

Zeitschrift: Wechselwirkung : Technik Naturwissenschaft Gesellschaft
Herausgeber: Wechselwirkung
Band: 4 (1982)
Heft: 15

Artikel: Zur Kritik mathematischer Modelle
Autor: Behrtens, Reinbert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-653250>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

führen, wenn angenommen wird, daß das gemessene Phänomen sich wiederholen kann. Modellieren setzt die Möglichkeit wiederholbarer Experimente mit genau festlegbaren Ausgangswerten der Parameter voraus. Denn das mathematische Modell liefert bei denselben Ausgangswerten immer dieselben Ergebnisse. Auch das raffinierteste Modell ist daher stets ohne geschichtliche Einmaligkeit, also geschichtslos. Dieser Gesichtspunkt ist bei mathematischen Modellen von Maschinen bedeutungslos. Eine Maschine soll ja bei jeder Inbetriebnahme identisch funktionieren. Bei mathematischen Modellen in den Sozialwissenschaften macht aber gerade die Geschichte häufig einen Strich durch die Rechnung.

- Da mathematische Modelle den Charakter der Wiederholbarkeit, Reproduzierbarkeit, Voraussagbarkeit haben, ist in ihnen die Möglichkeit angelegt, die modellierten Abläufe zu automatisieren. Hier können wieder „Kanone und Tomate“ als Beispiel dienen. (Die hieran anschließenden Probleme von Automation, Taylorisierung von Kopfarbeit usw. sind schon in anderen WW-Artikeln angesprochen worden.)
- Viele Modelle müssen ohne Experimente aufgestellt werden, da Experimente zu lange dauern würden, zu teuer wären oder an ein und derselben Stelle nie wiederholt werden könnten. In diese Kategorie fallen AKW-Modelle, Modelle der Auswirkungen von Katastrophen, Modelle von noch nicht produzierten, prinzipiell neuen (Groß-)technologien. Alle diese Modelle sind prinzipiell fragwürdig.

Reinbert Behrtens

Zur Kritik mathematischer Modelle



Mathematische Modelle werden in der ökonomischen, politischen und militärischen Planung benutzt. Sie spielen ihre Rolle in den Naturwissenschaften, in der Technik und in der Medizin. Sie sind nicht nur ein Werkzeug, sie sind auch ein Herrschaftsinstrument. Gerade weil die Unzugänglichkeit und vorgegebene Objektivität der Mathematik dieses Instrument gegen

Kritik abschirmt, ist es wichtig, Konzeptionen zur Einschätzung der Funktion und Angemessenheit mathematischer Modelle zu entwickeln. Wir wollen an dieser Stelle einige Hinweise geben.

Man kann die Kritik auf drei verschiedenen Ebenen ansetzen. Die allgemeinste wäre die Ablehnung mathematischer Rationalität überhaupt. Mathematik, so lautet in etwa das Argument, ist eindimensionales Denken, ein Mittel für Herrschaft und Manipulation, entsprungen der Logik des Warentausches und der kapitalistischen Gesellschaft. Man kann dieses Argument historisch und philosophisch ausarbeiten; dazu haben Max Weber, Lukacs und Sohn-Rethel Ansätze geliefert.

Wichtiger in unserem Zusammenhang ist die Frage, auf welche Weise denn Herrschaftsinteressen in die Mathematisierung eingehen und welches die Interessen in Einzelfällen sind. Dies wäre die zweite Ebene der Kritik. Ein mathematisches Modell bildet ein Stück Wirklichkeit in mathematischen Begriffen ab. Innerhalb der Mathematik kann gerechnet oder geschlußfolgert werden, die Ergebnisse werden dann wieder in die Wirklichkeit bzw. in eine umgangssprachliche Formulierung übertragen. Natürlich gibt es keine direkte Beziehung zwischen Mathematik und „Wirklichkeit“, das, was abgebildet wird, ist immer schon vorstrukturiert. Die erste Frage nach den dahinterliegenden Interessen braucht sich um die Mathematik gar nicht zu kümmern: In der Vorstrukturierung oder in der Anwendung sind sie schon sichtbar. Wenn z.B. der zeitliche Einsatz und die Routen der Milchwagen einer Großmolkerei optimiert werden sollen, dann sind die ökonomischen Ziele in der Vorstrukturierung schon klar. Die Orte der Lieferanten, der Abnehmer und der Molkerei, die Verkehrswege, das Fassungsvermögen der Tanks müssen einbezogen werden, nicht jedoch der Wohnort des Milchwagenfahrers, der sonst immer zum Tee bei seiner Frau haltgemacht hat. Oder wenn ein Ministerium drei statistische Studien zum gleichen Thema bestellt, zwei davon unter Verschuß hält und die dritte veröffentlicht, dann zeigt die Verwendung deutlich genug, wo die Interessen hier liegen.

