

G. Vollmer, Was sind Naturgesetze?

von *Konrad Berghoff*

Einleitung

Der Seminarvortrag befasst sich mit dem ersten Teil des Artikels „*Was sind und warum gelten Naturgesetze?*“ von Gerhard Vollmer. Da diese Frage auch das Thema unseres Seminars ist, dient Vollmers Text dazu, in die Thematik und Problematik bezüglich des Begriffes „Naturgesetz“ einzuführen. Gerhard Vollmer (*1943) ist Doktor der theoretischen Physik und unterrichtet zurzeit in Braunschweig Physik und Philosophie. Er ist Mitglied der *Akademie der Naturforscher Leopoldina Halle* und der *Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft*. Außerdem ist er Mitherausgeber der Zeitschrift „*Aufklärung und Kritik*“. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Logik, der Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie, sowie in der Naturphilosophie und im Bereich der Künstlichen Intelligenz.

Im ersten Teil seines Artikels geht Vollmer der Frage nach, was wir unter einem Naturgesetz (im Folgenden NG) verstehen und ob es möglich ist, ein NG zufriedenstellend zu charakterisieren. Hierzu verfolgt Vollmer zwei Ansätze zur Klärung des NG-Begriffs. Als erstes stellt er eine vorläufige Charakterisierung auf, um diese anschließend zu erörtern und ihre Schwächen aufzuzeigen. Als zweites diskutiert Vollmer mehr oder weniger strittige Merkmale von Naturgesetzen. Anhand dieser zwei Vorgehensweisen zieht er die Schlussfolgerung, dass es zwar möglich ist, durch Diskussion ein besseres Verständnis eines NG zu erlangen, eine alle zufrieden stellende Erklärung oder eine exakte Definition des Begriffes NG ist jedoch nicht möglich.

Die Vorstellung, dass die Natur, der Aufbau des Kosmos oder die Welt an sich einer bestimmten Ordnung mit bestimmten Regeln unterliegt, lässt sich historisch weit

zurückverfolgen. Schon Platon oder Aristoteles sprechen vereinzelt bereits in diesem Zusammenhang von „Gesetzen der Natur“. Im allgemeineren Sinne meint man also mit Naturgesetzen die Beschaffenheit der Natur oder der Wirklichkeit. Die interessante Fragestellung, wieweit diese Wirklichkeit für uns Menschen überhaupt erfahrbar oder beobachtbar ist, findet sich demnach auch in der Diskussion von NG wieder. Mit der wachsenden Bedeutung der Naturwissenschaften meint man mit Naturgesetzen jedoch zunehmend die Formulierung der beobachtbaren Zusammenhänge, die die Natur mehr oder weniger zutreffend beschreiben. Nun wird bereits die Kernproblematik bzgl. der NG deutlich: **„Sind NG die Beschaffenheit der Natur oder nur deren Beschreibungen? Wieweit können wir zwischen Natur und Beschreibung überhaupt unterscheiden?“** Gründe für das Interesse an NG gibt es viele, zum Beispiel das Ziel einer ökonomischen, kompakten Beschreibung gemachter Erfahrungen oder das Streben nach Erkenntnis und Fortschritt in der Wissenschaft. Vollmer nennt noch einige weitere Gründe, die aber an dieser Stelle als nicht so wichtig bzgl. unserer Kernfrage angesehen werden.

Vorläufige Charakterisierung eines NG

Wie erwähnt, stellt Vollmer im ersten Textabschnitt eine Charakterisierung des NG-Begriffs auf: „NG sind (Beschreibungen von) Regelmäßigkeiten im Verhalten realer Systeme“ (*siehe S. 208*) Im Folgenden werden nun die einzelnen darin vorkommenden Begriffe diskutiert, um die Einschränkungen, die diese Charakterisierung mit sich bringt, besser zu verstehen.

„System“:

Ein System bezeichnet eine abgegrenzte Gesamtheit von Elementen gegenüber der Gesamtheit/Kosmos. In der Thermodynamik ist z.B. das abgeschlossene System sehr beliebt, in dem bei einem in einem festen Volumen befindlichem Gas mit konstan-

tem Druck und konstanter Temperatur keine Wechselwirkungen mit der Umgebung stattfinden können.

