

Sozialwissenschaftliche Simulationen
und die Soziologie der Simulation

Nicole J. Saam · Michael Resch
Andreas Kaminski *Hrsg.*

Simulieren und Entscheiden

Entscheidungsmodellierung,
Modellierungsentscheidungen,
Entscheidungsunterstützung



Springer VS

Sozialwissenschaftliche Simulationen und die Soziologie der Simulation

Reihe herausgegeben von

Nicole J. Saam, Erlangen, Deutschland

Andreas Kaminski, Stuttgart, Deutschland

Die Reihe „Sozialwissenschaftliche Simulationen und die Soziologie der Simulation“ nimmt Computersimulationen umfassend in den Blick: Sie publiziert Beiträge aus der Soziologie, der Philosophie, der Medienkulturforschung, der Mathematik und der Informatik in der Absicht, Simulationsmodelle kritisch zu reflektieren und Anstöße für ihre Anwendung in Wissenschaft und Gesellschaft zu geben. Thematisch werden dabei vier Blickwinkel vereint:
Sozialwissenschaftliche Simulationen, Soziologie der Simulation, Philosophie sozialwissenschaftlicher Simulationen, Simulationswissenschaft:

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/16280>

Nicole J. Saam · Michael Resch ·
Andreas Kaminski
(Hrsg.)

Simulieren und Entscheiden

Entscheidungsmodellierung,
Modellierungsentscheidungen,
Entscheidungsunterstützung

 Springer VS

Hrsg.

Nicole J. Saam
Institut für Soziologie
Friedrich-Alexander Universität
Erlangen-Nürnberg
Erlangen, Deutschland

Michael Resch
High Performance Computing Center
Stuttgart (HLRS)
Universität Stuttgart
Stuttgart, Deutschland

Andreas Kaminski
High Performance Computing Center
Stuttgart (HLRS)
Universität Stuttgart
Stuttgart, Deutschland

ISSN 2661-8397 ISSN 2661-8400 (electronic)
Sozialwissenschaftliche Simulationen und die Soziologie der Simulation
ISBN 978-3-658-26041-5 ISBN 978-3-658-26042-2 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-26042-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer VS

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer VS ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Inhalt

Simulieren und Entscheiden – Einleitung in eine vielfältige Beziehung 1
Nicole J. Saam, Andreas Kaminski und Michael Resch

I. Abteilung „Sozialwissenschaftliche Simulationen“

Modellierung und Simulation von Entscheidungsprozessen im Rahmen
szenariobasierter Vorhersagen 19
Sabine Zinn

How to Design Agent-Based Marriage Market Models: A Review
of Current Practices 59
André Grow

Mikrosimulationen und die ‚Analytische Soziologie‘. Zur Anwendbarkeit
des Begriffs des sozialen Mechanismus auf die Mikrosimulation 85
Marc Hannappel

II. Abteilung „Soziologie der Simulation“

Lernfeld partizipative Modellierung: Prozessgestaltung in
transdisziplinären Projekten 115
Marion Dreyer, Wilfried Konrad und Dirk Scheer

The social life of computer simulations. On the social construction of algorithms and the algorithmic construction of the social	145
<i>Cornelius Schubert</i>	

III. Abteilung „Philosophie sozialwissenschaftlicher Simulationen“

Begriffe in Modellen. Die Modellierung von Vertrauen in Computersimulation und maschinellem Lernen im Spiegel der Theoriegeschichte von Vertrauen	173
<i>Andreas Kaminski</i>	

The Only-Toy-Models Hypothesis. On the Limitations of Developing Models and Computer Simulations in Sociology	199
<i>Nicole J. Saam</i>	

IV. Abteilung „Simulationswissenschaft“

Effiziente Programmierung sozialwissenschaftlicher Modelle. Ein Vergleich von NetLogo, Anglican und C++ am Beispiel der Simulation sozialer Diffusion	231
<i>Ralf Schneider und Jens Kourou</i>	



Simulieren und Entscheiden

Einleitung in eine vielfältige Beziehung

Nicole J. Saam, Andreas Kaminski und Michael Resch

1 Sozialwissenschaftliche Simulationen und die Soziologie der Simulation

Ist es möglich, Computersimulationsmodelle in einer umfassenden sozialwissenschaftlichen Perspektive zu betrachten – und die vielfältigen Sichtweisen mit simulierenden NaturwissenschaftlerInnen und WissenschaftsphilosophInnen der Computersimulation zu diskutieren? Das ist die Grundidee für eine neue Reihe, deren Programmatik wir im Folgenden vorstellen.

Computersimulationen sind in den Ingenieur- und Naturwissenschaften zu einer inzwischen selbstverständlichen Forschungsmethode geworden. Sie gehören dort zum Alltag in Arbeit und Wissenschaft. Dabei erweitern sie die Grundlage, auf der Entscheidungen getroffen werden, wie beispielsweise technische Systeme optimiert und Arbeitswelten verändert werden sollen. Computersimulationen werden aber zunehmend in weiteren Bereichen eingesetzt. In der Forensik, um Tatorte zu rekonstruieren und Zeugenaussagen zu überprüfen; in der Stadtplanung, um die Akzeptanz verschiedener Gestaltungsoptionen zu überprüfen; in der Medizin, um Vorhersagen über wahrscheinliche Krankheitsverläufe oder Therapieansätze zu bilden; in der Ökonomie, um sich Vorteile gegenüber Konkurrenten zu erschließen. Schließlich wird die Computersimulationen aus politischen Kreisen nachgefragt, um etwa die Möglichkeiten eines Umstiegs auf Elektromobilität, die Strategien zur Bekämpfung von Pandemien oder – allgemein – die Wirksamkeit und Akzeptanz von politischen Maßnahmen zu explorieren.

Nur vereinzelt befassen sich bisher soziologische Untersuchungen mit diesen Entwicklungen. Empirisch-wissenschaftssoziologische Studien beschreiben Praktiken der Wissensproduktion in Simulationsprojekten, beispielsweise wie die an sogenannten *Intercomparison Projects* beteiligten Forschergruppen Standards dafür schaffen, was als ein „gutes“ Simulationsergebnis gelten kann (Sundberg

2012, 2010). Techniksoziologische Studien theoretisieren Computersimulationen als Laborisierung gesellschaftlicher Zukünfte und Instrumente gesellschaftlicher Selbstfortschreibung (Schubert 2015, 2014). Mit Bezug auf die Relevanz für politische Entscheidungsprozesse wurde hervorgehoben, dass Computersimulationen relativ große Interpretationsspielräume lassen, die sich sowohl am methodischen Simulationsprozess selbst als auch am untersuchten Simulationsgegenstand festmachen lassen.