Näher an die Mathematik des Modells kommt eine zweite Frage. Jedes mathematische Modell idealisiert die (vorstrukturierte) Wirklichkeit. Wir müssen fragen, was bei der Idealisierung herausfällt. Nehmen wir an, der Milchwagenfahrplan sei Teil eines Programms zur Verbindung von Humanisierung und Rationalisierung. Dann wäre bei der Vorstrukturierung genau zu prüfen, was als „Humanvariable“ ins Modell genommen wird und was nicht. Beim Bau des Modells kommen aber weitere Idealisationen hinzu. Es ist zum Beispiel naheliegend, daß das Problem einer optimalen Streckenführung und eines optimalen Fahr- und Lieferplans zugleich behandelt werden. Dann ist die Streckenführung abhängig vom Weg und von der Zeit. Die als „Humanfaktor“ eingebaute Teepause muß dann zeitlich festgelegt werden. Daß der Fahrer mal das Bedürfnis hat, etwas länger mit seiner Frau zu reden, weil er sich vielleicht am Vorabend mit ihr gestritten hat, kann nicht berücksichtigt werden. Das mathematische Modell müßte mit variablen Zeiten arbeiten, die Mathematik würde zu kompliziert. Dann kommt die Frage, ob Idealisationen bei der Anwendung des Modells wieder korrigiert werden können. Unser Milchwagenfahrer hat jetzt zwar seine Teepause, aber die optimale Streckenführung hat alle Abkürzungen berücksichtigt, mit denen er hätte Zeit schinden können, er muß den Tee nach Fahrplan trinken.

Unser Beispiel zeigt einen Aspekt, den wir noch nicht berücksichtigt haben. Das mathematische Modell wird in die Wirklichkeit übertragen, es strukturiert, wenn angewandt, die Wirklichkeit. Das bedeutet immer eine Normierung. Wenn Schrauben genormt sind und Fahrpläne tatsächlich eingehal-

ten werden, dann ist das sehr praktisch. Wenn die Gehgeschwindigkeit von der Bushaltestelle zur U-Bahn normiert ist, weil der Fahrplan das berücksichtigt, dann ist das zwar praktisch, aber nicht mehr so ganz angenehm. Die Normierung kleinster Handgriffe in einem Produktionsablauf schließlich ist für den Arbeiter nur noch beschissen. Man muß also bei der Bewertung fragen, was normiert wird, und auch, was möglicherweise als Folgerung von der Norm mitbetroffen ist.

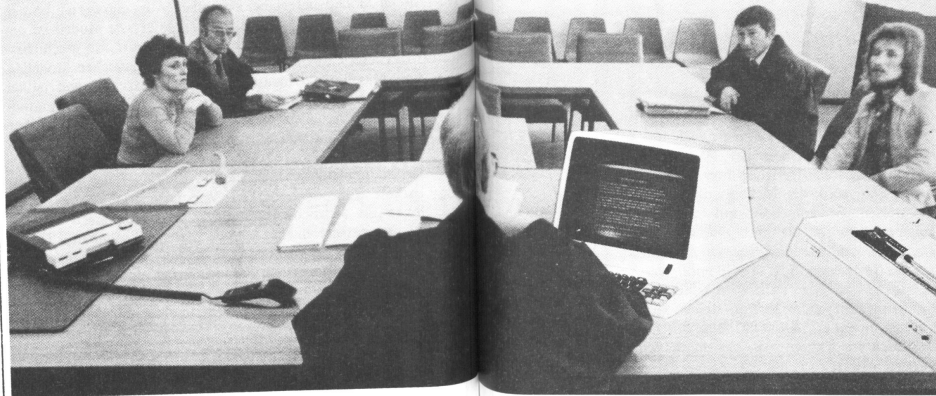
Übrigens muß es durchaus nicht so sein, daß mehr Mathematik automatisch mehr Normierung bedeutet. Unsere Mathematik versagt schon bei sehr einfachen technischen oder organisatorischen Problemen. Das bedeutet, daß immer sehr viel experimentiert werden muß und daß Berechnungen mehr nach Faustregeln als nach exakter Theorie angestellt werden. Es kann aber auch bedeuten, daß die Probleme so gestellt werden, daß sie lösbar sind, wie im Milchwagenbeispiel. Mehr Mathematik könnte hier heißen, das Modell variabler zu halten und trotzdem zu optimieren. Das allerdings ist wieder eine Frage der Interessen und ihrer Durchsetzung.

