

# **Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, März 1945, Nummer 2 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles**

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Appendix**

Zeitschrift: **Schweizerische Lehrerzeitung**

Band (Jahr): **90 (1945)**

Heft 13

PDF erstellt am: **18.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# ERFAHRUNGEN

## IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER  
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

MÄRZ 1945

30. JAHRGANG • NUMMER 2

### Stoff, Masse und Gewicht

Von E. Hess, Kantonsschule Winterthur.

#### I. Absicht.

Die kürzlich erschienene «Einführung in die Chemie»<sup>1)</sup> hat mancherlei fördernde Kritik gefunden. Dabei führte unter anderem die Verwendung der Wörter «Masse» und «Gewicht» zu interessanten Auseinandersetzungen grundsätzlicher Art<sup>2)</sup>. Im Folgenden soll versucht werden, die wichtigsten Züge derselben in einen etwas weitem Zusammenhang einzuordnen; auch bei dieser Zusammenfassung erfreute ich mich der dankenswerten Mitwirkung zahlreicher Kollegen.

#### II. Die konkreten Begriffe.

##### A. Die Entstehung der Vorstellungen.

Ein Blindgeborener vermag, wenn ihm später das Augenlicht gegeben werden kann, seine Umgebung zunächst nicht zu erkennen. Er muss lernen, wie die Helligkeiten, Farben und Formen, die er nun sieht, mit den Gegenständen zusammenhängen, die er nur durch die Wahrnehmungen der andern Sinnesorgane und durch sprachliche Mitteilung kennengelernt hatte.

Der gesunde Mensch ordnet schon von der Geburt an alle Sinneseindrücke zur Vorstellung der Gegenstände zusammen. Daran schliesst sich, etwa mit dem Beginn des zweiten Lebensjahres, die eindeutige Bestimmung dieser Gegenstände und Vorstellungen durch die Sprache. Von diesem Zeitpunkt an lernt das Kind mit unglaublicher Geschwindigkeit, teils durch eigene Erfahrung, teils durch Mitteilung, eine gewaltige Zahl von Begriffen kennen, die gleichzeitig sein Weltbild und seinen Wortschatz bereichern.

##### B. Die Wechselwirkung zwischen Begriffs- und Sprachbildung.

Es ist eine wichtige, wenn auch seltener ausgesprochene Funktion der Volksschule, das Kind mit einem guten Vorrat klarer Vorstellungen auszustatten; denn nur so wird es zu einem selbständig urteilenden, aber dennoch zur Einordnung in die Gesellschaft fähigen Wesen. Die *Selbständigkeit* verlangt, dass es die Dinge seiner Umwelt kennen und beurteilen lerne; zur Teilnahme an der *Gemeinschaft* dagegen bedarf es des sprachlichen Ausdrucks.

Dieser Doppelaufgabe entspricht äusserlich die Zweiteilung des Unterrichts in Realien und Sprachlehre, die zuweilen sogar im Stundenplan ihren Ausdruck findet. Aber dies sind nicht zwei von einander

unabhängige Bildungswege, von denen man den einen oder den andern wählen könnte; denn einerseits werden Begriffsbildung und sprachlicher Ausdruck am besten gefördert durch den Realunterricht; andererseits wäre dieser oberflächlich und unfruchtbar ohne sauberes Denken und gepflegte Sprache. Die Sprache ihrerseits wurzelt allerdings nicht nur in der äusseren Erfahrung, sondern auch in der Gemeinschaft (Spielgruppe, Schule, Familie) und in der Gefühlswelt.

