

# Sprachebenen in Newtons „Opticks“

Herbert Gerstberger

Pädagogische Hochschule Weingarten

<mailto:gerstberger@ph-weingarten.de>

Der Beitrag behandelt linguistische Analysen und ihren Nutzen für die Didaktik. Ein wissenschaftlicher Text muss sprachlich durchaus nicht einheitlich gestaltet sein; mit verschiedenen Mitteln kann man gezielt unterschiedliche Wirkungen erzielen. Zu den Besonderheiten nicht nur der physikalischen Fachsprache gehört eine spezifische Art grammatischer Metaphorik, insbesondere die Nominalisierung. Die Untersuchungen stehen im Kontext eines fachdidaktischen Forschungsprogramms zu Modell und Metapher.

## 1 Einführung

Der Bezug zu Sachzusammenhängen aus der Optik ist vom Standpunkt dieses Beitrags aus zunächst kontingent; mit Newtons *Opticks* liegt ein wissenschaftsgeschichtlich eminent bedeutsames Werk vor, das Newtons Auseinandersetzung mit der kartesischen Schule dient, die in der Optik vor allem durch Huygens vertreten wurde. Inhaltliche Kernfragen dieser historischen Debatte betreffen die Deutung des optischen Spektrums und die Kontroversen um korpuskulare und Wellenmodelle des Lichts. Jedoch sind für uns nicht allein die thematischen Aspekte interessant, sondern auch die der sprachlichen Gestaltung, welche einem methodologischen Ansatz entspricht, der von Newton *experimental philosophy* genannt wird und welche der eher axiomatisch-deduktiven Haltung der kartesischen Schule eine induktive Gegenströmung hinzufügt und entgegensetzt. Die erfahrungsbezogene Fundierung wird auch durch die Wahl des Englischen unterstützt, während die streng axiomatisch konzipierten *Principia* lateinisch verfasst waren. Das Zusammenwirken induktiver, deduktiver und, wie wir heute hinzufügen würden, abduktiver Denkfiguren ist für das Lehren und Lernen von Physik charakteristisch und Newtons *Opticks* hat dementsprechend auch durch die Jahrhunderte hindurch als Lehrbuch exemplarisch gewirkt. Ein spezielles linguistisches Phänomen, das man hier sowohl im wissenschaftstheoretischen als auch im didaktischen Zusammenhang studieren kann, ist die zuerst von Halliday analysierte grammatische Metapher, vor allem in Gestalt der Nominalisierung. Sie ermöglicht die kompakte Darstellung komplizierter Zusammenhänge und erschafft „Gegenstände“ aus Prozessen. Bei Newton können wir ihre gezielte Pflege und Anwendung studieren, aber auch ihre Limitierung und Abwechslung mit anderen Sprachformen.

## 2 Gliederungselemente des Werks

In den Kategorien *Definition*, *Axiom*, *Theorem*, *Proposition* einerseits und *Beobachtung*, *Fragestellung*, *Wahrscheinlichkeitserwägung* andererseits, die in systematischem Wechsel zur Geltung kommen, wird die Kombination induktiver und deduktiver Bewegungen offensichtlich. Die methodo-

logische Stoßrichtung gegen die kartesische Auffassung wird deutlich, indem dem Experiment eine Beweiskraft zugeschrieben wird. Die folgenden Beispiele mögen die genannten Kategorien und Charakterisierungen illustrieren.

*DEFIN. I: By the Rays of Light I understand its least parts, and those as well in the same Lines as Contemporary in several lines.*

*AX. I. The Angles of Reflexion and Refraction, lie in one and the same Plane with the Angle of Incidence.*

*PROP I. Theor. I: Lights which differ in Colour, differ also in Degrees of Refrangibility.*

*The PROOF by Experiments*

*Exper. I: I took a black oblong stiff Paper terminated by Parallel Sides, and with a Perpendicular Line drawn cross from one Side to the other, distinguished it into two equal Parts. One of these parts I painted with a red colour and the other with a blue. The Paper was very black, and the Colours intense and thickly laid on, that the Phaenomenon might be more conspicuous. The Paper I view'd through a Prism of solid Glass, whose two sides through which the Light passed to the Eye were plane and well polished, and contained an Angle of about sixty degrees.*

## 3 Nominalisierung

Elemente einer linguistischen Analyse der *Opticks* findet man bei Banks[1]: Gebrauch des Passiv; Verwendung des Personalpronomens; Nominalisierung von Prozessen; Ideologie. Hier gehen wir nur auf die Nominalisierung ein. In der Beschreibung von Prozessen und Tätigkeiten wird umgangssprachlich das Verb als natürliche - „kongruente“ - Wortart gebraucht, während Personen und Dinge durch das Nomen repräsentiert sind. Die Fachsprachen, nicht nur die der Naturwissenschaften, sind nun u. a. dadurch gekennzeichnet, dass auch Prozesse und Tätigkeiten durch Nomina wiedergegeben werden. Der nominalisierte Prozess nimmt die syntaktischen Eigenschaften eines Nomens an und kann grammatisch als Subjekt oder als präpositionales Komplement fungieren. Er erhält die semantische Qualität einer Entität im Gegensatz zum Prozess, indem er zu einem gewissen Grad verdinglicht - „reifert“ - wird. Neben der Nominalisierung von Prozessen ist auch dieje-

nige von Eigenschaften zu beobachten, deren kongruente Wortart das Adjektiv ist.