Weitgehend unabhängig davon entwickelt ein relativ kleiner Kreis von SozialwissenschaftlerInnen selbst Simulationsmodelle mit Bezug zu Gesellschaft und Politik. Zumeist handelt es sich um Modelle, die in theoretischer Absicht soziale Mechanismen wie beispielsweise die Entstehung von Kooperation oder Prozesse sozialer Beeinflussung explorieren; teilweise aber auch um empirische Studien, die Bildungsverläufe, Verhandlungs-, Innovations- oder demographische Prozesse simulieren. Für eine fundierte Diskussion dieser Modelle und die Chancen und Grenzen ihrer Entwicklung, ihres Verständnisses und ihres Einsatzes bedarf es eines neuen, fachlich breiteren institutionalisierten Rahmens.

Das High Performance Computing Center (HLRS) der Universität Stuttgart wirkt in verschiedenen Forschungsprojekten mit, welche soziologische Fragestellungen betreffen und eine entsprechende Expertise erfordern (Medizin, Kriminalistik, Technikgestaltung und Akzeptanzforschung, Untersuchung der Wirksamkeit politischer Maßnahmen). Vor dem Hintergrund, der an das HLRS gestellten Aufgaben, ist eine kontinuierliche, nicht nur projektbeschränkte Zusammenarbeit mit SozialwissenschaftlerInnen, die aus verschiedenen Perspektiven zu oder mit Simulationsmodellen forschen von großer Bedeutung.

Der Lehrstuhl für Methoden der empirischen Sozialforschung der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg entwickelt seit vielen Jahren sozialwissenschaftliche Simulationsmodelle und sieht in Anbetracht vielfältiger methodischer Herausforderungen die Notwendigkeit einer wissenschafts- und technikphilosophischen Reflexion. Zugleich möchte er eine in der soziologischen Tradition stehende kritische Reflexion und wissenschaftssoziologische Analyse der Computersimulation fördern.

Die hier vorgestellte Reihe nimmt Computersimulationen dabei umfassend in den Blick: Sie publiziert Beiträge aus der Soziologie, der Philosophie, der Medienkulturforschung, der Mathematik und der Informatik in der Absicht, Simulationsmodelle kritisch zu reflektieren und Anstöße für ihre Anwendung in Wissenschaft und Gesellschaft zu geben. Sie basiert auf einer gleichnamigen Workshopreihe, die von beiden Institutionen im jährlichen Wechsel durchgeführt wird. Thematisch werden in der Workshop- und Buchreihe vier Blickwinkel vereint:

Sozialwissenschaftliche Simulationen: Hier werden Computersimulation als sozialwissenschaftliche Methode betrachtet, die auf gesellschaftliche Fragen angewandt wird. Dabei wird die Vielfalt sozialwissenschaftlicher Simulationsstudien vorgestellt, analysiert und bewertet. Auf diese Weise sollen ihre Fragestellungen, Modellierungstechniken und -entscheidungen sowie die Resultate zum Thema vergleichender kritischer Analysen werden.

Soziologie der Simulation: In der zweiten Perspektive wird die gesellschaftliche Rolle der Computersimulation untersucht. In dieser Beobachtung zweiter (wie modellieren sozialwissenschaftliche Simulationen Gesellschaft) bzw. dritter Ordnung (wie rezipiert die Gesellschaft Computersimulationen) werden technisch-naturwissenschaftliche wie sozialwissenschaftliche Simulationen zu einem Gegenstand der Soziologie der Simulation. Behandelt werden u. a. Erwartungen an sowie die Glaubwürdigkeit, etwaige Rezeptionsmuster und die praktische Wirksamkeit von Computersimulationen.

Philosophie sozialwissenschaftlicher Simulationen: In sozialwissenschaftlichen Simulationen werden Grundbegriffe an der Schnittstelle von Soziologie und Philosophie modelliert: Es wird etwa bestimmt, was eine Handlung oder Entscheidung ist. Diese in Modelle implementierten „Begriffe“ werden häufig vor einem kaum systematisierbaren Hintergrund praktischer Bedingungen gebildet: programmiersprachliche Anforderungen, Verfügbarkeit von Daten, Anwendbarkeit und Formalisierbarkeit von Theorien etc. Die auf diese Weise implementierten Begriffe wirken wiederum auf das Verständnis von Theorien und sozialer Wirklichkeit zurück. Die Modellierungsentscheidungen von Grundbegriffen und ihre Bedeutung für das Verständnis von Theorie und sozialer Wirklichkeit sollen daher hier reflektiert werden.

Simulationswissenschaft: In den Simulationswissenschaften werden Techniken und Methoden der Computersimulation erforscht und entwickelt, um deren Leistungsfähigkeit zu steigern oder auch um unbekannte Einflüsse von Modellierungsentscheidungen zu entdecken. Zunehmend geraten dabei sozialwissenschaftliche Fragestellungen in den Fokus, die eine soziologische Expertise erfordern, über welche die häufig aus ingenieur- und naturwissenschaftlichen Disziplinen kommenden SimulationswissenschaftlerInnen nicht standardmäßig von ihrem Bildungsweg her verfügen. Umgekehrt erfordert das Verständnis der methodisch-technischen Möglichkeiten bzw. Folgen von Simulationsverfahren eine Expertise, welche häufig nur zufällig Eingang in sozialwissenschaftliche Projekte findet. Den beiderseitigen Austausch an Expertise sollen die hier publizierte Beiträge fördern, indem ein methodisch-technisches Orientierungswissen im Kontext sozialwissenschaftlicher Computersimulationen erarbeitet werden soll.

2 Simulieren und Entscheiden

Der vorliegende erste Band unserer Reihe trägt den Titel „Simulieren und Entscheiden. Entscheidungsmodellierung – Modellierungsentscheidungen – Entscheidungsunterstützung“. Er reflektiert, dass wir die Beziehungen zwischen den Tätigkeiten des Simulierens und des Entscheidens in vielfältiger Weise adressieren. Zum einen können Entscheidungen von Individuen und korporativen Akteuren Gegenstand sozialwissenschaftlicher Modellbildung und Simulation werden (Entscheidungsmodellierung), zum zweiten sehen sich Modellbauer in den Sozialwissenschaften selbst vielfältigen Entscheidungssituationen ausgesetzt, wenn sie Modelle und Simulationen entwickeln (Modellierungsentscheidungen), zum dritten können Modelle und Simulationen zur Vorbereitung oder Unterstützung von Entscheidungen organisationaler oder gesellschaftlicher Akteure eingesetzt werden (Entscheidungsunterstützung).