##### C. Die konkreten Vorstellungen.

Es zeigt sich, dass unsere konkreten Begriffe einerseits aus einer unbewussten Zusammenfassung von Sinneseindrücken, andererseits aus dem Sprachgebrauch hervorgehen. Durch eigenes Urteil und fremde Mitteilung werden sie nach und nach präzisiert. Aber wie man einen Apfel oder eine Blechdose nach dem blossen Anblick erkennt, ohne sich über die einzelnen Sinneseindrücke Rechenschaft geben zu müssen, betrachten sowohl der naive wie der wissenschaftlich geschulte Mensch die konkreten Begriffe allgemein als etwas von Natur aus Gegebenes. Solche Vorstellungen sind nicht logisch zusammengesetzt und aufgebaut, sondern durch unbewusstes Zusammenwirken physiologischer und geistiger Vorgänge entstanden. Jeder derselben entspricht etwas Ganzes, Fertiges, das zwar nicht so leicht beschrieben, wohl aber eindeutig durch seinen Namen bezeichnet werden kann. Wie sie in grauer Vorzeit oder in frühester Jugend entstanden sein mögen, sind Fragen der Physiologie, der Psychologie, der Philosophie; der Alltag und die Naturwissenschaften kümmern sich nicht darum. Ihnen sind die Dinge wesentlich in der Gestalt, wie sie sich unserm Erkennen darbieten.

Von der analogen Entstehung der abstrakten Begriffe, wie etwa der Eigenschaften, der Gefühle, des Willens usw. braucht in diesem Zusammenhang, trotz ihrer hohen Bedeutung, nicht gesprochen zu werden.

#### III. Die wissenschaftliche Naturbetrachtung.

##### A. Begriff der «Natur».

Die Wörter *Physis*, *Natur*, *Schöpfung* deuten auf den Vorgang der Entstehung oder Erschaffung hin; sie drücken den für uns unfasslichen und wunderbaren Gegensatz aus zwischen dem, was ist, und dem Nichts. Als das Seiende erscheint uns dabei zunächst nur die Körperwelt; alles Abstrakte, wie Eigenschaften, Vorgänge und Handlungen, Gefühle usw., gehört zu den Dingen und wird nicht als selbständiger Bestandteil der Natur betrachtet. Die Kreisform des Mondes, die Farbe der Rose, die Furcht des Bedrohten sind zwar Wirklichkeiten, aber nicht *Teile* der Natur, sondern Erscheinungsformen und Auswirkungen.

<sup>1)</sup> Einführung in die Chemie und ihre Anwendungen. 1. Aufl. Aarau 1942, Sauerländer & Co.

<sup>2)</sup> H. Schüepp, Gewicht und Masse. Erfahrungen im naturw. Unterricht XXVIII (1943), Nr. 5.



Natürlich weiss auch der Naturforscher, dass wir die Welt und ihre Erscheinungen in unsern Vorstellungen erleben und dass es unmöglich ist, einen reellen Grund derselben zu erkennen. Die Wissenschaften, welche sich mit den Beziehungen unserer Erfahrungen und Vorstellungen zum wirklichen Wesen der Welt befassen, sind Philosophie und Theologie. *Naturwissenschaft* im heutigen Sinn dagegen konnte erst dadurch entstehen, dass man die Dinge so, wie sie sich beim Erwachen des Bewusstseins in unserer Vorstellung einfinden, unbefangen als etwas wirklich Existierendes betrachtete und untersuchte.

## B. Naturgeschichte und Naturlehre.

### a) Einführung.

Die Welt ist durch tausenderlei Beziehungen innerlich zur Einheit verknüpft; wir aber können mit unserm Denken nicht mehr als einen einzigen Gegenstand oder eine einzige Eigenschaft auf einmal erfassen oder mit andern in Beziehung setzen. Deshalb sind wir gezwungen, die Mannigfaltigkeit der Erfahrung in einfache Glieder zu zerlegen; infolgedessen ist das Wesen der Wissenschaft in erster Linie analytisch. Sie wählt überall diejenigen Gesichtspunkte aus, welche für die vorgesehene Betrachtung am meisten Erfolg versprechen, und scheidet sorgfältig diejenigen engeren Bezirke aus, auf die sie ihre Untersuchungen beschränken muss. Dabei stehen ihr zwei nach ihrem Wesen verschiedene Wege offen, welche durch die alten Bezeichnungen *Naturgeschichte* und *Naturlehre* immer noch gut charakterisiert werden.