Die Nominalisierung bietet die Möglichkeit eines mehrstufigen Verfahrens der Darstellung von Relationen zwischen dingartigen, prozessartigen und eigenschaftsartigen Elementen, z.B.

1. Nominalisierung von Prozessen
2. Verknüpfung zweier nominalisierter Prozesse
4. Nominalisierung der Verknüpfung

Beispiel 1: ... *different **inclinations** of the Prism to the Horizon, made no sensible changes in the length of the Image.*

Der Experimentator richtet das Prisma gegenüber dem Horizont ein. Dieser Prozess und sein Ergebnis, die Relation des Prismas zum Horizont, wird mit dem Wort *inclination* nominalisiert.

Beispiel 2: ...*the permanent **whiteness** argues that ...*

*Those colours argue a **diverging** and **separation** of the heterogeneous Rays from one another by means of their unequal **refractions**.*

Die nominalisierte Eigenschaft (*whiteness* und andere Farben) erhält durch das folgende Verb (*to argue*) sogar den Status eines quasi-personalen Subjekts. Das Gerundiv *diverging* und die durch die typische Endung *-ion* gekennzeichneten Formen stellen zwei grammatische Möglichkeiten der Nominalisierung von Prozessen dar.

Beispiel 3:...*to define the **refrangibility** of the several sorts of homogeneous Light answering to the several Colours...*

Durch die Endung *- bility* wird die Möglichkeit eines Prozesses gekennzeichnet.

Beispiel 4:...*the **variety** of Colours depends upon the **composition** of Light*

Anstelle der Beschreibung vielfältiger Erfahrung mit farbigen Erscheinungen wird die Vielfalt der Farben selbst als Gegenstand der Wissenschaft genannt und zum Ergebnis weiterer Prozesse oder Tätigkeiten (*composition*) in Beziehung gesetzt.

Beispiel 5:...*the cause of **reflexion** is not the **impinging** of Light on the solid, impervious parts of Bodies ...*

Hier wird die kausale Relation von Prozessen mit der genetischen Verknüpfung zweier Nomina ausgedrückt.

Vorteile der Nominalisierung sind:

- Zuwachs an *textueller Bedeutung* durch Partizipanten in Vordergrund-Hintergrund-Struktur;
- Gewinn von *potenzieller Erfahrungsinformation* durch Expansion des Partizipanten in eine weitere Taxonomie der Erfahrung.

Dem stehen folgende Nachteile gegenüber:

- Verlust an *Erfahrungsbedeutung*, da Beziehungen der Konfigurationen nicht explizit sind;

- Verlust an *Erfahrungsdimensionen* (construction of *unreality*)(Halliday [3] 270f).

#### 4 Bezüge zur Didaktik

Die mögliche didaktische Fruchtbarkeit der Studien an Newtons *Opticks* erstreckt sich auf mehrere Aspekte und das Werk diene demgemäß in der Geschichte als Vorbild für physikdidaktische Literatur. Somit sind die oben beschriebenen Differenzierungen geeignet, eine Grundlage für die Analyse und Produktion aktueller Schulbücher und anderer didaktischer Medien zu geben, die an den Erfordernissen der Gegenwart geprüft, variiert und erweitert werden kann.

Für die sprachlichen Formen und Ebenen des Unterrichts erfordern die Unterscheidung und der Übergang von kongruenter zu metaphorischer Ausdrucksweise große Sorgfalt. Eine Unterrichtssprache, welche den Aufbau der disziplinären Konstrukte genetisch rekonstruiert, gibt ihre Grundlegung auf der Erfahrungsebene wieder. Sie lässt nur behutsam die spezifische Lexik und Grammatik zu, die für die Fachsprache typisch sind. Lernende reagieren mit Ablehnung auf Physik insgesamt, u.a. wenn diese zu früh in einer stark nominalisierten Fachsprache vermittelt wird.

In der lexikalischen und der grammatischen Metaphernbildung liegt ein wichtiges Beispiel für den Zusammenhang von Sprache und Kognition vor, das beim Lehren und Lernen gerade in der Physik beachtet werden muss.

#### Literatur

- [1] D. Banks: „Emerging scientific discourse in the late seventeenth century. A comparison of Newton's *Opticks*, and Huygens' *Traité de la lumière*“ in *Functions of Language* 12:1, 65–86 (2005)
- [2] H. Gerstberger, „Formen der Metaphorik in Physik und Mathematik“ in R. Girwidz, M. Gläser-Zikuda, M. Laukenmann, Th. Rubitzko (Hrsg.): *Lernen im Physikunterricht*. Festschrift für Prof. Dr. Christoph von Rhöneck, Verlag Dr. Kovač Hamburg (137-146) (2006)
- [3] M.A.K. Halliday, *Construing Experience Through Meaning. A Language Based Approach to Cognition*, London Cassel (1999)
- [4] I. Newton, *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections Colours of Light* Based on the 4th Edition London 1730. With a Foreword by Albert Einstein, An Introduction by Sir Edmund Whittaker, A Preface by I. Bernard Cohen And an Analytical Table of Contents prepared by Duane H.D. Roller, New York: Dover Publ. (1979)