Die damit verbundenen Fragestellungen werden in acht Beiträgen diskutiert. (1) *Entscheidungsmodellierung*: Wie werden Entscheidungen modelliert oder simuliert? Drei Kapitel dieses Sammelbands befassen sich mit der Modellierung und Simulation von Entscheidungen der Paarbildung auf Heiratsmärkten (Sabine Zinn, André Grow), von Migrationsentscheidungen (Sabine Zinn) und mit der philosophischen Kritik sozialwissenschaftlicher Modellierungen des Vertrauens (Andreas Kaminski), die sich im Falle der Computersimulationen als Modellierungen von Entscheidungen unter Unsicherheit erweisen. Sie geben dabei Einblick in unterschiedliche Ansätze der Entscheidungsmodellierung in Soziologie und Demographie sowie ihre philosophische Reflexion. (2) *Modellierungsentscheidungen*: Welche metatheoretischen und methodischen Entscheidungen müssen simulierende WissenschaftlerInnen im Zuge der Simulationsstudie treffen? Drei Kapitel beschäftigen sich mit der Bedeutung von Idealisierungen in sozialwissenschaftlichen Modellen (Nicole J. Saam), mit dem Simulationsansatz und dem damit verbundenen Erklärungsansatz bzw. Erkenntnisanspruch (Marc Hannappel) sowie mit der Entscheidung für ein Programmiersystem oder eine Programmiersprache (Ralf Schneider und Jens Kouros) und spannen dabei einen Bogen von der Philosophie zur Methodologie zu Methoden und Techniken der sozialwissenschaftlichen Modellbildung und Simulation. (3) *Entscheidungsunterstützung*: Wie werden – z. B. organisationale oder politische – Entscheidungen durch Modellierungen und Simulationen unterstützt? Zwei Beiträge befassen sich mit partizipativer Modellierung in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung (Marion Dreyer, Wilfried Konrad und Dirk Scheer) und mit der Entscheidungsunterstützung in Unternehmen (Cornelius Schubert), wobei sie eine politikwissenschaftliche bzw. techniksoziologische Perspektive einnehmen. Aber auch die philosophische Reflexion von Andreas Kaminski

über die Modellierung von Vertrauen im maschinellen Lernen befasst sich mit der Entscheidungsunterstützung. Im Folgenden geben wir eine kurze Einführung in diese Buchbeiträge.

2.1 Entscheidungsmodellierung

Wie werden Entscheidungen modelliert oder simuliert? Sabine Zinn beschäftigt sich in ihrem Beitrag *Modellierung und Simulation von Entscheidungsprozessen im Rahmen szenariobasierter Vorhersagen* mit einer Herausforderung, der sich viele ModelliererInnen ausgesetzt sehen, die Mikrosimulationsmodelle zu Bildungs-, Migrations-, Fertilitäts- und Berufsentscheidungen simulieren: Oftmals sind Daten in der erforderlichen Komplexität, z. B. im Hinblick auf die Verflechtung von Erwerbsleben und Fertilitätsgeschichte nicht verfügbar. Somit können notwendige statistische Modelle nicht ausreichend bestückt und nicht erfolgreich geschätzt werden. Zinn beschreibt eine neuartige Methode zur Konstruktion von dynamischen Mikrosimulationsmodellen, die nicht auf rein statistischen Modellen wie z. B. Regressionen beruht. Dabei werden die Mikrosimulationsmodelle um ein agentenbasiertes Modell erweitert, das auch die Abbildung von Verhaltens- und Entscheidungsprozessen oder generell von unbeobachteten Prozessen erlaubt. Hierzu sind für die jeweilige Fragestellung geeignete soziologische oder psychologische Theorien zu identifizieren und zu formalisieren. Die formalisierte Theorie muss in Form eines theoriegeleiteten Modells so aufbereitet werden, dass sie sich in das Mikrosimulationsmodell einbinden lässt. Die Güte des Gesamtmodells ist durch Sensitivitätsanalysen und Validierungsmaßnahmen zu prüfen. Hier empfiehlt Zinn die Nutzung eines statistischen Metamodells (z. B. eines statistischen Emulators), das das Simulationsmodell vereinfacht darstellt. Die Umsetzung der Methode wird anhand zweier Fallbeispiele illustriert: der Modellierung von Entscheidungen der Paarbildung auf Heiratsmärkten und der Modellierung von Migrationsentscheidungen.

André Grow befasst sich in seinem Beitrag *How to Design Agent-Based Marriage Market Models: A Review of Current Practices* mit Modellen der Partnerwahl. Die Demographie spricht etwas unromantisch von Heiratsmärkten, auf denen sich (in der Regel heterosexuell gedachte) Frauen und Männer begegnen und dafür oder dagegen entscheiden, einander als PartnerInnen zu wählen. Von Emotionen und Liebe wird dabei abstrahiert. Die zugrunde gelegten Theorien rekonstruieren die Partnerwahl als rationale Entscheidung, wobei Merkmale wie das Alter, der Bildungsabschluss, das Einkommen und die Attraktivität der potenziellen PartnerInnen als wichtige Bestimmungsfaktoren gelten. André Grow stellt die Herausforderungen dar, die mit

der Modellierung dieser Entscheidung verbunden ist. So gibt es mehrere a priori plausible Theorieansätze, die miteinander in Wettbewerb stehen. Sie sind – wie die meisten sozialwissenschaftlichen Theorieansätze – verbal ausformuliert und liegen nicht als formalisierte Theorie vor. Und wenn man sie formalisiert, muss man viele Parameter in die Modelle aufnehmen, die inhaltlich und quantitativ bestimmt werden müssen, bevor man die agentenbasierten Computermodelle ausführen kann. Grow bietet einen kompakten Überblick über aktuelle demographische Theorieansätze, Formalisierungen und Praktiken der Parametrisierung. Beispielsweise sind viele Modelle probabilistisch formuliert, d. h. sie enthalten Zufallsprozesse. Diese Modellierungstechnik kommt zum Einsatz, weil DemographInnen davon ausgehen, dass noch andere als die explizit in die Modelle aufgenommenen Bestimmungsfaktoren die Entscheidung für einen Partner beeinflussen – etwa auch Emotionen und Liebe – die sich jedoch der Formalisierung stärker entziehen als die aufgenommenen Entscheidungsgrößen. Durch die Zufallsprozesse werden diese anderen Einflussgrößen wie eben Emotionen und Liebe in indirekter Weise und in begrenztem Umfang mitberücksichtigt.

Auch der Beitrag von Andreas Kaminski beschäftigt sich mit der Modellierung von Entscheidungen – auch wenn sein Titel *Begriffe in Modellen. Die Modellierung von Vertrauen in Computersimulation und maschinellem Lernen im Spiegel der Theoriesgeschichte von Vertrauen* dies zunächst nicht erkennen lässt. Letztendlich, so argumentiert Kaminski mit Bezug auf die Philosophie von Vertrauen und Zeugenschaft, modellieren sozialwissenschaftliche Computersimulationen des Vertrauensspiels Entscheidungen unter Unsicherheit, nicht jedoch Vertrauen. Dies zeige eine intensive Auseinandersetzung mit der Theoriesgeschichte des Begriffs „Vertrauen“. Vertrauen bedeute gerade den Ausschluss riskanter Möglichkeiten. Was in den sogenannten Vertrauensspielen modelliert sei, stelle jedoch Entscheidungen unter Unsicherheit dar – die Konzeptvalidität müsse daher in Frage gestellt werden. In anderer Weise stelle sich dasselbe Problem der Implementation eines bestimmten Vertrauensbegriffs beim maschinellen Lernen: Während in den Computersimulationsmodellen Akteure modelliert werden, die sich – jedenfalls aus der Sicht der Modellbauer – wechselseitig mehr oder weniger vertrauen, ist beim maschinellen Lernen intendiert, dass ein technisches System erkennt, ob eine reale Person vertrauenswürdig ist. Diese Erkenntnis soll dann die Grundlage dafür bieten, dass andere reale Personen dieser realen Person ver- oder misstrauen. Kaminski argumentiert, dass das maschinelle Lernen auf der Vorstellung basiere, Vertrauen könne auf einer von Vertrauen unabhängigen und deshalb in besonderer Weise neutralen und rationalen Basis der Evidenz begründet werden. Evidenz sei jedoch nicht unabhängig von Vertrauen gegeben. Beide Modellierungen von Vertrauen, diejenige in Simulationen und diejenige im maschinellen Lernen, sollten in einen

