le heraus; hier lautet diese Kettendivision:

$$k_\beta : k_\alpha = 20564{,}1 : 15233{,}1 = 1 + 5331{,}0 : 15233{,}1$$
$$15233{,}1 : 5331{,}0 = 2 + 4571{,}1 : 5331{,}0$$
$$5331{,}0 : 4571{,}1 = 1 + 759{,}9 : 4571{,}1$$
$$4571{,}1 : 759{,}9 = 6 + 11{,}7 : 759{,}9$$
$$759{,}9 : 11{,}7 = 64 + 11{,}1 : 11{,}7.$$

Für das Verhältnis $k_\beta : k_\alpha$ selbst ergibt sich hieraus:

$$k_\beta : k_\alpha = 1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{6 + \cfrac{1}{64 + 11{,}1 : 11{,}7}}}}$$

Der brillante Gedanke Balmers war, daß der zuletzt berechnete, unverhältnismäßig große Nenner 64 + 11,1 : 11,7 = 65 bereits unterhalb der Meßgenauigkeit rangiert - er könnte innerhalb der Meßtoleranz genauso gut durch *unendlich* ersetzt werden. Diese Ersetzung nimmt Balmer vor. Er vertraut darauf, daß der *wahre* Wert des Verhältnisses

$$k_\beta : k_\alpha = 1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{6}}} = \frac{27}{20}$$

beträgt. Dieser Bruch mit relativ kleinen Zähler und Nenner beschreibt einerseits das gemessene Verhältnis hinreichend genau und steht andererseits für die *Zuversicht* Balmers, daß die Gesetze der Natur im Grunde *einfach* sind. Mit derselben Methode gewinnt Balmer die - seiner Meinung nach exakten - Verhältnisse $k_\gamma : k_\alpha = 189 : 125$, $k_\delta : k_\alpha = 8 : 5$, $k_\varepsilon : k_\alpha = 81 : 49$ und erhält so aus der fortlaufenden Proportion

$$k_\alpha : k_\beta : k_\gamma : k_\delta : k_\varepsilon = 1 : \frac{27}{20} : \frac{189}{125} : \frac{8}{5} : \frac{81}{49} = \frac{5}{36} : \frac{12}{64} : \frac{21}{100} : \frac{32}{144} : \frac{45}{196} =$$
$$= \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) : \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) : \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right) : \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right) : \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{49}\right)$$

die nach ihm benannte Spektralformel.

((10)) Für die Diskussion des radikalen Konstruktivismus ist an diesem Beispiel entscheidend: Die Herleitung dieses Gesetzes erfolgte direkt von den Daten zu den (von Balmer als exakt vermuteten) *Zahlen*. Balmer benützte weder eine Theorie noch ein die Natur simulierendes Modell - er konnte dies gar nicht, denn das erste Modell, welches die Serienformel Balmers aus einem *Atommodell* „erklärte", wurde mehr als 25 Jahre später von Niels Bohr entworfen.

((11)) Es ist ferner bemerkenswert, daß die in der „Kopenhagener Deutung der Quantentheorie" erstellte Verfeinerung des Bohrschen Modells überdies gestattet, die *Breite* der Spektrallinien des Wasserstoffs zu verstehen: aus dieser Sicht bedeutet Balmers Vertrauen in die Verhältnisse mit kleinen Zählern und Nennern die Annahme eines *idealen* Wasserstoffatoms, eines von allen äußeren Einflüssen unabhängigen quantentheoretischen Zweikörperproblems. Wäre diese Idealisierung in der Natur verwirklicht, reduzierten sich die Spektrallinien tatsächlich auf mathematisch exakte Linien an den von Balmer genau vorhergesagten Stellen im Spektrum - allerdings mit dem Nachteil, daß man sie nicht messen könnte, denn die mathematisch exakte „unendlich dünne" Linie würde im Spektrum unsichtbar bleiben.

