

## Was ist ein Naturgesetz?

### 1. Allgemeine Definition:

- „Naturgesetz, feste Regel, nach der erfahrungsgemäß das Naturgeschehen verläuft und die sich meist mathematisch ausdrücken lässt, z.B. das Gesetz von der Erhaltung der Energie“ (nach Meyers Großem Handlexikon)

### 2. Allgemeine Merkmale:

- Oft als physikalisches Gesetz bezeichnet
- Formulieren Veränderungszusammenhänge
- Bestätigbarkeit (durch reproduzierbare physikalische Experimente)
- Teile von Theorien (aber bestimmte Eigenständigkeit → Entwicklung der Theorien)
- Feststellung=kreativer Prozess, aber nicht willkürlich (Anspruch empirischer und theoretischer Konsistenz)
- Oft in der Sprache der Mathematik verfasst
- Spiegel des wissenschaftlichen Fortschritts

### 2. Beispiele/Gegenbeispiele:

Beispiele	Gegenbeispiele
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Newtons Gravitationsgesetz</li> <li>- Lichtgeschwindigkeit: Licht breitet sich im Vakuum mit einer universellen Geschwindigkeit aus</li> <li>- Natürliche Selektion: Wenn biologische Organismen Vererbung haben und ihre Nachkommen sich unterscheiden, wird ihre Population durch Evolution verändert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licht braucht den Äther als Trägermedium (durch genaue Messungen abgeschafft)</li> <li>- Organische Stoffe können nicht aus anorganischen hergestellt werden („Vis Vitalis“, → Harnstoffsynthese)</li> <li>- Mathematischer Lehrsatz (beruhen auf Grundaxiomen)</li> </ul>

### 3. Naturgesetz nach Schrödinger:

- *Definition (9. Dezember 1922):*
  - „Als Naturgesetz nun bezeichnen wir doch wohl nichts anderes als eine mit genügender Sicherheit festgestellte Regelmäßigkeit im Erscheinungsablauf, sofern sie als notwendig im Sinne des oben genannten Postulats gedacht wird“
  - *Postulat:*
    - „... ein jeder Naturvorgang ist absolut und quantitativ determiniert mindestens durch die Gesamtheit der Umstände oder physischen Bedingungen bei seinem Eintreten“ (=Kausalitätsprinzip)
  - Schrödinger zweifelt aber Richtigkeit und allgemeine Zweckmäßigkeit des Postulats an → stellt sich die Kausalitätsfrage (Schrödinger, Planck und Heisenberg)

#### 4. Kausalitätsfrage:

- *3 Stufen der Kausalitätsfrage in der Physik:*
  - Klassische Mechanik: Kausalität in Raum und Zeit, vollkommener Determinismus (Leibniz: vollständige, prästabilisierte Ordnung)
  - Klassische statistische Mechanik: Zufall auf grundlegender Stufe, nicht fundamentaler Natur (durch große Anzahl der Faktoren)
  - Quantentheorie: Zufall von fundamentaler Natur, keine gesicherte Kausalität in Raum und Zeit
- *Schrödinger:*
  - Naturgesetze haben statistischen Charakter (kausale Determiniertheit des molekularen Einzelprozesses nicht erforderlich, Zufall ist die Wurzel der beobachteten Gesetzesmäßigkeit), Gesetze entstehen „im Mittel“
  - hält absolute Determiniertheit zwar für möglich, aber nicht notwendig und auch nicht wahrscheinlich (bezieht sich auf Frank Exner)
  - sieht Glaube an diese Determiniertheit als ererbte Gewohnheit → sollte deshalb hinter statistischen Gesetzen keine absolut kausalen Gesetze mit Notwendigkeit postulieren
  - „Ich halte es für wahrscheinlicher, dass die Befreiung von dem eingewurzelten Vorurteil der absoluten Kausalität uns bei der Überwindung der Schwierigkeiten helfen, als dass, umgekehrt, die Theorie des Atoms das Kausalitätsdogma dennoch als – sozusagen zufällig – richtig erweisen wird“
- *Planck:*
  - jede physikalische Theorie braucht eine feste Basis (Grund), wenn Kausalität wegfällt, was ist dann in der „akausalen“ Physik die Grundlage
  - entgegnet Schrödinger, dass mit dessen Theorie (Materiewelle) die Vorgänge im Atom vollständig determiniert werden können
  - „Kausalität bedeutet, dass wir präzise Theorien entwickeln können, die sich in der Beschreibung der Natur bewahren. Kausalität als regulatives Prinzip unseres Denkens ist weiterhin mit einem hypothetischen Ansatz verträglich. Sie ist insofern für das Suchen von Naturgesetzen charakteristisch und wird durch seinen Erfolg bestätigt.“
- *Heisenberg (1929):*
  - sagt man muss das Kausalitätsprinzip neu auffassen:
  - Es gibt Kausalität:
    - „in dem Sinne, dass ein mathematisches Schema der Quantentheorie existiert“
    - Aber „nicht als einfache Verknüpfung von Dingen in Raum und Zeit“ interpretierbar
  - Kausalprinzip überschreitet raum-zeitliche Verursachung
  - In diesem allgemeinen Sinne Grundlage unserer Kenntnisse über die Natur und der Naturgesetze

