrankt war, bevor sie schließlich erfreulicherweise wieder genas (sprich: sich lila einfärbte).



und daraufhin andere ansteckten, wie diese Agenten wiederum weitere infizierten und wie nach einer gewissen Zeit die gesamte Agentenschar erkrankt war, bevor sie schließlich erfreulicherweise wieder genas (sprich: sich lila einfärbte).

Eine Besonderheit war, dass Stevens auf der Website, wie erwähnt, gleich vier Simulationsszenarien anbot: ein quasi „natürliches“ ohne irgendeine Gegenmaßnahme sowie drei Szenarien, in die durch (staatliche?) Quarantäneregeln sowie die Pflicht zur sozialen Distanzierung unterschiedlichen Grades eingegriffen wurde. Im Vergleich dieser vier Szenarien konnte die



Leserschaft schnell erkennen, welche Konstellationen die Durchseuchung hemmten und welche sie beförderten. Wenn auch unausgesprochen, waren die gezeigten Simulationen damit zugleich ein Angebot an die politisch Verantwortlichen, bei ihrer Entscheidungsfindung in Sachen Corona – auch – auf rechnergestützte Modelle zurückzugreifen.

Neu war der Gedanke, die „wirkliche Welt“ im Computer zu simulieren, freilich nicht. Bereits Mitte der 1990er-Jahre hatten Robert Axtell und Joshua Epstein, Wissenschaftler der Denkfabrik Brookings Institution in Washington, mithilfe sogenannter zellulärer Automaten eine digitale weißgelbe „Zuckerwelt“ (*Sugarscape*, s. Abb.) kreierte², in der kleine Pünktchen-Agenten auf der Suche nach „Zucker“ umherstreiften und sich, je nach programmierten Eigenschaften, dabei unterschiedlich verhielten. Die als „Götter der Zuckerwelt“ betitelten Forscher³ interessierten sich

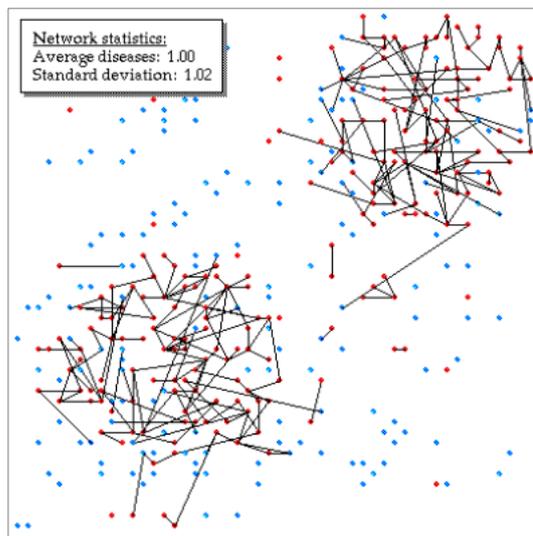
¹ Harry Stevens: Why outbreaks like coronavirus spread exponentially, and how to „flatten the curve“. In: *Washington Post*, 14.03.2020. URL: <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator/>

² Robert Axtell, Joshua Epstein: *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*. MIT Press, Cambridge 1996.

³ Vgl. Ivars Peterson: The Gods of Sugarscape. In: *Science News*, Vol.150, No.21 (23.11.1996), S.332f. – Ferner: Ludwig Siegele: Die Götter der Zuckerwelt. Zwei amerikanische Forscher züchten künstliche Welten am Computer. In: *Die Zeit*, Nr.10/1997 (28.02.1997), S.78.

vor allem für das ökonomische Verhalten und die soziale Ungleichheit ihrer Schützlinge, aber auch medizinisch-epidemiologische Aspekte, nämlich die Verbreitung von Krankheiten⁴, fanden ihr Interesse (vgl. Abb.). Sie beförderten damit eine als *Sozionik* bekannte Disziplin⁵, die Elemente der Fächer Sozialwissenschaften und Informatik zu vereinen sucht.

Spätere sozionische Forschungsansätze (etwa zu Kriseninterventionstechniken⁶) zielten eher in den militärstrategischen Bereich, enthielten aber ebenfalls medizinische Komponenten. So wurden beispielsweise nach dem 11. September 2001 die potenziellen Folgen terroristischer Biowaffen-Angriffe auf die US-Bevölkerung digital simuliert.⁷



Zurück zu Stevens: Obwohl dieser in seinem Artikel über die Corona-Simulationen ausdrücklich darauf hinwies, dass seine Szenarien das wirkliche Leben stark vereinfachten und daher nur einen ungefähren Eindruck von künftiger Wirklichkeit vermitteln könnten, blieb er von grundsätzlicher Kritik nicht verschont. So stellte etwa in einem *Zeit*-Artikel vom 12. April 2020 der Darmstädter Philosophie-Professor Alfred Nordmann mit explizitem Bezug auf den Beitrag der *Washington Post* bereits im Titel die (rhetorische) Frage: „Wollt ihr alle nur kleine Pünktchen sein?“⁸ Mit Blick auf die Agenten in den Simulationen setzte er im eigentlichen Artikel dann seine Gewissenserforschung fort: „Erkennen wir uns darin wirklich wieder? Sind wir nichts weiter als blind agierende Partikel, die sich scheinbar ohne Sinn und Verstand durchs Leben bewegen, beobachtet aus der Vogelperspektive einer Regierungskunst, die die Bevölkerung als Ganze schützen und kontrollieren will? Vielleicht gibt es ja ein anderes Wissen, das wir Bürgerinnen und Bürger ins Spiel bringen können. Schließlich verstehen wir das Problem inzwischen genauso gut wie die Epidemiologen und Politikerinnen und haben vielleicht auch Lösungen zu bieten.“⁹ Nordmanns Unbehagen speiste sich aus dem Misstrauen gegenüber der „uneingeschränkten Geltung einer Wissenschaft, die Menschen auf Risikofaktoren reduziert und die Bevölkerung kontrollieren muss“¹⁰, sowie gegenüber einer Politik, die die Vorgaben dieser Wissenschaft unreflektiert-technokratisch umsetzt. Dieser Technokratie stellte er das Ideal des „bürgerwissenschaftlich“ gebildeten, reflektiert eigen- und sozialverantwortlich handelnden Individuums entgegen: „Wir können uns problemorientiert organisieren, effektiv handeln und mehr Verantwortung übernehmen, als einfach nur daheim zu bleiben: Wer Mülltrennung beherrscht, kriegt auch Abstandhalten hin.“¹¹ Mit anderen Worten: Nordmann lehnte nicht die Maßnahmen gegen Corona als solche ab (im Gegenteil!), doch er forderte sie als

⁴ Vgl. Kapitel V („Disease Processes“) in „Growing Artificial Societies“.

⁵ Der Begriff (nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Terminus aus der psychologischen Typologie!) geht zurück auf Thomas Malsch, M. Florian, M. Jonas, I. Schulz-Schaeffer: *Sozionik: Expeditionen ins Grenzgebiet zwischen Soziologie und Künstlicher Intelligenz*. In: *Künstliche Intelligenz*, 10 (2), 1996. S.6-12. Vgl. auch Thomas Malsch, Ingo Schulz-Schaeffer: *Socionics: Sociological Concepts for Social Systems of Artificial (and Human) Agents*. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 10 (1) 11 (31.01.2007).

URL: <https://www.jasss.org/10/1/11.html>

⁶ Joshua M. Epstein: *Modeling civil violence: An agent-based computational approach*. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 99 (suppl_3) 7243-7250 (14.05.2002). DOI: 10.1073/pnas.092080199. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.092080199>

⁷ Joshua M. Epstein, Derek A. T. Cummings, Shubha Chakravarty, Ramesh M. Singa, Donald S. Burke: *Toward a Containment Strategy for Smallpox Bioterror: An Individual-Based Computational Approach*. Brookings Institution – Johns Hopkins University, Center on Social and Economic Dynamics, Working Paper No. 31, December 2002. URL: <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/bioterrorism.pdf>

⁸ Alfred Nordmann: *Wollt ihr alle nur kleine Pünktchen sein?* In: *Zeit online*, 12.04.2020.

URL: <https://www.zeit.de/wissen/2020-04/corona-pandemie-ausgangssperren-demokratie-staat-freiheit-alfred-nordmann/komplettansicht>

⁹ Ebd.

¹⁰ Ebd.

¹¹ Ebd.

eigenständige (das heißt: dem freien Willen unterstellte) Bürger-Leistungen, nicht als an mechanistischer Simulation orientierte (obrigkeits-)staatliche Verordnung.

Bedenkt man, dass beide Artikel – der von Stevens und der von Nordmann – bereits in der Frühphase der Pandemie verfasst wurden, muss man attestieren, dass sich das in ihnen manifestierende Dilemma – wie weit dürfen „von oben“ angeordnete Maßregelungen gehen und welche Rolle sollten hierbei wissenschaftliche Vorgaben spielen, wie weit darf demgegenüber individuelle Freiheit reichen? – erstaunlich aktuell geblieben ist. Es begleitet die gesamte COVID-19-Krise; man denke nur an die Diskussion um eine mögliche Impfpflicht.

Einen Ausweg aus diesem Dilemma bietet vielleicht die Überlegung, wissenschaftliche Erkenntnisse nicht exklusiv den eigenen Wissenschaftskollegien bzw. der Politik, sondern einer breiteren Bürger-Öffentlichkeit zugänglich zu machen und zur Diskussion zu stellen. Dies erfordert natürlich eine starke „didaktische Reduktion“, doch kann hierbei möglicherweise besonders der Sozionik mit ihren anschaulichen, gewissermaßen publikumsfreundlichen „Als-ob-Welten“ (John Casti)¹² eine vermittelnde Rolle zukommen.

Tatsächlich hat es bereits von Pandemiebeginn an eine ganze Reihe solcher Vermittlungsversuche gegeben. Hingewiesen sei hier – nur für den deutschsprachigen Raum – auf das *NeherLab* der Universität Basel mit seiner jedermann zugänglichen interaktiven COVID-19-Simulation¹³, den COVID-19-Simulator¹⁴ der Universität des Saarlandes (auf den u. a. die deutsche Bundesregierung regelmäßig zurückgegriffen hat), das vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützte Modell CovidSIM¹⁵ sowie die am Institut für *Information Systems Engineering* der TU Wien entwickelte und von der österreichischen Regierung genutzte COVID-19-Simulation¹⁶. Ein Nachteil der drei erstgenannten Simulatoren ist, dass sie zwar interaktiv nutzbar, im Layout aber sehr abstrakt gehalten sind (die Darstellung erfolgt lediglich in Ergebnisgrafiken); das Wiener Modell scheint, da es z. B. Infektionslagen auf dem Stadtplan von Wien abbildet, zwar optisch ansprechender zu sein, ist aber nicht als individuell vom „User“ durchführbare Simulation zugänglich.

Die Simulation *Politiklabor*

Aus – im oben genannten Sinne – didaktischer Sicht sinnvoller nutzbar, weil anschaulicher und allgemein zugänglich, erscheint eine andere frühe Simulation: das *Politiklabor* des Lehrstuhls für Innovationsökonomik der Universität Hohenheim (Stuttgart)¹⁷. Im April 2020 stellten Ben Vermeulen (Programmautor), Andreas Pyka (Lehrstuhlinhaber) und Matthias Müller (wissenschaftlicher Mitarbeiter) ein interaktives Szenario online, das die Ausbreitung der Pandemie in einem Multi-Agenten-System simuliert.¹⁸

¹² John L. Casti: *Would-Be-Worlds*. John Wiley & Sons, Hoboken (NJ) 1996. Vgl. auch: John L. Casti, *Ars Electronica* Archiv 1996. URL: <https://archive.aec.at/media/assets/efaccf7dc6bc608f77c2aa43b06f46b6.pdf>

¹³ COVID-19 Scenarios. NeherLab, Universität Basel 2020. URL: <https://covid19-scenarios.org/>

¹⁴ Thorsten Lehr u. a.: COVID-19 Simulator. Modellierung für die deutschen Bundesländer. Klinische Pharmazie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken 2020-2022. URL: <https://covid-simulator.com/>

¹⁵ Martin Eichner, Markus Schwehm: CovidSIM – Pandemie-Vorsorgeplanung für Covid-19, Version 2.1 (Version 1.0: Febr. 2020). URL: <http://covidsim.eu/>

Vgl. Kristan A. Schneider, Gideon A. Ngwa, Markus Schwehm, Linda Eichner, Martin Eichner: The COVID-19 pandemic preparedness simulation tool: CovidSIM. In: *BMC Infectious Diseases*, 2020; 20: 859 (19.11.2020). DOI: 10.1186/s12879-020-05566-7. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7675392/>

¹⁶ Florian Aigner, Niki Popper, Martin Bicher: Simulation der SARS-CoV2-Epidemie in Wien. *dwh simulation services*, Wien (März 2020). URL: https://www.dwh.at/projects/covid-19/COVID-19-Beschreibung_COVID-19_Modellerweiterung-v04.pdf. – Ferner: Florian Aigner: COVID-19: Computermodell zeigt mögliche Szenarien auf. Technische Universität Wien, 26.03.2020. URL: <https://www.tuwien.at/tu-wien/aktuelles/news/news/covid-19-computermodell-zeigt-moegliche-szenarien-auf-1/>

Vgl. auch: Martin Bicher, Claire Rippinger, Dominik Brunmeir, Christoph Urach, Niki Popper: *Agent-Based Covid-19 Simulation. Model Specification*. *dwh simulation services*, Wien (02.06.2021).

URL: https://www.dwh.at/projects/covid-19/Covid19_Model_20210602.pdf

¹⁷ Ben Vermeulen, Andreas Pyka, Matthias Müller: *An agent-based policy laboratory for COVID-19 containment strategies*. Lehrstuhl für Innovationsökonomik, Universität Hohenheim, Stuttgart 2020.

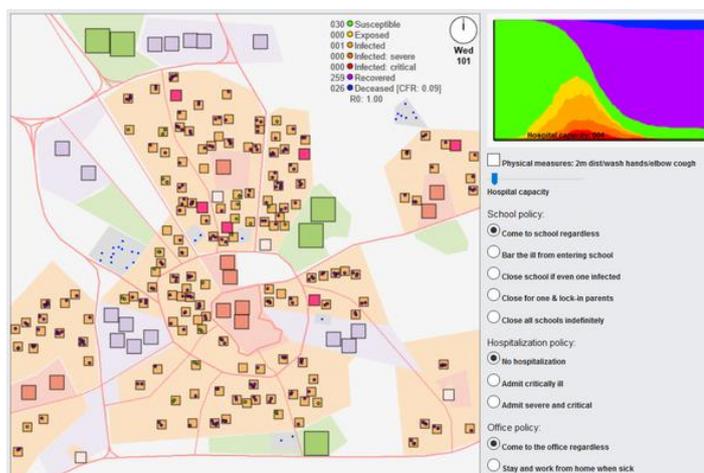
URL: <https://inno.uni-hohenheim.de/corona-modell>

¹⁸ Vgl. Ben Vermeulen, Matthias Müller, Andreas Pyka: *Social Network Metric-Based Interventions? Experiments with an Agent-Based Model of the COVID-19 Pandemic in a Metropolitan Region*. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 24 (3) 6 (30.06.2021). DOI: 10.18564/jasss.4571.

URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/24/3/6.html>

Beschreiben lässt sich dieses Szenario wie folgt: Auf einem Simulationsfeld (das übrigens der niederländischen Stadt Eindhoven, dem Heimatort des Programmators Vermeulen, nachempfunden ist) bewegen sich viele kleine computergenerierte Agenten, die mit verschiedenen „menschlichen“ Eigenschaften ausgestattet sind und aus deren „Verhalten“ man Rückschlüsse auf bestehende, reale Gesellschaften ziehen kann. Wie sich die Agenten verhalten, hängt von den Stellschrauben ab, an denen man in dem Programm drehen kann.

Das Politiklabor-Szenario generiert zu diesem Zweck eine typische europäische Stadt (s. Abb.) mit den üblichen Aufenthaltsmöglichkeiten – Arbeits- und Freizeitstätten, Supermärkten, Schulen sowie Wohnvierteln. Die Bewohner der Stadt führen ein ganz normales Leben, das einem einfachen kalendarischen Rhythmus folgt. Morgens gehen die Erwachsenen zur Arbeit in ihre Büros und Fabriken, die Kinder gehen in die Schule, nachmittags zum Sport. In den Einkaufszentren nimmt der Betrieb in den Nachmittagsstunden ebenfalls stark zu. Am Wochenende werden die Geschäfte in größerem Umfang frequentiert; zudem trifft man sich hier in Freizeiteinrichtungen und auf Großveranstaltungen.



Version 1.0 des Programms

An all diesen Orten finden in erheblichem Umfang soziale Interaktionen statt – ideale Ausbreitungsbedingungen für ein hoch ansteckendes Virus. So lässt sich dann auch auf dem Bildschirm gut beobachten, wie sich nach und nach ein großer Prozentsatz der Menschen infiziert und teilweise schwer erkrankt oder gar verstirbt. Die Krankenhauskapazität der Stadt ist begrenzt, so dass die Sterbefälle mit dem Überschreiten der Kapazitätsgrenze zunehmen. Das Virus verschwindet nach einer gewissen Zeit zwar auch ohne ein Eingreifen, und die überlebenden Stadtbewohner haben eine Immunität entwickelt. Es sind dann jedoch viele Verstorbene zu beklagen.¹⁹

Um diese hohe Mortalität zu verhindern, kann in die beobachtete Entwicklung über Schieberegler und Schalter (s. Abb.) eingegriffen werden. So ist es möglich, die Gesundheitspolitik neu zu gestalten; Infizierte können in häusliche Quarantäne geschickt werden; mit gesundheitlicher Aufklärung (AHA-Regeln) lassen sich die Hygienebedingungen verbessern. Auch in die Bettenkapazität der Krankenhäuser lässt sich investieren. Sicherheitshalber können Betriebe und Schulen teilweise oder ganz geschlossen bleiben.

