

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

Artikel: Grau : teurer Freund, ist alle Wirklichkeit
Autor: Krause, Ulrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-653260>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

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



Ulrich Krause

teurer Freund, ist alle Wirklichkeit

Im folgenden möchte ich drei Thesen plausibel machen. Erstens: In der Wissenschaft geht es nicht darum, Wirklichkeit zu erkennen, sondern Wirklichkeit zu konstruieren. Zweitens: Bei dieser Konstruktion von Wirklichkeit spielt Mathematik eine wesentliche Rolle. Drittens: Die Mathematisierung diverser Wissenschaften kann als ein Beleg für die ersten beiden Thesen angesehen werden. Hinzufügen würde ich gerne als vierter, daß phantasievolles Konstruieren von Wirklichkeit oft mehr Spaß macht, als Wirklichkeit wahrzunehmen, zu erkennen, auszuloten o.ä. Da aber beim Spaß der Spaß aufhört, will ich darauf nicht eingehen.

Mathematisierung

Es ist nicht zu übersehen, daß mehr und mehr Bereiche, auch solche, von denen man das nie gedacht hätte, in den Strudel mathematischer Methoden geraten sind. So bewahrheitet sich, nicht als Norm, sondern als Faktum, das Wort Kants, wonach jede Wissenschaft nur soviel eigentliche Wissenschaft enthält, als Mathematik in ihr enthalten ist. Mathematisch gefaßt sind nicht nur Physik, Astronomie und Chemie, sondern zunehmend auch Ökonomie, Biologie, Sprachwissenschaft, Jura usw. Ja selbst in solche Bereiche wie Ästhetik oder Moral nisten sich Formeln ein. Nicht nur die von der Mathematisierung betroffene Disziplin zeigt Wirkung, sondern die Mathematik selbst auch, wie das Entstehen solcher mathematischen Bereiche wie Spieltheorie oder Optimierungstheo-

rie, insbesondere lineare Programmierung, zeigt.

Die übliche Vorstellung ist wohl die, daß die Mathematik anderen Disziplinen als ein nützliches Hilfsmittel dient. Das mag in den Anfängen der Mathematisierung auch so gewesen sein und ist es in einigen Fällen auch heute noch. Das heute hervorstechende Kennzeichen der Mathematisierung ist jedoch ein anderes, daß nämlich Mathematik konzeptionell in andere Wissenschaften hineinregiert. Oft hat man den Eindruck, daß Mathematik nicht dient, sondern herrscht. Ich will das an einfachen Beispielen aus Physik und Ökonomie illustrieren. Zum Verständnis des eigentlichen Arguments ist es nicht erforderlich, daß der Leser einen genaueren Sinn mit den mathematischen Termini verbindet.

Von wegen Wirklichkeit

Was ein Elementarteilchen ist, läßt sich ohne Mathematik nicht sagen. Auch wenn es nicht sinnvoll ist zu sagen, Elementarteilchen existierten durch die Mathematik, so ist es doch auch nicht sinnvoll zu sagen, sie existierten unabhängig von der Mathematik. Den eigentlichen Punkt macht vielleicht folgendes Beispiel aus der Physik noch deutlicher. Ein reiner Zustand eines quantenmechanischen Systems wird beschrieben durch einen Punkt in einem sogenannten Hilbertraum – und diese mathematische Struktur wird nicht etwa durch Abstraktion oder Experiment aus der Wirklichkeit gewonnen, sondern aus der Mathematik in die Physik impor-

tiert. Es ist aufschlußreich, daß die Physiker zwar versuchen, im Rahmen der sogenannten axiomatischen Quantenmechanik diese Hilbertraumstruktur zu begründen, daß diese Begründung im Kern jedoch selbst wieder ein mathematisches Unterfangen ist. Im Endeffekt entsteht ein weiteres Stück keineswegs uninteressanter Mathematik.