### b) Naturgeschichte.

Die beschreibende Naturwissenschaft oder Naturgeschichte vermittelt und vertieft die Kenntnis der einzelnen Objekte. Sie beschränkt sich dabei in der Regel auf die mit den Sinnesorganen (und ihren technischen Hilfsmitteln) unmittelbar zu erkennenden Beziehungen: Gestalt und Grösse, Härte, Farbe usw. Um aber ihrer Aufgabe gerecht zu werden, muss sie möglichst viele, eigentlich alle Eigenschaften aufzeichnen; erst daraus ergäbe sich ein getreues Bild der Objekte. So werden unsere Vorstellungen von der Natur vermehrt, vertieft und geordnet. Dabei benützt die Naturgeschichte jedoch die unbewusst geformten und überlieferten Vorstellungen von den Dingen und ihren Eigenschaften, ohne die erkenntnistheoretischen Hintergründe oder die physikalischen Umstände stark berücksichtigen zu müssen.

Die verschiedenen wesentlichen Eigenschaften eines Gegenstandes sind unabhängig von der Zeit; sie sind dauernd und gleichzeitig. Aber erkennen und beschreiben kann man nur eine nach der andern. Was in der Natur räumlich nebeneinander und unabhängig von der Zeit ist, muss für die Beschreibung in ein zeitliches Nacheinander übertragen werden.

Dies führt zu den bekannten «Diagnosen», den Aufzählungen charakteristischer Eigenschaften, und schliesslich zur *Systematik*.

Sucht man aber nach den innern Gründen, welche die Aufstellung von Ordnungen überhaupt ermöglichen und ihre Gestalt bedingen, so gelangt man bei den Lebewesen zur Erforschung ihrer *Entwicklung*, bei den unbelebten ihrer *Gesetze*. So ist es die beschreibende Naturwissenschaft selbst, welche zu den Methoden der Naturlehre hinüberleitet.

### c) Naturlehre (Physik).

Die Naturlehre beschreibt nicht Dinge, sondern das Geschehen; dabei begnügt sie sich jedoch nicht damit, es nach Uebereinstimmungen systematisch zu ordnen, sondern als grandioses Ordnungsprinzip verwendet sie den Grundsatz der Kausalität, die Verkettung von Ursache und Wirkung. Auf das ewige «warum?» soll geantwortet werden.

Der primitive Mensch betrachtet jedes Geschehen als die Handlung eines *Urhebers*. Erst wenn ein solcher nicht gefunden wird, so sucht er eine *Ursache*: darunter versteht er allerdings nicht eine Sache, sondern einen Umstand oder Vorgang, der eine Veränderung hervorruft. Aber auch in diesem Sinn kann nicht jedem Vorgang eine bestimmte Ursache zugeordnet werden. Vielmehr ist jeder Ruhezustand an eine grössere Zahl von Bedingungen geknüpft, und wenn eine derselben nicht mehr erfüllt ist, so wirkt dieser Umstand als Ursache einer Veränderung. Deshalb forscht man nicht mehr nach Ursachen, sondern nach den *Bedingungen* und den gesetzmässigen Zusammenhängen des Geschehens.

Diese Art der Betrachtung ist es, auf welche das Wort «Physik», das eigentlich Naturlehre bedeutet, zunächst beschränkt wurde. Dann spalteten sich einige Zweige, wie Astronomie, Chemie usw. als selbständige Wissenschaften ab, und der Begriff Physik wurde (im Deutschen) auf den heutigen Umfang weiter eingeeengt. Aber die unabhängig gewordenen Teile der Naturlehre bedienen sich — ihrem Wesen entsprechend — noch heute vorwiegend der physikalischen Betrachtungsweise. Doch auch die alte Naturgeschichte ist nicht bei der Beschreibung stehengeblieben, sondern umfasst auch Vorgänge geschichtlicher, physiologischer, chemischer Art usw. Die Ausdrücke Naturgeschichte und Naturlehre bezeichnen daher heute nicht mehr Zweige, sondern Methoden der Naturwissenschaft.