((12)) So gesehen bestätigt sich an diesem Beispiel erneut die von Ernst von Glasersfeld zitierte Erkenntnis des Xenophanes, daß es Balmer letztlich doch *nicht* erlaubt war, sich die Welt - und sei es auch nur die Welt des *realen* Wasserstoffatoms - so vorzustellen, wie sie „wirklich" ist. Die Natur entzieht sich letztlich immer den Zugriffen des sie ertappen wollenden Forschers.

((13)) Das Beispiel der Entdeckung von Balmers Formel belegt jedoch, daß man *nicht* vor die *Alternative* gestellt ist, sich entweder für den Anspruch des naiven Beobachters, er besitze eine in allen Details stimmige Vorstellung von der Natur, oder aber für die radikale Ablehnung des Konstruktivisten, von einer Welt jenseits unserer Sinne und Begriffe überhaupt zu sprechen, zu entscheiden. Wird der Anspruch des naiven Beobachters zurecht bereits von den griechischen Denkern verworfen, mißachtet die Ablehnung des Konstruktivisten ebenso sträflich die Kraft der *Intuition* des genialen Forschers. Nur durch sie wird Naturwissenschaft erst interessant, ohne sie bleibt unverständlich, wie Naturwissenschaft überhaupt zustande kam.

((14)) Einstein spricht in dem Zitat ((8)) zurecht von der unüberbrückbaren Differenz zwischen den Modellen der Physiker und der Wirklichkeit. Er spricht aber an anderer Stelle auch vom Reiz der Physik, daß sie erlaubt, „dem lieben Gott in die Karten zu schauen". Balmer war zum Beispiel ein „Blick in Gottes Karten" gegönnt, als er von den Meßresultaten auf die „exakten" Werte schloß. Eine Wissenstheorie, die dies nicht zu würdigen versteht, geht daher am zentralen Kern von Erkenntnis vorbei.

Adresse

Prof. Dr. Rudolf Taschner, Technische Universität Wien, Institut für Analyse, technische Mathematik und Versicherungsmathematik, Wiedner Hauptstr. 8-10, A-1040 Wien

Genetische Wissenschaftsgeschichte, Kollaboratives Lernen und Hyperkommunikation

Rolf Todesco

((1)) Der Radikale Konstruktivismus kann aus immanenten Gründen nicht an einem ontologischen Wahrheitsgehalt gemessen werden. Er muss sich in seinen Anwendungen als viabel erweisen. Ernst von Glasersfeld demonstriert die Viabilität seines Konstruktivismus anhand einiger Beispiele der Begriffsanalyse (EvG ((43ff))). Abschliessend schreibt er, „konstruktivistische Ansätze sind heute ein Gemeinplatz in der Didaktik (...)", und relativiert, dass die Leser seines „Artikels selbst entscheiden müssen, inwieweit sie (diese Ansätze) mit den hier (im Artikel) beschriebenen Grundsätzen übereinstimmen" (EvG ((59))). Ernst von Glasersfeld's Formulierung „für mich liegt das wichtigste Anwendungsgebiet des Konstruktivismus im alltäglichen Leben" (EvG ((60))) ist treffend und ausweichend zugleich, denn was, was Menschen beschäftigt, findet nicht im alltäglichen Leben statt?

((2)) Der Radikale Konstruktivismus muss sich (auch) im all-

täglichen Gebrauch von Wissenschaftlern und Lehrern als viabel erweisen. Zur Diskussion steht seine Brauchbarkeit. Ich will diese im folgenden in drei Gebrauchsanweisungen diskutieren.

1. Gebrauchsanweisung: Genetische Wissenschaftstheorie

((3)) Ernst von Glasersfeld stellt sich und seinen Konstruktivismus, obwohl er dessen Subjektivität betont, in die Tradition der Wissenschaften. Man kann, und ich tue es, den Radikalen Konstruktivismus auch radikaler verstehen, nämlich nicht als Paradigmenwechsel innerhalb der Wissenschaft, sondern als Paradigma *nach* der Wissenschaft. Aus der Sicht des Radikalen Konstruktivismus lässt sich die Wissenschaft insgesamt als Paradigma der Diskussion um objektive Wahrheit interpretieren. Im für die Sache von Piaget recht seltsam gewählten Ausdruck „Konstruktion" deutet sich unmissverständlich an, was wir heute Engineering nennen: wir konstruieren die Welt nicht unter Gesichtspunkten von Wahrheit, sondern von Viabilität.