intensiven Austausch mit der Theoriengeschichte des Vertrauensbegriffs eintreten, um diese Probleme zu bewältigen.

2.2 Modellierungsentscheidungen

Welche methodischen und metatheoretischen Entscheidungen müssen simulierende Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen im Rahmen der Modellbildung treffen? Wenn SoziologInnen theoretische Modelle entwickeln, dann sind dies typischerweise verbale Modelle – ganz im Gegensatz zu den Naturwissenschaften, in denen theoretische Modelle sehr häufig als formalisierte, in der Regel mathematische Modelle formuliert werden. Auf die – vergleichsweise kleine Gruppe der – formalisierten Modelle in der Soziologie bezieht sich Nicole J. Saam in ihrem Kapitel *The Only-Toy-Models Hypothesis. On the Limitations of Developing Models and Computer Simulations in Sociology*. Sie stellt darin die These vor, dass in der Soziologie nur sogenannte *toy models* entwickelt werden können. Dies sind Modelle, die durch starke Idealisierungen gekennzeichnet sind und zudem in der Weise einfach sind, dass sie nur wenige erklärende Faktoren enthalten. Saam behauptet, dass alle bisher in der Soziologie entwickelten formalisierten Modelle und auch alle zukünftigen, selbst wenn sie auf Höchstleistungsrechnern gerechnet werden sollten (was bisher nicht der Fall ist), *toy models* sein werden. Sie nennt diese These die schwache *Only-Toy-Models-Hypothese* und unterscheidet sie von der starken *Only-Toy-Models-Hypothese*, die sich nicht nur auf die Soziologie, sondern auch auf alle anderen Sozialwissenschaften bezieht, beispielsweise auf die Modelle der neoklassischen Ökonomik und formalisierte Modelle in der Politikwissenschaft. Saam konzentriert sich auf die Verteidigung der schwachen *Only-Toy-Models-Hypothese*, wobei sie sich auf die soziologische Theorie und die Philosophie der Sozialwissenschaften stützt. Sie stellt zehn Argumente vor, in deren Zentrum die sozialen Phänomene des Sinns und des Verstehens, der Normativität der Sprache, der doppelten Kontingenz, der Selbstreflexion, der Rationalität, der Macht und Herrschaft, der Ungleichheit, der Institutionen, der Kultur und der Gesellschaft stehen. Saam argumentiert, dass formalisierte Modelle in der Soziologie stark idealisiert sind, wenn sie diese Phänomene nicht abbilden. Falls diese sozialen Phänomene doch modelliert werden, würden sie dabei notwendigerweise stark idealisiert. Saam beschäftigt sich ebenso mit den Voraussetzungen der Anwendbarkeit des Begriffs *toy model* in den Sozialwissenschaften. Sie führt den Begriff des *extensive model* ein, um die mit dem Antonym *realist model* verbundenen Probleme zu überwinden.

Der Beitrag *Mikrosimulationen und die ‚Analytische Soziologie‘. Zur Anwendbarkeit des Begriffs des sozialen Mechanismus auf die Mikrosimulation* von Marc

Hannappel lotet die Einsatzmöglichkeiten von Mikrosimulationsmodellen im Rahmen der Analytischen Soziologie aus, indem er bisher als selbstverständlich geltende Grenzen ihrer Anwendung prüft. Hedström hatte in seinem Buch *Dissecting the Social* (2005, S. 119) die Verwendung von Mikrosimulationen in der Analytischen Soziologie explizit ausgeschlossen. Hannappels Beitrag untersucht zum einen, ob diese Ausschließung gerechtfertigt ist. Zum anderen fragt er, ob und wenn ja, wie Mikrosimulationen nicht nur zur Politikberatung, sondern auch für die sozialwissenschaftliche Forschung genutzt werden können. In Bezug auf die erste Fragestellung kommt Hannappel zu der Schlussfolgerung, dass der Versuch, die Mikrosimulation in das methodische Repertoire der Analytischen Soziologie aufzunehmen an Hedströms Definition des sozialen Mechanismus scheitert. Mikrosimulationen modellieren nicht jene Elemente, die Hedströms Begriff des sozialen Mechanismus voraussetzt – insbesondere werden interindividuelle Interaktionen nicht in hinreichendem Umfang berücksichtigt. Um die zweite Fragestellung zu bearbeiten, stellt Hannappel das Fallbeispiel einer Mikrosimulation zur Analyse des Zusammenhangs von Bildungsexpansion und Geburtenrückgang vor. Er demonstriert, wie mit diesem Modell sozialwissenschaftliche Zielsetzungen dadurch bearbeitet werden können, dass man (Extrem-)Szenarien konstruiert und deren Differenzen inferenzstatistisch testet. Letztendlich möchte Hannappel die Anwendung von Mikrosimulationsmodellen erweitern. Dazu regt er auch die Entwicklung triangulativer Simulationsansätze sowie hybrider Modelle an.

Der Beitrag von Ralf Schneider und Jens Kouros *Effiziente Programmierung sozialwissenschaftlicher Modelle. Ein Vergleich von NetLogo, Anglican und C++ am Beispiel der Simulation sozialer Diffusion* wendet sich der effizienten Programmierung sozialwissenschaftlicher Modelle am Beispiel eines Modells zur sozialen Diffusion zu. Im Mittelpunkt steht ein Vergleich dreier recht verschiedener Programmiersysteme bzw. Programmiersprachen – NetLogo, C++ und Anglican. NetLogo ist ein Programmiersystem, das vergleichsweise geringe Programmierkenntnisse voraussetzt und unter SozialwissenschaftlerInnen, die agentenbasierte Modelle entwickeln, weite Verbreitung gefunden hat. Dagegen handelt es sich bei C++ um eine allgemeine Programmiersprache, die besonders dann benutzt wird, wenn rechenintensive Programme effizient implementiert werden sollen. Anglican ist eine relativ neue probabilistische Programmiersprache aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz. Für simulierende SozialwissenschaftlerInnen ist der Aufwand der Einarbeitung in solche Programmiersysteme bzw. Programmiersprachen in der Regel erheblich – und deutlich höher als bei NaturwissenschaftlerInnen. Deswegen werden Programmiersysteme wie NetLogo bevorzugt, die weniger Vorkenntnisse auf Seiten der NutzerInnen verlangen. Fragen effizienter Programmierung, insbesondere die Optimierung der Rechenzeit, werden dagegen als nachrangig betrachtet, was auch

damit begründet werden kann, dass sozialwissenschaftliche Simulationsmodelle bisher nicht so umfangreich sind, dass die Laufzeiten zu einem limitierenden Faktor werden. Schneider und Kouros zeigen an ihrem Beispiel, wie sich die Laufzeiten bei NetLogo, C++ und Anglican gestalten und argumentieren, dass sich mit zunehmend komplexer werdenden sozialwissenschaftlichen Simulationsmodellen der Aufwand für das Erlernen und die Entwicklung von Simulationen in allgemeinen Programmiersprachen lohnt.