Ähnliches läßt sich von der Ökonomie, soweit sie Wissenschaft ist, sagen. Selbst eine anscheinend so wirklichkeitsnahe und praktische Sache wie das Volkseinkommen eines Jahres ist durchdränkt von Theorie, in die Mathematik involviert ist. Kann man sagen, das Volkseinkommen existiere unabhängig von der Mathematik, wenn man unabhängig von der Mathematik nicht sagen kann, was das Volkseinkommen ist? Die dominierende Rolle der Mathematik wird recht deutlich bei dem für die Ökonomie zentralen Begriff des ökonomischen Gleichgewichts (zwischen Angebot und Nachfrage). Nicht nur, daß der Begriff einen genauen Sinn nur in einem mathematischen Kontext hat, sondern elementare Eigenschaften wie Stabilität, ja die bloße Existenz eines ökonomischen Gleichgewichts werden zu rein mathematischen Problemen. Da diese Probleme auch innermathematisch interessant sind, nehmen sich Mathematiker der Sache an, und es ist daher nicht selten, daß ein Mathematiker mehr über die Existenz oder Nicht-Existenz von ökonomischen Gleichgewichten weiß als ein Ökonom. Um „Wirklichkeitsnähe“ besorgt, reagieren Ökonomen dann häufig in der Weise, daß sie mathematisch vereinfachende Annahmen machen (wie Reduktion der Anzahl der Sektoren einer Wirtschaft auf zwei, differenzierbare Produktionsformen o.ä.) — Annahmen, die sich eher noch weiter von der Wirklichkeit entfernen und die auf jeden Fall auf mathematischem Boden wachsen und nicht auf dem der Wirklichkeit.

Kurzum: Es ist keinesfalls so, daß zentrale Gegenstände bzw. Tatsachen in Physik oder Ökonomie in der „Wirklichkeit“ und unabhängig von theoretisch-mathematischen Konstruktionen existieren. Sicher, ein Kieselstein existiert unabhängig von mathematischen Konstruktionen und, geschult durch das Betatschen von Kieselsteinen oder Verwandtem, wird man sich zwangsläufig Elementarteilchen als besonders kleine Kieselsteine vorstellen. Ähnlich, wenngleich schwieriger, vielleicht beim Volkseinkommen. Doch diese Vorstellungen tragen zu einem Verständnis der betreffenden Wirklichkeit nichts bei.

Wirklichkeit als Zwangsvorstellung

Jeder Dummkopf beruft sich auf die Wirklichkeit. Keine Diskussion, ohne daß jemand, dem sonst nichts einfällt, den Einfall hat, für sich die Fakten sprechen zu lassen. „Das Meer erzählt so viel von sich“, heißt es in einem deutschen Schlager dieser Tage. Da sind die Fakten, punktum, die harten Fakten, die auf den Tisch müssen. Abgesehen davon, daß dies die Diskussion nicht unbedingt lebendiger macht, handelt es sich bei den harten Fakten häufig um angelesenes Zeug oder die Meldung irgendeines Nachrichtendienstes.

„Praktiker, die sich ganz frei von intellektuellen Einflüssen glaubten, sind gewöhnlich die Sklaven irgendeines verblichenen Ökonomen“, sagt der berühmte Ökonom J.M. Keynes. In der Tat meint das Anrufen der Wirklichkeit auch nicht die Wirklichkeit selbst, sondern nur zitierte Wirklichkeit, also Theorie und gewöhnlich schlechte, da als solche wenig entwickelt. Praktiker, Realisten und andere Leute mit direktem Draht zum Ding an sich, sehen darin selten einen Mangel — Wirklichkeit ist einfach eine Zwangsvorstellung. Und wer die nicht teilt, den trifft schnell das Verdikt, er befindet sich auf der Flucht vor der Wirklichkeit.

Das Postulat einer gegebenen, von theoretischen Konstruktionen unabhängigen Wirklichkeit ist alles andere als plausibel. Wenigstens in einer Welt, die nicht nur aus Kieselsteinen o.ä. besteht. Um so unplausibler sind Unterfangen, die Erkenntnis von Wirklichkeit als deren Widerspiegelung im Geiste zu beschreiben oder als einen Prozeß der Annäherung durch Versuch und Irrtum.