## C. Messen und Massbegriffe.

### a) Bedeutung des Messens.

Im Gegensatz zu der nach Vollständigkeit strebenden Vielseitigkeit der beschreibenden Wissenszweige muss die Naturlehre für jede ihrer Betrachtungen einen einzigen Gesichtspunkt herausgreifen, z. B. die Aenderung des Volumens, der Bewegung, der Temperatur. Waren die Eigenschaften, mit denen sich die Naturbeschreibung befasste, praktisch von unbeschränkter Dauer, so lassen sich die Objekte der Naturlehre, nämlich die Vorgänge, nicht ohne Rücksicht auf den zeitlichen Verlauf beschreiben. Es ist also nötig, den Anfangszustand möglichst genau mit dem Endzustand zu vergleichen; dies geschieht, indem man jeden derselben durch Zählung und Messung so genau wie irgend möglich kennzeichnet. Wegen der Unentbehrlichkeit der Zahlenangaben werden die Zweige der Naturlehre zuweilen als die «exakten Naturwissenschaften» zusammengefasst.

### b) Einführung von zahlenmässig charakterisierbaren Begriffen.

Die meisten Naturerscheinungen sind nicht so einfach, dass sie sich direkt durch die Angabe einer Zahl charakterisieren liessen. Wenn man Kiemenpaare oder Staubfäden zählt, so werden damit diese Organe nicht beschrieben, sondern nur die eine Eigenschaft der Anzahl herausgegriffen.



Auch einen Laut oder einen Wurf kann man nicht unmittelbar messen, sondern man muss messbare Teilerscheinungen aus dem Ganzen herausgreifen, z. B. die einzelnen Töne aus dem Laut; diese lassen sich durch Schwingungszahl und Stärke voneinander unterscheiden. Um die Klangfarbe zu kennzeichnen, ist eine weitere Gliederung erforderlich. Die Naturlehre verdankt ihre ausserordentliche Entwicklung seit dem 17. Jahrhundert nicht dem blossen Experimentieren, sondern der genialen *Isolierung messbarer Begriffe* und Rechnungsgrössen aus den zunächst nicht fassbaren Gesamterscheinungen. Nur in dem Maß, wie sie durch messbare Grössen erfasst werden können, sind die Dinge und Vorgänge der Welt der genauen Beschreibung zugänglich. Aus diesen abstrakten Grössen ist das Gebäude der heutigen Naturlehre aufgebaut worden.

#### c) *Maßeinheiten.*

Zahl und Maß sind zwar abstrakte Begriffe; aber wie es das Fremdwort abstrakt schon ausdrückt, sind sie von den Dingen genommen (abstrahiert) und behalten davon her in unserer Vorstellung noch einen gewissen gegenständlichen Charakter. In der Kindheit lernt man ja die Zahlen und damit den Zahlbegriff nur in der Anwendung auf Gegenstände kennen: Man muss *etwas* zählen können; erst dann ergibt sich auch die Verwendung der gedächtnismässig lernbaren Reihe der Zahlwörter.

Auf einer ähnlichen Entwicklung beruht es, dass die einfachsten Maße zunächst nicht Abstrakta sind, sondern sich, wie es oft noch ihre Namen andeuten, von Vergleichskörpern herleiten: Elle, Fuss, Klafter. Für das Kind ist heute der Meter ein Holzstab, der Liter ein Blechgefäß (beim Milchmann), das Kilo ein Metallstück. Mit diesen Dingen vergleicht man in einer bestimmten Hinsicht, etwa nach Länge, Rauminhalt oder Gewicht, das, was gemessen werden soll.

Beim alltäglichen Zählen und Messen ist nun unser Interesse nicht darauf gerichtet, eine abstrakte Maßzahl kennenzulernen. Diese Zahl dient uns vielmehr dazu, etwas anderes, das wir wissen wollen und mit ihrer Hilfe ausdrücken können, zu beurteilen. Die Länge einer Strasse gibt uns die zum Durchlaufen erforderliche Zeit an, ohne dass wir, mit der Uhr in der Hand, den Lauf wirklich machen müssen; aus dem Volumen einer Flüssigkeit erkennen wir, wie viele Gläser wir damit werden füllen können; aber wir brauchen es nicht auszuprobieren. Es genügt, dass das, was wir wissen wollen, zahlenmässig zusammenhängt mit dem, was wir messen können. Der Zeitaufwand des Läufers ist tatsächlich der Weglänge, die Zahl der Gläser dem Volumen der Flüssigkeit proportional. Gezwungen sind wir zur Anwendung einer solchen Proportionalität, wenn wir eine Grösse kennenlernen wollen, die aus irgend einem Grunde nicht gemessen werden kann (vgl. Stoffmenge, Abschnitt V D, b).

