

5. Mai 2007, Neue Zürcher Zeitung

## **Man weiss nicht genau, was man nicht weiss**

### **Über die Kunst, das Unbekannte zu erforschen**

**Wissenschaften sollen Wissen schaffen, sie sollen neue Erkenntnisse ermöglichen. Was aber heisst es eigentlich, etwas Neues, etwas Unbekanntes zu erforschen? - Überlegungen eines Wissenschaftshistorikers und Philosophen, der einst als Molekularbiologe tätig war.**

Von Hans-Jörg Rheinberger

«Jeder Künstler arbeitet im Dunkeln und wird nur von den Tunnels und Schächten früherer Werke geleitet, während er einer Ader folgt in der Hoffnung, auf eine Goldgrube zu stossen. Gleichzeitig aber muss er fürchten, dass die Ader schon morgen ausgeschöpft sein kann.» Diese Sätze stammen aus einem Buch des amerikanischen Kunsthistorikers George Kubler. Das Buch heisst «Die Form der Zeit», und sein Autor hat ihm den bezeichnenden Untertitel hinzugefügt: «Anmerkungen zu einer Geschichte der Dinge». Kubler, ein Schüler von Henri Focillon in Yale, arbeitete vor allem zur Kolonialkunst des 16. bis 18. Jahrhunderts in den spanisch und portugiesisch besetzten Gebieten. Am kolonialen Barock entwickelte er seine Gedanken zur Entstehung neuer, vor allem architektonischer Formelemente, die er in Richtung einer Geschichte materieller Kulturen überhaupt ausweitete.

Was der Kunsthistoriker über den Künstler sagt, gilt mutatis mutandis für den Wissenschaftler, der auf der Suche nach dem Neuen ist. Jeder Wissenschaftler also, der forscht, «arbeitet im Dunkeln und wird nur von den Tunnels und Schächten früherer Werke geleitet, während er einer Ader folgt in der Hoffnung, auf eine Goldgrube zu stossen». Forschungsergebnisse können nicht einfach bestellt und geliefert werden. Der Wissenschaftshistoriker Thomas Kuhn hat einmal gesagt: Der Forschungsprozess ist «von hinten getrieben» - «a process driven from behind» - und nicht über Vorwegnahmen, über ein Telos, über ein Ziel definierbar, das man kennt und auf das man geradewegs zustreben kann.

#### **EXPERIMENTE UND SYSTEME**

Man könnte das Thema aus der Perspektive der Hoffnungen und der Ängste des Individuums weiterspinnen, auf die Kubler anspielt und die natürlich jedem Forscher vertraut sind. Das werde ich aber nicht tun, denn mir geht es mehr um jenes «Dunkle», um jene «Tunnels und Schächte früherer Werke», kurz, um die materielle Kultur der Wissenschaften, um deren Beschreibung ich mich als Wissenschaftshistoriker bemühe. Was mich dabei besonders interessiert, ist die Frage: Wie kommt es zu Neuem in der Wissenschaft? Es ist klar, dass die Entstehung des Neuen in den modernen Wissenschaften etwas mit dem Experiment zu tun hat. Aber wie kann man zu fassen bekommen, was da im Kern des Geschehens vor sich geht, eben dort im Dunkeln, wenn

man vor den Tunnels und den Schächten früherer Werke steht? Man fängt ja nie von vorne an, sondern steht am Ende eines Weges, den andere gegangen sind. Es liegt immer schon vieles, vielleicht sogar das meiste hinter uns. Und das bestimmt den Punkt, an dem wir stehen, und es bestimmt, was wir von diesem Punkt aus sehen können.

Das hat mich dazu gebracht, mir experimentelle Umgebungen im historischen Kontext näher anzusehen. Insbesondere mit der Geschichte der Molekularbiologie habe ich mich dabei näher befasst. Es ist ein Feld, auf dem sich ja auch meine frühere Arbeit als Biologe abgespielt hat. Ich habe mir also gewissermassen selbst über die Schulter geschaut, allerdings erst, als ich das Labor bereits verlassen hatte. Erst im Nachhinein ist mir dabei aufgefallen, dass es mir vorher nie eingefallen wäre, mich selbst bei der experimentellen Arbeit zu beobachten. Die Beschreibung stimmt aber nicht ganz, denn ich habe historisch dann doch etwas weiter ausgeholt und begonnen, Untersuchungen über die Entstehung des molekularen Paradigmas in der Biologie anzustellen. Dabei wurde mir klar, dass die Entstehung der Molekularbiologie auf eine Vielzahl von kleineren Arbeitszusammenhängen zurückgeht, auf die sich auch die Akteure oft als auf ihre Experimentalsysteme oder Modellsysteme oder eben einfach als ihre Systeme beziehen.