2.3 Entscheidungsunterstützung

Wie werden organisationale oder politische Entscheidungen durch Simulationsstudien unterstützt? Der Beitrag von Marion Dreyer, Wilfried Konrad und Dirk Scheer *Lernfeld partizipative Modellierung: Prozessgestaltung in transdisziplinären Projekten* wendet sich der partizipativen Modellierung zu. Mit diesem generischen Begriff werden eine ganze Reihe von Verfahren zusammengefasst, mit denen gesellschaftliche Anspruchsgruppen und Praxisakteure in unterschiedlicher Weise in Modellierungsprozesse eingebunden werden, wobei es sich um computergestützte Modelle handeln kann, aber nicht muss. Beispielsweise kommt partizipative Modellierung in transdisziplinären Forschungsprojekten der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung zur Anwendung. Wenngleich die Ergebnisse solch partizipativer Verfahren politische Entscheidungen nicht vorwegnehmen, so zeigen sie doch eine hohe Anschlussfähigkeit für politische Entscheidungsprozesse. Entsprechend können sich die bei partizipativer Modellierung beteiligten ForscherInnen dem Verdacht ausgesetzt sehen, Akzeptanz beispielsweise für umstrittene Technologien zu beschaffen. Vor diesem Hintergrund und mit Verweis darauf, dass es bisher erst relativ wenige Erfahrungen mit partizipativer Modellierung in der transdisziplinären Nachhaltigkeitsforschung gibt, beschäftigen sich Marion Dreyer, Wilfried Konrad und Dirk Scheer mit der übergeordneten Frage, wie eine Prozessbegleitung gestaltet sein sollte. Ihre Kernaussage ist, dass partizipative Modellierung eine Prozessgestaltung erfordert, bei der neben wissenschaftlich-technischer auch kommunikativ-partizipative Expertise eingebunden wird. Anhand einer ausführlich beschriebenen Fallstudie zur geowissenschaftlichen Computersimulation wird herausgearbeitet, welche Bedeutung einem frühzeitigen Konzept über den Phasenablauf und die methodische Verschränkung zwischen Modellierung und Partizipation, einer kontinuierlichen Anpassung und Flexibilität der konkreten Durchführungspraxis und der offenen und transparenten Kommunikation über Potentiale und Grenzen der Mitwirkung von PraxisexpertInnen zukommen. Zwischen den Beteiligten besteht eine ausgeprägte Asymmetrie – insbesondere zwischen ModelliererInnen

und PraxisexpertInnen. Zugleich bedarf es gegenseitigen Vertrauens zwischen Modell- und Partizipationsverantwortlichen. Je heterogener der Kreis der einzubindenden AkteurInnen und je konfliktreicher die zu behandelnde Thematik, desto wichtiger sei es, entweder in Kommunikation und Moderation speziell geschulte SozialwissenschaftlerInnen oder professionell ausgebildete ModeratorInnen und KommunikationsspezialistInnen in der Prozessbegleitung einzusetzen.

In seinem Beitrag *The social life of computer simulations. On the social construction of algorithms and the algorithmic construction of the social* untersucht Cornelius Schubert aus der Perspektive der *Science and Technology Studies* wie Computersimulationen in Banken zur Entscheidungsunterstützung eingesetzt werden. Die prognostischen Schätzungen der Monte Carlo-Simulationen, die dort zum Einsatz kommen, sind – so die im Pragmatismus Deweyischer Prägung fundierte These – keine selbstevidenten Vorhersagen, sondern entfalten ihre Wirkungskraft erst in Relation mit anderen Formen des Zukunftswissens. Der Beitrag geht dabei nicht dem Gedanken nach, dass die probabilistischen Simulationsergebnisse in einem mathematischen Sinne nie als sicher gelten dürfen. Stattdessen interessieren die (sozialen) Praktiken des Herstellens von prognostischer Verlässlichkeit in der Praxis des Risikomanagements. Auf Interviews mit MitarbeiterInnen von Banken und Ministerien beruhend, beschreibt Schubert beispielsweise die Praktiken des *tunings* als gegenseitiges Anpassen von Modell und sozialer Welt. Das soziale Leben der Simulationsmodelle umfasst letztendlich alle Praktiken, die mit der Produktion, Diskussion, Legitimation und Infragestellung der Simulationsmodelle und ihrer Ergebnisse verbunden sind. Daher – so eine zweite These – müsse man von einem sozio-materialen Leben der Computersimulationen sprechen: So verschiedene Aspekte wie das ExpertInnenwissen, die Leistungsfähigkeit der Computerhardware, die Formen der Zusammenarbeit verschiedener MitarbeiterInnengruppen in Banken oder Anforderungen der Simulationssoftware wirkten bei der Herstellung numerischer Vorhersagen durch Simulation auf vielschichtige Weise zusammen. Dieses Zusammenwirken wird aus Perspektive der *Science and Technology Studies* als emergentes Phänomen aufgefasst, das sich nicht auf rein technische oder soziale Aspekte reduzieren lässt, sondern durch die Wechselwirkung der beteiligten Instanzen und ihrer jeweiligen Beiträge entsteht.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Welche Anregungen entwickelt unser Band für die Modellierung von Entscheidungen in agentenbasierten Modellen und in Mikrosimulationsmodellen? Welche Perspektiven eröffnen die Philosophie und die Soziologie der Entscheidungsmodellierung und -simulation?