Eine dritte Ebene der Kritik wäre eine wissenschaftstheoretische. Ein Modell ist nicht „wahr“ oder „falsch“. Es kann gut oder schlecht sein, einfach oder kompliziert, ästhetisch oder häßlich, nützlich oder nutzlos. Wie kann man Qualitätskriterien ableiten? Eine wichtige Unterscheidung ist von einer Arbeitsgruppe der Universität Roskilde gemacht worden. Ein Modell kann „theoretisch“, „grau“ oder „ad hoc“ sein. In aller Regel gibt es für ein Phänomen mehrere mathematische Modelle, die Auswahl des „besten“ Modells ist der Phänomenbereich, um den es geht. Zu dem Bereich gibt es sozusagen ein „Modelluniversum“. Zur Berechnung einer Satellitenbahn etwa gehört das Modelluniversum „klassische Mechanik“, zur Bestimmung der optimalen „Erntezeit“ in einer Fischzuchtanlage das Universum „Populationsdynamik“. Die Gleichung für die Satellitenbahn ist theoretisch abgesichert, bei der klassischen Mechanik weiß man, was man hat. Wenn sich herausstellt, daß die Bahn nicht stabil ist, wird man einen Fehler in der Rechnung oder in der Technik suchen, aber kaum das Modell, die Mechanik, in Zweifel ziehen. Die Gleichung für den Lebenszyklus der Fische aber ist „ad hoc“, sie ist zwar an Beobachtungen modelliert, aber sie ist nicht wirklich theoretisch abgesichert. Wenn zu viele Fische vor dem errechneten Zeitpunkt sterben, wird man eher das Modell verwerfen und zum alten Erfahrungswert zurückkehren, als fieberhaft nach dem technischen Fehler suchen. „Grau“ sind dann solche Modelle, die theoretische Zusammenhänge mit ad-hoc-Annahmen mischen, wie es bei vielen technischen Problemen der Fall ist.

Die Glaubwürdigkeit eines mathematischen Modells läßt sich also nach seiner theoretischen Einbettung bewerten. Dazu muß man allerdings etwas über den Stand der Theorie wissen. Nicht das einzelne mathematische Modell ist in dieser Hinsicht zu beurteilen, sondern sein größerer wissenschaftlicher Hintergrund. Qualität und Glaubwürdigkeit von ad-hoc-Modellen schließlich müssen an der empirischen Begründung gemessen werden. Modelle setzen letztlich immer Beobachtungen und Experimente voraus; auch die Verwirklichung der Konsequenzen eines Modells ist ein Experiment. Die Modellierung des Lebenszyklus im Fischteich wird gut daran tun, sich möglichst an den spezifischen Bedingungen und den Erfahrungswerten vergleichbarer Anlagen zu orientieren, je allgemeiner sie daher kommt, um so größer das Risiko. Am wenigsten glaubwürdig sind schließlich Modelle ohne empirische Basis. Die Risikostudien für Atomkraftwerke sind in der Regel von dieser Art. Man kann sie glauben oder nicht, theoretisch abgesichert sind sie in keinem Fall, es sei denn, es dreht sich um nicht mehr als um ein einzelnes Ventil.