Zunächst einmal gibt es Täuschungen der Sinnesorgane, insbesondere die in der Wahrnehmungspsychologie untersuchten optischen und akustischen Täuschungen. Diese allein zeigen schon, daß Wirklichkeit nicht schlichtweg gegeben ist, sondern vom Interpretationsvermögen des Subjekts abhängt. Sodann haben Neurophysiologen in neuerer Zeit gezeigt, auf welch verschlungenen Wegen Organismen sich eine Wirklichkeit „errechnen“¹. Schließlich ist es, logisch gesehen, zweifelhaft, daß es überhaupt eine sinnvolle Relation — ob „Widerspiegelung“, „Annäherung“ oder etwas anderes — zwischen den heterogenen Ebenen von Wirklichkeit und Theorie gibt.

Wirklichkeit als Metatheorie

Gewöhnlich gilt die „Wirklichkeitstreue“ einer Theorie als ein Gütezeichen. Doch was soll der Sinn eines solchen Ausdrucks sein, da es doch keinen gemeinsamen Kontext für symbolische Wörter und gegenständliche Dinge gibt? (Marx fragte einmal ironisch nach der Entfernung zwischen einem Tisch und dem Buchstaben A.) Sicher, man kann mit dem Finger auf einen Kieselstein auf dem Felde zeigen und sagen: „Auf dem Feld liegt ein Kieselstein.“ Hier wäre es möglich, von „Wirklichkeitstreue“ zu sprechen, da immerhin in Gestalt praktischen Handelns ein gemeinsamer Kontext für Kieselstein und „Kieselstein“ besteht. Diese Zeigefinger-Methode ist aber gerade nicht typisch für die Wissenschaft, die im allgemeinen auch nicht auf dem Felde stattfindet, sondern in geschlossenen Räumen, um die Wirklichkeit fernzuhalten. Das gilt nicht nur für die Theorie, sondern auch für Experimente, man denke an die Rolle des „Vakuums“. (Der Ökonom P. Sraffa hat eine sogenannte Standardware konstruiert, um Preisbewegungen „wie unter einem Vakuum“ zu beobachten.)

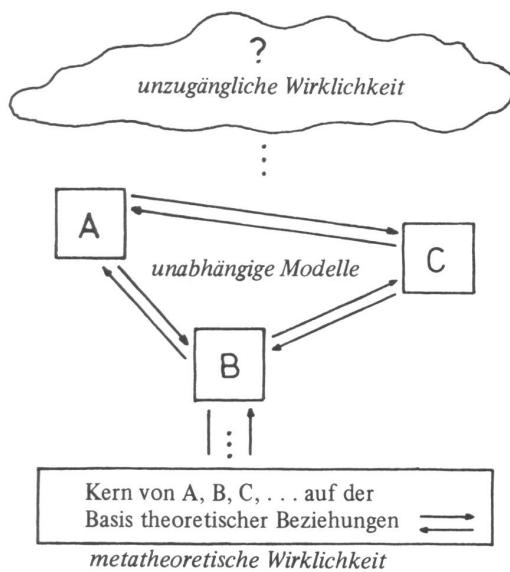
Behauptet jemand, er habe ein Modell, das „wirklichkeitstreu“ für ein Stück Wirklichkeit sei, so scheint mir der sinnvolle Kern dieser Behauptung folgender zu sein. Der Betreffende hat neben seinem Modell noch eine weitere, vom Modell unabhängige und im allgemeinen informelle, Beschreibung des betreffenden Stückes Wirklichkeit, und er stellt zwischen beiden Beschreibungen bemerkenswerte Gemeinsamkeiten fest. Es ist wie nach einem Unfall mit Fahrerflucht. Es gibt keine wirklichkeitstreue Beschreibung im Sinne einer Entsprechung von Wörtern und Dingen, denn der Unfall selbst ist unwiderruflich vorbei. Das Geschehen wird rekonstruiert, indem durch möglichst unabhängige Zeugenaussagen verschiedene Modelle der Wirklichkeit erstellt werden. Haben diese Modelle wenig Gemeinsames oder widersprechen sie sich gar, so kann man von einer wirklichkeitstreuen Beschreibung sinnvollerweise nicht sprechen. Weisen die (unabhängigen!) Zeugenaussagen viele Gemeinsamkeiten auf, so wird dieses Gemeinsame (oder eine davon nicht stark abweichende Zeugenaussage) als eine wirklichkeitstreue Beschreibung des Unfalls angesehen.