3.1 Die Modellierung von Entscheidungen in agentenbasierten Modellen und in Mikrosimulationsmodellen

Insgesamt stellt die Entscheidungsmodellierung in der Soziologie und Politikwissenschaft ein sehr umfangreiches Gebiet formaler Modellbildung und Simulation dar (die der vorliegende Band nur exemplarisch wiederspiegeln kann). Dabei werden in agentenbasierten Modellen und in Mikrosimulationsmodellen unterschiedliche Ansätze verfolgt. In agentenbasierten Modellen wird die Theorie rationalen Handelns, die von Wahlhandlungen ausgeht, welche Entscheidungen zwischen Handlungsalternativen erfordern, präferiert – hierzu liegen zahlreiche Formalisierungsansätze vor. Agentenbasierte Modelle nutzen auch immer wieder Modelle der statistischen Physik, die Übergangswahrscheinlichkeiten enthalten, die sich zur Entscheidungsmodellierung eignen – jedoch nicht im sozialwissenschaftlichen Sinne theoriebasiert sind. Der Ansatz, Entscheidungen als Übergangswahrscheinlichkeiten zu modellieren, findet sich jedoch vor allem in Mikrosimulationsmodellen. Entscheidungen werden dabei als die Wahrscheinlichkeit des Übergangs eines Individuums aus einem ersten Zustand (z. B. ledig) in einen zweiten Zustand (z. B. verheiratet) betrachtet. Solche Wahrscheinlichkeiten lassen sich aus empirischen Daten vergleichsweise leicht bestimmen. Sie repräsentieren in Mikrosimulationsmodellen die Entscheidungen von Individuen und erfordern nicht zwingend eine sozialwissenschaftliche Theoriebasis im Sinne einer Theorie sozialen Handelns. Jede der beiden in den Sozialwissenschaften am weitesten verbreiteten Simulationsansätze weist daher einen eigenen Zugang zur Modellierung von Entscheidungen auf (diese Unterschiede zeigen sich am deutlichsten im Beitrag von Zinn, in dem Mikrosimulationsmodelle um eine agentenbasiertes Modellkomponente erweitert werden; zur Vertiefung und Ergänzung lassen sich der Beitrag von Grow und das längere Fallbeispiel einer Mikrosimulation bei Hannappel, Kap. 3.3.3, lesen).

Für agentenbasierte Simulationsmodelle stellt sich insbesondere die Frage, wie man aus mehreren a priori plausiblen Theorien spezifische Ansätze auswählt und diese in einem Modell verbindet. Der für die Sozialwissenschaften typische

Theorienpluralismus gilt auch für das soziale Phänomen des Entscheidens. Bei der Auswahl der Theorieansätze ist darauf zu achten, dass sie kommensurabel im Sinne Kuhns sind und zu einem in sich konsistenten Gesamtmodell führen. Bei Mikrosimulationsmodellen mit integrierter agentenbasierter Modellkomponente differieren die Grundlagen der Entscheidungsmodellierung so sehr, dass das Gesamtmodell keine theoretisch konsistente Erklärung für das Phänomen des Entscheidens und seine Anwendung auf einen besonderen Fall von Entscheidungen liefern kann. Empirisch bestimmte Übergangswahrscheinlichkeiten können auch auf habituellem, affektuellen oder wertrationalem Handeln beruhen (wenn man sich, *nur* um für diese Argumentation nicht zu weit ausholen zu müssen, auf die Idealtypen sozialen Handelns nach Max Weber beschränkt) – sie sind theoretisch unbestimmt. Mithin lassen sie sich nicht kohärent mit gängigen Entscheidungsmodellierungen auf der Basis der Theorie rationalen Handelns verbinden.

Insbesondere Mikrosimulationen, so die Anregung dieser Erörterung, könnten von einer soziologischen Bestimmung ihres Entscheidungsbegriffs neue Impulse erfahren. Dabei ist eine lange Begriffsgeschichte zu berücksichtigen. Offensichtlich setzen auch Mikrosimulationsmodelle einen Entscheidungsbegriff voraus – bisher eher implizit als explizit. Dieser sollte expliziert werden, um ihn der Kritik aussetzen und auf dieser Grundlage weiter entwickeln zu können und um theoretische Fragen, die die Integration von agentenbasierten Modellen und Mikrosimulationen aufwerfen, klären zu können.

3.2 Philosophische Fragen an die Entscheidungsmodellierung und -simulation

Die Philosophie der Simulation regt dazu an, über den Gegenstandsbereich sozialwissenschaftlicher Entscheidungsmodellierungen, über die Grundlagen, Eigenschaften und Grenzen dieser Modellierungen wie auch über die Erkenntnisansprüche auf diesen Modellen beruhender Simulationsstudien zu reflektieren.

Die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Unterschiede in den Entscheidungskonzepten agentenbasierter Simulationen bzw. der Mikrosimulationsmodelle legen nahe, dass sich auch der Umfang und die Art der Idealisierungen sowie die Vereinfachungen (im Sinne des Verzichts auf die Berücksichtigung möglicher erklärender Faktoren) deutlich voneinander unterscheiden. Auch wenn es sich in beiden Fällen um *toy models* handelt, die entwickelt werden, sollten die genannten Unterschiede sichtbar gemacht werden, um eine sich aus sozialwissenschaftlichen Phänomenen und Modellierungen ableitende weitere Klassifikation von *toy models* zu ermöglichen. Wenn tatsächlich alle in der Soziologie entwickelten formalisierten

Modelle *toy models* sein sollten, erscheint es umso dringlicher, sie weiter differenzieren zu können. Dies wäre ein erster Schritt, der es ermöglicht, Eigenschaften und Grenzen sozialwissenschaftlicher Entscheidungsmodellierungen, wie auch die damit verbundenen Erkenntnisansprüche systematisch zu beschreiben und zu verstehen.

Eine der aus philosophischer Perspektive möglicherweise bedeutsamsten Einschränkungen ist, dass die Modellierung von Entscheidungen selten deren intrinsisch normative Dimension betrachtet. Entscheidungen sind *begrifflich* auf Begründungen bezogen. Damit ist nicht gemeint, dass jede Entscheidung faktisch immer begründet wird oder werden müsste, noch, dass es faktisch jeweils leicht fiele, eine Begründung anzugeben; auch nicht, dass diese mit dem wahren Motiv zusammenfiele. Der philosophische Punkt ist: Wir können etwas dann und nur dann als eine Entscheidung verstehen, wenn wir prinzipiell nach Gründen (für die Entscheidungen) fragen können. Diese Gründe können dabei zwischen motivationalen, normativen und erklärenden variieren. In den spieltheoretischen Ansätzen wird diese Normativität von Entscheidungen in der Regel ausgeklammert, indem sie in die Annahme, es handele sich um rationale Akteure, ‚eingebaut‘ wird. In den Übergangswahrscheinlichkeiten von Mikrosimulationsmodellen findet sie keinerlei Berücksichtigung. Dabei geht es in der Berücksichtigung der normativen Dimension von Entscheidungen nicht darum, eine Ethik in den Simulationsmodellen zu implementieren. Dies wäre ein großes Missverständnis. Vielmehr geht es darum zu prüfen, inwiefern eine wesentliche Dimension von Entscheidungen in Modellen berücksichtigt werden kann. Am Beispiel der Vertrauensmodelle lässt sich sehen, wie deren kognitive Reduktion Validitätsfragen aufwirft.