Gerd Voogd

Mathematisierung des Rechts



Computerrecht

Das Publikum im Gerichtssaal des Landesgerichts wurde schlagartig aufmerksamer, als Richter Herbert Bitnikowski zur Verlesung des A-Urteils kam, das er soeben dem Schnelldrucker unter dem Richterisch entnommen hatte.

Es ging in diesem Rechtsstreit um die Erbschaftsangelegenheit des Datenhändlers Popp, der zwar neben einem beträchtlichen Vermögen noch drei Kinder und eine frustrierte Ehefrau, aber kein Testament hinterlassen hatte.

Eigentlich hätte dieser Erbstreit kein so großes öffentliches Interesse erregen müssen, denn die gesetzliche Erbfolge, die eintritt, wenn der Erblasser kein Testament gemacht hat, war schon seit 2012 automatisiert. Doch hier wurde ein Sonderfall entschieden.

Vera Popp hatte gegen ihre Tochter Karin geklagt und sich dabei auf die Zeugenaussage ihres Sohnes Alfred gestützt. Aber Alfred hatte auf sein Erbe verzichtet.

Bei der Automatisierung der entsprechenden Paragraphen des Bürgerlichen Gesetzbuches war seinerzeit immer noch die Einschränkung notwendig gewesen, daß Personen, die die Annahme ihres Erbteils verweigern, vom Programm zur Regelung der Gesetzlichen Erbfolge wie verstorbene Personen behandelt werden.

Die Formalisierung von rechtlichen Regelungen hatte zwar einen großen Aufschwung genommen, in schwierigen Angelegenheiten mußten aber immer wieder Präzedenzfälle gesprochen werden. Seit der Schaffung des Automatisierten Bürgerlichen Gesetzbuches hatte es immer wieder Fälle gegeben, in deren Verlauf Veränderungen der §-Programme, die den vollen formalisierten Wortlaut des Gesetzesparagraphen sowie das entsprechende Computerprogramm enthielten, notwendig wurden. Allzu häufig eckten die idealisierten A-Gesetze an der Wirklichkeit an.

Informationskrise des Rechts

Gegenwärtig plädieren maßgebliche Rechtstheoretiker für ein einheitliches Strukturprinzip des Rechts und denken dabei

vor allem an die Formalwissenschaften Mathematik und Informatik als Strukturierungsmittel. Legitimiert werden solche Formalisierungsbestrebungen, indem z.B. eine „Informationskrise des Rechts“ heraufbeschworen wird.

Neuerdings hat sich im Schnittpunkt von Rechts- und Formalwissenschaften eine neue Wissenschaftsdisziplin, die Rechtsinformatik, etabliert. Die Mathematisierung von Rechtsnormen (Oberbegriff für Gesetze, Verordnungen usw.), juristische Informationssysteme und die Algorithmenisierung juristischer Entscheidungen zählen ebenso wie der Datenschutz zu den Gegenstandsbereichen der Rechtsinformatik, die als bislang „letzte Stufe eines langen Prozesses des Einflusses formalwissenschaftlichen Denkens im Recht“ (Reisinger, Rechtsinformatik, Berlin 1977, 19) bezeichnet wird.

Tabula Instrumentalis

Die Vorstellung von einem einheitlichen, quasimathematischen Rechtsgebäude läßt sich bis in das Mittelalter zurückverfolgen. Raimundus Lulius erachtete das Vorhandensein allgemeiner Prinzipien sowie einer Ableitungsmethode vom Allgemeinen zum Besonderen als Vorbedingung jeder Wissenschaft. Mit einer von ihm entworfenen Tabula Instrumentalis wollte er in der Rechtslehre „mathematische Gewißheit“ erreichen.

Im Jahre 1667 übergibt der gerade promovierte Gelehrte Gottfried Wilhelm Leibniz dem Mainzer Kurfürsten seine Vorschläge zur Verbesserung der Rechtslehre durch deren logische Ableitung aus grundlegenden Prinzipien. Er bezeichnet darin Definitionen und Axiome als Elemente der Rechtslehre und propagiert eine gesonderte Sprache mit juristischen Definitionen. Der rationale Beweis nimmt für Leibniz eine besondere Stellung ein, er wird als Kette von Definitionen und Sätzen bezeichnet.