Diese Prozedur wirft gleich eine ganze Reihe theoretischer Probleme auf. Sind die verschiedenen Modelle wirklich unabhängig? Wieviele braucht man wenigstens? Was soll man unter Gemeinsamkeiten oder Widersprüchen der verschiedenen Modelle verstehen? Liefert das schließlich extrahierte „Gemeinsame“ eine Aussage, die nicht trivial ist? (Es könnte ja

sein, daß die Zeugenaussagen nur darin übereinstimmen, daß das Unfallauto rot ist.) Es ist klar, daß die (Re-) Konstruktion der Wirklichkeit in Gestalt des „Gemeinsamen“ der Zeugenaussagen den Charakter einer Beschreibung von Beschreibungen hat bzw. einer theoretischen Auswertung von Theorien.

„Wirklichkeit“ läßt sich sinnvoll erst auf einer metatheoretischen Ebene thematisieren. Ein „wirklichkeitsgetreues“ Modell ist ein solches, das auf metatheoretischer Ebene der „Wirklichkeit“, d.h. dem gemeinsamen Kern aller Modelle, entspricht. Wenn auch die hier benutzten Ausdrücke, wie etwa „entspricht“, noch präzisiert werden müssen, so ist doch einleuchtend, daß dieses Verfahren vom Prinzip her einen Sinn macht, ganz im Unterschied zu der weiter oben erwähnten direkten Methode. (Und, wie das Unfall-Beispiel illustriert, wird das Verfahren auch tatsächlich angewandt. Andere Beispiele sind die Evaluation von Projekten durch Expertenteams, die Beschreibung direkt unzugänglicher Gegenden bzw. Organe bzw. Himmelskörper in der Geographie bzw. Medizin bzw. Astronomie durch einen Satz von Fotografien, die aus verschiedenen Perspektiven aufgenommen wurden.)

Die metatheoretische Fassung von Wirklichkeit ließe sich folgendermaßen symbolisch skizzieren:



Die konkrete Konstruktion ist natürlich von Wissenschaft zu Wissenschaft verschieden. In den experimentellen Wissenschaften wird (mindestens) eines der Modelle ein Experiment sein. In der Ökonomie werden unter den Modellen statistische Untersuchungen, in der Geschichtswissenschaft historische Dokumente auftauchen. Es mag auch sein, daß diese, und andere, Modelltypen gemeinsam auftreten.

Die Rolle der Mathematik

Wie eingangs angedeutet, sehe ich ein wesentliches Merkmal in der Mathematisierung der Wissenschaften, wie sie heute abläuft, darin, daß die Mathematik nicht nur Hilfsmittel ist, sondern konzeptionell in andere Wissenschaften eingreift. Der Grund liegt darin, daß die Mathematik bei der Konstruktion von Wirklichkeit auf relevante Weise eingeht. Zunächst bei der Modellbildung, denn das ist eine Aufgabe, die in erster Linie klares Formulieren und Denken erfordert. Sicher, die fünf