Insgesamt werden in den Sozialwissenschaften eine bemerkenswerte Vielfalt an Arten von Erklärungen genutzt, insbesondere historische Erklärungen, funktionale Erklärungen, evolutionäre Erklärungen, mechanistische Erklärungen, statistische Makro-Erklärungen wie auch dichte Beschreibungen (die ipso facto hermeneutische Erklärungen darstellen; Lohse und Greve 2017). Inwiefern es kausale Erklärungen geben kann, wird kontrovers diskutiert. In jüngerer Zeit wird insbesondere der mechanistische Erklärungsansatz (Hedström und Ylikoski 2010) mit agentenbasierten Simulationen und Erwartungen an deren Erklärungskraft verbunden. Folgt man dieser Typisierung von Erklärungen, dann scheinen Mikrosimulationsmodelle eine bisher nicht beschriebene Art von statistischer Mikro-Erklärung zu liefern. In der soziologischen Forschungspraxis gibt es vielfach Mischformen der oben genannten Erklärungsweisen. Um die explanatorische Strategie besser zu verstehen, die agentenbasierten Simulationsmodellen bzw. Mikrosimulationsmodellen zugrunde liegen, sollten beide in detaillierten Analysen herausgearbeitet werden. Dies wäre ein zweiter Schritt, der es ermöglicht, Eigenschaften und Grenzen sozial-

wissenschaftlicher Entscheidungsmodellierungen, wie auch die damit verbundenen Erkenntnisansprüche systematisch zu beschreiben und besser zu verstehen.

3.3 Soziologische Überlegungen zur Entscheidungsmodellierung und -simulation

Im Kontext von sozialwissenschaftlichen Entscheidungsmodellierungen regt die Soziologie der Simulation dazu an, über die Entscheidungsunterstützung durch Modelle und Simulationen zu reflektieren. (Wie) Verändern Simulationen das Handeln, insbesondere das Entscheiden? Welche Werte bringen Simulationen zum Ausdruck bzw. fließen in sie ein? (Wie) Erzeugen Simulationen Sinn? (Wie) Strukturieren Simulationen Entscheidungssituationen? (Welche) Machtverschiebungen bewirken Simulationen? (Wie) Verändern Simulationen die Gesellschaft? Und (wie) verändern sich Simulationen, die für bestimmte politische oder gesellschaftliche Entscheidungszwecke entwickelt werden? Die Anpassung scheint ja in beiderlei Hinsicht zu erfolgen. Diese Fragestellungen können aus technik- und wissenssoziologischer, aus wissenschaftssoziologischer, sowie aus kultursoziologischer und politisch-soziologischer Perspektive beantwortet werden. Als Fragestellungen einer kritischen Soziologie der Simulation seien an dieser Stelle genannt: Welcher Begriff von Gesellschaft liegt sozialwissenschaftlichen (und anderen) Simulationen zugrunde? Was bedeutet der Gebrauch von Simulationen für das soziologische Forschen? Welche gesellschaftlichen Bedarfe für Simulationen lassen sich erkennen? Z. B. könnten Simulationen Tierversuche ersetzen.

Computersimulationen als alleinigen Untersuchungsgegenstand zu wählen, scheint dabei mit der Gefahr verbunden zu sein, immer wieder darauf verengt und damit wenig zufriedenstellende Analysen vorzulegen. Wünschenswert scheint es stattdessen Vergleichskategorien für die jeweilige Fragestellung zu bestimmen. Beispielsweise lassen sich Computersimulationen aus methodisch-technischer Perspektive mit statistischen Methoden (Camargo 2009; Diaz-Bone und Didier 2016), mit Methoden der künstlichen Intelligenz, mit Experimenten oder mit Gedankenexperimenten vergleichen. Aus medienwissenschaftlicher Perspektive liegt ein Vergleich mit Visualisierungen (Krase 2007, Kennedy et al. 2016) und Animationen nahe. Aus wissenschaftsphilosophischer Perspektive eignen sich Modelle, Theorien, Utopien, schließlich sogar der Roman und soziale Simulationen (Planspiele) als Vergleichskategorien. Wir möchten dazu ermutigen, solche vergleichenden Studien durchzuführen. Beispielsweise lässt sich für die obige Frage, wie Simulationen unser Entscheidungshandeln ändern, ein Vergleich zu statistischen

Modellen ziehen, etwa wenn in Unternehmen vor der Nutzung von Simulationsmodellen statistische Modelle zur Anwendung kamen.

Techniksoziologische wie politisch-soziologische Analysen der Entscheidungsunterstützung heben hervor, dass Modelle und Simulationen keine selbstevidenten Vorhersagen erzeugen, sondern ihre Wirkungskraft erst in Kombination mit anderen Formen des Zukunftswissens entwickeln. Es ist zu vermuten, dass sich dieser Befund wenig von solchen zu anderen Methoden der Entscheidungsunterstützung unterscheidet, beispielsweise zu statistischen Modellierungen. Man würde daher gerne wissen, wann welche Methode einen Unterschied in der Wirkungskraft zur Folge hat. So könnten soziale Simulationen (Planspiele) unter bestimmten Bedingungen – etwa der Identität der PlanspielerInnen mit den von einer Entscheidung betroffenen – einen solchen entscheidenden Unterschied bewirken. Oder die partizipative Modellierung könnte andere Szenarien hervorbringen, die bessere Vorhersagen generieren könnten. Die Machtasymmetrie zwischen ModellentwicklerInnen und EntscheiderInnen zwingt letztere nicht zu durch das Modell bestimmten Entscheidungen. So können politische EntscheidungsträgerInnen in der Regel mit Recht darauf verweisen, dass die Modelle die politische Handlungslogik nicht berücksichtigen, im Rahmen derer eben diese Entscheidungsträger in der Regel immer auch mit-entscheiden. Dies ist eine der typischen Idealisierungen bzw. Vereinfachungen, die in den allermeisten Modellierungen und Simulationen vorgenommen wird. Ohne diese Idealisierungen und Vereinfachungen werden Vorhersagen technisch noch schwieriger. Entscheiderinnen und Entscheider können sich auf diese falschen Annahmen der Modelle berufen, wenn sie von der vorhergesagten Entscheidung abweichen. Hier schließt sich ein Kreis, der zur Entscheidungsmodellierung zurückführt. Letztendlich lässt er die Frage als zentral erkennen, was als Entscheidungsmodell im weiteren Sinne und was als Entscheidungsmodell im engeren Sinne verstanden und entsprechend modelliert wird. Als Entscheidungsmodell im engeren Sinne sei hier das formalisierte Modell verstanden, das notwendigerweise auch auf Idealisierungen bzw. Vereinfachungen beruht. Das Entscheidungsmodell im weiteren Sinne schließt nicht nur das formalisierte Modell ein, sondern auch all das heterogene Expertenwissen, das jenseits der formalen Modellierung von den Entscheidern in der Entscheidungssituation herangezogen werden kann, sowie die damit verbundenen Aushandlungsprozesse auf Seiten der Entscheider. Die Grenze zwischen beiden Entscheidungsmodellen vorab zweckmäßig auszuloten erweist sich mithin als vorrangige Aufgabe für jede formale Modellierung, und sie muss für agentenbasierte Simulationen und Mikrosimulationsmodelle an unterschiedlicher Stelle gezogen werden.