#### d) *Messung von Wirkungen zur Beurteilung der Ursachen.*

Manche Grössen, die sich schwer messen lassen oder wofür keine Masseinheiten aufgestellt wurden, beurteilt man nach ihren Wirkungen oder nach messbaren Begleiterscheinungen. Der Gasdruck oder der osmotische Druck werden durch die Länge einer Quecksilbersäule, die elektrische Stromstärke durch die Erwärmung des Leiters oder die magnetische Wirkung gemessen, die

Geschwindigkeit eines Schiffes durch die Umdrehungen einer Propellerschraube. Die Masse eines Körpers ergibt sich aus dem an einem bestimmten Ort auftretenden Gewicht (schwere Masse) oder aus der durch eine bekannte Kraft hervorgerufenen Aenderung des Bewegungszustandes (träge Masse).

Hierbei misst man nicht, wie es im vorangegangenen Abschnitt getan wurde, bleibende Eigenschaften, sondern physikalische Auswirkungen derselben. In beiden Fällen kommt es nur darauf an, dass wir eine Eigenschaft oder Erscheinung zahlenmässig beurteilen können, die sich proportional mit dem verändert, was uns interessiert.

### IV. Die Mehrdeutigkeit naturwissenschaftlicher Begriffe.

#### A. Unschärfe der Begriffe.

Für alle Wissenschaft, selbstverständlich auch für die messende, ist es unerlässlich, dass die verwendeten Begriffe eindeutig und genau bestimmt seien. Aber wie alle Wörter, haben auch diejenigen, mit welchen die wissenschaftlichen Begriffe bezeichnet werden, die leidige Eigenschaft, ihre Bedeutung unvermerkt zu ändern. Vielleicht verhält es sich damit im Deutschen besonders schlimm, weil wir — im Gegensatz etwa zu England und Frankreich — kein Wörterbuch besitzen, in dem die Bedeutung der Ausdrücke in verpflichtender Art für ganze Generationen festgelegt wäre. Und doch hat es gewiss seine tiefe Berechtigung, wenn einer der Weisen Chinas die erste Aufgabe einer Regierung darin sieht, Klarheit der Begriffe zu schaffen.

Es ist leicht zu erkennen, woher viele unserer Unklarheiten kommen. Der Sinn der Wörter ist zunächst klar und eindeutig — entsprechend den Erfahrungen und Kenntnissen einer bestimmten Zeit. Werden nun im Lauf der Zeit die Kenntnisse vermehrt, die Urteile geschärft, dann müssen die bisherigen Wörter auch die neuen Begriffe kennzeichnen, ohne doch ihre frühere Bedeutung zu verlieren; dadurch werden sie unscharf und vieldeutig.

#### B. Veränderungen konkreter Begriffe.

Jedermann glaubt zu wissen, was eine Pflanze, was ein Tier sei; aber die gegenseitige Abgrenzung dieser beiden Begriffe ist durch die Kenntnis der Schleim- und Geissel-Organismen unklar geworden. Da in diesen Lebewesen die typischen Eigenschaften der Pflanzen nicht zusammen vorkommen und die der Tiere ebensowenig, mussten die Begriffe Tier und Pflanze durch neue Kennzeichnung derart erweitert werden, dass man wieder alle Organismen in einen dieser beiden Stämme einordnen kann.