Alle getroffenen Maßnahmen haben einen Einfluss auf die Anzahl der schweren Fälle und der Verstorbenen sowie auf die Länge und den Verlauf der Epidemie. Das Entscheidende ist in diesem Zusammenhang, dass sich sämtliche Maßnahmen in ihren Auswirkungen unmittelbar am Bildschirm ablesen

Allgemeine Maßnahmen:

- Physische Maßnahmen: Hustenetikette, Abstand und Händewaschen**
- Maßnahmen interregionale Reise: eingehende Reisende ablehnen**

Maßnahmen für Schulen:

- Keine besonderen Maßnahmen**
- Infizierte Schüler bleiben zu Hause
- Schulschließung bei Krankheitsfall
- Individuelle Schulschließung und Isolation der Familie
- Schließung aller Schulen

Maßnahmen für Krankenhäuser:

- Keine besonderen Maßnahmen**
- Aufnahme kritischer Fälle (ausschließlich)
- Aufnahme schwerer und kritischer Fälle

Krankenhauskapazität

Maßnahmen für Unternehmen:

- Keine besonderen Maßnahmen**
- Home-Office im Krankheitsfall
- Home-Office für alle (wenn möglich)

Maßnahmen für Großveranstaltungen:

- Großveranstaltungen zulässig**
- Großveranstaltungen verboten

Alle Stellschrauben der Programmversion 2.0

¹⁹ Die Beschreibung der Simulation folgt hier weitgehend den Ausführungen in: Ben Vermeulen, Andreas Pyka, Matthias Müller: Agenten-basiertes Modell gesundheitspolitischer Maßnahmen in der Corona-Epidemie. Lehrstuhl für Innovationsökonomik, Universität Hohenheim, Stuttgart 2020. URL: <https://inno.uni-hohenheim.de/corona>

und deshalb gegebenenfalls sogar noch während der laufenden Simulation korrigieren lassen. Mit anderen Worten: Jedem Anwender des Programms steht es völlig frei, die angebotenen politischen Optionen auszuprobieren, auf ihre Effektivität zu prüfen und dabei, um der höheren Erkenntnis willen, die Simulation auch einmal bewusst „vor die Wand zu fahren“.

Auf diese Weise bildet das Politiklabor ein effizientes, weil „bürgernahes“ sozialpolitisches Experimentalfeld zur (virtuellen) Bekämpfung von Seuchen wie der COVID-19-Pandemie und trägt dadurch – im Sinne Nordmanns – zur „bürgerwissenschaftlichen“ Aufklärung bei.

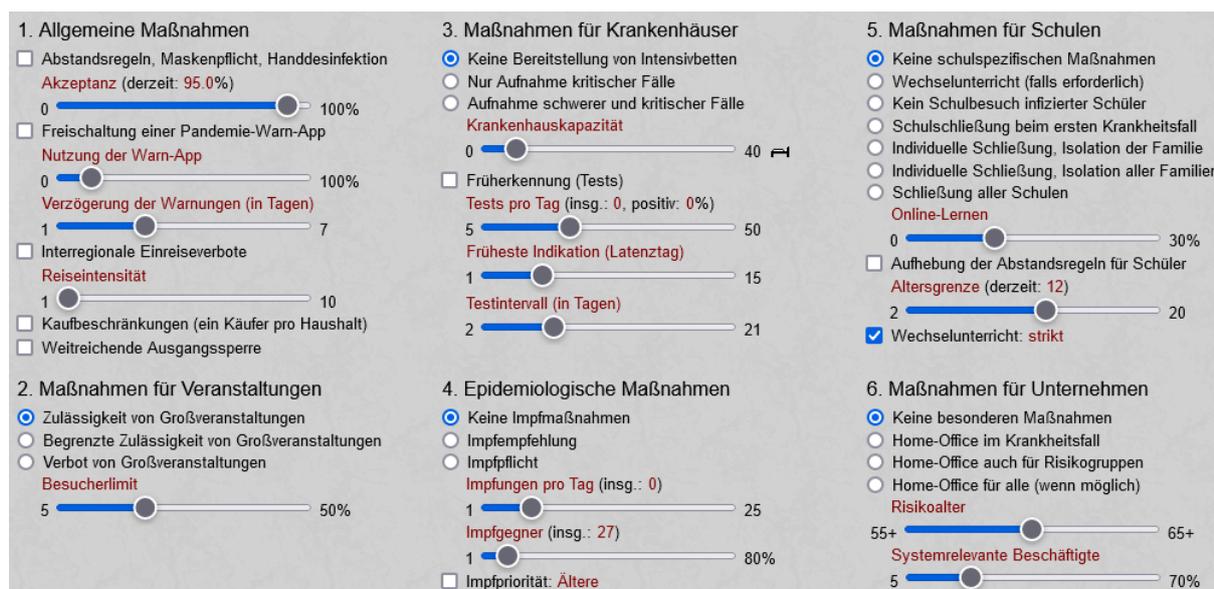
Programmversion 3

Die von der Universität Hohenheim online gestellte Ausgabe des Politiklabors hat allerdings ein nicht unwesentliches Manko: Das Programm steht seit der ersten Welle der Corona-Pandemie unverändert im Netz; das letzte Update (Version 2.0) datiert auf den 6. Mai 2020.²⁰ Das bedeutet: Einige wichtige Entwicklungen innerhalb der Pandemie (Konzeption von Impfstoffen, Gefahr der Reinfektion) sind hier noch nicht berücksichtigt.²¹

Aus diesem Grund habe ich das Programm weiterentwickelt und an neuere Erkenntnisse zu COVID-19 angepasst. Aus den ursprünglich sieben justierbaren Parametern der Simulation (AHA-Regeln, Einreiseverbote, Schulöffnungen/-schließungen, Aufnahmekriterien im Krankenhaus, dortige Bettenkapazität, Home-Office-Regelungen in Unternehmen und Maßnahmen für Großveranstaltungen; vgl. Abb. auf der vorherigen Seite) wurden inzwischen weit über fünfzig. Implementiert sind nun beispielsweise auch folgende Optionen:

- die Zuschaltung einer Corona-Warn-App (inklusive sich anschließender Quarantänemaßnahmen),
- die Einführung von Kaufbeschränkungen (Reduktion der Zahl der Käufer in Märkten),
- die Möglichkeit eines kompletten Lockdowns (rigide Ausgangssperren),
- die Möglichkeit der Corona-Früherkennung durch Testungen (inklusive sich anschließender Quarantänemaßnahmen),
- Impfmaßnahmen (inklusive der Berücksichtigung von Impfgegnern),
- Hybrid-Regelungen für Schulen (z. B. Aufhebung der Abstandsregeln für Schüler, Wechselunterricht).

Eine Übersicht über den kompletten „neuen“ Maßnahmenkatalog findet sich in der folgenden Abbildung.



²⁰ Eine auf den 07.06.2021 datierte Änderung der universitären Homepage bezieht sich lediglich auf eine bibliografische Ergänzung.

²¹ Eine im April 2021 zusätzlich implementierte Impf-Option liegt bislang nur im GitHub-Quelltext vor und wurde lediglich intern genutzt, nicht jedoch als für Laien zugängliche Programmerweiterung online gestellt. Vgl. Ben Vermeulen: UHOHCoronaPolicyLab. In: GitHub (29.04.2021).

URL: <https://github.com/BenVermeulen/UHOHCoronaPolicyLab>

Völlig neu aufgenommen ins Stellwerk der Programmoptionen sind auch einige modifizierbare Grundannahmen. Annahmen unterscheiden sich von den zuvor genannten Maßnahmen dadurch, dass sie sich unmittelbarer politischer Kontrolle bzw. Einwirkung entziehen. Während eine Ausgangssperre oder eine Schulschließung Ausdruck politischen Handelns ist, hat die Politik keinen – oder zumindest keinen kurzfristigen – Einfluss auf Faktoren wie die Eigenschaften eines Virus (Infektionsrisiko, Möglichkeit des Immunitätsverlusts) oder seit Jahrzehnten zementierte Wirtschaftsstrukturen (Fertigung vor Ort ohne Home-Office-Option, Abhängigkeit von Importen/Exporten). Gleichwohl lassen sich durch die Variation verschiedener Grundannahmen – bis hin zum Worst-Case-Szenario pandemischer Dauer-Infektionen – viele zusätzliche Szenarien modellieren, die für Entscheidungen zur Gestaltung der aktuellen Politik bedeutsam sein können.



Als wichtige Annahme-Optionen sind implementiert (vgl. Abb. oben):

- ein „menschlicher Faktor“ (nachlassende Akzeptanz der Corona-Maßnahmen, steigende Arbeitsbelastung, zugleich aber auch Erfahrungszuwachs in Sachen Home-Office),
- die Einbeziehung von Virusmutationen (mit höherer oder geringerer Wirkung),
- die Gefahr von Reinfektionen trotz Genesung bzw. von sogenannten Impfdurchbrüchen,
- diverse Besonderheiten des Wirtschaftsstandorts (z. B. ortsgebundene Arbeit, überregionale Abhängigkeiten, Störungen in den Lieferketten).

Hinzu kommen einige Optionen, die sozusagen in den Giftschrank des Programms gehören, nämlich Modifikationen, die die Eigenschaften des simulierten Virus (Krankheitsverlauf, Inkubation, Risikoverteilung) erheblich verändern und mit deren Hilfe man völlig neue Pandemieerläufe jenseits von COVID-19 modellieren kann (vgl. Abb., insbesondere die oberen drei Regler).

Die Fülle neuer Einstellmöglichkeiten birgt natürlich die Gefahr der Unübersichtlichkeit in sich. Daher wurde das neue Programm so konzipiert, dass es sich in drei „Editionen“ mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden aufrufen lässt:

Edition C („Convenient“) bietet lediglich den erweiterten *Maßnahmenkatalog*; auch sind die Einstellmöglichkeiten der Benutzeroberfläche (Anzahl der simulierten Haushalte, Darstellung der Ergebnisgrafiken, Autostopp-Funktion usw.) stark eingeschränkt. Diese Edition eignet sich besonders für Einsteiger.

Edition B („Basic“) enthält zusätzlich den *Annahmenkatalog*; zudem lässt sich hier die Benutzeroberfläche deutlich modifizieren. Geeignet ist diese Programmfassung für alle, denen die Einstellmöglichkeiten der C-Variante zu knapp bemessen sind.

Edition A („Advanced“) stellt sozusagen die Profi-Ausgabe des Programms dar. Sie bietet uneingeschränkten Zugriff auf die Programmfunktionen (inklusive „Giftschrank“) und darüber hinaus einen umfassenden Datenmonitor, über den sich sämtliche in der Simulation ermittelten Daten betrachten und zur weiteren Bearbeitung exportieren lassen.

Veröffentlicht ist meine Fassung des Politiklabors, inzwischen unter dem Namen **Pandemielabor**, als Version 3.x auf der Homepage des St.-Ursula-Gymnasiums Attendorn.²²



²² Frank U. Kugelmeier: Pandemielabor – Simulation von Strategien zur Eindämmung von COVID-19. Version 3.61 (12.09.2022, bis V. 3.56 unter dem Namen „Politiklabor“). URL: <http://sowi.st-ursula-attendorn.de/start.htm>

Möglichkeiten und Grenzen

Das Pandemielabor stellt (worauf auch schon die Initiatoren der ursprünglichen Programmversionen hinweisen²³) die *sozialen Interaktionen* in den Vordergrund. Epidemiologische und medizinische Zusammenhänge sind hingegen sehr einfach aus öffentlich zugänglichen Wissensquellen modelliert. Daher liefert das Programm auch keine konkreten medizinischen Prognosen. Doch es stärkt das Verständnis für komplexe Zusammenhänge.

In einer immer unüberschaubarer erscheinenden Welt voller pandemischer und ökonomischer Krisen ist dies nicht gerade wenig. Sowohl experimentierfreudigen politischen Entscheidungsträgern als auch „bürgerwissenschaftlich“ orientierten Benutzern bietet das Pandemielabor – unter der Maßgabe, in der virtuellen Laborwelt keinen wirklichen Schaden anrichten zu können – immerhin gleich zwei Chancen:

- (1) *die Reduktion des Komplexen*: Durch die Zuschaltung nur singulärer Programmoptionen lässt sich die Einzelwirkung politischer Maßnahmen ohne störende intervenierende Variable herausfiltern.
- (2) *die Modifikation des Komplexen*: Umgekehrt lassen sich durch definiertes gleichzeitiges Aktivieren unterschiedlicher Programmoptionen zahlreiche Kombinationen politischer Maßnahmen in ihren jeweiligen Wechselwirkungen betrachten und einschätzen.

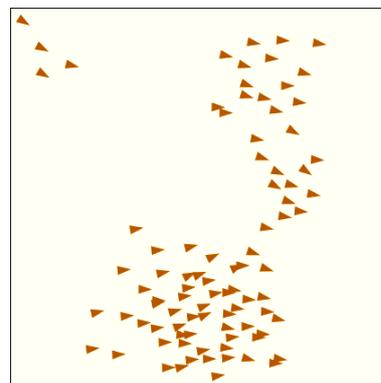
Beides kann dazu beitragen, im „echten“ Leben unzuweckmäßige Entscheidungen zu vermeiden und stattdessen rechtzeitig zielführende, schadensbegrenzende Maßnahmen herauszuarbeiten.

Allerdings evoziert die Simulation, wie jedes sozionische Programm, auch kritische Nachfragen. Eine betrifft die *Aktualität* der nachgebildeten Welt. So besteht die Gefahr, dass das Konzept des Programms der realen Entwicklung immer ein Stück hinterherläuft und intervenierende Variable, die den tatsächlichen Pandemieverlauf entscheidend verändern können (etwa medizinisch-technische Innovationen oder Fehlschläge, aber auch massenpsychologische Veränderungen in der Bevölkerung oder Irritationen in den politischen Zuständigkeiten), in der Modellierung nicht bzw. nicht rechtzeitig berücksichtigt werden.

Kritisch gesehen werden muss auch die *Plausibilität* der Programmstrukturen. Dass in einem Modell zwangsläufig mit Reduktionen, mit Vereinfachungen gearbeitet wird, versteht sich von selbst. Dass im Pandemielabor alle Kinder und Jugendlichen montags bis freitags exakt von 9 bis 16 Uhr zur Schule gehen, mag man vor diesem Hintergrund noch hinnehmen. Dass alle Erwerbstätigen ihrer Arbeit – der Einfachheit halber – ebenfalls nur von montags bis freitags von 7.30 bis 17 Uhr nachgehen und das Programm den Agenten zudem Freizeitbeschäftigungen ausschließlich am Wochenende zubilligt, ist jedoch zumindest hinterfragbar. Die Diffusheit der gesellschaftlichen Strukturen wird hier möglicherweise allzu sehr geglättet.

Dies gilt beispielsweise auch für die sich im Programm manifestierende „Wohnkultur“. Zwar basiert die dem Pandemielabor zugrunde liegende Häufigkeitsverteilung der Haushaltstypen immerhin auf dem niederländischen Melderegister, doch pflegt die Simulation unausgesprochen de facto eine Einfamilienhaus-Kultur, die die unmittelbaren sozialen Kontakte zwischen den Wohnungen (etwa in Mehrfamilienhäusern oder in sozialen Wohnanlagen) vernachlässigt. So sind zum Beispiel auch die für den realen COVID-19-Pandemieverlauf so wichtigen Senioren- und Pflegeheime hier nicht mit modelliert.

Etwas grundsätzlicher stellt sich die Frage, ob soziale Strukturen überhaupt durch Simulationen wie das Pandemielabor abgebildet werden können oder ob bereits im Vorgang der Reduktion des Realen eine unzulässige Verzerrung besteht. Ein Vertreter der Sozionik würde hierauf wahrscheinlich antworten, dass eine solche Reduktion durchaus vertretbar sei. So habe etwa Craig Reynolds schon 1986 in seiner „Boids“-Animation (s. Abb.) nachweisen können, dass sich das scheinbar diffuse



²³ Vgl. Ben Vermeulen, Andreas Pyka, Matthias Müller: Agenten-basiertes Modell gesundheitspolitischer Maßnahmen in der Corona-Epidemie. Lehrstuhl für Innovationsökonomik, Universität Hohenheim, Stuttgart 2020. URL: <https://inno.uni-hohenheim.de/corona>

(letztlich aber doch koordinierte) Verhalten von Vogel- oder Fischeschwärmen im Wesentlichen auf drei einfache Regeln zurückführen lasse.²⁴ Dem lässt sich allerdings entgegenhalten, dass die Mitglieder menschlicher Gesellschaften deutlich komplexer strukturiert sind, will heißen: bestehenden Regeln nicht blind gehorchen oder sie gar eigenwillig auslegen, wodurch sich Sozietäten letztlich mathematischer Modellierung entziehen.

Pragmatisch lässt sich hier vielleicht resümieren, dass das Pandemielabor nicht absolut gesetzt, nicht als ein unwiderlegbares, mathematisch exaktes Instrument, sondern als ein – naturgemäß unvollkommenes – Hilfsmittel betrachtet werden sollte, das, bei aller Unschärfe, immerhin eine Grundorientierung bietet und vielleicht sogar Lösungsmöglichkeiten offeriert, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit Erfolg zeitigen werden. Genau wie etwa das Fernsehen oder der Blick in ein Teleskop bietet es eine Sicht in eine andere Welt. Diese Welt wird zwar nicht vollständig abgebildet (sie entspricht auch nicht unbedingt der eigenen), doch weitet der Blick hinein allemal den Horizont. Und da der, was die Corona-Pandemie betrifft, derzeit noch recht begrenzt ist, kann die Simulation mit ihren bisweilen unerwarteten Verläufen den Reflexionsprozess (und vielleicht auch den politischen Diskurs) in Sachen COVID-19 zumindest befördern.

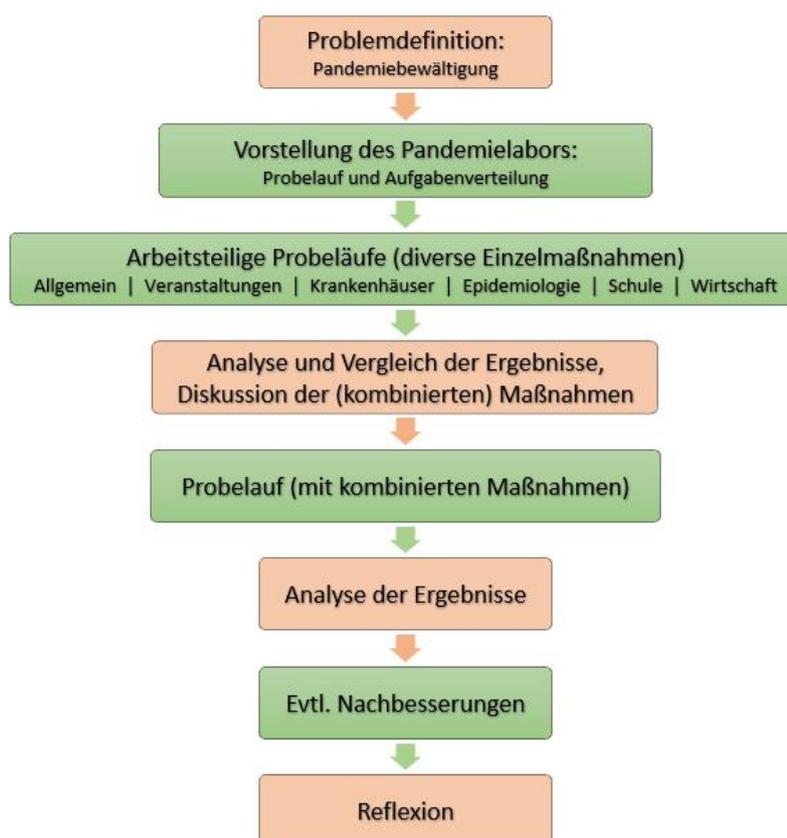
Didaktische Perspektiven

Ein Feld, auf dem sich das Pandemielabor aufgrund seiner Anschaulichkeit besonders gut einsetzen lässt, ist der Bildungsbereich. Für die gehobene Mittelstufe (Klassen 9 und 10) kommt hier besonders die Edition C in Frage, für die Oberstufe, den universitären Bereich und die Erwachsenenbildung eignen sich eher die komplexeren Editionen B und A.

