

Summary: Mathematical models of the Covid-19 epidemic promise to provide resources for political decision makers. Acknowledging both the assumptions made in the various modeling approaches as well as their societal functions beyond precise prediction illuminates the complex relation between science and politics. Pointing out the political character of models opens the view for a more active participation of the social sciences both in developing them and in studying them in context.

Kurz gefasst: Mathematische Modelle der Covid-19-Epidemie versprechen, als Ressourcen für politische Entscheidungsträger:innen zu dienen. Ein Blick auf die je spezifischen Grenzen der verschiedenen Ansätze und auf ihre gesellschaftlichen Funktionen jenseits präziser Vorhersagen macht das komplexe Verhältnis von Wissenschaft und Politik deutlich. Die Hervorhebung des politischen Charakters von Modellen eröffnet Perspektiven für eine stärkere Beteiligung der Sozialwissenschaften sowohl an ihrer Entwicklung als auch an der Untersuchung ihrer Folgen.

Epidemie und Modellierung Das Mathematische ist politisch

Florian Eyert

Die beiden Kurven gehören zur Ikonografie der Corona-Krise: Eine, steil ansteigend, zeigt den Verlauf der Infektionszahlen ohne Gegenmaßnahmen, eine andere, weniger steil ansteigende, die Zahlen mit Maßnahmen. Für politische Akteure wie für Bürger:innen verspricht diese vereinfachte Darstellung einer komplexen Bedrohung ein Gefühl von Bewältigbarkeit und Orientierung. Sie mündet in einen unmissverständlichen Imperativ: „flatten the curve“. An dieser Doppelgrafik wird greifbar, welche Bedeutung mathematische Modelle für die Abwägung politischer Maßnahmen wie Kontaktbeschränkungen oder die Planung von Ressourcen wie Krankenhausbetten oder Beatmungsmaschinen in der aktuellen Krise haben. Die britische Regierung zum Beispiel hatte im März eine Kehrtwende vollzogen, nachdem das Imperial College London eine Studie veröffentlicht hatte. Sie revidierte ihre Strategie der „Herdenimmunität“ drastisch und setzte fortan auf Schulschließungen und Social Distancing. Doch Computermodelle sind immer auch radikale Vereinfachungen einer komplexen Wirklichkeit. Entscheidungen in der Modellierungslogik können Auswirkungen auf die Regulierungslogik haben. Eine wissenschafts- und techniksoziologische Perspektive auf die verschiedenen Modelle der Epidemie verspricht daher auch Einsichten in den politischen Umgang mit ihr.

Bei epidemiologischen Modellen lassen sich mindestens drei Ansätze unterscheiden. Eine erste Methode liegt in der schlichten Extrapolation. Dieser Ansatz besteht im Wesentlichen darin, eine mathematische Kurve entweder an den vergangenen Verlauf ähnlicher Epidemien oder aber an frühere Verläufe derselben Krankheit in anderen Ländern anzupassen, um so Vorhersagen zu treffen. Auf diese Weise operiert etwa das Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) der University of Washington, um Krankenhausbelegungen und Todesfälle zu prognostizieren. Neben diesem statistischen Ansatz gibt es zwei Varianten sogenannter mechanistischer Modelle, in denen substanzielle Eigenschaften des Verbreitungsprozesses modelliert werden. Klassisch sind Differenzialgleichungsmodelle gemäß dem SIR-Paradigma: Hier werden als *susceptible*, *infectious* und *recovered* klassifizierte Bevölkerungsanteile über die Zeit hinweg zueinander in Bezug gesetzt, wie dies Forschende der Pennsylvania University oder des Robert Koch-Instituts getan haben. Die Grundlage hierfür bilden angenommene Parameter wie Ansteckungswahrscheinlichkeit, Krankheitsdauer und Letalität. Ausbauen lassen sie sich etwa durch zusätzliche Kategorisierungen wie infizierte, aber noch nicht ansteckende Individuen oder durch Differenzierungen demografischer Gruppen. Einen Schritt weiter geht ein drittes Paradigma, das individuen- oder agentenbasiert angelegt ist. Modelle bilden hier nicht nur

Aggregatparameter wie Infektionsraten ab, sondern können auch Eigenschaften und Verhalten einzelner Personen spezifizieren und diese dann in ihren Interaktionen simulieren. Hier werden neben heterogeneren Bevölkerungen in der Regel auch realistischere Netzwerkstrukturen angenommen, die über eine zufällige Durchmischung der Individuen hinausgehen. Einschlägig ist etwa das bereits erwähnte Modell des Imperial College. Im Gegensatz zu statistischen erlauben es mechanistische Modelle, bestimmte Parameter wie etwa die Kontakthäufigkeit hypothetisch zu verändern und die Implikationen zu erkunden. Bei agentenbasierten Modellen können sogar bestimmte politische Maßnahmen, wie Quarantänen im Krankheitsfall, explizit modelliert und selektiv an- oder ausgeschaltet werden. Diese Quasi-Experimente können Handlungsempfehlungen für die Politik liefern.