Im Englischen heissen die Quallen heute noch Gallertfische (Jellyfish), wie auch wir von Tintenfischen reden, ohne sie für Fische zu halten. Dass jedoch Wale und Delphine keine Fische seien, müssen wir, entgegen der ersten Meinung, regelrecht lernen. Nachdem ihre Säugetiernatur erkannt war, sonderte man sie von den eigentlichen Fischen ab und beschränkte damit den Sinn des Wortes Fisch auf diejenige Klasse, welche heute allein noch diese Bezeichnung mit vollem Rechte trägt. — Aehnlich verhält es sich mit dem «Wurm» im Apfel, der eine Raupe ist, dem «Lintwurm» der irgend ein Reptil sein mag. Solche Wörter haben jetzt eine weitere (volkstümliche) und eine engere (wissenschaftliche) Bedeutung. Die



Wissenschaft kann nicht alles als Fisch oder Wurm gelten lassen, was der Volksmund so nennt.

Einfacher sind die Verhältnisse bei Wörtern wie «Tanne». Hier ist die ursprüngliche Bedeutung uneingeschränkt erhalten geblieben; der Begriff hat sich nur eine neue Unterteilung in Weisstanne und Rotanne gefallen lassen müssen<sup>4)</sup>.

Die Vieldeutigkeit der Wörter ist also häufig hervorgerufen worden durch Erweiterung, Beschränkung oder Unterteilung der ursprünglichen Begriffe.

### C. Veränderungen abstrakter Begriffe.

#### a) Die unveränderlichen (axiomatischen) Begriffe.

Es ist nicht verwunderlich, dass auch abstrakte Begriffe ähnlichen Veränderungen unterliegen; immerhin haben sich manche auch ganz unverändert erhalten können. Dazu gehören gewisse Vorstellungen, welche der Naturlehre in den verschiedenen Epochen ihrer Entwicklung immer wieder durch das tägliche Leben dargeboten wurden, wie etwa Raum, Zeit, Gewicht. Diese mussten nicht von der Wissenschaft abgeleitet und definiert werden; sie waren, wie ein Axiom, jedermann gegeben und geläufig. Auch Maßeinheiten waren für diese Begriffe schon vorhanden; man brauchte sie nur mit der erforderlichen Genauigkeit anzuwenden. Solche axiomatische Vorstellungen sind im Lauf der Zeiten kaum verändert worden und haben ihren ursprünglichen Sinn bewahrt.

#### b) Die Unterteilung allgemeiner abstrakter Begriffe.

Viele Größen, welche in enger Beziehung zu altüberlieferten Vorstellungen stehen, können nur dadurch der Messung zugänglich gemacht werden, dass man ihre Bedeutung einschränkt und präzisiert. Als Beispiel diene die *Geschwindigkeit*.

Das Wort *Geschwindigkeit* wird durch den Begriff *geschwind*, von dem es abgeleitet ist, für den Alltag hinlänglich gekennzeichnet. Aber es gibt verschiedene Arten von *Geschwindigkeit*, die sich nicht mit einander vergleichen und deshalb auch nicht mit der gleichen Einheit messen lassen. Diejenige eines Eisenbahnzuges ist etwas anderes als diejenige, mit welcher Wasser verdunstet, eine Bevölkerung anwächst, ein Lavastrom ausfließt oder eine Rechnungsaufgabe gelöst wird. Keine dieser «*Geschwindigkeiten*» lässt sich mit der andern vergleichen. Daher ist es für die Messung nötig, das Wesen jeder einzelnen Gattung von *Geschwindigkeit* für sich zu bestimmen (definieren). Dafür kann man den Quotienten aus der Weglänge, der Anzahl verdunsteter Wassermoleküle, dem Volumen des Lavastroms durch die beanspruchte Zeit verwenden. Aber trotz ihrem gemeinsamen Nenner sind diese *Geschwindigkeiten* inkommensurabel, d. h. Größen von grundsätzlich verschiedener Art. Es ist wohl möglich, sprachlich-logisch für den Begriff der *Geschwindigkeit* eine allgemein gültige Erklärung zu formulieren; aber zur Messung erfordert jede Gattung die für sie geeignete besondere Kennzeichnung. Dann gleicht die wissenschaftliche Aussage in Form und Inhalt einigermaßen der volkstümlichen, übertrifft sie jedoch an Klarheit des Begriffs und an Genauigkeit. Sie bezahlt diese Vorzüge damit, dass sie nicht mehr für beliebige Arten von *Geschwindigkeit* gilt, sondern auf eine einzige Beziehung eingeschränkt werden muss. Wie der konkrete Begriff *Tanne*, so hat auch der abstrakte der *Geschwindigkeit* seine allge-

meine Bedeutung ungeschmälert beibehalten; beide mussten aber für wissenschaftliche Betrachtung unterteilt werden. Die botanische Systematik verfährt dabei besonders konsequent, indem sie die Gattungsnamen bewahrt und ihnen zur Unterscheidung der Arten nur noch ein Attribut beifügt, z. B. *Primula farinosa*.