### «ÜBERRASCHUNGSGENERATOREN»

Es gibt ein Diktum von François Jacob, dem Molekularbiologen am Institut Pasteur in Paris, der zusammen mit Jacques Monod um 1960 die Grundvorgänge der Genregulation aufklärte - und mit dem Operon-Modell übrigens eine der Voraussetzungen für die Entwicklungsbiologie unserer Tage schuf -, ein Diktum, das ich oft zitiert habe und das lautet: «Um ein Problem zu analysieren, ist der Biologe gezwungen, seine Aufmerksamkeit auf einen Ausschnitt der Realität zu richten, auf ein Stück Wirklichkeit, das er willkürlich aussondert, um gewisse Parameter dieser Wirklichkeit zu definieren. In der Biologie beginnt mithin jede Untersuchung mit der Wahl eines <Systems>. Von dieser Wahl hängt der Spielraum ab, in dem sich der Experimentierende bewegen kann, der Charakter der Fragen, die er stellen kann, und sehr oft sogar auch die Art der Antworten, die er geben kann.» In diesem Zitat liegt die Betonung auf der Beschränkung des Aktionsradius, auf der Notwendigkeit, sich auf einen Ausschnitt des Geschehens zu konzentrieren. Eine solche Beschränkung ist auch, wenn ich es richtig sehe, der grosse, durch nichts zu ersetzende Motor der modernen Forschung gewesen. Kein Geringerer als der vielleicht bedeutendste Wissenschaftsphilosoph des 20. Jahrhunderts, Gaston Bachelard, hat immer wieder betont, dass die Kantonisierung der Wissenschaften, wie er es genannt hat, und zwar unterhalb der Ebene der akademischen Disziplinen, im Labor, nicht als verhängnisvolle Spezialisierung - falsch - verstanden werden darf, sondern eine Voraussetzung darstellt für die Beweglichkeit der modernen Forschung. Es kommt also alles darauf an, dass man nicht nur den abschliessenden, sondern auch den aufschliessenden Charakter solcher Beschränkungen versteht.

Experimentalsysteme verengen den Blick, sie erweitern ihn aber im gleichen Atemzug. Diese Erweiterung, dieser aufschliessende Charakter des Experiments kann auf zwei Weisen betrachtet werden. Experimentalsysteme sind die Orte, an denen sich in den empirischen Wissenschaften das Neue ereignet. Und das meine ich jetzt ganz konkret: Das Neue ereignet sich weniger in den Köpfen der Wissenschaftler - wo es allerdings letztlich ankommen muss - als vielmehr im Experimentalsystem selbst, gewissermassen in der Eiswanne. Experimentalsysteme sind also äusserst trickreiche Anlagen; man muss sie als Orte der Emergenz ansehen, als Strukturen, die wir uns ausgedacht haben, um Nicht-Ausdenkbares einzufangen. Sie sind wie Spinnennetze. Es muss sich in ihnen

etwas verfangen können, von dem man nicht genau weiss, was es ist, und auch nicht genau, wann es kommt. Es sind Vorkehrungen zur Erzeugung von unvorwegnehmbaren Ereignissen. Der Molekularbiologe Mahlon Hoagland hat in diesem Zusammenhang von «Überraschungsgeneratoren» gesprochen, der bereits erwähnte François Jacob von «Maschinen zur Herstellung von Zukunft».

Nun sind solche Systeme allerdings nicht völlig isoliert voneinander. Sie sind vielmehr zu ganzen Teppichen zusammengewoben, zu Patchworks, wie man mit dem Systembiologen Stuart Kauffman sagen könnte. Über die Flickenteppich-Verknüpfungen können sich Neuerungen in einem Flecken dann rasch ausbreiten und an anderen Stellen zusätzliche Wirkungen zeitigen. Fehlschläge oder Nichtereignisse bleiben aber gleichzeitig begrenzt und müssen Nachbarflecken nicht negativ beeinflussen. Man sieht also, dass es gute, wenn auch schwer quantifizierbare Gründe für eine solche Systemstruktur gibt, wie sie von der modernen Forschung auf den Weg gebracht worden ist.

Man kann das Forschen also als eine Suchbewegung charakterisieren, die sich auf der Grenze zwischen dem Wissen und dem Nichtwissen bewegt. Das Grundproblem besteht darin, dass man nicht genau weiss, was man nicht weiss. Damit ist das Wesen der Forschung kurz, aber bündig ausgesprochen. Es geht letztlich um das Gewinnen von neuen Erkenntnissen; und was wirklich neu ist, ist definitionsgemäss nicht vorhersehbar, es kann also auch nur begrenzt herbeigeführt werden. Was wirklich neu ist, muss sich einstellen, und man muss Bedingungen dafür schaffen, dass es sich einstellen kann. Mit dem Experiment schafft sich der Forscher eine empirische Struktur, eine Umgebung, die es erlaubt, in diesem Zustand des Nichtwissens um das Nichtwissen handlungsfähig zu werden.

