

Die Welt jenseits der geschliffenen Gläser- Zur Bedeutung des Sehens in der neuzeitlichen Physik

H. Joachim Schlichting

*Institut für Didaktik der Physik
Fachbereich Physik Universität Münster*

<mailto:schlichting@uni-muenster.de>

An der Schwelle zur Neuzeit steht ein technisches Objekt, ein Produkt der Brillenmacher, ein "Stückchen Glas, ...auf Staub" abgerieben: die Linse. Wie ein Deus ex machina fällt sie Galilei in die Hände und wird im tatsächlichen wie im übertragenen Sinne für eine verbesserte, ja eine neue Sehweise sorgen. Die vorher undenkbare Verbindung von Technik und spekulativer Welterkenntnis, wird zu einem typischen Aspekt der neuzeitlichen Physik.

1 Einführung

„Laßt uns vielmehr den Geist des Geschöpfes bewundern, das sich diese Kenntnisse durch Stückchen Glas, die es auf Staub abrieb, zu verschaffen gewußt hat. Die Welt jenseits der geschliffenen Gläser ist wichtiger, als die jenseits der Meere, und wird vielleicht nur von der jenseits des Grabes übertroffen“. Mit diesen Worten bringt Georg Christoph Lichtenberg die Bedeutung der Linse für die – Entwicklung der neuzeitlichen Physik auf den Punkt. Der Einsatz der Linse in den neuzeitlichen Naturwissenschaften leitet eine Entwicklung ein, mit der es den Menschen gelingt, seine naturgegebenen und teilweise durch den kulturellen Hintergrund bestimmten Grenzen mit Hilfe der durch die Linse ermöglichten Erkenntnis der Naturgesetze zu überwinden. Damit werden die Grundlagen für eine sich selbst beschleunigende Technisierung gelegt, durch die unsere moderne Welt geprägt ist (ausführl. Darstellung in Ref. [1] und [2]).

2 Die Perspektive – Modus des neuzeitlichen Sehens

Das Sehen spielt von Beginn an eine wesentliche Rolle bei der wissenschaftlichen Erschließung der Welt. Die Wiederentdeckung des perspektivischen Sehens in der Kunst bleibt nicht ohne Einfluss auf die Naturwissenschaften. Hier führt der kopernikanische Blick von der Sonne auf die Erde nicht nur zu einer neuen Sehweise, sondern zu einer völlig neuen Form des naturwissenschaftlichen Denkens, in dem die Disproportion zwischen menschlichen Sinnen und der Welt offenbar und der Weg für eine instrumentelle Unterstützung der menschlichen Wahrnehmung frei wird.

Galilei geht mit dem Teleskop noch über Kopernikus hinaus, indem er bei Betrachtung des Mondes Ähnlichkeiten mit der Erde entdeckt und in einer „vertrackt reflexiven Optik“ (Hans Blumenberg) die Erde als Himmelskörper erblickt.

Weil das Kleine bedeutungsmäßig nicht so nahe liegt wie das Große, kommt das Mikroskop erst mit einer Verzögerung von einem halben Jahrhundert zum Einsatz in den Naturwissenschaften, eröffnet dann aber den Blick in einen ganzen Kosmos unterhalb der Wahrnehmungsschwelle. Die natürliche Sichtbarkeit erweist sich fortan in zunehmendem



Abb. 1 Jupiter mit Monden in drei verschiedenen Konstellationen, wie sie Galilei im Fernrohr gesehen haben muss.

Maße als bloße Oberfläche einer tiefer liegenden Realität: Funktion, Farbe, Form, Härte etc. werden zu Außenaspekten mikrophysikalischer Merkmale: Das Kleine liegt dem Großen zu Grunde.

Die Erfolge von Teleskop und Mikroskop bestärken den Glauben, dass grundsätzlich alles sichtbar ist bzw. gemacht werden kann, und der Ertrag von Fernrohr und Mikroskop bestätigen ihre vorher nicht zu begründende Notwendigkeit. Indem Einsatz und Erfolg der Technik nach weiterer Technisierung verlangen, wird ein Prozess in Gang gesetzt, der auch heute noch nicht abgeschlossen ist. Dabei wird das, was man unter Sehen versteht, immer voraussetzungsvoller.

3 Das Licht – Medium und Substrat der Sichtbarkeit

In diesem Prozess stößt man bald auf das begrenzte Auflösungsvermögen des Mikroskops, wodurch schließlich das Licht selbst zum Untersuchungsobjekt der physikalischen Forschung wird. Ein für die Entwicklung der Physik großer Schritt bei der „Entschlüsselung“ des Lichts ist Isaac Newton zu verdanken, der angesichts des Farbspektrums, das ein durch ein Glasprisma geschicktes Lichtbündel entfaltet, den weit reichenden Schluss

zieht, weißes Licht sei aus Licht unterschiedlicher Farben (Wellenlängen) zusammengesetzt. Wieder sind es geschliffenes Glas und ein kühner Gedanke, die weiterführen.

Die Analyse der Spektren offenbaren in der Folgezeit weitere Merkmale des Lichts. Joseph Fraunhofer entdeckt, dass die im kontinuierlichen Spektrum enthaltenen Absorptions- und Emissionslinien erlauben, die Elemente zu bestimmen, aus denen das Licht aussendende Objekt aufgebaut ist. Indem auf diese Weise eine Art chemischer Fernanalyse möglich wird, gelingt das Unglaubliche: Die teleskopische Visualisierung an sich nicht sichtbarer kosmischer Objekte wird durch die Möglichkeit der Bestimmung ihrer chemischen Zusammensetzung substanziell angereichert.