((4)) Ernst von Glasersfeld schreibt, dass sein Denken und mithin der Radikale Konstruktivismus sich aus vier Quellgebieten genährt haben (EvG ((3))). Diese Quellgebiete werden von ihm extrem selektiv (re-)konstruiert: die als erste seiner Quellen angeführten, skeptischen Zitate sind innerhalb der Wissenschaften überhaupt nicht begreifbar und haben dort auch keinerlei Konsequenzen (gehabt). Erst im Konstruktivismus lassen sich diese innerhalb der Wissenschaften abweichenden Formulierungen als Signale eines immer schon antizipierten Paradigmenwechsels zur Konstruktion verstehen. Das paradigmatische Selbstverständnis der Naturwissenschaften ist dagegen notwendigerweise bei Popper stehengeblieben. Theoreme der allgemeinen Relativität, der Unschärfe, der Wellen-Korpuskel-Zweiheit usw. beherrschen nur esoterische Diskurse. Innerhalb der Naturwissenschaften wird nach wie vor die Welt vermessen, wie sie wirklich, resp. an sich ist.

((5)) In den weicheren Naturwissenschaften lässt sich kaum jemand finden, der die Evolutionstheorie - die immer noch Darwin statt Wallace zugeschrieben wird - als halbwegs sinnvolle Konstruktion auffasst und nicht mit der einzig möglichen Realität gleichsetzt. Ernsthafte Zweifel an der Evolutionsgeschichte sind innerhalb der Wissenschaft nicht „viabel", wie kontrovers die Details der Evolution auch behandelt werden.

((6)) Dass man Piaget keineswegs radikalkonstruktivistisch lesen muss, und dass er gemeinhin auch nicht so gelesen wird, ist wie Ernst von Glasersfeld ausdrücklich schreibt, sogar die Begründung des Labels „Radikaler Konstruktivismus". Vielmehr wird Piaget nicht nur in der angelsächsischen Psychologie auch heute noch vorwiegend innerhalb mehr oder weniger naiv realistischer Konzeptionen rezipiert. Auch Bruners Argumentation über Piagets Selbstverständnis (EvG, ((Anmerkung 3))) lässt sich ohne „Radikale" Auswahl von Textstellen, wie Ernst von Glasersfeld zugibt, nicht leicht verwerfen: Piaget ist vor allem in den Augen der Radikalen radikal, er selbst hat sich sehr stark um wissenschaftliche Wahrheit bemüht.

((7)) Es ist ein hervorragender Gebrauchswert des Radikalen Konstruktivismus, wissenschaftliche Texte als solche zu durchschauen. Es geht dabei aber nicht um eine Weiterentwicklung der Wissenschaften „durch eine schrittweise Einführung neuer, bewußter Voraussetzungen" (EvG ((4))), sondern um die hegelsche Aufhebung jener Wahrheitsfindung überhaupt, welche Wissenschaften konstituiert. Die Kybernetik des Konstruktivismus untersucht nicht mehr ontologisch gegebene Realitäten, sondern den Kybernetiker (Beobachter), der solche Realitäten für-wahrnimmt. Genau deshalb nennt Heinz von Foerster, einer der besten Freunde von Ernst von Glasersfeld, den Konstruktivismus Kybernetik der Kybernetik (Second Order Cybernetics). Mit der Systemtheorie von Wiener und Shannon hat das so viel oder so wenig zu tun, wie Marx mit Hegel. Die radikale „Entdeckung", dass das „operationell geschlossene System" von Powers (EvG ((37))), das sich nicht mit seiner Umwelt, sondern mit sich selbst beschäftigt, insbesondere die Kybernetiker Wiener, Shannon und Powers selbst beschreibt, ist etwas, was sich diese Herren kaum träumen liessen, geschweige denn, jemals auch nur ansatzweise formuliert hätten.