Präzise Vorhersagen hat in den vergangenen Wochen keines dieser Modelle geliefert. Neil Ferguson beispielsweise, Leitautor der Studie des Imperial College, geriet im März medial unter Druck, als er die Modellvorhersage von bis zu 510.000 Toten in Großbritannien in einer Anhörung vor dem Parlament auf 20.000 korrigierte. Derartige Schwankungen und Ungenauigkeiten sind allerdings nicht den Wissenschaftler:innen als Fehler anzulasten. Ihre Gründe liegen vielmehr in der prinzipiellen Nichtabgeschlossenheit wissenschaftlicher Ergebnisse, in der Neuartigkeit des Virus sowie in der Komplexität menschlichen Verhaltens. Gemeinsam ist darüber hinaus allen Modellen, dass sie mit der Realität interagieren: Sofern sie einen Einfluss auf staatliches oder individuelles Handeln haben, ist es wahrscheinlich, dass sie die durch sie beschriebenen Variablen in der Welt verändern.

Außerdem haben alle drei Ansätze ihre jeweiligen Grenzen: Im Falle statistischer Modelle ist vor allem unklar, inwieweit sich die Datenmuster zwischen verschiedenen Ländern oder gar Epidemien übertragen lassen, gerade in historisch einzigartigen Situationen. Häufig wurden beispielsweise Daten aus China oder Italien verwendet, wobei Unterschiede in geografischen, demografischen und politischen Gegebenheiten und im individuellen Verhalten unbeachtet bleiben. Dass rein statistische Modelle dazu neigen, der Vergangenheit und dem Messbaren zu viel Gewicht zu geben, kann auch aus anderen Gründen problematisch sein. So ist aus der jüngeren Forschung bekannt, dass datenbasierte Systeme die Tendenz haben, soziale Ungleichheiten zu verstärken. Im Fall von Corona etwa könnte in bestimmten Regionen oder Bevölkerungsgruppen der Zugang zu Tests eingeschränkt sein, was zur Vorhersage geringerer Fallzahlen und infolgedessen zur Bereitstellung von weniger Ressourcen führen würde.

Mechanistische Modelle sind in ihren Annahmen transparenter, bringen aber andere Probleme mit sich. Zentral ist beispielsweise die Reproduktionszahl R , die angibt, wie viele Individuen im Durchschnitt durch eine infizierte Person angesteckt werden. Diese Zahl beruht angesichts der Neuheit von SARS-CoV-2 auf empirischen Schätzungen, die wiederum auf vorhandenen Daten basieren. In dem Maße, in dem verfügbare Statistiken eine Verzerrung aufweisen, etwa durch eine hohe Dunkelziffer, wird diese Zahl trügerisch. Aufgrund des exponentiellen Wachstums können Abweichungen hier aber einen großen Unterschied machen. Beim Denken in Aggregatraten fällt außerdem weg, was gegenwärtig die hauptsächliche Zielscheibe politischer Regulierungsversuche ist: das Verhalten Einzelner. Differenzialgleichungsmodelle gehen von dem aus, was der Astronom und Statistiker Adolphe Quetelet, der im 19. Jahrhundert das wissenschaftliche Projekt der Gesellschaftsvermessung prägte, den „homme moyen“ nannte. Auch wenn sie mit verschiedenen Kategorien und daher mit verschiedenen „mittleren Menschen“ arbeiten, bleibt die abweichende Mehrheit unberücksichtigt. Ein eklatanter Mangel besteht weiter darin, dass sie die soziologischen Konsequenzen der verschiedenen Interventionen unbeobachtet lassen und so die komplexen Dynamiken der Wechselwirkung zwischen einschränkenden Maßnahmen und sozialen Normen nicht berücksichtigen.