#### 5. Merkmale von Naturgesetzen (=physikalischen Gesetzen) nach Duhem:

- *Physikalische Gesetze sind symbolische Beziehungen:*
  - Resultate der physikalischen Experimente
  - Gesetze des gewöhnlichen Verstandes
    - Abstrakte Ausdrücke=das Allgemeine der konkreten Objekte
    - Übergang vom Konkreten zum Abstrakten ist unbewusst
  - Gesetze der Physik
    - Symbolische Ausdrücke=Abstraktionen aus physikalischen Theorien
- *Ist genau gesprochen, weder richtig noch falsch, sondern angenähert:*
  - Physikalisches Gesetz=Symbol:

- Stellt Wirklichkeit in mehr oder minder detaillierten Art dar
- „Die Unbestimmtheit des Symboles bringt die Unbestimmtheit der Formel mit sich“
- Annäherung durch Genauigkeit in Beobachtung
- *Provisorisch und relativ, weil es angenähert ist:*
  - „Da jedes physikalische Gesetz nur angenähert ist, ist es vom Fortschritt abhängig, der durch die Erhöhung der Genauigkeit den Grad der Annäherung ... unzureichend macht. Es ist seinem Wesen nach provisorisch. Die Bestimmung seines Wertes ändert sich ... im Maße der Beobachtungsmittel, über die sie verfügen, und der Genauigkeit, die sie fordern. Es ist seinem Wesen nach relativ“
- *Provisorisch, weil es symbolisch ist:*
  - Geschaffene Symbol stellt in gewissen Fällen „treues Bild“ der Wirklichkeit dar, gleicht ihr aber nicht unter allen Umständen
  - „Das von der Theorie ausgeheckte mathematische Symbol paßt sich der Wirklichkeit an.“
  - Findet durch Experimente Einschränkungen der Symbole auf denen Gesetze beruhen.
  - Symbole sind zu einfach, um Wirklichkeit vollständig darzustellen → Bedarf immer wieder Verbesserungen
- *Detaillierter als jene des gewöhnlichen:*
  - Immer provisorisch und relativ
  - Sicherheit „weit weniger unmittelbar und viel schwerer zu bestimmen“
  - ABER: Genauigkeit im Detail
  - Kompensation zwischen der Genauigkeit und der Sicherheit: das eine wächst nur, wenn das andere abnimmt

## 6. Naturgesetz nach G. Vollmer (Philosophia Naturalis 37 (2/2000)):

- *Definition:*
  - „NG sind (Beschreibungen von) Regelmäßigkeiten im Verhalten realer Systeme“
- *System:*
  - =abgegrenzte Gesamtheit von Elementen gegenüber der Gesamtheit/Kosmos
  - Meint real existierende Dinge (z.B. Teilchen, Sterne, Individuen)
- *Verhalten:*
  - Von NG beschriebene Verhalten eigentlich nur fiktives und kein wirkliches Verhalten
- *Regelmäßigkeit:*
  - Frage, ob NG die Regelmäßigkeiten in der Natur oder nur deren Beschreibung darstellt
  - Ausnahmen werden außen vorgelassen, obwohl Frage nach Erklärung eventuell sinnvoll

## 7. Unstrittige Merkmale von NG nach Vollmer:

- *NG sind Allaussagen:*
  - Universell, allgemein gültige Aussage
  - Anspruch für alle Zeiten und Systeme zu gelten
  - Übliche Schreibweise: Quantoren-Schreibweise der Mathematik
- *NG sind Bedingungssätze:*
  - Form einer „Wenn..., dann...“-Aussage
  - Bsp.: „Alle Körper haben Masse“
- *NG sind synthetische Aussagen:*
  - Synthetische Aussage: nicht direkt wahr oder falsch, Wahrheitsgehalt muss geprüft werden

- Analytische Aussage: Wahrheitsgehalt folgt allein aus ihrer logischen Form
- *NG sind relational:*
  - Beschreiben Zusammenhänge mehrerer Größen
  - Oft in Form von Gleichungen und Ungleichungen, aber auch qualitative Aussagen (z.B. 1. Mendelsche Regel: „Bei reinerbigen Eltern sind alle direkte Nachkommen untereinander gleich“)

*Literaturverzeichnis:*

Meyers Großes Handlexikon A-Z, Mannheim, Meyers Lexikonverlag 2001

P. Duhem: Ziel und Struktur der physikalischen Theorien, Hamburg, Felix Meiner Verlag 1998

R. Feynman: Vom Wesen physikalischer Gesetze, München, Piper Verlag 1996

E. Schrödinger: Was ist ein Naturgesetz?, München, Oldenbourg 1962

J. Taylor: Hidden unity in nature's laws., Cambridge, Cambridge University Press 2001

G. Vollmer: „Was sind und warum gelten Naturgesetze?“, *Philosophia Naturalis* Nr. 37 (2/2000)

I.O. Stamatescu: „Vom Wesen physikalischer Gesetze“