#### c) Die Einschränkung der Begriffe auf einen Teil der ursprünglichen Bedeutung.

Weniger klar gestalten sich die Verhältnisse, wenn eine allgemein gebrauchte Bezeichnung einerseits zwar beibehalten, andererseits aber zugleich auch für *einen* ihrer Unterbegriffe benützt wird. In der Mechanik nannte man zunächst, nach dem Bild des menschlichen Handelns, alles, was sich als Ursache einer Wirkung erkennen liess, *Kraft* (*vis*). Aber schon im 17. Jahrhundert nötigten die Forschungen zur Unterscheidung mehrerer, ihrem Wesen nach gänzlich von einander verschiedener Arten von solchen Ursachen des Geschehens; und jede derselben konnte als *Kraft* betrachtet werden. Die meisten haben erst im 19. Jahrhundert die heute gebräuchlichen besondern Benennungen erhalten. *Descartes' Kraftantrieb* ( $\text{Masse} \times \text{Geschwindigkeit}$ ) entspricht dem Impuls, *Leibnizens lebendige Kraft* ( $\text{Masse} \times \text{Quadrat der Geschwindigkeit}$ ) der Energie. Die *beschleunigende Kraft Newtons* heisst heute einfach *Beschleunigung*; seine *bewegende Kraft* ( $\text{Masse} \times \text{Beschleunigung}$ ) ist es dagegen, welche die Bezeichnung *Kraft* beibehalten hat. Infolgedessen bezeichnet das Wort *Kraft* in der heutigen Physik nur einen kleinen Teil von dem, was man ursprünglich darunter verstand und im täglichen Sprachgebrauch auch heute noch meint.

#### d) Notwendigkeit genauer Kennzeichnung.

Die Wörter des Alltags sind auf verschiedene Art in den Gebrauch der Naturwissenschaften übernommen worden, wie sich aus diesen Beispielen ergibt. Die Benützung kann erfolgen

1. Ohne Veränderung: Länge, Zeit.
2. Mit Gliederung in Unterbegriffe: *Tanne*, *Geschwindigkeit*.
3. Mit Veränderung des Geltungsbereichs
  - a) Ausdehnung: *Pflanze* (Einbeziehung von *Flagellaten*, *Zoosporen*...), *Welle* (*Licht*, *Schall*, *Elektronenströme*), *Kristall* (*Flüssige Kristalle*, *Makromoleküle*).
  - b) Einschränkung: *Fisch* (Ausschluss der *Waltiere*), *Wurm* (*Raupe*, *Schlange*), *Kraft* (*Energie*, *Moment*, *Impuls*).

Diejenigen Wörter, welche irgend welcher Veränderung ihres Sinnes unterlagen, sind dadurch zweideutig geworden; denn neben der neuen wissenschaftlichen Anwendung lebt die ursprüngliche Bedeutung immer noch weiter. Dies ist im Gebiet der beschreibenden Naturwissenschaft weniger verwirrend, weil ihre Gegenstände sicher bekannt sind. Den abstrakten Begriffen der Naturlehre dagegen fehlt der feste Halt der Sinneseindrücke; deshalb ist es hier unerlässlich, sich genau an die gegebenen Definitionen zu halten.

Es sind aber auch Vorstellungen und Bezeichnungen, welche die Naturwissenschaft selber begründet hat, nachträglich derart ergänzt, eingengt oder sonstwie abgeändert worden, dass ihre Bedeutung heute einer fast unheilbaren Vieldeutigkeit unterliegt; dazu gehören *Affinität*, *Valenz*, *Molekel*. (Fortsetzung folgt.)