Auch agentenbasierte Modelle, die individuelles Verhalten in seiner Heterogenität reflektieren können, kommen um eine massive Reduktion der biologischen, psychologischen und sozialen Realität nicht herum. Welche Eigenschaften in die Agenten hinein modelliert werden, hängt dabei nicht zuletzt von Professions-



Florian Eyert ist Doktorand am Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft in der Forschungsgruppe 18 „Quantifizierung und gesellschaftliche Regulierung“. In seiner Dissertation befasst er sich mit der Digitalisierung von Governance-Prozessen und insbesondere mit der Rolle von Computermodellen in politischen Entscheidungen. [Foto: Thu-Ha Nguyen]

florian.eyert@wzb.eu

tandards und Lebensrealität der Modellierer:innen ab. Berücksichtigen sie beispielsweise den Einfluss von Care-Arbeit auf komplexe Infektionsketten? Wird modelliert, wie sich Milieuzugehörigkeit und prekäre Arbeitsverhältnisse auf den Umgang mit politischen Maßnahmen auswirken? In Modellen, die verschiedene Szenarien miteinander vergleichen, findet außerdem immer eine Auswahl der Szenarien statt, die als politische Optionen in Betracht gezogen werden. Derzeit ist beispielsweise kein Modell bekannt, das den Epidemieverlauf unter den Bedingungen familienfreundlicher Lockdown-Maßnahmen untersucht hätte.

Alle drei Modelltypen zeigen eine Nähe zum Paradigma der Sozialphysik des Adolphe Quetelet, die gegenwärtig ein datengetriebenes Revival erlebt. Darin werden gesellschaftliche Prozesse auf eine naturwissenschaftliche und somit objektivierende Weise beschrieben, die sie berechenbar und dadurch politisch les- und gestaltbar machen soll. Der gesellschaftlichen Komplexität kann dabei allerdings nur begrenzt Rechnung getragen werden, sodass verlässliche Vorhersagen der Zukunft jenseits des Möglichen bleiben. Zeigt sich an der aktuellen Modellierung der Krise also eine allgemeinere Krise der Modellierung? Das Gegenteil scheint der Fall zu sein, denn neben präziser Vorhersage erfüllen Modelle in der Politik eine Reihe anderer Funktionen. So kann es darum gehen, allgemeine Dynamiken zu verstehen, Prozesse beratend zu explizieren, grobe Tendenzen politischer Entscheidungen abzuschätzen, Tradeoffs zu identifizieren, komplexe Zusammenhänge verständlich darzustellen, Kommunikationsräume zu eröffnen und Entscheidungen zu legitimieren. Modelle sind mit Stans van Egmond und Ragna Zeiss als „performative boundary objects“ zu verstehen, also als Gegenstände, die der Kommunikation zwischen verschiedenen Realitäts-sphären – etwa zwischen Wissenschaft und Politik – dienen und diese Sphären dabei aktiv verändern.

In der gegenwärtigen Krise wird oft von einer „Expertenherrschaft“ gesprochen. Doch wer die Grenzen und die Funktionen verschiedener wissenschaftlicher Modelle genauer betrachtet, muss feststellen, dass das Verhältnis von wissenschaftlicher Expertise und politischer Entscheidungsfindung hochkomplex ist. Zum einen rückt in den Blick, dass alle skizzierten Modelle Entscheidungen darüber erfordern, was wie repräsentiert wird. Als Formen der quantitativen Gesellschaftsbeschreibung beinhalten sie so selbst eine Politik der Sichtbarkeit und Relevanzzuschreibung. Zum anderen erscheint die Unhintergebarkeit des Politischen im staatlichen Handeln in klarerem Licht. Die Wissenschaft kann politisches Handeln zwar beraten und mögliche Konsequenzen beschreiben, sie kann die Politik aber nicht von der radikalen Kontingenz ihrer Entscheidungen entlasten, die eben das Politische ausmacht. Die sozialphysikalische Erschließung der Gesellschaft kann also Funktionen der Entpolitisierung erfüllen, findet aber ihre Grenze in der Verantwortung der Politik. Dass die Politik die Wissenschaft selektiv und nach politischen Maßstäben beobachtet, zeigt sich derzeit besonders in den USA. Dort zeichnet sich eine schon von Klimamodellen bekannte Konfliktlinie ab, in der meist republikanische Politiker:innen wissenschaftlichen Modellen die Glaubwürdigkeit absprechen. Zugleich beruft sich Präsident Trump jüngst auf die zuvor ignorierten Prognosen des IMHE, deren fallende Fallzahlschätzungen er als Zeichen des Erfolgs seiner Maßnahmen deutet. Dass wissenschaftliche Politikberatung durch Computermodelle oft dezentral von akademischen Institutionen unternommen und dann selektiv von der Politik nachgefragt wird, stärkt die strukturellen Bedingungen solcher strategischen Selektivität.