Das Pandemielabor im Fokus des Unterrichts

Eine erste Möglichkeit, das Pandemielabor zu nutzen, besteht darin, dessen umfangreiches Angebot an politischen Stellschrauben zur Pandemiebewältigung ins *Zentrum* des Unterrichts zu rücken (vgl. Abb.).

Ein entsprechendes Unterrichtsvorhaben kann mit der Frage beginnen, welche besonderen Herausforderungen eine Pandemie in Art und Umfang von COVID-19 an die politischen Entscheidungsträger stellt. Hierauf wird das Pandemielabor als „Entscheidungshilfe“ ins Spiel gebracht. Nach einer kurzen Vorstellung des Programms (u. U. unter Zuhilfenahme der Infobögen im Anhang des vorliegenden Artikels) und einigen illustrativen



²⁴ Craig W. Reynolds: Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model. In: Computer Graphics, 21(4), Juli 1987, S. 25-34. URL: <https://www.cs.toronto.edu/~dt/siggraph97-course/cwr87/>

Die Regeln lauten: 1. Bleibe dicht bei deinem Schwarm (cohesion). 2. Passe dich in Ausrichtung und Geschwindigkeit deinen Schwarmnachbarn an (alignment). 3. Halte einen Mindestabstand zu deinen Nachbarn ein (separation). Vgl. hierzu auch: Corinna Klaukin: Modellierung und Visualisierung einer Population von Boids. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg 2016. S.8-13.

URL: https://reposit.haw-hamburg.de/bitstream/20.500.12738/7799/1/ba_klaukin.pdf

Eine anschauliche interaktive Boids-Animation jüngerer Datums (s. Abb.) findet sich bei Ben Eater: Boids algorithm demonstration, 2020. URL: <https://eater.net/boids>

Probeläufen sollten dann die Chancen und Risiken verschiedener Entscheidungen durch das Verändern der entsprechenden Stellschrauben ausgelotet werden. Hierzu bietet sich ein arbeitsteiliges Verfahren an: Jede Arbeitsgruppe testet (auf einem je eigenen Rechner) zunächst ausschließlich Maßnahmen in dem ihr zugewiesenen Bereich, etwa im Bildungssektor (Schulschließungen) oder in der Ökonomie (Home-Office-Regeln). Zu berücksichtigen ist hierbei, dass nicht alle Bereiche über gleich viele (und gleich komplexe) Stellschrauben verfügen; eventuell müssen deshalb die Gruppengrößen an die jeweiligen Sektoren angepasst werden. Zu Beginn der arbeitsteiligen Erkundungen muss, der Konsistenz der gemeinsamen Arbeit wegen, zudem sichergestellt sein, dass alle unter den gleichen formalen Maßgaben arbeiten (gleiche Simulationslauf-Nummer, gleiche Zahl der Haushalte, gleiche Beschaffenheit des Virus usw.). Eine Besonderheit des Pandemielabors besteht darin, dass es mit einem speziellen Zufallsgenerator arbeitet, der nicht willkürlich immer neue Zufallszahlen, sondern Ketten definierter Zufallszahlen generiert. Das bedeutet: Auf allen Rechnern liefert das Programm bei gleichen Einstellungen (inklusive Lauf-Nummer) exakt die gleichen „zufälligen“ Ergebnisse, was die Überprüfbarkeit und Vergleichbarkeit der auf verschiedenen Computern erzielten Resultate sicherstellt.

Sind die Einzeluntersuchungen durchgeführt und ausgewertet (evtl. mithilfe der ebenfalls im Anhang zu findenden Protokollbögen), kommen die Gruppen wieder im Plenum zusammen und referieren die beobachtete Effektivität ihrer jeweiligen Maßnahmen. Diese Befunde sollte die Gesamtgruppe dann ausführlich diskutieren und dabei das Für und Wider einzelner Politiken (Verlust von Arbeitsplätzen im Lockdown, Bildungsdefizite bei Schulschließungen u. Ä.) hinreichend berücksichtigen. Nach reiflichen Überlegungen sollte die Gesamtgruppe ein ihrer Ansicht nach erfolgversprechendes Maßnahmenbündel – sozusagen die amtliche Regierungspolitik – beschließen, die passenden Programmeinstellungen vornehmen²⁵ und danach einen „finalen“ Simulationslauf durchführen. Dieser muss anschließend analysiert und evaluiert werden. Je nach Ergebnis sind eventuell Nachbesserungen (das heißt: weitere Diskussionen, Entscheidungen und Läufe) erforderlich.

Nicht vergessen werden sollte, die politische Entscheidungsfindung abschließend sowohl inhaltlich (Effizienz der getroffenen Maßnahmen) als auch methodisch (Effizienz der Entscheidungsfindung in der Gruppe, aber auch: Plausibilität und Effizienz des Pandemielabor-Programms an sich) zu reflektieren.

Das Pandemielabor im Hintergrund von Planspielen

Eine andere Möglichkeit, das Pandemielabor zu nutzen, eröffnet sich, wenn man es als Hilfsmittel in einem Rollen- oder Planspiel einsetzt. Im Vordergrund steht dabei – auch dies eine simulierte Wirklichkeit – das *Spiel*; das Pandemielabor läuft hier nur als Datenlieferant im *Hintergrund* mit.

Vorstellbar ist zum Beispiel, eine Zusammenkunft verschiedener politischer Interessenvertreter zu simulieren, die auf eine allen gerecht werdende Pandemiepolitik hinarbeiten wollen bzw. sollen (vgl. Abb. nächste Seite). Gedacht ist hierbei an Politiker unterschiedlicher Parteien, mit und ohne Regierungsverantwortung, darüber hinaus Repräsentanten verschiedener Verbände: Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertreter, Bildungsexperten, Ökonomieprofessorinnen, Pharmedienlobbyisten, evtl. auch Vertreter aus den Reihen der Impfgegner.

Als Ausgangsbasis werden den Interessenvertretern die Ergebnisse eines „leeren“, also unbeeinflussten Pandemielabor-Laufs von 21 Tagen (also drei Wochen) vorgestellt. Daraufhin werden die festzustellenden Befunde diskutiert und man einigt sich auf (vermutlich noch recht diffuse) politische Maßnahmen.

Diese Beschlüsse werden im Computerprogramm mittels der entsprechenden Einstellungen nachvollzogen und der Lauf des Pandemielabors wird anschließend für weitere 14 Tage (zwei Wochen) fortgesetzt und dann erneut angehalten. Die nun festzustellenden Resultate müssen wiederum analysiert und diskutiert werden; neue Entscheidungen sind zu treffen (oder auch

²⁵ Zu beachten ist, dass man die Programmeinstellungen erst vornehmen sollte, wenn das Programm schon 14 bis 21 Tage gelaufen ist, da in der Realität frühestens zu diesem Zeitpunkt der Pandemiebeginn überhaupt entdeckt werden kann.

nicht). Danach läuft das Pandemielabor wieder zwei Wochen weiter, es wird erneut diskutiert und entschieden und immer so fort.

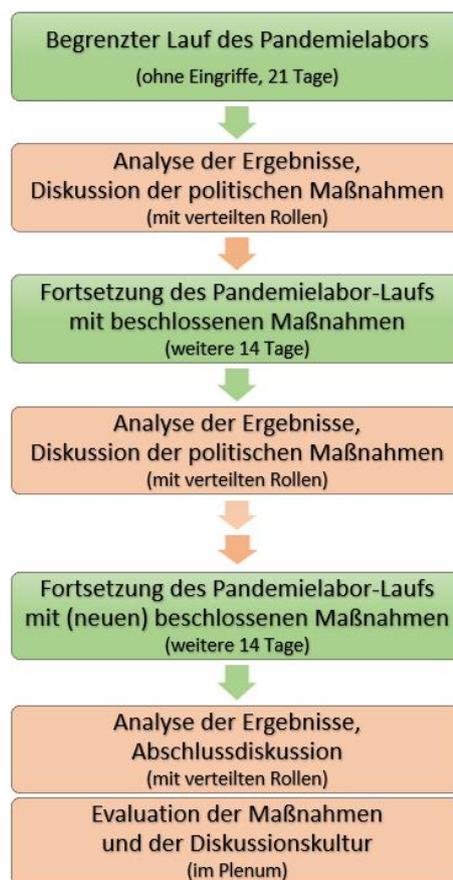
Denkbar ist auch, seitens des Spielleiters zur Forcierung des Entscheidungsdrucks die Einstellungen des Pandemielabors zwischendurch zu manipulieren, indem beispielsweise die Infektiosität des Virus erhöht oder die öffentliche Akzeptanz der politischen Maßnahmen gesenkt wird. Hierbei ist allerdings Fingerspitzengefühl erforderlich, damit diese an der Realität orientierten Modifikationen nicht als „Ereigniskarten“ missverstanden werden und das pädagogisch motivierte Planspiel nicht unversehens zu einem unterhaltsamen Gesellschaftsspiel mutiert.

Ist die Simulation (sowohl der Diskussion als auch der Pandemie) hinreichend weit fortgeschritten oder aber zu einem natürlichen Ende gekommen, können die Ergebnisse abschließend innerhalb der jeweiligen Rolle(n) im Planspiel sowie außerhalb im Plenum analysiert und evaluiert werden.

Wie zu sehen ist, hat das Computerprogramm hier lediglich dienende Funktion; es liefert mit seinen tagesaktuellen Daten den notwendigen Diskussionsstoff für die planspielerischen Entscheidungen. Im eigentlichen Fokus stehen hingegen die interessen geleiteten Positionen der jeweiligen Rolleninhaber.

Wie eine vom Pandemielabor unterstützte Konzeption in der Praxis aussehen kann, zeigt das „Planspiel zur föderalen Pandemiebewältigung“ des Leipziger Pädagogen Christopher Hempel.²⁶ Im Mittelpunkt dieses Unterrichtskonzepts steht die Simulation der mittlerweile berühmt-berüchtigten Bund-Länder-Konferenz, eines aus Vertretern der deutschen Bundesregierung und der 16 Länderregierungen zusammengesetzten Gremiums, das in einigen Phasen der realen Corona-Pandemie infolge teils erratischer, teils diffuser (Nicht-)Beschlüsse traurige Bekanntheit erlangt hat: „Die Unterrichtsidee orientiert sich am fachdidaktischen Prinzip der Konfliktorientierung, das methodisch als (Kurz-)Planspiel umgesetzt wird. Die Schülerinnen und Schüler simulieren als Vertreter von Bundes- und Landesregierungen die Aushandlungsprozesse in der Bund-Länder-Konferenz und treffen Entscheidungen zur Bewältigung der Corona-Pandemie, deren Auswirkungen sie live verfolgen und die sie an die weitere Entwicklung des Infektionsgeschehens anpassen.“²⁷ Konflikte werden hier „auf zweifache Weise zu evozieren versucht: Erstens bildet jeweils eine Gruppe die Bundes- oder eine Landesregierung, in der je vier Regierungsmitglieder vertreten sind (Ministerpräsident/in, Gesundheits-, Wirtschafts- und Kultusminister/in). Beim Thema Schulschließungen sind es dann beispielsweise die Kultusministerien, die auf eine möglichst lange Offenhaltung der Schulen drängen sollten. Divergierende inhaltliche Interessen gibt es zweitens zwischen den jeweiligen Gruppen, da die Bundesländer unterschiedlich stark von der Pandemie betroffen sind und auch sonst Besonderheiten – wie beispielsweise eine demographiebedingt hohe Zahl an Risikopersonen – aufweisen.“²⁸

Der Einfachheit halber reduziert das Planspiel die Ländervertretungen auf drei. Mithilfe spezifischer Rollenkarten können sich die jeweiligen Schülergruppen auf ihre interessen geleiteten



²⁶ Christopher Hempel: Die Stunde der Exekutive(n). Ein Planspiel zur föderalen Pandemiebewältigung. Wettbewerbsbeitrag für Budrich Journals, GWP – Gesellschaft, Wirtschaft, Politik. Verlag Barbara Budrich 2021. URL: <http://www.budrich.de/GWP/GWP-Ideenwettbewerb-Coronakrise-Hempel-Planspiel-Pandemiebewaeltigung.pdf>

²⁷ Ebd. S.2.

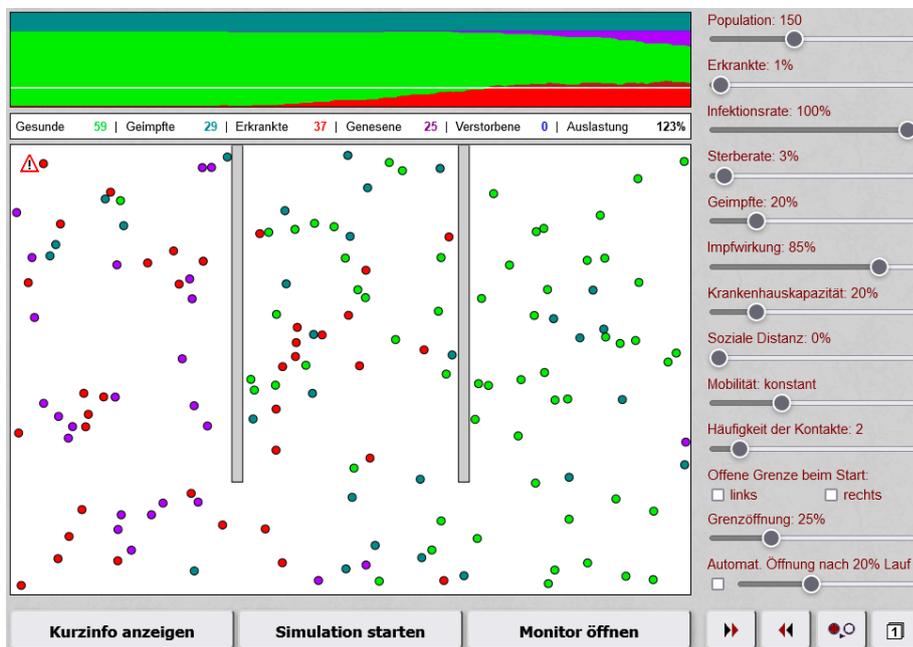
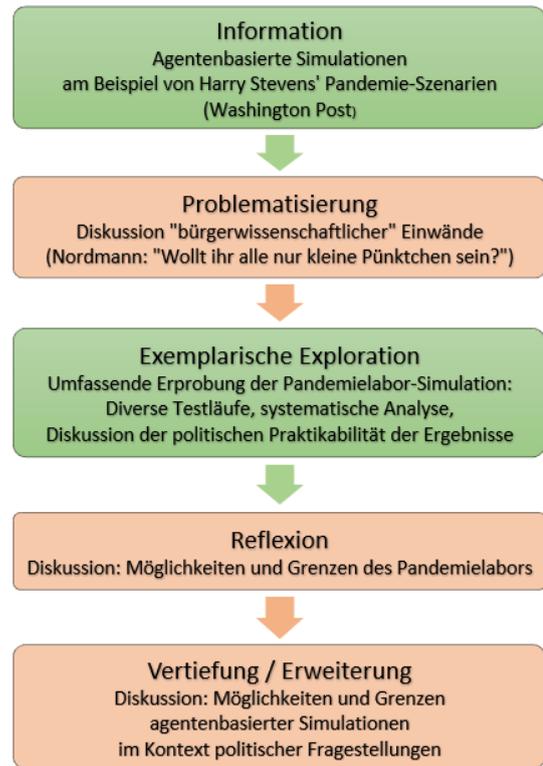
²⁸ Ebd. S.4.

Standpunkte vorbereiten.²⁹ Den nötigen Entscheidungsdruck vermitteln ihnen zwischendurch die fortschreitenden Coronazahlen des Pandemielabors.

Das Pandemielabor als Anlass zur Diskussion von Möglichkeiten und Grenzen der Sozionik

Auch in grundsätzliche *sozionische* Diskussionen kann das Pandemielabor einbezogen werden. Als Multi-Agenten-System bietet es sich für eine Erörterung der Grundlagen und Probleme agentenbasierter Simulationen geradezu an.

Konzeptionell kann man dabei der Strukturierung meines hier vorliegenden Artikels folgen (vgl. Abb.): In einem ersten Schritt informiert sich die Lerngruppe anhand der von Harry Stevens in der *Washington Post* veröffentlichten Pandemie-Szenarien über die Kernstrukturen agentenbasierter Systeme; eine erste Infragestellung kann dann mit der Lektüre des Nordmann-Artikels „Wollt ihr alle nur kleine Pünktchen sein?“ erfolgen. Anschließend sollte das Pandemielabor in seinen Funktionen umfassend getestet und diskutiert werden, so dass danach eine Debatte über das Für und Wider des Simulationsprogramms geführt werden kann. Zum Abschluss lässt sich die Fragestellung erweitern und die exemplarisch am Pandemielabor vollzogene Kritik verallgemeinernd auf agentenbasierte Simulationen auch anderer Kontexte übertragen.



Zu dem beschriebenen Konzept bietet der Anhang des vorliegenden Artikels einige kopierfertige Aufgaben-, Arbeits- und Informationsblätter.

Anstelle des einführenden *Washington-Post*-Artikels lässt sich auch das Programm *MiniLab*, eine „Pandemiesimulation für Einsteiger“, verwenden.³⁰ Dieses ist seit Mai 2022 dem

Pandemielabor beigegeben und bildet alle vier in der *Washington Post* beschriebenen Szenarien – und noch einige mehr – komfortabel nach (vgl. Abb).