Sinne sind Voraussetzung, doch der Autor mag den ihm wichtigen Inhalt auch woandersher, etwa geträumt, haben. Für die Überzeugungskraft eines Modells ist weniger der Ursprung des Inhalts als dessen folgerichtige Darstellung relevant. Offensichtlich finden viele Wirtschaftswissenschaftler das Gleichgewichtsmodell von Walras oder das von Sraffa überzeugend, obwohl beide ganz bewußt gegensätzlich zu dem formuliert wurden, was man gemeinhin so beobachtet. (Klassisches Beispiel ist die Formulierung des physikalischen Fallgesetzes im Vakuum; vgl. auch die Aussage Sraffas zur Standardware.) Folgerichtigkeit nun bezieht sich auf eine Darstellung in Gestalt von „Wenn-dann“-Aussagen. Das aber ist die Domäne der Mathematik, die einen großen Vorrat solcher Aussagen bereithält, von dem man zehren kann, ohne daß dafür noch einmal Überzeugungsarbeit geleistet werden müßte. Es würde zu weit führen, hier auf die Mathematik selbst näher einzugehen.² Mir scheint, jegliches bedingte Denken, das heißt „wenn, dann“ statt „so ist es“, das hinreichend ausformuliert ist, ist mathematisch. Bedingtheit ist womöglich ein Charakteristikum von Denken überhaupt.

Ein grundsätzlich wichtiger Punkt bei der Konstruktion von Wirklichkeit ist die Sprache. An und für sich ist es egal, in welcher Sprache ein Modell abgefaßt ist – solange Mehrdeutigkeiten sich in Grenzen halten. Nun ist das bei Alltagssprachen gerade nicht der Fall. Das Hauptwerk von J.M. Keynes, das in englischer Alltagssprache abgefaßt ist, ist ein berühmtes Beispiel für ein Modell, das gänzlich gegensätzliche Schlußfolgerungen erlaubt. Einige Ökonomen sind heute damit beschäftigt, das Keynessche Buch – gleichsam wie ein Stück unzugänglicher Wirklichkeit – mittels mathematischer Modelle neu zu konstruieren.

Da bei der Konstruktion von Wirklichkeit nicht nur ein Modell, sondern deren mehrere zu betrachten sind, stellt sich die Frage, wie man die unterschiedlichen Modelle miteinander vergleichen kann, um die Gemeinsamkeiten herauszufinden. Nehmen wir an, in dem Unfall-Beispiel befinden sich unter den Zeugen ein Italiener, ein Türke und ein Deutscher. Bevor die Zeugenaussagen miteinander verglichen werden können, müssen sie in eine gemeinsame Sprache übersetzt werden. Das geht, wenn auch vielleicht nicht ohne Komplikationen, da es Diktioare gibt. Was aber, wenn hinsichtlich eines Stücks Wirklichkeit die Modelle von Mr. Keynes und Mr. Sraffa und ein statistisches Modell miteinander verglichen werden müssen? Je zwei in keynes'sch, sraffa'sch oder statistik'sch zu übersetzen macht wenig Sinn. Was man heute macht, ist, daß man alle drei ins Mathematische übersetzt (die Statistik mag deskriptiv, also nicht mathematisch im eigentlichen Sinne sein) und sodann die erhaltenen mathematischen Modelle miteinander vergleicht, und zwar wieder mit Mitteln der Mathematik.

Die Mathematisierung liefert eine Reihe von Diktioaren für die Übersetzung diverser Wissenschaftssprachen ins Mathematische. Ist diese Übersetzungsarbeit genügend weit fortgeschritten, was wohl heute noch nicht der Fall ist, so wird Mathematik die universelle Sprache sein, in der zwar nicht das Buch der Natur geschrieben wurde, in der jedoch die diversen Wirklichkeiten konstruiert sein werden.

Literatur

- 1 Vgl. den interessanten Aufsatz von H. v. Foerster in dem von P. Watzlawik herausgegebenen Sammelband „Die erfundene Wirklichkeit“, Piper Verlag 1981.
- 2 Man wird der Mathematik nicht gerecht, wenn man sie nur als einen mechanischen Formalismus ansieht. Den Lesern, die Mathematik als eine phantasielose Schurkelei über sich ergehen lassen mußten, empfehle ich zur Entschädigung die Lektüre des Buches „The Mathematical Experience“ von Ph. Davis und R. Hersh, Birkhäuser Verlag 1980.