((8)) Als Wissenschaftskritik ist der Radikale Konstruktivismus eine ausführlich dokumentierte Anleitung zur Dekonstruktion von Kommunikations-Metaphern, wie sie in der Systemtheorie 1. Ordnung, die sich mit offenen Systemen beschäftigt, geläufig sind. So ist etwa Maturanas Frage, welche Instanz der Natur denn jenseits der wissenschaftlichen Beobachtern (Gen-Technologen) den vermeintlichen DNS-Code der Gene lese, wissenschaftlich so wenig beantwortbar, wie die Informationstheorie einen brauchbaren Begriff von Information vorlegen kann.

2. Gebrauchsanweisung: Kollaboratives Lernen

((9)) Ernst von Glasersfeld hat seinen Artikel mit „Wissenstheorie" überschrieben. Egal was Wissen ist, ein Teil davon zeigt sich in Texten, oder genauer gesprochen, darin, welche Texte(teile) durch welche ersetzbar sind. Wenn wir in einem Gespräch den andern nicht verstehen, also umgangssprachlich gesprochen nicht „wissen", was der andere meint, arbeiten wir mit solchen Ersetzungen. Ein Wort wird „erklärt", indem man andere Wörter dafür angibt, auch wenn zweifelsohne stimmt, dass man Wörter überhaupt so nicht einführen kann (EvG ((38f))). Für „Tisch" kann man je nach Kontext sagen: ein Möbel; eine Platte mit Beinen; das, was wir gestern gekauft haben; table; desk; das da; usw. Immer wird eine Buchstabenkette durch eine andere ersetzt. Einen anderen Menschen verstehen heisst in diesem Sinne, wissen, welche Ersetzungen er in welchen Situationen machen oder zulassen würde. Was sich der je andere dabei denkt, ist im strengen Sinne des Wortes unerheblich, nicht erhebbar, weil jedes Nachfragen wieder nur durch Worte ersetzt werden kann. „Wörter befördern ihre Bedeutung nicht" (EvG ((38))). Ich kann nicht wissen, was die andern wissen, ich kann diesbezüglich nur in Erfahrungen bringen, welche materiellen Texte und Textersetzungen sie unabhängig von den Bedeutungen, die diese Texte für mich haben, akzeptieren und welche nicht. Jene Sozialpsychologen, von welchen Ernst von Glasersfeld sagt, sie hätten recht, „wenn sie sagen, daß die Bedeutungen von Wörtern in der Gesellschaft 'ausgehandelt' werden" (EvG

((42))), haben radikal gesehen überhaupt nicht recht. Wir verhandeln nicht die Bedeutung von Wörtern, wir lernen durch Akkommodation (EvG ((35))), welche Wörter wir - unabhängig von ihrer Bedeutung - wann mit Gewinn verwenden können. Das Kleinkind, das in bestimmten Situationen Tasse statt Tassen sagt, sieht eben in der Reaktion seiner Umwelt, wozu insbesondere auch seine Mutter gehört, dass es besser Tassen gesagt hätte, und zwar auch jenseits davon, ob es Dinge an sich oder mentale Operationen unterscheidet (EvG ((46))).

((10)) Sprachliches Lernen ist ein kollaborativer Prozess, in welchem es nicht darum geht, dass Wissen von einigen, die es haben, an andere, die es wollen, übermittelt wird, sondern darum, dass die an der Kollaboration Beteiligten gemeinsam erforschen, welche Texte in ihrer gemeinsamen Praxis für alle viabel sind. Dabei geht es darum, einen gemeinsamen physisch-materiellen Text im engen Sinne des Wortes zu *konstruieren*. Das gemeinsame ist der Text als externes Gedächtnis (Keil-Slawik) und keinesfalls irgendeine Bedeutung des Textes. Das Wissen der Lerngemeinschaft existiert als dynamischer Text, der von den Beteiligten kollaborativ, jenseits von Bedeutungen, die der Text für den Einzelnen hat, weiterentwickelt wird, wiewohl der Einzelne den Text natürlich gemäss den Bedeutungen, die er für ihn hat, erzeugt. Natürlich kann man dann auch nicht an „richtigen" und „falschen" Interpretationen des Textes interessiert sein oder daran, dass die am Lernprozess Beteiligten alle das gleiche lernen.