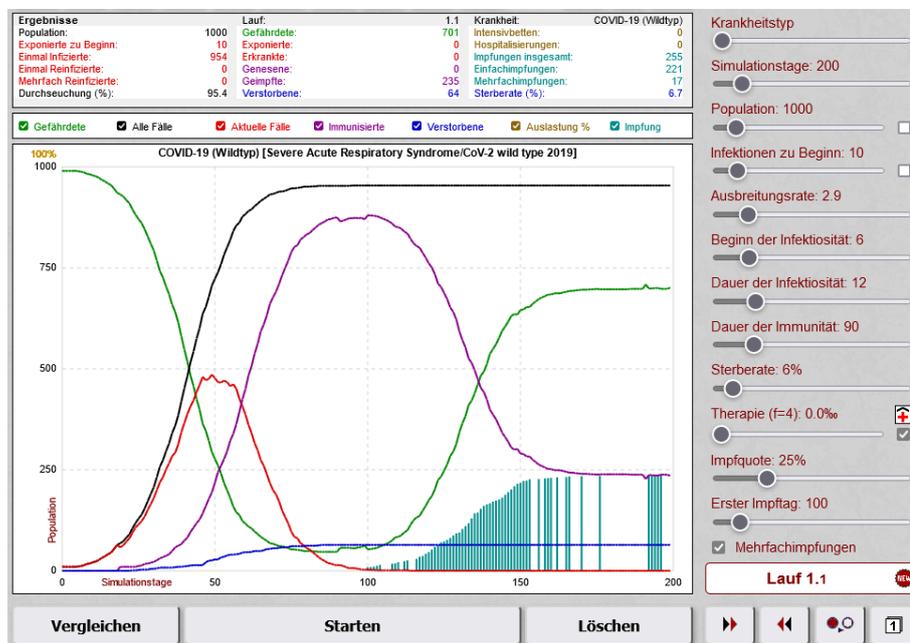
²⁹ Vgl. Christopher Hempel, Philipp Dieckmann, Max Jakob Hansmann und Thomas Stackfleth: Pandemiebewältigung im Planspiel. Materialien zur Unterrichtskonzeption. DVPB – Deutsche Vereinigung für Politische Bildung e.V., Landesverband Sachsen 2021. URL: http://dvpb-sachsen.de/fileadmin/dokumente/Pandemiebewaeltigung_im_Planspiel_-_Unterrichtsmaterial.pdf

³⁰ Frank U. Kugelmeier: MiniLab – Pandemiesimulation für Einsteiger. Version 3.38 (12.09.2022), St.-Ursula-Gymnasium Attendorn 2022. URL: <http://sowi.st-ursula-attendorn.de/minilab/minilab.htm>

Weitere Verwendungsmöglichkeiten

Natürlich lässt sich das Pandemielabor außer in den zuvor beschriebenen Kontexten zumindest in Teilaspekten – etwa als punktueller didaktischer Impuls, der „Datenoutput“ liefert – auch anderweitig nutzen. So können Experimente mit den Stellgrößen „Impfungen pro Tag“ und „Impfgegner“ die Debatte über eine allgemeine Impfpflicht bereichern; die Präsentation der altersbedingt unterschiedlichen Sterberaten kann neue Perspektiven in einer Diskussion um den demografischen Wandel aufzeigen; und der grafisch modellierte Prozess der Ausbreitung von Virusmutationen

mag nicht nur in den Sozialwissenschaften, sondern auch im Fach Biologie zur Veranschaulichung dienen. Das dem Pandemielabor ebenfalls beigelegte Programm *PathoGen* (vgl. Abb.) kann in diesem Kontext zum Vergleich der COVID-19-Infektionen mit den pandemischen Verläufen anderer Krankheitserreger herangezogen werden.³¹



Dabei ist das Pandemielabor allerdings nicht auf den Lernort Schule oder Universität beschränkt, sondern lässt sich selbstverständlich auch an anderen Plätzen vielfältig einbinden, sei es in Bürgerversammlungen, in Internetforen oder während Podiumsdiskussionen.

Zum Schluss ein Wort des Bedauerns: Selbst wenn die Corona-Pandemie ein Ende finden sollte, werden sich in absehbarer Zeit irgendwo auf dem Planeten neue Virenstämme bilden, die sich in einer globalisierten Welt nur allzu leicht ausbreiten können. Das Pandemielabor trägt diesem Umstand Rechnung. In den Standardvorgaben bildet es zwar COVID-19 nach; doch lassen sich, vor allem über die Algorithmen-Einstellungen, auch gänzlich andere Viren modellieren. So behält dieses Simulationsprogramm auch in Zukunft vermutlich – leider – traurige Aktualität.

³¹ Frank U. Kugelmeier: PathoGen – Pandemierechner. Version 1.20 (15.10.2022). St.-Ursula-Gymnasium Attendorn 2022. URL: <http://sowi.st-ursula-attendorn.de/pathogen/pathogen.htm>

Quellenverzeichnis

(auch zu den im Anhang genutzten Texten)

Aigner, Florian: COVID-19: Computermodell zeigt mögliche Szenarien auf. Technische Universität Wien, 26.03.2020. URL:

<https://www.tuwien.at/tu-wien/aktuelles/news/news/covid-19-computermodell-zeigt-moegliche-szenarien-auf-1/>

Aigner, Florian; Niki Popper; Martin Bicher: Simulation der SARS-CoV2-Epidemie in Wien. dwh simulation services, Wien (März 2020). URL:

https://www.dwh.at/projects/covid-19/COVID-19-Beschreibung_COVID-19_Modellerweiterung-v04.pdf

Axtell, Robert; Joshua M. Epstein: Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up. MIT Press, Cambridge 1996.

Bicher, Martin; Claire Rippinger; Dominik Brunmeir; Christoph Urach; Niki Popper: Agent-Based Covid-19 Simulation. Model Specification. dwh simulation services, Wien (02.06.2021). URL:

https://www.dwh.at/projects/covid-19/Covid19_Model_20210602.pdf

Braun, Holger; Peter Imhof: Künstliche Gesellschaften – Grundlagen und Entwicklungen der Sozionik. Verlag Heinz Heise, Hannover; Telepolis-Dokument vom 23.08.1999. URL:

<https://www.heise.de/tp/features/Kuenstliche-Gesellschaften-3444269.html>

Casti, John L.: Das einfache Komplexe. Verlag Heinz Heise, Hannover 1996; Telepolis-Dokument vom 08.05.1996. URL:

<https://www.heise.de/tp/features/Das-einfache-Komplexe-3445811.html>

Casti, John L.: Would-Be-Worlds. John Wiley & Sons, Hoboken (NJ) 1996.

Casti, John L.: Would-Be-Worlds. Ars Electronica Archiv 1996. URL:

<https://archive.aec.at/media/assets/efaccf7dc6bc608f77c2aa43b06f46b6.pdf>

Eater, Ben: Boids algorithm demonstration, 2020. URL:

<https://eater.net/boids>

Eichner, Martin; Markus Schwehm: CovidSIM – Pandemie-Vorsorgeplanung für Covid-19, Version 2.1 (Version 1.0: Febr. 2020). URL:

<http://covidsim.eu/>

Epstein, Joshua M.: Modeling civil violence: An agent-based computational approach. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 99 (suppl_3) 7243-7250 (14.05.2002). DOI: 10.1073/pnas.092080199. URL:

<https://doi.org/10.1073/pnas.092080199>

Epstein, Joshua M.; Derek A. T. Cummings, Shubha Chakravarty, Ramesh M. Singa, Donald S. Burke: Toward a Containment Strategy for Smallpox Bioterror: An Individual-Based Computational Approach. Brookings Institution – Johns Hopkins University, Center on Social and Economic Dynamics, Working Paper No. 31, December 2002. URL:

<https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/bioterrorism.pdf>

Flache, Andreas; Michael W. Macy: „Bottom-Up“-Modelle sozialer Dynamiken. Agentenbasierte Computermodellierung und methodologischer Individualismus. In: Andreas Diekmann (Hrsg.): Methoden der Sozialforschung. Sonderheft 44 der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2006. S.536-559. URL:

<https://www.uzh.ch/cmsssl/suz/dam/jcr:00000000-64a0-5b1c-0000-0000517980a0/12.14-flache-macy-04.pdf>

Georgiev, Georgi: "All Models Are Wrong" Does Not Mean What You Think It Means. Medium, 05.11.2019. URL:

<https://medium.com/swlh/all-models-are-wrong-does-not-mean-what-you-think-it-means-610390c40c9c>

Hälterlein, Jens: Die Simulation der Pandemie. Ein Beitrag zur Reihe „Sicherheit in der Krise“. In: Soziopolis, 03.06.2020. URL:

<https://www.sozio.polis.de/die-simulation-der-pandemie.html>

Hempel, Christopher: Die Stunde der Exekutive(n). Ein Planspiel zur föderalen Pandemiebewältigung. Wettbewerbsbeitrag für Budrich Journals, GWP – Gesellschaft, Wirtschaft, Politik. Verlag Barbara Budrich 2021. URL:

<http://www.budrich.de/GWP/GWP-Ideenwettbewerb-Coronakrise-Hempel-Planspiel-Pandemiebewaeltigung.pdf>

Hempel, Christopher; Philipp Dieckmann; Max Jakob Hansmann; Thomas Stackfleth: Pandemiebewältigung im Planspiel. Materialien zur Unterrichtskonzeption. DVPB - Deutsche Vereinigung für Politische Bildung e.V., Landesverband Sachsen 2021. URL:

http://dvpb-sachsen.de/fileadmin/dokumente/Pandemiebewaeltigung_im_Planspiel_-_Unterrichtsmaterial.pdf

- Klaukin**, Corinna: Modellierung und Visualisierung einer Population von Boids. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg 2016. URL:
https://reposit.haw-hamburg.de/bitstream/20.500.12738/7799/1/ba_klaukin.pdf
- Kron**, Thomas; Christian T. W. Lasarczyk: Zur sozionischen Notwendigkeit mechanistisch-soziologischer Erklärungen. In: Marco Schmitt, Michael Florian, Frank Hillebrandt (Hrsg.): Reflexive soziale Mechanismen: von soziologischen Erklärungen zu sozionischen Modellen. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2006. S.105-137. URL:
https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/19242/ssoar-2006-kron_et_al-zur_sozionischen_notwendigkeit_mechanistisch-soziologischer_erklarungen.pdf
- Kugelmeier**, Frank U.: MiniLab – Pandemiesimulation für Einsteiger. Version 3.38 (12.09.2022), St.-Ursula-Gymnasium Attendorn 2022. URL:
<http://sowi.st-ursula-attendorn.de/minilab/minilab.htm>
- Kugelmeier**, Frank U.: Pandemielabor – Simulation von Strategien zur Eindämmung von COVID-19. Version 3.61 (12.09.2022, bis Version 3.56 unter dem Namen „Politiklabor“). St.-Ursula-Gymnasium Attendorn 2020-2022. URL:
<http://sowi.st-ursula-attendorn.de/start.htm>
- Kugelmeier**, Frank U.: PathoGen – Pandemierechner. Version 1.20 (15.10.2022). St.-Ursula-Gymnasium Attendorn 2022. URL:
<http://sowi.st-ursula-attendorn.de/pathogen/pathogen.htm>
- Lehr**, Thorsten u. a.: COVID-19 Simulator. Modellierung für die deutschen Bundesländer. Klinische Pharmazie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken 2020-2022. URL:
<https://covid-simulator.com/>
- Macal**, Charles M.; Michael J. North: Agent-based modeling and simulation. In: Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC), 2009, S.86-98. DOI: 10.1109/WSC.2009.5429318. URL:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/5429318>
- Malsch**, Thomas; M. Florian; M. Jonas; I. Schulz-Schaeffer: Sozionik: Expeditionen ins Grenzgebiet zwischen Soziologie und Künstlicher Intelligenz. In: Künstliche Intelligenz, 10 (2), 1996. S.6-12.
- Malsch**, Thomas; Ingo Schulz-Schaeffer: Socionics: Sociological Concepts for Social Systems of Artificial (and Human) Agents. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation 10 (1) 11 (31.01.2007). URL:
<https://www.jasss.org/10/1/11.html>
- Neher**, Richard u. a.: COVID-19 Scenarios. NeherLab, Universität Basel 2020. URL:
<https://covid19-scenarios.org/>
- Nordmann**, Alfred: Wollt ihr alle nur kleine Pünktchen sein? In: Zeit online, 12.04.2020. URL:
<https://www.zeit.de/wissen/2020-04/corona-pandemie-ausgangssperren-demokratie-staat-freiheit-alfred-nordmann/komplettansicht>
- Peterson**, Ivars: The Gods of Sugarscape. Digital sex, migration, trade, and war on the social science frontier. In: Science News, Vol.150, No.21 (23.11.1996), S.332f.
- Popper**, Niki: Data, Models, and Decisions: How We Can Shape Our World by Not Predicting the Future. In: Hannes Werthner, Erich Prem, Edward A. Lee, Carlo Ghezzi (Hrsg.): Perspectives on Digital Humanism. Verlag Springer Nature Switzerland, Cham 2022. S.297-302. Erstveröffentlichung: 24.11.2021. URL:
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-86144-5_40 bzw.
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-86144-5.pdf>
- Reynolds**, Craig W.: Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model. In: Computer Graphics, 21(4), Juli 1987, S. 25-34. URL:
<https://www.cs.toronto.edu/~dt/siggraph97-course/cwr87/>
- Schlemm**, Annette: Reduktion des Menschlichen oder seine Befreiung? Das Dilemma von Sozionik und Multi-Agenten-Systemtheorie. Annettes Philosophenstübchen 1999. URL:
<http://www.thur.de/philosophie/sozionik.htm>
- Schneider**, Kristan A.; Gideon A. Ngwa; Markus Schwehm; Linda Eichner; Martin Eichner: The COVID-19 pandemic preparedness simulation tool: CovidSIM. In: BMC Infectious Diseases, 2020; 20: 859 (19.11.2020). DOI: 10.1186/s12879-020-05566-7. URL:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7675392/>
- Siegele**, Ludwig: Die Götter der Zuckerwelt. Zwei amerikanische Forscher züchten künstliche Welten am Computer. In: Die Zeit, Nr.10/1997 (28.02.1997), S.78. URL:
<https://www.zeit.de/1997/10/sugar.txt.199702281.xml/komplettansicht>

Squazzoni, Flaminio; J. Gareth Polhill; Bruce Edmonds; Petra Ahrweiler; Patrycja Antosz; Geeske Scholz; Émile Chappin; Melania Borit; Harko Verhagen; Francesca Giardini; Nigel Gilbert: Computational Models That Matter During a Global Pandemic Outbreak: A Call to Action. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation 23 (2) 10 (31.03.2020). DOI: 10.18564/jasss.4298. URL: <https://www.jasss.org/23/2/10.html>

Stevens, Harry: Why outbreaks like coronavirus spread exponentially, and how to "flatten the curve". In: Washington Post, 14.03.2020. URL: <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator/>
Auch in deutscher Übersetzung (s. u.).

Stevens, Harry: Warum Ausbrüche wie das Coronavirus sich exponentiell ausbreiten und wie man „die Kurvenlinie glätten“ kann. In: Washington Post, 18.03.2020. URL: <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/health/corona-simulator-german/>

Vermeulen, Ben; Andreas Pyka; Matthias Müller: Agenten-basiertes Modell gesundheitspolitischer Maßnahmen in der Corona-Epidemie. Lehrstuhl für Innovationsökonomik, Universität Hohenheim, Stuttgart 2020. URL: <https://inno.uni-hohenheim.de/corona>

Vermeulen, Ben; Andreas Pyka; Matthias Müller: An agent-based policy laboratory for COVID-19 containment strategies. Lehrstuhl für Innovationsökonomik, Universität Hohenheim, Stuttgart 2020. URL: <https://inno.uni-hohenheim.de/corona-modell>

Vermeulen, Ben: UHOHCoronaPolicyLab (Quellcode). In: GitHub (Update: 29.04.2021). URL: <https://github.com/BenVermeulen/UHOHCoronaPolicyLab>

Vermeulen, Ben; Matthias Müller; Andreas Pyka: Social Network Metric-Based Interventions? Experiments with an Agent-Based Model of the COVID-19 Pandemic in a Metropolitan Region. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation 24 (3) 6 (30.06.2021). DOI: 10.18564/jasss.4571. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/24/3/6.html>

Vogt, Jonas: Epidemie-Szenarien: Der Modellbauer. In: Der Standard, Wien, 11.04.2020. URL: <https://www.derstandard.de/story/2000116736833/epidemie-szenarien-der-modellbauer>

Anhang

Aufgaben- und Arbeitsblätter

Die im Folgenden dokumentierten Aufgaben- und Arbeitsblätter wurden für den Distanzunterricht in der gymnasialen Oberstufe konzipiert. Sie lassen sich aber ebenso im sozialwissenschaftlichen Präsenzunterricht und im universitären Bereich zu den Themenschwerpunkten „Methoden der empirischen Sozialforschung“ und/oder „Grundlagen der Sozionik“ nutzen.

Übersicht

Aufgabenblatt zur Gesamtproblematik

Arbeitsblatt 1 zu Stevens (Analyse der Szenarien 1 und 2)

Arbeitsblatt 2 zu Stevens (Analyse der Szenarien 3 und 4)

Arbeitsblatt 3 zu Stevens (Nordmanns Kommentar)

Kurzinformation (Blatt 1 bis 6) zum Pandemielabor

Protokollbogen 1 zum Pandemielabor (Maßnahmen/Ergebnisse)

Protokollbogen 2 zum Pandemielabor (Annahmen/Algorithmen/Ergebnisse)

Kleine Textsammlung zur Sozionik (7 Seiten)

Politische Entscheidungsfindung mithilfe rechnergestützter Simulationen? Möglichkeiten und Grenzen

Arbeitsaufträge

Zur Erledigung einiger der folgenden Arbeitsaufträge benötigen Sie einen Rechner mit großem Display und Internetverbindung. JavaScript muss aktiviert sein (Letzteres dürfte in der Regel der Fall sein).

1. Lesen Sie Harry Stevens' Artikel „Warum Ausbrüche wie das Coronavirus sich exponentiell ausbreiten“ in der *Washington Post*. Arbeiten Sie die Kernaussagen des Texts heraus. Rufen Sie hierzu die Originalseite des Artikels in der Online-Ausgabe der *Washington Post* auf, auch um die im Text beschriebenen **Computersimulationen** nachvollziehen zu können. Die englische Originalfassung finden Sie hier:

<https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator/>

Von dort aus können Sie zur deutschen Fassung weiterklicken. Die deutsche Fassung hat im Übrigen folgenden eigenen Link:

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

Beim erstmaligen Aufruf der Seite werden Sie möglicherweise aufgefordert, ein Zeitungsabo abzuschließen. Lehnen Sie dies ab, da Sie ja nur den einen Text lesen wollen. Anschließend müssen Sie lediglich noch bestätigen, dass Sie der Nutzung von Cookies zustimmen. Eine Registrierung Ihrerseits ist also nicht erforderlich.

2. a) Analysieren Sie den Inhalt und den Argumentationsaufbau des *Zeit*-Artikels „Wollt ihr alle nur kleine Pünktchen sein?“ von Alfred Nordmann, indem Sie auch hier die Kernaussagen herausarbeiten. Den Artikel finden Sie unter folgender Adresse:

<https://www.zeit.de/wissen/2020-04/corona-pandemie-ausgangssperren-demokratie-staat-freiheit-alfred-nordmann/komplettansicht>

b) Nehmen Sie anschließend ausführlich Stellung zu den Aussagen des Autors! Bedenken Sie hierbei auch die Entstehungszeit des Texts.

Anmerkung: Der Artikel hat ein großes Leserecho hervorgerufen. Ihm folgten innerhalb von drei Tagen etwa 1.300 kontroverse Online-Leserkommentare. Informieren Sie sich stichprobenartig auch über deren Argumentation.