In der Corona-Krise erleben wir in besonderem Maße die aus der wissenschaftlichen Politikberatung bekannten Spannungen, die entstehen, wenn Expert:innen und Politiker:innen mit begrenzten Sichtfeldern und nach ihren jeweiligen, weiterhin stabilen Handlungslogiken operieren. Welche Folgen lassen sich für den Umgang mit Epidemien ziehen? Demokratietheoretisch scheint es geboten, über Formen gesellschaftlicher Einbettung nachzudenken, die die Politik mathematischer Modelle verhandelbar machen. Hierzu bedarf es einer Reflexion der Wissenskulturen, die den Modellierungen zugrunde liegen. Während im Augenblick vor allem Epidemiolog:innen und Physiker:innen im Vordergrund stehen, könnten die Sozialwissenschaften in interdisziplinärer Kooperation die sozialstrukturellen Dimensionen und soziologischen Dynamiken epidemischer

Entwicklungen stärker in den Mittelpunkt rücken und so die politischen Konsequenzen von Modellentscheidungen einer Auseinandersetzung zugänglich machen.

Auch außerhalb der akademischen Welt wäre eine breitere gesellschaftliche Debatte um Modelle wünschenswert. Voraussetzung hierfür ist die offene und transparente Kommunikation über ihre Annahmen und Begrenzungen. Während schon jetzt technisch-mediale Interfaces – wie die viel beachtete Modellvisualisierung der Washington Post oder die Webseite CovidSIM.eu – mit Formen der Interaktion experimentieren, sind auch weitergehende Projekte der partizipativen Modellierung denkbar, in denen Mitglieder der Zivilgesellschaft Perspektiven beisteuern. Darüber hinaus ist eine gesellschaftliche Debatte über die Erwünschtheit verschiedener Modelltypen in der Politik von zentraler Bedeutung. Hier muss es unter anderem darum gehen, welche Form der Granularität empirischer Datenerhebung, etwa durch die derzeit diskutierten Corona-Tracing-Apps, mit gesellschaftlichen Ansprüchen an Datenschutz vereinbar ist.

Wenn wissenschaftliche Modelle zu Bezugspunkten staatlichen Handelns werden, gilt es ihre Annahmen zu hinterfragen – nicht um mit antiwissenschaftlicher Attitüde ihre Vergeblichkeit zu postulieren, sondern um in Anerkennung ihres politischen Charakters ihre Nützlichkeit für den öffentlichen Umgang mit der Krisensituation voll auszuschöpfen. Die Forschung zur Rolle von Modellen in der Politik ist in den letzten Jahren zu dem Ergebnis gekommen, dass diese vor allem dann erfolgreich sind, wenn sie in stabilen Kontexten operieren. Es erleichtert die Kommunikation zwischen den Sphären, wenn die Wissenschaft hinter der Modellierung etabliert ist und das jeweilige Politikfeld konsolidiert. Hierzu müssen verschiedene Fachperspektiven und politische Standpunkte eingebunden und die wechselseitigen Bezüge zwischen den Bereichen reflektiert werden. Für die Zukunft wäre in diesem Sinne eine konstruktive, interdisziplinäre und gesellschaftlich inklusive Debatte um die Rolle mathematischer Modelle in der Politik zu begrüßen.

Literatur

Aykut, Stefan/Demortain, David/Benbouzid, Bilel: *The Politics of Anticipatory Expertise: Plurality and Contestation of Futures Knowledge in Governance*. In: *Science & Technology Studies*, 2019, Jg. 32, H. 4, S. 2–12.

Brockmann, Dirk/Helbing, Dirk: *The Hidden Geometry of Complex, Network-Driven Contagion Phenomena*. In: *Science*, 2013, Jg. 342, H. 6164, S. 1337–1342.

Egmond, Stans van/Zeiss, Ragna: *Modeling for Policy. Science-based Models as Performative Boundary Objects for Dutch Policy Making*. In: *Science Studies*, 2010, Jg. 23, H. 1, S. 58–78.

Eyert, Florian: *Agent-based Modeling und Politikberatung*. In: Tanja Klenk/Frank Nullmeier/Göttrik Wewer (Hg.): *Handbuch Digitalisierung in Staat und Verwaltung*. Wiesbaden: Springer VS 2020, S. 1–12.

Ferguson, Neil M. et al.: *Report 9: Impact of Non-pharmaceutical Interventions (NPIs) to Reduce COVID-19 Mortality and Healthcare Demand*. 16 März 2020. Online: <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-NPI-modelling-16-03-2020.pdf> (Stand 20.05.2020).