Leibniz wollte das Rechtssystem durch die Kombination juristischer Elementarbegriffe entwickeln. Er plädierte für eine Zeichensprache, die ein quasi-mathematisches Umgehen mit Rechtsbegriffen zuließ. Juristische „Gleichungen“ sollten den Meinungsstreit durch die exakte Berechnung ersetzen.

Mathematische Widerspruchsfreiheit und gesellschaftlicher Konflikt

Die Beispiele aus der Rechtsgeschichte deuten auf den Einfluß mathematischer Denkweise im Recht hin. Für Negt/Kluge tendiert die „gesamte abendländische Tradition auf Konsensus: „Widerspruch wird immer als etwas Negatives, Behinderndes angesehen, was möglichst schnell zu bereinigen ist.“ (Geschichte und Eigensinn, 492.) In der Mathematik findet sich dieses Denken als Grundlage der Wissenschaft wieder. Mathematische Theorien sollen widerspruchsfrei sein.

Das Recht aber – Ausdruck der ökonomischen Verhältnisse und stabilisierende Ideologie unserer Gesellschaft – hat sich wesentlich mit Konflikten auseinanderzusetzen. So sind Strafrecht oder Arbeitsrecht Beispiele staatlicher Regelungsversuche individueller und kollektiver Widersprüche.

Muß sich das Recht mit Verstößen gegen die staatliche Ordnung oder mit der „Regelung“ von Interessengegensätzen befassen, so wünschen sich einige Rechtstheoretiker wenigstens eine ordentliche Form des Rechts. Diese soll durch die Verwendung mathematischer, informatischer und systemtheoretischer Methoden erreicht werden.

Globale Mathematisierungskonzepte

Fohmann untersucht den Wert der mathematischen Theorie der Ordnungen für die Formalisierung des Rechts (Datenverarbeitung im Recht, Bd. 8, 1979, 297 f.). Beispielfhaft skizziert er die Aufgabenbeschreibung eines Rechtsanwenders als die Herstellung von vollständiger Ordnung im mathematischen Sinne. Dazu unterscheidet er bei der Liste zu prüfender Fragen in der Behandlung eines Rechtsfalles prozessuale, logische und praktische Vorrangregeln. Aufgabe des Rechtsanwenders sei es, die in einem konkreten Rechtsfall aufgestellten Vorrangbeziehungen in „eine vollständige Rangordnung einzubetten“ (335).

Sollte also einem Richter vor lauter Regeln der Kopf rauchen, die mathematische Ordnungstheorie hilft weiter.

Die unterschiedliche Rangordnung einzelner Elemente der Rechtsordnung (Bundesverfassung, Bundesgesetze, Bundesrechtsverordnungen usw.) motiviert Fohmann zur Definition mehrerer Ordnungsrelationen innerhalb der Menge aller Rechtsnormen, womit er schließlich die bestehende Rechtsordnung als Präordnung im mathematischen Sinn interpretieren kann.

Podlech macht sich die mathematische Theorie der Verbände zunutze, um den gesellschaftlichen Bereich „Kompetenzen und Behörden“ formal zu erfassen. Dazu definiert er einen Kompetenzverband und gelangt sogar – durch schließliche Hinzunahme der Untertanen – zu einer mathematischen Staatsdefinition. Daß Podlech trotz dieses formalen Geniestreichs nicht Generationen von Sozialwissenschaftlern arbeitslos gemacht hat, erkennt er allerdings selbst. (Rechnen und Entscheiden, Berlin 1977, 261.)

Die Berechtigung des formalwissenschaftlichen Denkens im Recht ist umstritten. Die hermeneutische Rechtsauffassung lehnt die Formalisierungsversuche ab und betont die „Sachgerechtigkeit“ in der Einzelfallentscheidung.

Mathematisierung einzelner Rechtsnormen

Im Bürgerlichen Gesetzbuch wird die gesetzliche Erbfolge geregelt. Zimmermann stellte 1973 die Prinzipien der entsprechenden Paragraphen mit Begriffen der Graphentheorie dar