3. a) Informieren Sie sich über die **Covid-19-Simulation „Pandemielabor“**. Rufen Sie hierzu die Computersimulation (und das dazugehörige Handbuch) auf der Homepage des *St.-Ursula-Gymnasiums Attendorn* auf. Die Internetadresse lautet:

<http://sowi.st-ursula-attendorn.de/start.htm>

Sie finden das Programm dort in drei „Editionen“ vor. Beginnen Sie am besten mit der Edition C; später können Sie sich in die komplexeren Editionen B (Akzeptanz- und Immunitätsverlust) und A (neue Pandemietypen, Datenmonitor) vorarbeiten. Spielen Sie mit verschiedenen Einstellungen mehrere Simulationsläufe durch. Dokumentieren Sie die jeweiligen Ergebnisse (verwendete Schalter, Zahl der Toten, Dauer der Epidemie, Überlastungsgrad der Krankenhäuser usw.) sorgfältig. Bei Unklarheiten konsultieren Sie bitte das ausführliche Online-Handbuch.

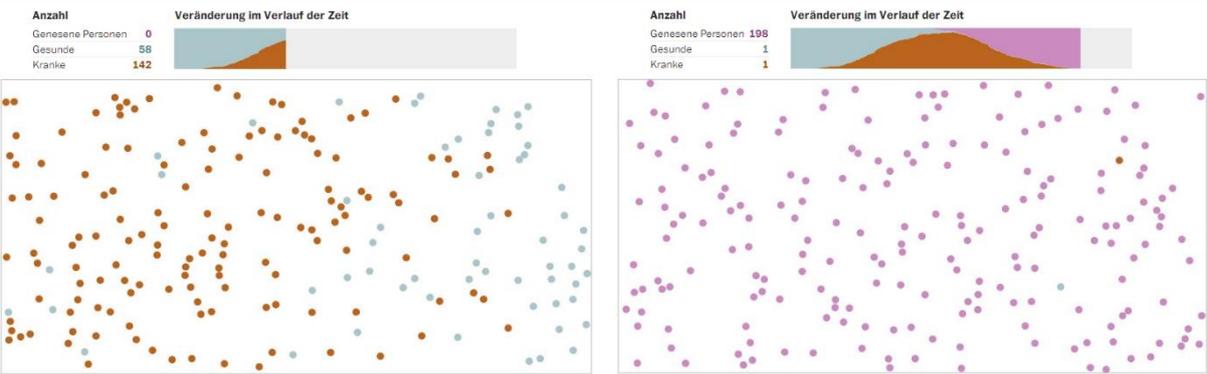
b) Entwickeln Sie auf der Grundlage dieser Resultate eine *politische Strategie*, mit der die Covid-19-Krise möglichst effektiv bewältigt werden kann (wobei Sie vorab definieren müssen, was für Sie „möglichst effektiv“ bedeutet). Berücksichtigen Sie hierbei neben rein epidemiologisch-medizinischen Argumenten auch psychologische und wirtschaftliche Aspekte und wägen Sie diese gegeneinander ab.

4. Prüfen Sie vor dem Hintergrund Ihrer Beschäftigung mit der „Pandemielabor“-Simulation noch einmal Ihre Stellungnahme zu den Aussagen von Alfred Nordmann (vgl. Aufgabe 2b). Hat sich Ihre Sicht der Dinge inzwischen geändert?
5. Schreiben Sie eine Rezension zu der Simulation „Pandemielabor“. In welcher Hinsicht halten Sie sie für gelungen? Inwiefern nicht? Was fehlt Ihnen? Haben Sie Ergänzungs- bzw. Verbesserungsvorschläge?
6. Erörtern Sie abschließend auf einer eher allgemeinen Ebene, ob bzw. inwiefern rechnergestützte Simulationen einen Beitrag zur Lösung politischer, soziologischer und/oder ökonomischer Problemstellungen leisten können. Wägen Sie Möglichkeiten und Grenzen bzw. Chancen und Gefahren gegeneinander ab.

Arbeitsblatt 1 zu:

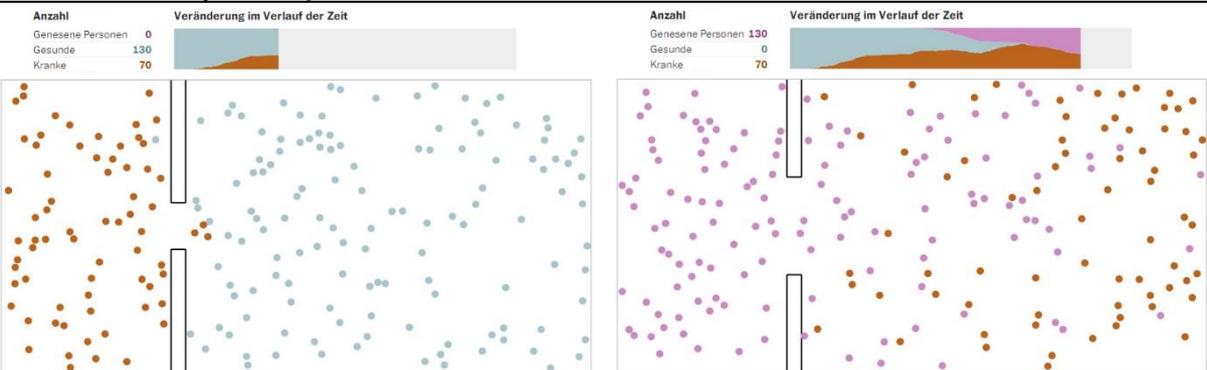
Harry Stevens: Warum Ausbrüche wie das Coronavirus sich exponentiell ausbreiten

Szenario 1: Ohne Regeln



Beschreibung:

Szenario 2: Geplante Quarantäne



Beschreibung:

Arbeitsblatt 2 zu:

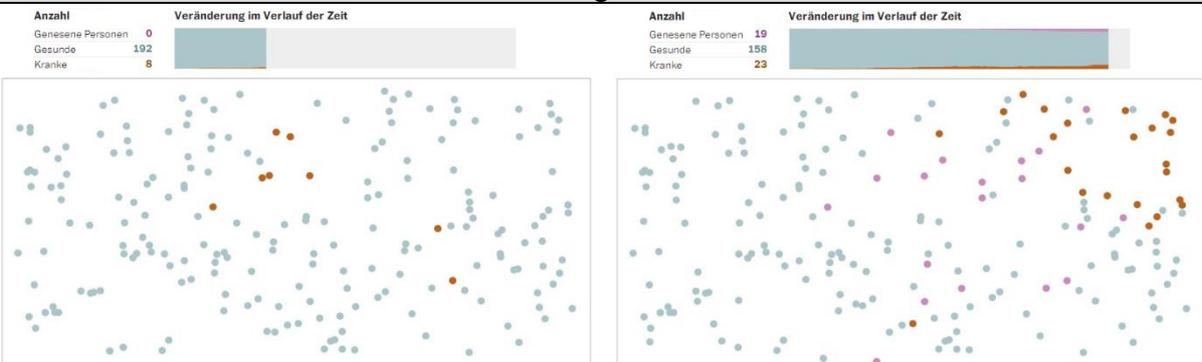
Harry Stevens: Warum Ausbrüche wie das Coronavirus sich exponentiell ausbreiten

Szenario 3: Mäßige soziale Distanzierung



Beschreibung:

Szenario 4: Umfassende soziale Distanzierung



Beschreibung:

**Alfred Nordmann: Wollt ihr alle nur kleine Pünktchen sein?** [Auszug]

Was sind wir noch? Seitdem Corona die Welt im Griff hat, sind wir eine Anhäufung kleiner Punkte. Sie irren im Raum umher und kollidieren zufällig mit anderen Punkten. So jedenfalls stellt es eine Grafik der *Washington Post* dar. Einer dieser Punkte ist mit dem Virus infiziert und gibt die Infektion bei jedem Zusammenstoß weiter. In exponentieller Windeseile verbreitet sich die Seuche, und bald schon hat sie die ganze Population erfasst. Wenn nur die Bewegungsfreiheit der Punkte eingeschränkt wird, lässt sich die Ansteckungsrate unter Kontrolle bringen. So eindrucksvoll, so überzeugend. Und doch befremdlich.

Dass Läden und Restaurants geschlossen sind und Menschen Kontakte meiden müssen, scheint bereits etwas zu verändern. Darum soll bald entschieden werden, wie es weitergehen soll. Das ist eine politische Entscheidung, die sich auf Wissen und Wissenschaft stützt. Dazu gehört das derzeit tonangebende Wissen um die kleinen Punkte, die jeden von uns als ein Risiko definieren, das es einzudämmen gilt.

Erkennen wir uns darin wirklich wieder? Sind wir nichts weiter als blind agierende Partikel, die sich scheinbar ohne Sinn und Verstand durchs Leben bewegen, beobachtet aus der Vogelperspektive einer Regierungskunst, die die Bevölkerung als Ganze schützen und kontrollieren will? Vielleicht gibt es ja ein anderes Wissen, das wir Bürgerinnen und Bürger ins Spiel bringen können. Schließlich verstehen wir das Problem inzwischen genauso gut wie die Epidemiologen und Politikerinnen und haben vielleicht auch Lösungen zu bieten. [...]

Oft heißt es, dass die Einschränkungen des öffentlichen Lebens einen Demokratieverlust bedeuten. Dieser wäre aber nicht vor allem der Selbstherrlichkeit plötzlich ermächtiger Politikerinnen und Politiker geschuldet. Vielmehr verdankt er sich der uneingeschränkten Geltung einer Wissenschaft, die Menschen auf Risikofaktoren reduziert und die Bevölkerung kontrollieren muss. Jetzt sollten wir uns fragen, ob eine bürgerwissenschaftlich demokratisierte Epidemiologie möglich ist. Eine Seuchenbekämpfung also, die nicht von oben herab regiert, sondern unsere geschulten Verhaltensweisen und wache Erfindungskraft mobilisiert.

Müssen wir zum Beispiel akzeptieren, dass wir per App im Namen der Gesundheit digital überwacht werden? So eine App sollte Nutzerinnen und Nutzern lieber helfen, selbstverantwortlich durch eine Welt zu navigieren, in der es das Coronavirus gibt. Es geht nicht darum, strenge Maßnahmen zu früh zu lockern. Aber es geht darum, mit dem Risiko gemeinsam umzugehen. Wir sind ein soziales und freies Land, wirtschaftlich stark, verantwortungsbewusst, kreativ und digitalisiert. Warum gehen wir nicht auch diese Krise genauso an – wie eine Gesellschaft, die Zukunft hat?

© Zeit online, 12.04.2020 [Auszug, stark gekürzt].

URL: <https://www.zeit.de/wissen/2020-04/corona-pandemie-ausgangssperren-demokratie-staat-freiheit-alfred-nordmann/komplettansicht>

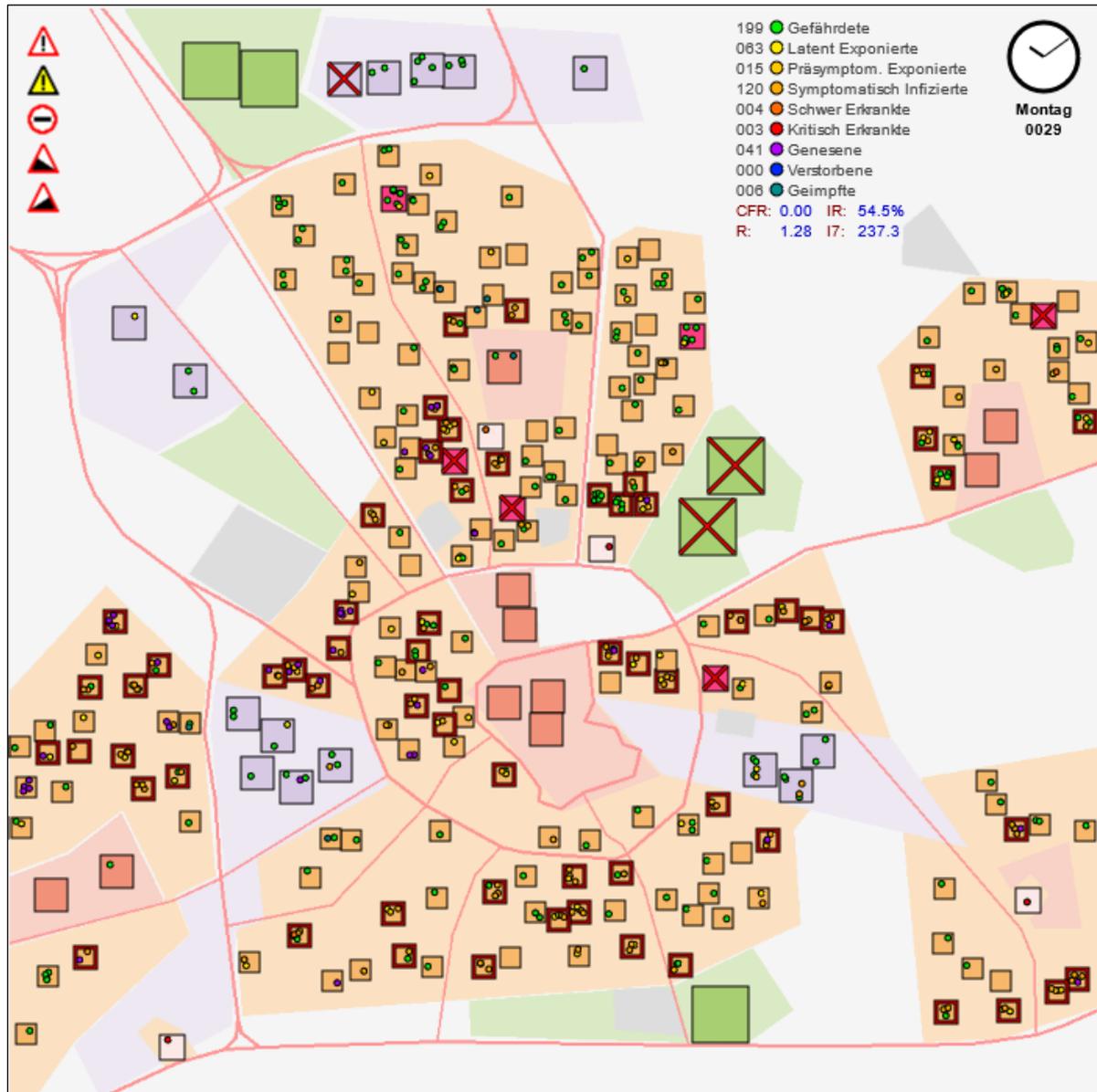
Zur vollständigen Analyse lesen Sie den Artikel bitte in der Originalquelle.

Anmerkung zum Autor: Alfred Nordmann ist Professor für Wissenschafts- und Technikphilosophie an der TU Darmstadt. Er ist zudem derzeit Gastprofessor an den Technischen Universitäten in Sankt Petersburg (SPbPU) und im südchinesischen Guangzhou (SCUT).



Die vorliegenden Seiten bieten einen kurzen Überblick über die Benutzeroberfläche des Simulationsprogramms **Pandemielabor**. Ausführlichere Informationen finden sich im  Online-Handbuch, das über die Hilfe-Taste direkt aus dem Programm heraus aufrufbar ist.

Das Simulationsfeld



Die Basis des Pandemielabors bildet eine 700 mal 700 Pixel große Projektionsfläche, auf der ein Stadtplan mit Straßen sowie verschiedenfarbigen Nutzungszonen und Gebäuden dargestellt ist. In den Gebäuden „leben“, je nach Programmeinstellungen, etwa 80 bis 1000 Personen (sogenannte Agenten), die, abhängig von der Tageszeit und von ihrer Profession (Schüler, Berufstätige, Rentner), unterschiedlichen Beschäftigungen nachgehen. Hierbei laufen sie Gefahr, einander mit einem gefährlichen Virus anzustecken.

Rechts oben im Plan befindet sich eine fortlaufend aktualisierte Legende, die zum einen (u. a. in Form einer analogen Uhr) die Simulationszeit (in Tagen, Stunden und Minuten), zum anderen den Gesundheitszustand der Agenten (als Häufigkeitsverteilung der Infektionsgrade) anzeigt. Links oben markieren einige Verkehrszeichen-Symbole den aktuellen Programmstatus.

Folgende Lebensbereiche werden im Stadtplan unterschieden:

-  Wohnhäuser (orange): Diese bilden das Rückzugsgebiet der Agenten, von dem aus sie ggf. zu ihren jeweiligen Tätigkeiten „ausschwärmen“.
-  Schulen (rot), genauer: Kinderbetreuungs- und Bildungseinrichtungen jeder Art, also auch Kindertagesstätten und Universitäten: Sie werden von den jüngeren Agenten im Regelfall vormittags bis zum frühen Nachmittag an Werktagen (hier: montags bis freitags) aufgesucht.
-  Arbeitsstätten (zartviolett): Hier finden sich – ebenfalls an Werktagen – die berufstätigen Agenten ein.
-  Erholungsgebiete (grün): Diese werden grundsätzlich von allen Agenten (außer den schwer Erkrankten) genutzt, und zwar ausschließlich an Samstagen und Sonntagen.
-  Supermärkte (hellrot): Sie werden über den Tag hinweg (außer sonntags) von verschiedenen Agententypen frequentiert.
-  Krankenhäuser (zartrosa): Diese werden, je nach Programmeinstellungen und Simulationsablauf, mit schwer bzw. lebensgefährlich erkrankten Agenten belegt.
-  Friedhöfe (grau): Sie sind zu Beginn zunächst leer, füllen sich dann aber im Verlauf der Simulation mit verstorbenen Agenten (genauer: mit blauen Grabsteinen). Ist die Anzeige-Option „Alter“ gewählt (vgl. „Stadtplan- und Diagramm-Einstellungen“), richtet sich die Farbe der Gräber nach dem Alter der Verstorbenen (schwarz, grau, selten: weiß).

Die als kleine farbige Punkte dargestellten Agenten, die sich über das Simulationsfeld bewegen, werden optisch, abhängig von den Programmeinstellungen, entweder nach ihrem Infektionsgrad oder aber nach ihrem Alter (Schüler, Berufstätige, Rentner) oder nach beidem ausgewiesen. Im Normalfall teilt die Simulation die Handelnden optisch in acht gesundheitliche Kategorien:

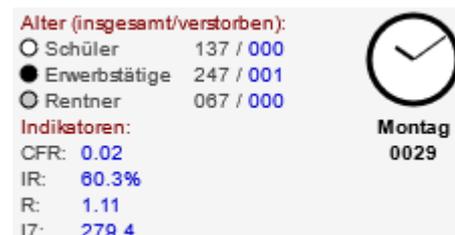
- Gefährdete, noch nicht Infizierte (grün),
- dem Virus ausgesetzte, nicht ansteckende Personen während der Inkubationszeit (gelb),
- mäßig ansteckende Infizierte mit Vorsymptomen (orange),
- ansteckende Infizierte (orange),
- schwer Erkrankte (orangerot),
- Erkrankte in kritischem Zustand (rot),
- Genesene mit Immunität (violett),
- Verstorbene (blau),
- Geimpfte (türkis).