Interessanterweise haben wir es auch hier mit einer „reflexiven Optik“ zu tun, die man als noch vertrackter ansehen kann als die Entdeckung der Erde als Stern im Weltall: Im Sonnenspektrum aufgefundene Spektrallinien, die bei der Spektralanalyse irdischer Stoffe bislang nicht aufgetreten sind, führen zur systematischen und schließlich erfolgreichen Suche. So wird beispielsweise das sonnenhafte Element Helium bald danach auch auf der Erde gefunden.

4 Jenseits der optischen Sichtbarkeit

Eine weitere Synthese optischer und chemischer Entdeckungen führen in der Kombination von Camera Obscura und fotosensitiver Substanzen zur Entwicklung der Fotografie. Durch die damit ermöglichte „Selbstabbildung der Natur“ wird der Prozess der Visualisierung nicht sichtbarer Objekte und Phänomene weiter vorangetrieben:

- Durch Langzeitbelichtung können sehr lichtschwache weit entfernte kosmische Objekte sichtbar gemacht und damit der Blick in die Tiefen des Weltalls wesentlich erweitert werden.
- Es stellt sich heraus, dass auch die kurz vorher entdeckte unsichtbare Röntgenstrahlung in der Lage ist, fotosensitive Schichten zu schwärzen. Damit werden nicht nur Aufnahmen der inneren Struktur optisch undurchsichtiger Objekte möglich. Es gelingt schließlich ganz allgemein Mikrostrukturen aufzulösen, für die das (sichtbare) Licht als „Sonde“ viel zu grob ist.

Die fundamentale Bedeutung der Spektren besteht darin, dass sie wie Barcodes von Waren als Steckbrief der einzelnen Elemente und somit als äußere Zeichen der inneren Beschaffenheit der aus Atomen aufgebaut gedachten Materie angesehen werden können. Damit wird der Beginn einer neuen Ära der optischen Erschließung der atomaren Welt eingeläutet, deren empirisches Fundament bislang eher im Bereich der Chemie gelegt worden ist.

Der Wellencharakter der Röntgenstrahlen macht es möglich, Aufschluss über die Struktur von Kristallen zu erlangen. Mit der Berechnung von Höhenlinien aus den Interferenzbildern werden Strukturen erzeugt, die einer anschaulichen Visualisierung der Atome schon ziemlich nahe kommen. Erstmals werden numerische Berechnungen als Instrument der Visualisierung eingesetzt, womit theoretische Vorstellungen sehr viel direkter als noch beim Teleskop mit der Empirie verknüpft werden, deren wissenschaftstheoretischer Stellenwert eher darin besteht, die theoretischen Vorstellungen zu untermauern.

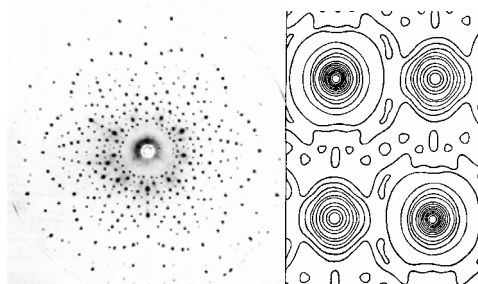


Abb. 2 Links: Röntgenbeugungsdiagramm eines Quarz-Kristalls. Rechts: Höhenliniendarstellung der kristallinen Struktur von Kochsalz, berechnet aus dem entsprechenden Beugungsdiagramm.

Dieses Problem wird noch deutlicher in der aktuellen Praxis von Visualisierungen durch bildgebende Verfahren, wozu auch die Rastertunnelmikroskopie zu rechnen ist. Hier kann letztlich nur die innere Konsistenz mit vielen anderen empirischen Befunden das Vertrauen schaffen, dass die mit Hilfe von Computern berechneten Bilder nicht nur plausibel und schön anzusehen, sondern in einem fundamentalen Sinne auch „wahr“ sind.

5 Fazit

Die Linse leitet seit Ende des 16. Jahrhunderts einen Prozess ein, der den menschlichen Blick erstmalig in nicht sichtbare Bereiche der Welt führt. Inzwischen ist es längst nicht mehr das optische Glas in Verbindung mit sichtbarem Licht, mit dem die Grenzen der Wahrnehmung überschritten werden. Röntgen- und Radioteleskop haben uns bis an die äußeren, Elektronensynchrotron und Rastertunnelmikroskop an die inneren Horizonte der Welt geführt. Das sichtbare Licht spielt nur noch eine sekundäre Rolle und mit ihm das, was man in einem ursprünglichen Sinne unter Sehen versteht.

Literatur

- [1] H.J. Schlichting: Die Welt jenseits der geschliffenen Gläser. Zur Bedeutung des Sehens in der klassischen Physik. *PhyDid* 1/2, 9-18 (2003)
- [2] H.J. Schlichting: Sichtbarkeit jenseits des Lichts. Zur Bedeutung des Sehens in der modernen Physik. *PhyDid* 2/2, 81-89 (2003)