„reales“ System:

Laut Vollmer sollen NG für „reale“ System gelten. Hiermit meint er real existierende Dinge, wie z.B. alle Teilchen, alle Sterne oder alle Flüssigkeiten. Auch Individuen wie die Erde oder reale Personen, z.B. der schon erwähnte Aristoteles, lassen sich nach diesem Verständnis als ein „reales“ System interpretieren. In diesem Zusammenhang versteht man als Gegensatz des „realen“ Systems das „abstrakte“ System. Ein reales System bilden z.B. mathematische Mengen oder Regeln wie die der deutschen Grammatik. Hier taucht allerdings die Frage auf, ob NG wirklich nur für „reale“ Systeme gültig sein sollen. Besonders im Bereich der sogenannten Metagesetze, die in etwa auf der Grenzlinie zwischen „realem“ und „abstraktem System“ liegen, können die aus dem Metagesetz folgenden Aussagen und Schlüsse oft auch nachvollziehbar als NG aufgefasst werden. Metagesetze, wie zum Beispiel „Alle NG lassen sich durch Differentialgleichungen, in denen nur erste oder zweite Ableitungen nach der Zeit vorkommen“ oder „Alle NG sind Nahwirkungsgesetze“, gelten nur für Gesetzaussagen und eben nicht für reale Systeme. Sie müssen keine Sätze über Sätze sein, sondern sie können auch als Sätze über Prädikate formuliert werden. Man denke hier z.B. an Symmetrieanforderungen an Gleichungen oder Lösungen („Alle Kraftfunktionen sind rotationsinvariant“). Der Begriff „reales System“ ist in der Charakterisierung eines NG also zu eng.

„Verhalten“ realer Systeme:

Ein weiterer Kritikpunkt der Charakterisierung liegt im Problem der Beobachtbarkeit des tatsächlichen Verhaltens realer Systeme. In der Physik wie auch in den anderen Naturwissenschaften ist es üblich, idealisierte, vereinfachte Systeme zu betrachten, beispielsweise reibungsfreie Systeme oder das System eines Massepunktes (Einen fiktiven

Körper, bei dem die gesamte Masse auf eine nur punktförmige Ausdehnung verteilt ist, definiert man als Massepunkt). Man kann also behaupten, dass das von NG beschriebene Verhalten eigentlich nur ein fiktives und kein wirklich beobachtbares Verhalten ist.

„Regelmäßigkeiten“:

Die zentrale Fragestellung ist hier: Sollen NG ohne Ausnahme nur Regelmäßigkeiten beschreiben? Dafür spricht, dass eine korrekte Beschreibung der Vorgänge in der Natur wünschenswert ist und man das Ziel verfolgt, dieses Verhalten vorherzusagen. Andererseits sind gerade in den Naturwissenschaften die Ausnahmen der Regeln interessant, bei denen man trotzdem sinnvoll nach einer Erklärung fragen kann. Korrekturen von althergebrachten Vorstellungen machen gerade den Fortschritt in der Wissenschaft aus. Betrachtet man außerdem die Gesetze der Quantenmechanik oder der Thermodynamik genauer, stellt man fest, dass es sich hier verstärkt um Wahrscheinlichkeitsaussagen handelt (Heisenbergsche Unschärferelation, radioaktive Zerfallswahrscheinlichkeiten) „Beschreibung von Regelmäßigkeiten“ oder „Regelmäßigkeiten“: Sind NG nun die Regelmäßigkeiten in der Natur oder nur deren Beschreibungen? Diese bereits in der Einleitung erwähnte Kernfrage wird nicht zufrieden stellend beantwortet. Inwieweit können wir zwischen Beschreibung und Regelmäßigkeit überhaupt unterscheiden? NG dienen der Erklärung der Natur, sind aber selber keine Erklärung.

Die vorläufige Erklärung eines NG ist also für sich allein genommen nicht ausreichend, um ein NG zufriedenstellend zu definieren. Sicherlich lassen sich zudem immer noch weitere Merkmale finden, die ein NG beinhalten sollte, aber die die Charakterisierung bisher überhaupt nicht berücksichtigt.

Diskussion von Merkmalen eines NG

Im zweiten großen Textabschnitt stellt Vollmer besagte Merkmale von NG auf. Er

unterscheidet dabei zwischen unstrittigen und strittigen, problematischen Merkmalen. Im Allgemeinen als unstrittig werden folgende Merkmale angesehen:

a) NG sind Allaussagen: Eine Allaussage ist eine universell, allgemein gültige Aussage. Ein NG sollte also den Anspruch erheben, für alle Zeiten und für alle Systemen gültig zu sein. Demnach ist der Satz „Affen sind Lebewesen“ keine Allaussage, da er sich nur auf eine spezielle Tierart bezieht, wogegen „Alle Lebewesen basieren auf Kohlenstoffverbindungen“ als Allaussage zu verstehen ist. Eine übliche Formulierung von Allaussagen ist die Quantoren-Schreibweise der Mathematik.