Der nebenstehenden Legende ist zum Beispiel zu entnehmen, dass bis zum 29. Simulationstag (einem Montag) um 10:10 Uhr 128 Agenten noch nicht infiziert, 4 hingegen schwer, 5 weitere lebensgefährlich erkrankt, 44 wieder genesen, 51 geimpft sind und 1 verstorben ist.



Schaltet man die Anzeige auf „Alter“ um, werden statt der Infektionsgrade die Lebensalter der Agenten ausgewiesen:

- „Schüler“, d. h. Kinder, Jugendliche, junge Erwachsene bis 20 Jahre (weiß),
- Erwerbstätige, d. h. alle 21- bis 65-Jährigen (schwarz),
- Rentner, d. h. alle Personen ab 66 Jahren (grau).



In der Legende zusätzlich angegeben – und laufend aktualisiert – werden die Sterberate **CFR** der infizierten Agenten (CFR = Case Fatality Rate; Zahl der Verstorbenen dividiert durch die Summe aus Verstorbenen und Genesenen), die Infektionsrate **IR** (Zahl der Infizierten, Genesenen und Verstorbenen in Relation zur Gesamtpopulation), die Basisreproduktionszahl **R** (Anzahl der Personen, die ein Infizierter durchschnittlich ansteckt) sowie der Inzidenzwert **I7** (Zahl der Neuinfektionen innerhalb der letzten 7 Tage in Relation zu einer Grundgesamtheit, hier: 1.000).

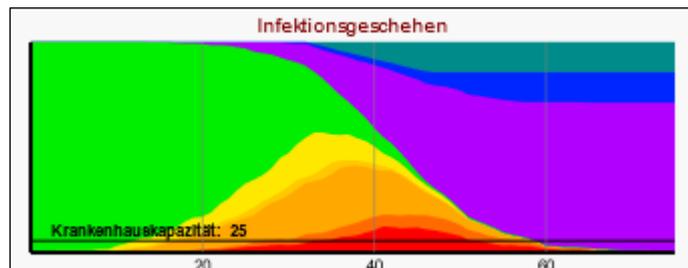
Links oben im Stadtplan erscheinen je nach Programmeinstellungen und -ablauf unterschiedliche Verkehrszeichen-Symbole:

-  **Achtung:** Das Zeichen zeigt sich immer dann, wenn die Pandemie-Warn-App pro Tag mindestens einen aktiven Fall meldet.
-  **Besondere Beachtung:** Angezeigt wird dieses Zeichen, solange während einer Impfmaßnahme Priorisierte geimpft werden.
-  **Zollgrenze:** Dieses Zeichen signalisiert, dass aktuell ein Einreiseverbot besteht.
-  **Gefälle:** Hierdurch wird signalisiert, dass die Automatik, die die Akzeptanz-Abnahme reguliert, aktiv ist.
-  **Steigung:** Dieses Zeichen meldet, dass die Automatik, die die Home-Office-Erfahrung steigen lässt, aktiv ist.
-  **Krankenhaus:** Dieses Zeichen meldet eine starke Überlastung des Pflegepersonals.
-  **Verengte Fahrbahn:** Das Zeichen signalisiert eine hohe Lieferketten-Störung.
-  **Stopp:** Dieses Zeichen zeigt das Ende des Simulationslaufs an (alle Agenten sind entweder genesen, geimpft oder verstorben).

Die Ergebnisgraphen

Rechts neben dem Simulationsfeld (Stadtplan) werden untereinander mehrere Diagramme angezeigt, die sich während der Simulation laufend (genauer: nach Abschluss jedes Tags) verändern.

Infektionsgeschehen: Das oberste Diagramm stellt – analog zu den weiter oben genannten farblichen Kennzeichnungen der Agenten – das Verhältnis von Verstorbenen, Gesunden, Nicht-Infizierten und (unterschiedlich schwer) Erkrankten im Simulationsverlauf dar. Der Maximalwert der y-Achse entspricht also der Gesamtzahl der Agenten (100 Prozent). Gilt für die Simulation eine der beiden Krankenhaus-Optionen „Nur Aufnahme kritischer Fälle“ oder „Aufnahme schwerer und kritischer Fälle“, wird hier zusätzlich am unteren Rand des Graphen die Krankenhauskapazität (verfügbare Intensivbetten) proportional zur Gesamtzahl der Agenten eingeblendet.



Intensivbetten-Auslastung: In Ergänzung hierzu stellt das zweite Schaubild die Auslastung der medizinischen Intensivstationen dar. Ausgewiesen wird hier in Prozent die Zahl der benötigten, nicht die der vorhandenen Intensivbetten. Die y-Achse ist bis zum Wert 150 Prozent gerastert. Der Wert 100 Prozent entspricht der Zahl der aktuell verfügbaren Intensivbetten (wobei die Bettenzahl je nach Programmeinstellungen zwischen 0 und 40 variieren kann). Liegt die Zahl der benötigten Betten über 100 Prozent (d. h. über der Zahl der vorhandenen Betten), droht das System zu kollabieren. Konkret wird angenommen, dass die Hospitäler Überbeanspruchungen bis zum Wert von etwa 150 Prozent vielleicht noch auffangen können, das Gesundheitssystem oberhalb dieses Werts jedoch endgültig zusammenbricht.



Höhere Werte als 150 Prozent werden im Graphen nicht angezeigt. Werden in einem Simulationslauf keinerlei Intensivbetten zur Verfügung gestellt, bleibt der Graph leer.

Schulkapazität: Das dritte Diagramm bezieht sich auf die Leistungsfähigkeit der Schulen, genauer: auf deren – je nach Einstellung – variierende Kapazitäten. Die Anzeige folgt einem recht komplexen Algorithmus, der im Handbuch genauer erläutert wird.



Der Begriff „Schulen“ ist hier, wie bereits erwähnt, weit gefasst: Er bezieht ebenso Kindertagesstätten wie Universitäten mit ein.

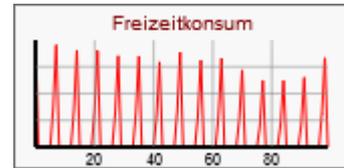
Statt von „Schulkapazität“ könnte man hier also auch von „Bildungs- und Betreuungskapazität“ sprechen.

Statt von „Schulkapazität“ könnte man hier also auch von „Bildungs- und Betreuungskapazität“ sprechen.

Arbeitsvolumen: Das vierte Diagramm dokumentiert das Arbeitsvolumen der Agentengesellschaft, aus dem sich – mit gewissen Abstrichen – deren Wirtschaftsleistung ablesen lässt. Zu Beginn eines Simulationslaufs liegt das Volumen üblicherweise bei 100 Prozent. Durch verschiedene Entwicklungen (Erkrankungen, Schließen der Grenzen, Home-Office) wird es jedoch im Verlauf der Simulation abnehmen. Näheres hierzu im Handbuch.

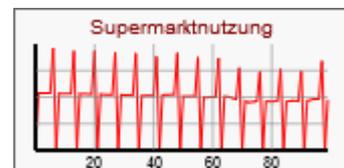


Freizeitkonsum: Dieser Graph zeigt das Freizeitverhalten der Agentengesellschaft. Die Messgröße ist die Gesamtstundenzahl, die die Agenten in Freizeiteinrichtungen verbringen.

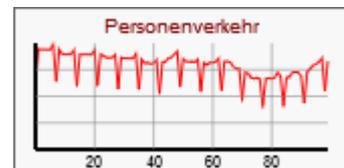


Im Pandemielabor finden auswärtige Freizeitaktivitäten ausschließlich am Wochenende statt. Samstags gehen sowohl Berufstätige als auch deren Kinder diversen Aktivitäten nach; Jugendliche und junge Erwachsene von 16 bis 20 Jahren halten sich abends sogar etwas länger außer Haus auf. Lediglich die Rentner bleiben zu Hause. Am Sonntag ist dann üblicherweise die gesamte Agentengesellschaft (mit Ausnahme der schwer oder lebensgefährlich Erkrankten) mehrere Stunden unterwegs.

Supermarktnutzung: Ähnlich wie der Graph „Freizeitkonsum“ zeigt das Diagramm „Supermarktnutzung“ das Konsumverhalten der Agentengesellschaft an, hier jedoch bezogen auf die Güter des täglichen Bedarfs – eben „Supermarktware“. Auch bei diesem Diagramm ist die Messgröße die Gesamtzahl der Stunden, die die Agenten im Geschäft verbringen. Genutzt werden die Supermärkte an sechs Wochentagen, samstags etwas länger als während der Arbeitstage. Sonntags haben die Märkte nicht geöffnet. Die Kundschaft rekrutiert sich aus Agenten ab dem 16. Lebensjahr; Kinder kaufen also nicht selbstständig ein.



Personenverkehr: Der Graph „Personenverkehr“ gibt die Anzahl der täglichen (oder wöchentlichen) Bewegungen der Agenten zwischen Wohnung und Arbeitsplatz, Schule, Supermarkt oder Freizeitstätte wieder. Dabei wird zwischen Fahrten im Privatwagen, der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel und einfachen Wegen zu Fuß nicht unterschieden.



Ebenfalls unberücksichtigt bleiben die Länge des zurückgelegten Wegs und die Dauer der Fortbewegung. Gezählt wird allein die Fahrt als solche.

Akzeptanz: Nicht auszuschließen ist, dass die Bereitschaft, gängige Pandemieregeln (AHA: Abstand, Hygiene, Alltagsmaske) zu akzeptieren, in der Bevölkerung unterschiedlich stark ausgeprägt ist und zudem im Lauf der Zeit nachlässt. Deshalb bietet das Pandemielabor hierzu zwei Einstellmöglichkeiten:

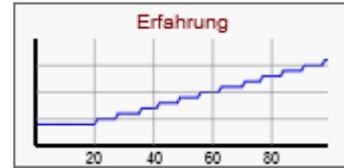


- den „Akzeptanz“-Regler in der Rubrik „Allgemeine Maßnahmen“,
- die Automatik, die eine Akzeptanz-Abnahme simuliert, im Bereich „Psychologische Annahmen“.

Der Graph „Akzeptanz“ beschreibt die tägliche Entwicklung der Akzeptanz in Prozentwerten. Hundert Prozent bedeuten eine vollständige Zustimmung der Bevölkerung zu den Maßnahmen der Regierung; null Prozent verweisen darauf, dass die Maßnahmen komplett ignoriert werden.

⚠ Die oben beschriebenen Einstellmöglichkeiten zeigen nur dann Wirkung, wenn die Option „Abstandsregeln, Maskenpflicht, Handdesinfektion“ im Bereich „Allgemeine Maßnahmen“ gesetzt ist. Ohne Regeln kein Akzeptanzverlust!

Erfahrung: Die Arbeit im Home-Office ist nicht dieselbe wie diejenige vor Ort. Sie wird zu Hause durch das Fehlen geeigneter Arbeitsgeräte oder durch die Anwesenheit von Mitbewohnern (vor allem Kindern bei Schulschließungen) beeinträchtigt. Im Pandemielabor wird allerdings angenommen, dass man durch entsprechende Routine seine Effizienz im Home-Office durchaus steigern kann. Hierzu bietet das Programm zwei Einstellmöglichkeiten:



- den Regler „Home-Office-Erfahrung“ im Bereich „Ökonomische Annahmen“,
- die Automatik, die eine sukzessive wöchentliche Zunahme an Erfahrung simuliert, im Bereich „Psychologische Annahmen“.

Der Graph „Erfahrung“ zeigt den täglichen Erfahrungsstand im Home-Office in Prozentwerten an. Null Prozent bedeuten, dass die home-office-fähigen Agenten keinerlei Erfahrung vorweisen können. Hundert Prozent beschreiben eine Gesellschaft, die, wo immer möglich, routiniert von zu Hause aus arbeiten kann. Mit anderen Worten: Während eines Lockdowns werden Minderleistungen, die sich aus häuslicher Arbeit ergeben, eher aufgefangen.

Die genannten Einstellmöglichkeiten zeigen aber nur Wirkung, wenn in der Simulation tatsächlich eine Ausgangssperre oder zumindest „Home-Office für alle“ angeordnet worden ist. In „normalen“ Zeiten, in denen (überwiegend) vor Ort gearbeitet wird, ist Home-Office-Erfahrung bedeutungslos.

Pflegenotstand: Dieser Graph weist die Überlastung des Pflegepersonals in den medizinischen Einrichtungen aus. Der gezeigte Indexwert berücksichtigt dabei folgende Teil-Indizes:



- den Krankenstand der erwerbstätigen Agenten (der hier, modellhaft angenommen, auch den Krankenstand des medizinischen Personals widerspiegelt),
- die Nachfrage nach Intensivbetten (im Verhältnis zu den vorhandenen Betten).

Beide Faktoren haben unmittelbaren Einfluss auf die Belastung des Pflegepersonals. Fällt viel Personal krankheitsbedingt aus, muss die Arbeit von den verbliebenen Gesunden mit erledigt werden. Und reicht die Zahl der Intensivbetten nicht aus, müssen bedürftige Patienten anderweitig notversorgt oder schlimmstenfalls abgewiesen werden. All dies verursacht nicht nur physische, sondern auch emotionale Belastungen, also einen hohen Überlastungs-Index.

Lieferengpässe: Dieses Diagramm beschreibt Störungen in den Lieferketten, die die Binnenwirtschaft empfindlich beeinträchtigen können. Der gezeigte Indexwert enthält folgende Teil-Indizes:

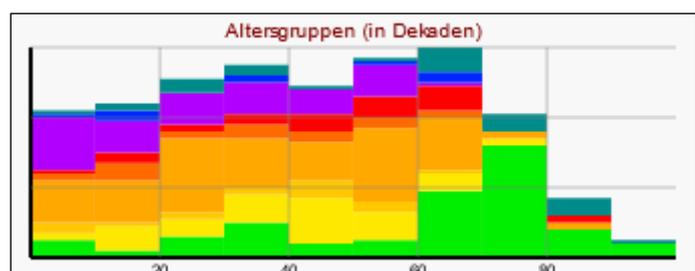


- den Krankenstand der erwerbstätigen Agenten (der hier modellhaft für Produktionsausfälle in den regionalen, nationalen und globalen Lieferketten steht),
- die Abhängigkeit der heimischen Wirtschaft von regionalen, nationalen und internationalen Lieferketten.

Kommt es weltweit zu großen pandemiebedingten Produktionsausfällen und ist die Binnenwirtschaft in hohem Maße von der Zulieferung auswärtiger Produkte abhängig, steigt der Lieferketten-Störungs-Index massiv an, während die Wirtschaftsleistung der Agentengesellschaft natürlich beträchtlich sinkt.

Infektionsgrade nach Alterskohorten:

Das unterste Diagramm dokumentiert nicht den Verlauf der Simulation, sondern den Ist-Zustand am jeweils letzten Abruftag. Es präsentiert in zehn Balken die Häufigkeitsverteilung der Agenten über die Altersdekaden (0 bis 9 Jahre, 10 bis 19 Jahre usw.). Innerhalb der Altersdekaden werden – analog zum obersten Graphen – die Häufigkeiten der Infektionsgrade der Agenten angezeigt, wobei auch hier die weiter oben beschriebenen Farben verwendet werden (Türkis für geimpft, Blau für verstorben, Violett für genesen, Gelb bis Rot für verschiedene Stufen der Infektion, Grün für lediglich gefährdet).



Graphen – die Häufigkeiten der Infektionsgrade der Agenten angezeigt, wobei auch hier die weiter oben beschriebenen Farben verwendet werden (Türkis für geimpft, Blau für verstorben, Violett für genesen, Gelb bis Rot für verschiedene Stufen der Infektion, Grün für lediglich gefährdet).

Das „Lauf“-Feld

Unmittelbar unter den Diagrammen befindet sich ein weiteres Anzeigefeld. Hier wird die Zahl der bislang durchgeführten Simulationsläufe angegeben. Außerdem kann man die Zahl der am aktuellen Lauf beteiligten Agenten ablesen.

Lauf **47.6** (1001 Personen)

365

Die Anzeige unterscheidet zwischen „echten“ neuen Simulationsläufen mit unterschiedlichen Agentenzahlen bzw. Häufigkeitsverteilungen innerhalb der Haushalte, wie sie üblicherweise über die Neustart-Taste aktiviert werden, und solchen Simulationsläufen, die lediglich eine Wiederholung (vgl. Wiederholungstaste) der bisherigen Grundeinstellungen darstellen. „Echte“ neue Läufe werden links, Wiederholungsläufe (in etwas kleinerer Schrift) rechts vom Punkt angezeigt.

Rechts neben der Anzeige des Simulationslaufs ist ein farblich unterlegtes Feld zu finden. Es weist den Wert aus, den der zuletzt betätigte Schieberegler zurückgeliefert hat. Da die Simulation über bis zu 47 Schieberegler verfügt, können die Werte, je nach Funktion des jeweiligen Reglers, recht unterschiedlich ausfallen, sind jedoch meist numerisch. Das Feld erleichtert die exakte Einstellung der Parameterwerte. Bei Programmstart und bei jedem neuen Simulationslauf zeigt es zunächst die Ziffernfolge „000“.

18.5

000

Die Steuerung der Simulationsläufe

Die Simulation lässt sich mithilfe folgender Tasten intuitiv steuern:

-  **Pause:** Die Simulation kann jederzeit angehalten und dann mit Hilfe einer Schritt- oder Verlauf-Taste fortgesetzt werden.
-  **Kleiner Schritt:** Diese Taste ermöglicht innerhalb der Simulation Vorwärts-Sprünge von 15 Minuten. Danach wird der Lauf angehalten.
-  **Großer Schritt:** Diese Taste gestattet größere Sprünge. Sie variieren, je nach Einstellung des zugehörigen Schiebereglers, zwischen 30 Minuten und einem ganzen Tag.
-  **Langsamer Verlauf:** Die Simulation wird kontinuierlich in mäßiger Geschwindigkeit abgespielt.
-  **Schneller Verlauf:** Die Simulation wird kontinuierlich relativ schnell abgespielt.
-  **Superschneller Verlauf:** Die Simulation wird sehr schnell abgespielt. Die Geschwindigkeit lässt sich per Schieberegler einstellen.
-  **Wiederholung:** Ein Simulationslauf kann mit gleicher Agentenzahl sowie gleicher Zahl und Zusammensetzung der Haushalte wiederholt werden. Da das Programm keinen willkürlichen Zufallsgenerator verwendet, sondern mit sogenannten festen Zufallszahlenreihen arbeitet, erscheinen bei einer Wiederholung, falls keine Einstellungen verändert wurden, exakt dieselben Ergebnisse wie beim vorherigen Lauf. – Aber Achtung: Änderungen in der Zahl der Haushalte und/oder im Bereich „normale/stilisierte Stadt“ führen automatisch dazu, dass sich die Wiederholungs-Taste wie die Taste „Neue Simulation“ (siehe unten) verhält.
-  **Neue Simulation:** Diese Taste generiert grundsätzlich eine neue Simulation mit neuen Zufallszahlen, d. h. mit neuen Agentenzahlen und Haushaltszusammensetzungen.
-  **Vorheriger Simulationsgenerator:** Diese „Rückwärts“-Taste ruft den jeweils vorherigen Zufallszahlengenerator auf; die Anzeige der Simulationsläufe zählt dabei zurück. Ist der erste Zufallszahlengenerator erreicht, bleibt die Taste wirkungslos.
-  **Neustart:** Diese „Reset“-Taste setzt das Programm zurück auf den ersten Zufallszahlengenerator. Aber Achtung: Alle sonstigen Programmeinstellungen bleiben erhalten, so dass der „erste“ Lauf nicht zwangsläufig den Initialwerten bei Programmstart entspricht.