In einer Experimentalanordnung verkörpert sich allerdings jeweils eine ganze Menge von Wissen, das zu einem gewissen Zeitpunkt als gesichert gilt. Es nimmt in der Regel die Gestalt von Instrumenten, Vorrichtungen und Apparaten an. Diese werden zwar oft auch allein deshalb in Bewegung gesetzt, um ihre eigene Funktionsfähigkeit zu überprüfen - das Kalibrieren und Testen von Apparaturen beansprucht wahrscheinlich sogar den grössten Teil der Arbeitszeit eines wissenschaftlichen Experimentators. Die eingesetzten Maschinen sollen möglichst geräuschlos ihre Arbeit tun. Das eigentliche Ziel des Experimentierens besteht aber darin, die untersuchten Phänomene zum Sprechen zu bringen. Das explorierende Experiment muss so angelegt sein, dass sich darin Neues ereignen kann. Der französische Physiologe Claude Bernard (1813-1878) hat einmal gesagt: «Man hat behauptet, ich würde finden, was ich gar nicht suchte, während Helmholtz» - Bernards deutscher Kollege - «nur findet, was er sucht; das stimmt, aber die Ausschliesslichkeit in jeder Richtung ist ungut.» Damit traf der grosse Wissenschaftler genau den entscheidenden Punkt.

### **MERKWÜRDIGE SUCHMASCHINE**

Das Forschungsexperiment ist darauf angelegt, etwas zum Vorschein kommen zu lassen, von dem man noch keine genaue Vorstellung hat; aber ohne eine vage Vorstellung von etwas zu haben, kann man andererseits auch nicht von etwas Neuem überrascht werden. Der experimentelle Geist muss komplementär zur Experimentalstruktur verfasst sein. Forscher und Gegenstand treten dabei in eine enge Beziehung zueinander; je besser man «seine Sache» kennt, desto subtiler macht sie sich bemerkbar. Das Experiment ist, wenn man so will, eine Suchmaschine, aber von merkwürdiger Struktur: Sie erzeugt Dinge, von denen man immer nur nachträglich sagen kann, dass man sie hätte gesucht haben

müssen. Insofern hat Bernard völlig recht, wenn er einmal kategorisch feststellt: «Die Erkenntnis ist immer etwas a posteriori.» Oder um es mit Christoph Georg Lichtenberg zu sagen: «Man muss etwas Neues machen, um etwas Neues zu sehen.»

Von Lichtenberg gibt es dazu auch die bekannte Überlegung: «Es verdiente einmal recht ernstlich für die eigene Haushaltung untersucht zu werden: warum die meisten Erfindungen durch Zufall müssen gemacht werden. . . . Deswegen müsste es sehr nützlich sein, einmal eine Anweisung zu geben, wie man nach gewissen Gesetzen von der Regel abweichen könne.» Eine solche automatische Erfindungsmaschine hat noch keiner erfunden, und auch ich kann keinen solchen Algorithmus bieten. Ich glaube aber, mit den Experimentalsystemen und deren Untersuchung einen Ort angeben zu können, an dem sich diese Dinge zutragen.

Abschliessend sei kurz auf einen speziellen Experimentalverlauf eingegangen. Es handelt sich um den Weg der Untersuchung des Problems, wie die Zelle Eiweisse synthetisiert. Ich will an dieser Stelle nicht auf Einzelheiten eingehen. Es geht mir nur darum, zu betonen, wie vielfältig sich in einem solchen Experimentalverlauf Instrumente, Fragestellungen, Befunde aus dem System und Einträge von aussen verschränken. Die Arbeit an der Aufklärung der Proteinsynthese fing um 1945 in der Krebsforschung an, Anfang 1960 war sie bei der Entschlüsselung des genetischen Codes angekommen. Dazwischen liegt der Weg - oder die Trajektorie - eines einzigen experimentellen Systems in seiner ganzen materiellen Kontinuität.