b) NG sind Bedingungssätze: Bedingungssätze haben die Form einer „Wenn..., dann...“-Aussage („Wenn es regnet, wird die Straße nass“, „Alle Körper haben Masse“ (Wenn A ein Körper ist, dann hat er eine Masse)). Keine Bedingungssätze sind hingegen Aussagen wie z.B. „Alles ist relativ.“, weil sie keine Bedingung oder Voraussetzung formulieren. **c)** NG sind synthetische Aussagen: Alle Aussagesätze lassen sich entweder in „synthetisch“ oder „analytisch“ einteilen. Der Wahrheitsgehalt einer „analytischen“ Aussage folgt zwangsläufig allein aus ihrer logischen Form. Die Aussage „Deutschland wird Europameister oder nicht“ ist analytisch wahr, die Aussage „Alle Junggesellen sind verheiratet“ ist analytisch falsch. Oft beinhalten „analytische“ Aussagen bereits die Definition des zu erklärenden Begriffes („Ein Schimmel ist weiß“). Eine „synthetische“ Aussage ist nicht von vornherein wahr oder falsch, ihr Wahrheitsgehalt muss erst geprüft werden. Dies ist, so Vollmer, für NG zu fordern.

d) NG sind relational: NG beschreiben Zusammenhänge mehrerer Größen. Daher treten sie oft in Form von Gleichungen oder Ungleichungen, aber auch von qualitativen Aussagen auf (1. Mendelsche Regel: „Bei reinerbigen Eltern sind alle direkten Nachkommen untereinander gleich“). Dieses Merkmal erinnert an Merkmal b): Wenn eine Aussage relational ist, dann lässt sie sich in Form eines Bedingungssatzes schreiben, allerdings ist nicht jeder Bedingungssatz relational.

Die Merkmale a) bis d) lassen sich als logische Merkmal auffassen. Sie befassen sich mit der Form und dem logischen Aufbau eines NG. Über den Bezug zur Realität, also ihren Anspruch auf Wahrheit sagen sie dagegen nichts aus. Dies erfüllen, so Vollmer, die sogenannten semantischen Merkmale. Sinngemäß ist die Semantik der Teil der Sprachwissenschaft, der sich mit der Bedeutung sprachlicher Zeichen befasst. Eine wichtige Aufgabe der Semantik ist es, Äußerungen in natürlicher Sprache in korrekte logische Form zu bringen. Vollmer verwendet den Begriff „semantisch“ jedoch, um den engen Bezug zur Welt/Wirklichkeit deutlich zu machen.

e) NG sind als wahr akzeptierbar: Wünschenswert für ein NG wären Beweisbarkeit und Wahrheit. Diese Merkmale sind jedoch aufgrund des zwangsläufig vorläufigen Charakters unseres Wissens über die Natur nicht erfüllbar. Da aber gerade korrekturbedürftige NG in der Wissenschaft besonders interessant sind, sollten sie sicherlich auch weiter als NG gelten? Als abgeschwächtes, semantisches Merkmal wählt Vollmer daher „als wahr akzeptierbar“. Es lassen sich Argumente für die Akzeptanz einer Regel als NG finden. Es ist also oft nachvollziehbar, warum bestimmte Ideen lange als NG verstanden wurden. Man denke an die voreinsteinische Vorstellung der absoluten Zeit oder des „Äthers“ als Medium, in dem das Licht propagiert und in dem sich die Planeten bewegen. Problematisch bei dieser Bedingung ist allerdings die starke Abhängigkeit vom jeweiligen Diskussionszusammenhang oder der gewünschten Genauigkeit. Es hängt immer von den Personen ab, die ein NG akzeptieren, oder eben nicht akzeptieren.

In der weiteren Diskussion von Merkmalen stößt man auf strittigere Punkte, die den Begriff des NG entweder zu stark, oder nicht eng genug einschränken. Als kurzer Überblick werden im Folgenden einige dieser Punkte angerissen.

f) NG sollen logisch allgemein sein: Im Gegensatz zu a) ist die Hauptaussage dieses Merkmals das Fehlen einer Individuenkonstante. Ein NG soll sich also nicht auf bestimmte Zeitpunkte, Orte oder Gegenstände beziehen und nicht kontextabhängig sein.

Allerdings werden oft auch Aussagen über alle Lebewesen der Erde oder über alle Planeten des Sonnensystems als NG anerkannt, obwohl „Erde“ und „Sonne“ Eigennamen sind. Betrachtet man das Universum als Ganzes, welches per definitionem nur einmal existiert, ist es unmöglich zwischen „logisch allgemeinen“ und „logisch partikulären“ Aussagen zu unterscheiden. Die Forderung nach logischer Allgemeinheit ist also *zu eng* formuliert.