Protokollbogen 2 zum *Pandemielabor*

Parameter	Standard	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Kommentar
Simulationslauf-Nr.	1.1											
Haushalte	200											
Personen	451											
Stadttyp	C1											
Annahmen												
Psychologische Annahmen												
Konstante Akzeptanz der Maßnahmen	x											
Lineare Abnahme der Akzeptanz												
Exponentielle Abnahme der Akzeptanz												
Akzeptanz-Kurve	2											
Akzeptanz-Verlust (in Tagen)	100											
Zunahme an Erfahrungen i. Home-Office												
Lernzuwachs pro Woche (in Prozent)	4											
Pflegenotstand												
Überlastung des Krankenhaus-Personals	0,0											
Medizinische Annahmen												
Allgemeines Infektionsrisiko	4											
Risiko in öffentlichen Verkehrsmitteln	6											
Impfwirkung (in Prozent)	85											
Immunitätsverlust												
Risiko einer Neuinfektion	5											
Immunitätszeitraum (in Tagen)	60											
Sofortige Ansteckungsgefahr												
Ökonomische Annahmen												
Ortsgebundene Arbeit (in Prozent)	40											
Überregionale Arbeit (in Prozent)	40											
Lieferengpässe												
Lieferketten-Abhängigkeit	5											
Lieferketten-Störungen	0,0											
Home-Office-Erfahrung (in Prozent)	0											
Nutzung öffentl. Verkehrsmittel (in Proz.)	60											
Algorithmen												
Krankheitsverlauf (unmerklich...tödlich)	4											
Risikoschwerpunkt (Jüngere/Ältere)	+2											
Inkubation (linear/log-normal)	+2											
Impfpriorisierung (Gruppentyp)	7											
Impfkohorte (ab ... Jahren)	70											
Kohortenbreite (in Jahren)	30											
Infektionsort (überall...öffentl. Verkehr)	0											
Keine weiteren Infektionen												
Ergebnisse												
Gesunde / Gefährdete	450											
Exponierte und Erkrankte	1											
Genesene	0											
Geimpfte	0											
Verstorbene	0											
CFR (Case Fatality Rate)	---											
R (Basisreproduktionszahl)	---											
IR (Infektionsrate in Prozent)	0,2											
I7 (7-Tage-Inzidenz)	0,0											
Simulationstage												

Anmerkungen

Kleine Textsammlung zur Sozionik

Text 1

In der Umgangssprache wird der Begriff *komplex* normalerweise verwendet, um eine Person oder einen Gegenstand zu beschreiben, der aus vielen miteinander interagierenden Komponenten besteht und dessen Verhalten und/oder Struktur einfach nur schwer zu verstehen ist. Das Verhalten der nationalen Wirtschaftssysteme, des menschlichen Geistes und des Ökosystems eines Regenwaldes sind gute Beispiele für komplexe Systeme. [...]

Wie diese Beispiele zeigen, sind komplexe Systeme keineswegs neu. Es gab sie bereits, als unsere Vorfahren aus dem Meer kamen. Neu hingegen ist, dass wir vielleicht das erste Mal in der Geschichte über das Wissen und, noch wichtiger, die Mittel verfügen, solche Systeme in einer kontrollierten, wiederholbaren wissenschaftlichen Weise zu untersuchen. Und hoffentlich wird uns diese neu entdeckte Fähigkeit schließlich zu einer brauchbaren Theorie solcher Systeme führen. Erst seit kurzem gibt es billige und leistungsstarke Computer. Zuvor waren wir in unseren Möglichkeiten behindert, komplexe Systeme wie ein nationales Wirtschaftssystem oder das menschliche Immunsystem zu untersuchen, weil es einfach nicht möglich, zu teuer oder zu gefährlich war, mit dem System als Ganzem umzugehen. Wir waren darauf beschränkt, Bestandteile solcher Prozesse herauszulösen, die man in einem Laboratorium oder unter anderen kontrollierten Bedingungen beobachten konnte. Doch mit der Ankunft heutiger Computer können wir in unseren Rechenmaschinen vollständige Surrogate dieser Systeme in Silizium bauen und diese *Als-ob-Welten* als Laboratorien benutzen, in denen wir die Arbeits- und Verhaltensweisen der komplexen Systeme des Alltagslebens beobachten können.

John L. Casti: Das einfache Komplexe. Verlag Heinz Heise, Hannover 1996; Telepolis-Dokument vom 08.05.1996 [Auszug]. URL: <https://www.heise.de/tp/features/Das-einfache-Komplexe-3445811.html>

Text 2

Mit Computersimulationen haben Soziologen ein Werkzeug an der Hand, um dynamische Strukturen in kontrollierten Experimenten zu untersuchen. Die Untersuchung dynamischer Strukturen ist nahezu Definitionskriterium von Computersimulationen: „Simulationsmodelle sind Operationsmodelle von Vorgängen in sozialen Systemen, die in einem Computer nachgebildet werden, so dass über Zeit ablaufende Prozesse in allen Einzelheiten reproduziert werden.“ (Renate Mayntz 1967) [...] Zu wissen, wie sich selbst einfache dynamische Systeme verhalten werden, ist oft auch für jene Experten schwierig vorherzusehen, die an der Konstruktion des Systems beteiligt sind, z. B. bei Bauwerken, Autos usw. Soziale Systeme dagegen dürften – eben weil soziale Akteure handlungsfähig sind – meistens eher solchen dynamischen Systemen entsprechen, deren Verhalten insgesamt nahezu völlig unvorhersehbar ist [...]. So können sich in der Simulation neue Erkenntnisse ergeben, die bei der ursprünglichen Systemkenntnis nicht gefolgert werden konnten, etwa wenn ein System plötzlich Zusammenbrüche oder Schwingungsverhalten zeigt. [...] Man kann also mit Hilfe von Computersimulationen die Beziehungen der relevanten Parameter in ihren prozessualen Entwicklungen analysieren.

Zu nennen sind zudem „materielle“ Vorteile, die mehr mit dem der Art des Experiments als mit der Vorgehensweise zu tun haben. Z. B. sind die Kosten für die Anwendung von Computersimulationen allgemein wesentlich niedriger als die üblichen sozialwissenschaftlichen Labor- oder Felduntersuchungen, vor allem, wenn ein Programm bereits implementiert ist. Es könnten dann auch immer genügend analysierbare, durch den Computer erzeugte Daten produziert werden, und das bedeutet auch, dass es keine Messprobleme auf Grund fehlender Daten oder unkontrollierter Variablen gibt, wie etwa oftmals in Feldstudien. Man kann ebenfalls kontrafaktische Situationen untersuchen. Zu erwähnen ist ebenfalls, dass Dynamiken, die zur Systemzerstörung führen, im Computer keine Konsequenzen haben (das Simulationsprogramm wird nicht zerstört), so dass man sehr einfach auch gefährliche Situationen untersuchen kann.

Thomas Kron, Christian T. W. Lasarczyk: Zur sozionischen Notwendigkeit mechanistisch-soziologischer Erklärungen. In: Marco Schmitt, Michael Florian, Frank Hillebrandt (Hrsg.): Reflexive soziale Mechanismen: von soziologischen Erklärungen zu sozionischen Modellen. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2006. S.105-137, hier: S.109-111 [Auszug]. URL: https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/19242/ssoar-2006-kron_et_al_zur_sozionischen_notwendigkeit_mechanistisch-soziologischer_erklarungen.pdf

Text 3

Agentenbasierte Modellierung und Simulation (ABMS) ist ein neuer Ansatz zur Modellierung von Systemen, die aus autonomen, interagierenden Agenten bestehen. Dank der Fortschritte in der Computertechnik gibt es eine wachsende Zahl von agentenbasierten Modellen in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen.

Die Anwendungen reichen von der Modellierung des Agentenverhaltens an der Börse, in Versorgungsketten und auf Verbrauchermärkten bis hin zur Vorhersage der Ausbreitung von Epidemien, der Entschärfung der Bedrohung durch biologische Kriegsführung und dem Verständnis der Faktoren, die für den Untergang alter Zivilisationen verantwortlich sein könnten.

Diese Fortschritte lassen vermuten, dass ABMS weitreichende Auswirkungen auf die Art und Weise haben könnte, wie Unternehmen Computer zur Unterstützung der Entscheidungsfindung einsetzen und Forscher agentenbasierte Modelle als elektronische Laboratorien nutzen. Einige behaupten, dass ABMS „eine dritte Art der Wissenschaft“ ist und die traditionelle deduktive und induktive Argumentation als Entdeckungsmethoden ergänzen könnte.

Charles M. Macal; Michael J. North: Agent-based modeling and simulation. In: Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC), 2009, S.86-98 [hier: S.86]. Übersetzung: Frank U. Kugelmeier. DOI: 10.1109/WSC.2009.5429318. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5429318>

Text 4

In der ritualisierten Kriegsführung des Schachspiels ist das Brett ein Miniatur-Schlachtfeld, auf dem die gegnerischen Oberbefehlshaber ihre Truppen aufmarschieren lassen. Jede Spielfigur hat ein bestimmtes Muster an erlaubten Bewegungen, und die Spielregeln bestimmen den Verlauf der Schlacht. Die Kombattanten können auf dem Spielfeld verschiedene Strategien ausprobieren: kühne Angriffe, hartnäckige Verteidigungen oder Zermürbungskriege.

In der Brookings Institution in Washington, D.C., haben der Sozialwissenschaftler Joshua M. Epstein und der Computermodellierer Robert Axtell ebenfalls ein Spielfeld, auf dem sie ihre Ideen erproben können. Sie spielen ihr Spiel auf einem 50 mal 50 Quadrate großen Gitter auf einem Computerbildschirm, und die Spielfiguren, oder Agenten, sind farbige Punkte, die einen Teil der Quadrate besetzen.

Epstein und Axtell sind eigentlich eher Götter als Befehlshaber. Sie definieren die Landschaft, legen die Regeln fest und statten die Agenten mit Eigenschaften aus. Anstatt sich am Geschehen zu beteiligen, halten sie sich zurück und beobachten, was passiert, wenn die Schwarmagenten, die in diesen Simulationen auf sich allein gestellt sind, sich gemäß den ihnen einprogrammierten Vorlieben bewegen, Nahrung sammeln, sich vermehren und [schließlich] sterben.

Aus den sich daraus ergebenden Mustern können die Forscher Rückschlüsse auf das menschliche Sozial- und Wirtschaftsverhalten ziehen. „Wir züchten soziale Strukturen – künstliche Gesellschaften – im Computer“, sagt Epstein. „Wir können Bevölkerungswachstum und Migration, Hungersnöte, Epidemien, wirtschaftliche Entwicklung, Handel, Konflikte und andere soziale Fragen untersuchen.“

„Es ist eine intellektuell provokative Arbeit“, kommentiert der Wirtschaftswissenschaftler Sidney G. Winter von der Wharton School der Universität von Pennsylvania in Philadelphia. Die sich daraus ergebenden Simulationen „stellen eine Herausforderung für die bisherige Behandlung sozialer und wirtschaftlicher Fragen dar“. [...]

„Das ist eine großartige Leistung“, sagt John L. Casti vom Santa Fé Institute in New Mexico. „Was sie erreicht haben, indem sie eine Welt im Inneren eines Computers erschaffen haben, lässt erahnen, wie Wissenschaft im 21. Jahrhundert betrieben werden wird.“

Ivars Peterson: The Gods of Sugarscape. Digital sex, migration, trade, and war on the social science frontier. In: Science News, Vol.150, No.21 (23.11.1996), S.332 [Auszug]. Übersetzung: Frank U. Kugelmeier.

Text 5

Die Cyberwelt, in der [Joshua M.] Epsteins und [Robert] Axtells Agenten leben, ist als *Zuckerwelt* (Sugarscape) bekannt. Es handelt sich um eine zweidimensionale Landschaft in Form eines quadratischen Gitters, das zwei Regionen enthält, die reich an einer erneuerbaren Ressource sind, die willkürlich Zucker genannt wird. Jeder Agent wird in diese Welt mit einem bestimmten Stoffwechsel geboren, der Zucker benötigt, und jeder hat eine Reihe individueller, innerhalb der Population variierender Attribute, wie z. B. die Sichtweite zur Erkennung von Nahrung. Die Agenten bewegen sich von Feld zu Feld nach einer einfachen Regel: Sie schauen sich um, so weit es ihre Sicht erlaubt, finden den unbesetzten Platz mit dem meisten Zucker, gehen dorthin und essen den Zucker. Nach dem Verzehr wächst der Zucker mit einer bestimmten Geschwindigkeit nach. Die Reichweite eines Agenten wird dadurch bestimmt, wie weit er sehen kann. Jedes Mal, wenn sich ein Agent bewegt, verbrennt er eine bestimmte Menge Zucker, die durch seine Stoffwechselrate bestimmt wird. Wenn er nicht genug Zucker für seine Aktivitäten sammeln kann, stirbt er.

Mit Hunderten von Agenten, die sich in der Landschaft bewegen, „beginnen interessante Dinge zu passieren“, sagt Axtell. Die Agenten, die zunächst wahllos über die Landschaft verteilt sind, zieht es schnell zu den beiden Zuckerbergen hin. Einige wenige Personen häufen schließlich große Zuckervorräte an und kommen so zu großem persönlichen Reichtum. Dabei handelt es sich um Agenten, die über eine hervorragende Sehkraft und eine niedrige Stoffwechselrate verfügen und schon lange leben.

Einige wenige andere, die eine eingeschränkte Sehkraft mit einer niedrigen Stoffwechselrate vereinen, schaffen es, am Rande zu überleben, indem sie gerade genug sammeln, um im Zuckerland zu überdauern, aber nicht weit genug schauen, um die viel größeren Zuckervorräte hinter dem Horizont zu sehen.

In seiner einfachsten Form stellt das Sugarscape-Modell eine Art Jäger- und Sammlergesellschaft dar, erklärt Axtell. Doch selbst dieses rudimentäre Modell reproduziert die Art von stark verzerrter Wohlstandsverteilung, wie sie allgemein in menschlichen Gesellschaften zu beobachten ist – wo einige wenige Individuen den größten Teil des Wohlstands besitzen und der Großteil der Bevölkerung in relativer Armut lebt. [...]

Das Sugarscape-Modell bietet [aber] auch Einblicke in andere Phänomene, wie die Einführung des Handels. In diesem Fall enthält die Landschaft Anhäufungen von zwei Ressourcen: Zucker und Gewürzen. Die Agenten sind mit unterschiedlichen Stoffwechselraten bzw. Präferenzen für jede der beiden Waren programmiert. Sie sterben, wenn entweder ihr Zucker- oder ihr Gewürzvorrat auf null sinkt.

Anhand einer mathematischen Formel, die als Wohlfahrtsfunktion bezeichnet wird, kann jeder Agent berechnen, wie nahe er dem Zucker- oder Gewürzmangel ist. Der Agent bemüht sich dann, mehr von dem Rohstoff zu sammeln, den er benötigt. Ein zusätzliches Regelwerk legt fest, wie die Agenten entsprechend ihrem Bedarf um Zucker und Gewürze feilschen und diese tauschen. Anhand dieser Regeln können die Forscher dokumentieren, wie viel Handel betrieben wird und zu welchem Preis getauscht wird.

Das Zucker-Gewürz-Modell zeigt, dass der durchschnittliche Handelspreis auf ein stabiles Niveau konvergiert, wenn man den Akteuren erlaubt, ewig zu leben, solange ihnen die Nahrung nicht ausgeht. Es entsteht ein wirtschaftliches Gleichgewicht, so Epstein, genau wie es die Lehrbuch-Marktwirtschaft vorhersagt.

Wenn Epstein und Axtell die Agenten jedoch „menschlicher“ machen, indem sie ihnen eine endliche Lebensdauer geben und zulassen, dass sich ihre Präferenzen weiterentwickeln, stabilisiert sich der Preis nicht mehr und der Markt erreicht nie ein Gleichgewicht. „Die Annahme, dass Märkte von sich aus effiziente Allokationen [von Kapital oder Ressourcen] hervorbringen können, wird durch unsere Arbeit zutiefst in Frage gestellt“, so Epstein. „Wir sehen, wie brüchig die traditionelle Wirtschaftstheorie wirklich ist“.

Die Sugarscape-Simulation von Epstein und Axtell ist nur ein Beispiel für eine Vielzahl von Computermodellen, die derzeit auf der Grundlage von Agenten-Interaktionen entwickelt werden, die bestimmten Regeln unterliegen, und nicht auf der Grundlage von Gleichungen, die das globale Verhalten definieren. Die Idee besteht darin, von unten nach oben zu modellieren und zu sehen, wie sich das Verhalten aus den Interaktionen zwischen den Individuen entwickelt, anstatt von oben nach unten das Verhalten von Individuen aus übergeordneten Gesetzen abzuleiten.

Text 6

Entscheidend ist an dieser Stelle, dass sich Multi-Agenten-Systeme als Anknüpfungspunkte für soziologische Simulationen anbieten. Über der Freude, solche Möglichkeiten gefunden zu haben, darf aber nicht vergessen werden, dass die Simulationssoftware erst noch den soziologischen Erkenntnisinteressen angepasst werden muss und nicht einfach aus dem Fundus der Multi-Agenten-Systeme übernommen werden kann.

Dabei kollidiert die Simulation jedoch mit einer Grundannahme vieler soziologischer Theorien. Ein dem reduktionistischen Ansatz komplementärer Theorienstrang in der Soziologie dementiert die Möglichkeit, Komplexität als eine sich langsam verdichtende Ansammlung von elementaren Sozialereignissen zu verstehen. Aus dieser Sicht spielt Komplexität in allen real existierenden sozialen Systemen eine tragende Rolle und muss deshalb als Bedingung und nicht als Resultat sozialer Situationen verstanden werden.