Der zentrale Mechanismus, die Art und Weise, wie in der Zelle die genetische Botschaft übersetzt und Peptid-Bindungen geknüpft werden, wurde 1963 von James Watson in einem Artikel in der Zeitschrift «Science» kodifiziert. Zwanzig Jahre später machte ich selbst meine Doktorarbeit auf diesem Gebiet. Die Experimente stellten genau diese Kodifizierung in Frage. Was wir zunächst als eine Verunreinigung des Systems ansahen, nahm mit der Zeit die Konturen eines neuen Modells an. Nun kam aber ein Satz zum Tragen, den ich oben in dem Lichtenberg-Zitat ausgelassen habe. Auf seine eigene rhetorische Frage, «warum die meisten Erfindungen durch Zufall müssen gemacht werden», antwortet Lichtenberg: «Die Hauptursache ist wohl die, dass die Menschen alles so ansehen lernen, wie ihre Lehrer und ihr Umgang es ansieht.» In diesem Fall dauerte es zehn Jahre, bis das neue Modell allgemein akzeptiert war. Heute ist es die Grundlage für die dreidimensionale, auf Röntgenstrukturanalyse beruhende Modellbildung im atomaren Bereich.

## **DAS SCHREIBEN**

Wie sieht es nun aber in den Geisteswissenschaften mit der Kunst aus, das Unbekannte zu erforschen? Der Geisteswissenschaftler steht ja in der Regel nicht im Labor und kann nicht wie die Naturwissenschaftlerin auf materielle Experimentalsysteme zurückgreifen. Nehmen wir als Beispiel den Wissenschaftshistoriker. Da ist zum einen die eher triviale Seite: Es ist oft das Archiv, dessen Durchforschung dem Wissenschaftshistoriker so manches Unbekannte in die Hände spielt. Vor allem kann es ihn eines lehren: nämlich dass Entdeckungen eigentlich nie auf die Weise gemacht worden sind, wie sie im öffentlichen Raum - sei es in Publikationen oder in Erinnerungen - dargestellt werden. Erhalten gebliebene Laborunterlagen fördern so manche Überraschung zutage und lehren uns immer wieder, dass die Ordnung der Entdeckung und die Ordnung der Darstellung in der Wissenschaft zwei verschiedene Dinge sind.

Ich möchte aber behaupten, dass die wichtigste Quelle des Neuen - nicht im Sinne des

Konstatierens von Fakten, sondern im Bereich der Interpretation - für den Historiker wie in den Geisteswissenschaften wohl überhaupt das Schreiben selbst ist. Man könnte hier Heinrich von Kleists «Über das allmähliche Verfertigen der Gedanken beim Reden» aufgreifen. Man muss aber nicht nur vom Verfertigen, sondern auch vom Verfestigen und Verändern der Gedanken beim Schreiben sprechen. Das Schreiben, so behaupte ich, ist selbst ein Experimentalsystem. Es ist eine Versuchsanordnung. Es ist nicht nur ein Aufzeichnen von Daten, Tatbeständen oder Ideen. Es ist auch nicht einfach der billige Ersatz für die lebendige Rede. Es ist nicht einfach das transparente Medium der Gedanken. Es gibt den Gedanken eine materielle Verfassung - und zwar eine, die das Entstehen von Neuem ermöglicht.

Auch die Schrift begründet Bahnen, auf denen Spuren hinterlassen werden, auf die man zurückkommen und über die man, indem man das tut, hinausgehen kann. Es vollzieht sich also durch das Niederschreiben, wie man mit dem Phänomenologen Edmund Husserl sagen kann, nicht nur eine Verwandlung der Existenzweise von Sinngebilden, sondern es entstehen auch neue, die sich, wie alle neuen Erwerbe, «wieder sedimentieren und wieder zu Arbeitsmaterialien werden». Schreiben ist mithin in einem elementaren Sinne auch die Voraussetzung für alle Wissenschaft. Mit der Übersetzung eines Buches, dem dieser Gedanke zugrunde liegt - der «Grammatologie» von Jacques Derrida -, habe ich mein Studium begonnen. Und über den langen Weg durch ein ganz anderes Experimentalsystem bin ich wieder beim Schreiben angelangt. Wie in diesen Systemen gibt es auch im Schreibprozess, um abschliessend auf Kublers Wort zurückzukommen, jene dunklen Tunnels und Schächte, um nicht zu sagen Abgründe früherer Werke, an denen wir stehen in der Hoffnung, auf eine Goldgrube zu stossen.

Der Molekularbiologe, Philosoph und Wissenschaftshistoriker Prof. Dr. Hans-Jörg Rheinberger ist Direktor am Max-Planck- Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin. Letzte Buchveröffentlichung: Experimentalsysteme und epistemische Dinge (Suhrkamp, 2006). - Der vorstehende Text geht auf einen Vortrag zurück, den der Autor bei der Entgegennahme des «Cogito»-Preises in der Aula der Universität Zürich im Oktober letzten Jahres gehalten hat.

**Diesen Artikel finden Sie auf NZZ Online unter:**  
<http://www.nzz.ch/2007/05/05/li/articleELG88.html>

Copyright © Neue Zürcher Zeitung AG