g) NG sollen induktiv bestätigbar sein: (lat: inducere hinführen) Eine Schlussfolgerung oder Beweisführung wird als induktiv bezeichnet, wenn sie vom Einzelfall, vom Besonderen auf das Allgemeine schließt. Wenn ein NG also für sehr viele Einzelfälle gilt, so ist es vernünftig anzunehmen, dass es für alle gilt. Ein NG führt also zu Erwartungen, die bestätigt werden können. Mit diesem Merkmal kann man zufällig wahre Verallgemeinerungen ausschließen, wie z.B. „Alle Studenten in diesem Hörsaal sind männlich“. Diese Situation kann ja im Einzelfall durchaus vorkommen (z.B. im Studiengang Maschinenbau). Es lassen sich allerdings immer noch Aussagen finden, die trotz der Erfüllung der bislang diskutierten Merkmale nicht als NG angesehen werden.

h) NG sind für Vorhersagen verwendbar: Dieses auf Tatsachen bezogene Merkmal stellt uns vor die ungeklärte Frage, wann eine Aussagen vor Überprüfung aller möglichen Einzelfälle als wahr akzeptierbar angesehen werden kann. Im Bereich der Quantenphysik oder der nichtlinearen Physik sind genaue Vorhersagen prinzipiell nicht möglich. Ein bekanntes Beispiel ist das Phänomen des „Schmetterlingseffekts“. Es besagt, dass bereits geringfügig veränderte Anfangsbedingungen im langfristigen Zeitverlauf zu einer völlig anderen Entwicklung des zugehörigen komplexen, dynamischen Systems führen können.

i) NG können irrealer Konditionalsätze stützen: Einen Bedingungssatz mit irrealem „Wenn...“-Teil nennt man „kontrafaktisch“ oder eben „irreal“. Ein Beispiel für einen durch ein NG gestützten „kontrafaktischen“ Bedingungssatz ist „Wenn ich auf dem

Mond Hochsprung machte, würde ich mindestens 6 Meter hoch springen“. Das Beispiel der rein männlichen Hörschaft aus g) wird dagegen nicht gestützt: „Wenn ein weiterer Student in den Hörsaal käme, wäre er ein Mann“ ist keinesfalls als wahr erweisbar. Hier tritt also das Problem auf: „Wann ist ein kontrafaktischer Bedingungssatz wahr?“ In der Aussagenlogik ist eine Aussage oder materiale Implikation der Form „Wenn A, dann B“ dann und nur dann falsch, wenn A richtig und B falsch ist. In der kontrafaktischen Aussage ist A aber gerade immer falsch („Wenn es regnete, würde die Straße nass“ heißt, dass es gerade nicht regnet). Somit ist die resultierende Implikation immer wahr, egal ob B nun wahr oder falsch ist. Mit logischen Mitteln kann man also über die Wahrheit der irrealen Konditionalsätze nicht entscheiden. Setzt man dagegen zur Argumentation den Begriff des NG bereits voraus, gerät man in einen Zirkel.

k) NG tragen Notwendigkeitscharakter: Vollmer unterscheidet hier zwischen „logisch notwendig“ und „naturnotwendig“. Eine Aussage ist „logisch notwendig“ genau dann, wenn sie allgemein gültig ist und somit „in jeder möglichen Welt wahr ist“. Dies ist für analytische Sätze (vgl. c)) immer erfüllt. NG sollen daher, so Vollmer, „naturnotwendig“ sein, d.h. sie sind wahr „in all jenen Welten, die sich von unserer Welt höchstens in den Randbedingungen unterscheiden“. Die Betonung bei diesem Merkmal liegt, so Vollmer, auf *naturnotwendig*, um eben den engen Bezug des NG zur wirklichen Natur deutlich zu machen. Fragt man allerdings nach diesen Randbedingungen und lässt dabei nur solche zu, die auch mit den NG verträglich sind, die gelten sollen, so bewegt man sich in eine Zirkeldefinition: „Es scheint unmöglich, diesen Begriff [der Randbedingung] zu definieren, ohne dabei den des NG schon vorauszusetzen“. Bisher ist es zudem nicht gelungen, den Begriff der Notwendigkeit unabhängig vom Begriff NG zu definieren.

Sicherlich lassen sich noch weitere Merkmale für NG finden und diskutieren, indem man z.B. in den Merkmalen vorkommende Begriffe wie „Wahrheit“ weiter hinterfragt und

immer mehr ins Detail geht. Durch Diskussion und Charakterisierung von NG kann man also ein ungefähres Verständnis des abstrakten Begriffes NG erlangen, jedoch ist keine genaue und eindeutige Definition von NG möglich. Vollmer vermittelt dem Leser durch seine Abhandlung ein besseres Verständnis der Problematik bezüglich des NG-Begriffs.



Quellen: G. Vollmer, „Was sind und warum gelten Naturgesetze?“ aus „Philosophia Naturalis“ (Nummer 37, Jahr 2000), Comic: www.nichtlustig.de