Will man solche theoretischen Annahmen in Computercode fassen, um in Simulationen Erfahrungen über das daraus resultierende Systemverhalten zu sammeln, steht man allerdings vor einem schwierigen Problem. Wie können mehrere Agenten und die zwischen ihnen ablaufenden Interaktionen softwaretechnisch so modelliert werden, dass sich das daraus resultierende Computersystem dann nicht genauso undurchschaubar und komplex verhält wie die soziale Realität selbst?! Wenn die virtuelle Welt der Agenten genauso schwer zu verstehen ist wie die Realität der sozialen Akteure, was würde man aus solchen Simulationen lernen können? Eine freiwillige Vereinfachung der Verhältnisse im Computer, um das System so transparenter zu machen, verbietet sich wegen der theoretischen Grundannahme, der zufolge damit das Charakteristische des Sozialen in der virtuellen Welt verloren ginge. Wie mit dieser Problemlage umgegangen wird – diese Frage wird über den Erfolg der sozionischen Arbeiten entscheiden.

Holger Braun, Peter Imhof: Künstliche Gesellschaften – Grundlagen und Entwicklungen der Sozionik. Verlag Heinz Heise, Hannover; Telepolis-Dokument vom 23.08.1999 [Auszug]. URL: <https://www.heise.de/tp/features/Kuenstliche-Gesellschaften-3444269.html>

Text 7

Mit den neuen Techniken lassen sich auch einige soziale Wechselwirkungen zwischen Menschen (und nur solche sind „soziale“) simulieren und untersuchen. Die Betonung liegt hier auf dem Wort „einige“ – was nicht in allen Veröffentlichungen deutlich genug gesagt wird. Ihre Reichweite erweitert sich ständig [...]. Die modellierten Agenten sind nicht nur passiv, sondern aktiv, können verändert werden und sich verändern, sie können vorhandene Regeln anwenden, kombinieren oder neue entwickeln. Es wird kaum möglich sein, eine Grenze zum Menschlichen im Machbaren festzumachen. Diese [würde] in Zukunft sicher überschritten.

Die [...] Simulierbarkeit rührt aus der Eigenschaft komplexer Systeme, dass aus einfachen Mikroregeln komplexe Makrophänomene emergieren. [Dadurch] dürfen jedoch die Unterschiede nicht unzulässig eingeebnet werden. Ein wesentlicher Unterschied besteht beispielsweise darin, dass für die Betrachtung der Gesellschaft die Komplexität bereits als Bedingung vorausgesetzt werden muss und sie nicht erst als Resultat der Interaktionen entsteht [...]. Dem entspricht die [...] Ansicht, dass die Gesellschaft nicht aus dem Zusammenwirken von vereinzelt Individuen resultiert, sondern menschliche Individuen selbst sozial konstruiert werden [...].

Jede Überschreitung des Gegenstandsbereichs sozionischer Forschungen in Richtung der Gesellschaft ist zu kritisieren. Gesellschaft ist *nicht nur* komplex. Ihre Komplexität ist konkret qualitativ bestimmt, historisch veränderlich und in ihrer Entwicklung von menschlichen Handlungen [und] Entscheidungen abhängig. Das qualitativ Menschliche und Historische in ihrer bewussten Gestaltung und Gestaltbarkeit unterscheidet die Gesellschaft von blindem Funktionieren miteinander wechselwirkender unbelebter oder unbewusster Momente – so komplex sie auch seien.

Annette Schlemm: Reduktion des Menschlichen oder seine Befreiung? Das Dilemma von Sozionik und Multi-Agenten-Systemtheorie. Annettes Philosophenstübchen 1999 [Auszug]. URL: <http://www.thur.de/philo/sozionik.htm>

Text 8

An der Corona-Krise kann man beispielhaft sehen, wie Datenvisualisierungen unsere Sicht auf ein Phänomen prägen. Das „Flatten the Curve“-Diagramm ist wahrscheinlich jetzt schon eine der einflussreichsten Datenvisualisierungen aller Zeiten. Ganz ohne Probleme ist das nicht. Der Statistiker Nate Silver wies darauf hin, dass die öffentliche Wahrnehmung einer Pandemie stark von Visualisierungen abhängt, deren zugrunde liegende Entscheidungen (Stelle ich Wachstum als Exponential- oder Logarithmus-Funktion dar? Setze ich die Zahl der Toten in ein Verhältnis zur Einwohnerzahl?) willkürlich gewählt seien.

Nichtsdestoweniger braucht es diese Kurven, Torten und Kreise und die ihnen zugrunde liegenden Modelle zur Einordnung, auch gesellschaftlich gesehen. [...] Für Betroffene, für Menschen, die tragischerweise einen Angehörigen verlieren, für medizinisches Personal [ist] Covid-19 unmittelbar wahrnehmbar. Für alle anderen kann man versuchen, das Abstrakte darzustellen.

Jonas Vogt: Epidemie-Szenarien: Der Modellbauer. In: Der Standard, Wien, 11.04.2020 [Auszug]. URL: <https://www.derstandard.de/story/2000116736833/epidemie-szenarien-der-modellbauer>

Text 9

Was verbindet Vogelschwärme, Modewellen, Krawalle und ethnisch segregierte Wohnviertel miteinander? Die Antwort lautet: Selbstorganisation. Die tanzartigen Bewegungen eines Vogelschwarmes entstehen, ohne dass ein Leitvogel sie choreographiert. Krawalle entwickeln sich auch ohne Anführer. Ethnisch homogene Ghettos entstehen, auch ohne dass Hypothekenbanken und Makler die Entscheidungen der Wohnungssuchenden entsprechend beeinflussen.

Soziologen versuchen traditionell, soziale Strukturen als Folge eines Systems von Institutionen und Normen zu begreifen, die „top-down“ das Verhalten von Individuen steuern. Im Gegensatz dazu geht ein neuerer Ansatz zur Modellierung sozialer Systeme davon aus, dass soziale Strukturen größtenteils „bottom-up“ entstehen, eher mit improvisiertem Jazz vergleichbar als mit einem klassischen Symphoniekonzert. Soziale Akteure spielen nicht einfache Rollen, die ihnen von Eliten zugeordnet werden. Wir schreiben unsere Rollen erst im Laufe der Aufführung. Wie aber ist soziale Ordnung ohne zentrale Koordination möglich?

Seit kurzem verwenden Sozialtheoretiker agentenbasierte Computermodellierung (kurz: ABCM), um zu neuen Antworten zu gelangen. Agentenbasierte Computermodellierung wurde durch die Entwicklung sogenannter Multiagentensysteme (MAS) in der Künstlichen Intelligenz (KI) inspiriert. Multiagentensysteme lösen komplexe Informationsverarbeitungsprobleme durch das Zusammenwirken autonomer Softwareagenten. „Agenten“ können eigene Berechnungen ausführen und haben einen internen Zustand und ein lokales Wissen, wechseln aber Informationen mit anderen Agenten aus und reagieren auf deren Input. [...]

In der agentenbasierten Computermodellierung wurden Multiagentensysteme bald auch als Modell sozialer Systeme aufgefasst. Das Hauptinteresse soziologischer Anwender richtet sich dabei meist auf die Entstehung von Makrophänomenen aus einfachen individuellen Verhaltensregeln. [...]

Die Leistungsfähigkeit moderner Computer und Software bringt [aber] paradoxerweise auch eine Gefahr mit sich. Praktisch unbegrenzte Rechenkapazitäten verführen Forscher dazu, hochkomplexe, „realistische“ Modelle zu entwickeln. Es ist vergleichsweise einfach, ein Programm zu schreiben, das eine lange Liste plausibler Verhaltensannahmen enthält, wie etwa Youngers Computermodell einer Jäger- und Sammler-Gemeinschaft (Stephen Younger 2004). Diese Modelle enthalten Details wie den Zeitpunkt, zu dem Agenten einschlafen, und welche Ereignisse sie zum Aufwachen veranlassen. Es ist aber wesentlich schwieriger, das Verhalten solcher Modelle zu analysieren und die ihm zu Grunde liegenden Mechanismen und ihre Relevanz für theoretische Fragestellungen zu verstehen. Agentenbasierte Computermodellierung könnte im Endeffekt als Instrument deduktiver Theoriebildung nutzlos werden, wenn Modellbauer nicht ernsthaft nach soliden Intuitionen und Erklärungen für das Verhalten ihrer Modelle suchen. Nur so kann ausgeschlossen werden, dass Modellergebnisse [...] Artefakte oder gar Folgen von Programmierfehlern sind.

Andreas Flache, Michael W. Macy: „Bottom-Up“-Modelle sozialer Dynamiken. Agentenbasierte Computermodellierung und methodologischer Individualismus. In: Andreas Diekmann (Hrsg.): Methoden der Sozialforschung. Sonderheft 44 der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2006. S.536-559, hier: S.536f, 542 [Auszug]. URL: <https://www.uzh.ch/cmsssl/suz/dam/jcr:00000000-64a0-5b1c-0000-0000517980a0/12.14-flache-macy-04.pdf>

Text 10

Wir sind von Modellen umgeben, die die ihnen zugrunde liegenden Prozesse nur annähernd wiedergeben. Sicher, manchmal versagen die Modelle, und manchmal werden sie durch bessere, genauere oder effizientere Modelle ersetzt, aber sie ermöglichen es uns, auf der Erde und im Weltraum herumzuspazieren, zu kommunizieren, zu fliegen, Daten zu übertragen und Informationen zu speichern sowie unsere Position auf dem Globus mit erstaunlicher Präzision zu bestimmen. Sie machen das Leben, so wie wir es kennen, erst möglich.

Das [dem britisch-amerikanischen Statistiker George Box zugeschriebene Bonmot *„All models are wrong, but some are useful“*] bezieht sich, wenn es richtig zitiert wird, nicht auf den allgemeinen Nutzen von Modellen, sondern auf den Kompromiss zwischen der Komplexität eines Modells und seiner Benutzerfreundlichkeit sowie auf den Grad der Fehler, den wir tolerieren können.

Wenn also das nächste Mal jemand versucht, Sie mit dem Zitat *„All models are wrong“* von einer extrem skeptischen Ansicht zu überzeugen, etwa dass wir nichts wissen können, dann können Sie antworten: „Sicher, aber das steht doch in der Definition. Was haben Sie sonst noch zu sagen? Gibt es ein Modell, das die Aufgabe besser erfüllt als das, gegen das Sie anargumentieren?“

Georgi Georgiev: *“All Models Are Wrong” Does Not Mean What You Think It Means*. Medium, 05.11.2019 [Auszug]. Übersetzung: Frank U. Kugelmeier. URL: <https://medium.com/swlh/all-models-are-wrong-does-not-mean-what-you-think-it-means-610390c40c9c>

Text 11

„Ich versuche nicht, die Zukunft zu beschreiben. Ich versuche, sie zu verhindern.“ Dieser Ausspruch von Ray Bradbury aus dem Jahr 1977 wurde von Theodore Sturgeon zitiert [...]: „In einer Diskussion über (Orwells) Buch *1984* wies Bradbury darauf hin, dass die von George Orwell beschriebene Welt mit geringer Wahrscheinlichkeit eintreten wird – größtenteils, weil Orwell sie beschrieben hat. ‚Die Funktion der Science-Fiction ist nicht (nur), die Zukunft vorherzusagen, sondern sie zu verhindern‘, sagte Bradbury.“

Auch der Einsatz moderner Simulationsmethoden unterliegt häufig dem Missverständnis, dass die Vorhersage ihr Hauptziel sei. Meiner Meinung nach ist es nicht unser Ziel, die Zukunft vorherzusagen. Vielmehr wollen wir durch die Beschreibung von Szenarien bestimmte Ereignisse in der Zukunft verhindern oder – noch besser – versuchen, die Zukunft im Sinne unserer gesellschaftlichen, technologischen oder wirtschaftlichen Ziele aktiv zu gestalten. Damit können wir einen Beitrag zu Diskussionen und zum gesellschaftlichen Diskurs leisten; dies ist eine der Intentionen des Digitalen Humanismus. Einer der wichtigsten wissenschaftlichen Beiträge zur Erreichung dieses Ziels war die Entwicklung unzähliger Modelle, die mit allen möglichen Daten gespeist werden. Dieser Datenreichtum macht die Dinge ziemlich kompliziert... [...]

Bradburys Aussage bezieht sich auf die Tatsache, dass Vorhersagen etwas verhindern können, weil wir uns dessen bewusst geworden sind und Gegenmaßnahmen ergreifen. Das ist etwas, wozu die Modellierung beitragen kann. Modellierung und Simulation müssen mehr leisten, als nur ein „Ergebnis“ zu skizzieren, wie es die Science Fiction so gut kann. Im Idealfall wollen wir auch mögliche Wege beschreiben, um etwas in der Zukunft zu verbessern. Dazu müssen wir Zusammenhänge verstehen und Kausalitäten beschreiben, ohne jemals den sicheren Boden der Daten zu verlassen. Dies ist das grundlegende Konzept der „Entscheidungshilfe“, wie sie von Politikern, Managern und anderen Entscheidungsträgern angestrebt wird.

Brauchen wir genaue Vorhersagen, um zuverlässige Entscheidungshilfen zu erhalten? Nicht unbedingt. Tatsächlich können Vorhersagen sogar ein Hindernis im Veränderungsprozess sein, weil sie den Eindruck verstärken, dass die Zukunft bereits entschieden ist. [...] Es ist zwar notwendig, in Szenarien zu denken und zu arbeiten, aber wir müssen diese Gedanken dann auch in den Veränderungsprozess integrieren. Modelle können nur ein Teil des Puzzles der „Entscheidungsunterstützung“ sein. Sie müssen in das Gesamtbild, d. h. in andere Prozesse, eingebettet werden.

Niki Popper: *Data, Models, and Decisions: How We Can Shape Our World by Not Predicting the Future*. In: Hannes Werthner, Erich Prem, Edward A. Lee, Carlo Ghezzi (Hrsg.): *Perspectives on Digital Humanism*. Verlag Springer Nature Switzerland, Cham 2022. S.297-302, hier: S.297-299 [Auszug]. Erstveröffentlichung: 24.11.2021 unter CC BY 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Übersetzung: Frank U. Kugelmeier. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-86144-5_40

Text 12

[Im] Zusammenhang [mit der Corona-Pandemie] ist es nicht überraschend, dass die agentenbasierte Modellierung im Mittelpunkt des Interesses steht. Wenn politische Entscheidungen und die Reaktionen der Menschen von Zukunftsvorstellungen abhängen und Szenarien sich [lediglich] an Wahrscheinlichkeiten orientieren und weitgehend unvorhersehbar sind, werden Computersimulationsmodelle als praktikable Methode angesehen, um künftige Zustände eines Systems aus vergangenen Zuständen auf nichttriviale Weise zu projizieren.

Was wir heute in vielen Medien sehen, sind Vorhersagen über das exponentielle Wachstum der Zahl der Infizierten auf der Grundlage von Gleichungen, die stilisierte Populationen und die Verteilungen ihrer verschiedenen Zustände erfassen. Jeder Sozial- oder Verhaltenswissenschaftler kann jedoch erkennen, dass diese Prognosen relevante Faktoren der sozialen Komplexität nicht berücksichtigen, die für die modellierte Dynamik von entscheidender Bedeutung sind und eine [nicht] vernachlässigbare exogene Kraft darstellen.

Die Nichtberücksichtigung der sozialen Komplexität kann die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse untergraben. Daher fordern wir dringend Initiativen, um (1) die Transparenz und Strenge der Modelle zu verbessern, um theoretische Prämissen und Details zu verstehen, und (2) den Zugang zu Daten zu fördern, um die Modelle auf verschiedenen Analyseebenen (d. h. Mikro-, Meso- und Makroebene) zu kontextualisieren und zu validieren.

Flaminio Squazzoni u. a.: Computational Models That Matter During a Global Pandemic Outbreak: A Call to Action. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation 23 (2) 10, 31.03.2020. DOI: 10.18564/jasss.4298. Übersetzung: Frank U. Kugelmeier. URL: <https://www.jasss.org/23/2/10.html>

Text 13

[E]pidemiologische Computersimulationen [speisen] politische Direktiven und die gesellschaftlichen Reaktionen darauf bereits ein, insofern sie in ihrer Modellierung neben dem (vergangenen, gegenwärtigen oder zukünftigen) Infektionsgeschehen auch Effekte von potenziellen Maßnahmen berücksichtigen. Das experimentelle Durchspielen von Handlungsoptionen vermag die Kontingenz zu reduzieren, die mit der Unvorhersehbarkeit von Handlungseffekten einhergeht. Somit können Entscheidungen getroffen werden, die in der ‚realen Realität‘ gezielt auf das Eintreten (*best case szenario*) oder Ausbleiben (*worst case szenario*) eines bestimmten, zuvor simulierten Zustands hinwirken. Epidemiologische Computersimulationen unterstützen demnach politische Entscheidungsprozesse, indem sie die möglichen Konsequenzen von Entscheidungen für die Entscheidungsträger*innen antizipierbar machen. Genau darin besteht der performative Effekt von epidemiologischen Computersimulationen in Prozessen der Versicherheitlichung: Sie tragen zur Produktion von Sicherheit bei, indem sie die mit dem Ergreifen von Sicherheitsmaßnahmen einhergehenden Unwägbarkeiten in algorithmischen Prozessen durchexerzieren und politischen Entscheidungen damit eine technowissenschaftliche Grundlage verschaffen. Der Einsatz von epidemiologischen Computersimulationen ist daher – so meine These – als Prozess algorithmischer Entscheidungsfindung, de[s] sogenannten *algorithmic decision making* (ADM), zu verstehen. [...]

[D]ie Anwendung von epidemiologischen Computersimulationen als Entscheidungsassistenten [der Politik birgt allerdings] gewisse Risiken. In der Forschung zu Entscheidungsassistenzsystemen trat ein „automation bias“ zutage; das bedeutet, der Output solcher Systeme wird von den Anwender*innen tendenziell als unfehlbar betrachtet. Paradoxerweise führt genau diese Annahme häufig zu zwei Arten von Problemen: entweder die Anwender*innen vertrauen und folgen mehr oder weniger blind einer fehlerhaften Empfehlung des Assistenzsystems (*comission*) oder sie übersehen kritische Systemzustände, wenn und weil diese vom System selbst nicht identifiziert werden (*omission*). Übertragen auf epidemiologische Computersimulationen könnte dies bedeuten, dass Handlungsoptionen, die nach Maßgabe der Simulation beziehungsweise den an der Auswertung beteiligten Wissenschaftler*innen zum best case führen würden, von politischen Entscheidungsträgern kaum kritisch hinterfragt werden. Umgekehrt könnten Risiken, die nicht in der Modellierung berücksichtigt wurden, von vornherein in politischen Entscheidungsprozessen ausgeblendet werden. Entscheidungsassistenzsysteme sind virtuelle Mittel, die reale Zwecke erzeugen – dies gilt auch für epidemiologische Computersimulationen und sollte entsprechend kritisch reflektiert werden.

Jens Hälterlein: Die Simulation der Pandemie. Ein Beitrag zur Reihe „Sicherheit in der Krise“ In: Soziopolis, 03.06.2020. URL: <https://www.sozioipolis.de/die-simulation-der-pandemie.html>

All models are wrong, but some are useful.

George Box



© für die Zusammenstellung:
Frank U. Kugelmeier,
St.-Ursula-Gymnasium Attendorf,
15.10.2022