Literatur

- Camargo, A. de P. R. 2009. Sociology of Statistics. Possibilities of a New Field of Investigation. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* 16 (4).
- Diaz-Bone, R., und E. Didier. 2016. The Sociology of Quantification. Perspectives on an Emerging Field in the Social Sciences. *Historical Social Research* 41 (2), 7–26.
- Hedström, P. 2005. *Dissecting the Social. On the Principles of Analytical Sociology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hedström, P. und P. Ylikoski. 2010. Causal Mechanisms in the social sciences. *Annual Reviews of Sociology* 36: 49–67.
- Kennedy, H., R. L. Hill, G. Aiello, et al. 2016. The Work That Visualisation Conventions Do. *Information, Communication and Society* 19 (6): 715–735.
- Krase, J. 2007. Visualisation du Changement Urbain. *Sociétés* 95 (1): 65–87.
- Lohse, S. und J. Greve. 2017. Philosophie der Soziologie. In *Grundriss Wissenschaftsphilosophie: Die Philosophien der Einzelwissenschaften*. Hrsg. S. Lohse, T. Reydon, 543–582. Hamburg: Meiner.
- Schubert, C. 2014. Zukunft sui generis? Computersimulationen als Instrumente gesellschaftlicher Selbstfortschreibung. In *Die Ordnung des Kontingenten. Beiträge zur zahlenmäßigen Selbstbeschreibung der modernen Gesellschaft*. Hrsg. Cevolini, A., 209–232. Wiesbaden, VS Verlag.
- Schubert, C. 2015. Situating technological and societal futures. Pragmatist engagements with computer simulations and social dynamics. *Technology in Society* 40: 4–13.
- Sundberg, M. 2010. Cultures of Simulations vs. Cultures of Calculations? The Development of Simulation Practices in Meteorology and Astrophysics. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41: 273–281.
- Sundberg, M. 2012. Creating Convincing Simulations in Astrophysics. *Science, Technology, & Human Values* 37: 64–87.

I
**Abteilung
„Sozialwissenschaftliche Simulationen“**



Modellierung und Simulation von Entscheidungsprozessen im Rahmen szenariobasierter Vorhersagen

Sabine Zinn

Abstract

Dieses Kapitel beschreibt eine neuartige Methode zur Konstruktion von dynamischen (Mikro-)Simulationsmodellen, die nicht nur auf rein statistischen Modellen wie z. B. Regressionen beruhen, sondern diese um ein Modell erweitern, das auch die Abbildung von Verhaltens- und Entscheidungsprozessen oder generell von unbeobachteten Prozessen erlaubt. Zu diesem Zweck ist es notwendig, dass für die anvisierte Fragestellung geeignete soziologische und/oder psychologische Theorien identifiziert und formalisiert werden. Die formalisierte Theorie muss dann in Form eines theoriegeleiteten Modells so aufbereitet werden, dass sie sich in ein Mikrosimulationsmodell einbinden lässt. Um die Güte des so konstruierten Simulationsmodelles zu bemessen sind Sensitivitätsanalysen und Validierungsmaßnahmen vonnöten. Zu diesem Zweck empfiehlt sich u. a. die Nutzung eines statistischen Metamodells (z. B. eines statistischen Emulators), das das Simulationsmodell unter Beibehaltung der zugrundeliegenden Korrelationsstruktur der Modellvariablen und -parameter vereinfacht darstellt. In diesem Kapitel werden zwei Beispiele für die Umsetzung der Methode gegeben: ein Heiratsmarktmodell für die Verknüpfung von Individuen zu Paaren und ein Migrationsmodell, um die Rolle sozialer Netzwerke und nicht beobachtbarer Entscheidungsprozesse zu erfassen. Generell eignet sich die neue Methode hervorragend für szenariobasierte Vorhersagen, da durch die Verbindung von empirischen und theoretischen Größen es einerseits möglich wird, beobachtete Trends fortzuschreiben, und andererseits Kontextveränderungen zu modellieren.

Schlüsselbegriffe

Mikrosimulation, Entscheidungs- und Verhaltensprozesse, statistischer Emulator, Sensitivitätsanalyse, szenariobasierte Vorhersage

Einleitung

Ein typisches Anwendungsfeld von Simulationen in den Sozialwissenschaften ist die Bevölkerungsvorhersage unter der Annahme verschiedener Szenarien. Für valide Ergebnisse ist es hierbei unabdingbar, gesellschaftliche und demografische Prozesse adäquat abzubilden. Dies wird durch die Betrachtung individuen-spezifischer Prozesse bzw. Lebensverläufe und deren Veränderung über die Zeit ermöglicht. Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass verschiedene Lebensbereiche wie zum Beispiel das Erwerbsleben und die Fertilitätsgeschichte stark miteinander verflochten sind. Idealerweise liegen der Spezifizierung entsprechender Modelle aussagekräftige statistische Modelle zugrunde (Alho und Spencer 2006). Bezüglich relevanter Entscheidungsprozesse sind Daten in der erforderlichen Komplexität aber oft nicht verfügbar, oder gar in ihrer Gänze beobachtbar (O'Brien 2006). Beispiele hierfür sind Bildungs-, Migrations-, Fertilitäts- und Berufsentscheidungen sowie das Verhalten bei der Partnerwahl. Somit können entsprechende statistische Modelle nicht ausreichend bestückt und demzufolge nicht erfolgreich geschätzt werden. Mit anderen Worten fehlt hier eine angemessene Datenbasis für die Spezifizierung von Prozessen, die bei der Bevölkerungsentwicklung eine Rolle spielen. Zudem gilt es zu beachten, dass statistische Modelle gesellschaftlicher und demografischer Prozesse schwerlich Kontextveränderungen wie z. B. eine Flüchtlingskrise oder veränderte Politiken voraussagen können (Greene 2012). Diesbezüglich bietet dieser Beitrag einen Lösungsansatz. Ich schlage vor in einem ersten Schritt ein Mikrosimulationsmodell für relevante Ereignisse und Verläufe auf Individualebene zu definieren. Diese umfassen üblicherweise die Bereiche Fertilität, Nuptialität, Bildung, Migration und Mortalität. Dabei eingebundene Entscheidungs- und Verhaltensprozesse (wie z. B. die Partnerwahl), die nicht durch statistische Modellierung beschrieben werden können, werden in einem zweiten Schritt mittels einer geeigneten theoriegeleiteten formalen Modellkomponente erfasst. Das erfordert die Transformation eines passenden theoretischen soziologischen oder psychologischen Modells, das den zu untersuchenden, nicht (vollständig) beobachteten Prozess gut beschreibt, in ein formales mathematisches Prozessmodell. Eingebettet in das Mikrosimulationsmodell lässt sich ein