((11)) In diesem Sinne ist Konstruktivismus auch keine Didaktik, sondern die Aufhebung jeder Didaktik, was wohl in der bereits erwähnten Relativierung von Ernst von Glasersfeld angedeutet ist. Didaktiken sind darauf hin angelegt, das Lehren zu optimieren. Wo in Didaktiken verschleiernd vom Lernen die Rede ist, geht es immer um das trivialisierende „Lernen", das der Lehrer kontrolliert, nicht um das Lernen, das von Ernst von Glasersfeld mit dem Begriff der Akkommodation beschrieben wird (EvG ((35))).

3. Gebrauchsanweisung: Hypertexte

((12)) In den Studiengängen, die ich an der Fachstelle für Weiterbildung der Universität Zürich organisiere (http://www.unizh.ch/weiterbildung dort, zB. Hyperkommunikation), gibt es anstelle von Kursunterlagen, in welchen steht, was einer schon weiss und jeder andere wissen muss, gemeinsame Kursunterlagen, die von den Beteiligten gemeinsam produziert werden. Wie wir nach kurzen Versuchen wissen, ist das gemeinsame Formulieren von sequentiellen Texten eine kaum erlernbare Kunst. In konventioneller Koautorenschaft formuliert ein Autor, die Koautoren müssen korrigierend mehr oder weniger zufrieden sein. Mit Hypertext haben wir ein Medium, das sinnvolle Kollaboration zulässt, weil darin parallele Formulierungen möglich sind. Die Autoren stellen ein Vokabular aus Hypertextteilen (häufig Hyperkarten genannt) zur Verfügung, so wie wir Wörter - jenseits ihrer Bedeutung - immer schon zur Verfügung haben. Der Leserautor setzt Textteile zusammen, so wie wir beim Sprechen Wörter zusammensetzen (Todesco, 1998, 1999).

((13)) Wesentlich ist hier: Die Koautoren formulieren selbst. Im Lernprozess geht es uns ausschliesslich darum, Viabilität in kollektiven Formulierungen zu erzeugen, indem wir einen gemeinsamen Hyper-Text produzieren, in welchen die Beteiligten ihr eigenes Wissen zum Thema einbringen und mit den Beiträgen der andern verknüpfen, respektive verlinken. Ein FTP-Server im Internet bietet die Möglichkeit, dass alle Beteiligten jederzeit mitschreiben und mitlesen können.

((14)) Diese Lernform ist kollektives Resultat, das wir in unseren Studiengängen in der Auseinandersetzung mit Ernst von Glasersfeld's Radikalem Konstruktivismus entwickelt haben. Wir sind nun im Rahmen eines EU-Projektes über Wissensmanagement dabei, Spielregeln für solche (in unseren Augen) konstruktivistischen Lernprojekte zu entwickeln.

Literatur

Todesco, R. (1998). *Effiziente Informationseinheiten im Hypertext.* In: Storrer, Angelika / Harriehausen, Bettina (Hrsg.): Hypermedia für Lexikon und Grammatik. Gunter Narr, Tübingen

Todesco, R. (1999). *Wissensmanagement im Hypertext.* In: Jakobs, Eva-Maria / Knorr, Dagmar (Hrsg.): Textproduktion. Hypertext, Text, Kontext. [Textproduktion und Medium; 4]. Peter Lang, Frankfurt/M. u.a.

Adresse

Rolf Todesco, Universität Zürich, Fachstelle für Weiterbildung, Rämistraße 74, CH-8001 Zürich

Wo bleiben die Argumente?

Gerhard Vollmer

((1)) Daß von Glasersfeld seine Position auf neun Seiten nicht ausführlich darstellen, sondern nur skizzieren kann ((3)), leuchtet ein. Warum aber verwendet er dann den spärlichen Platz für Geschichtliches und für Zitate statt für Argumente oder für die Auseinandersetzung mit Kritik? Der Mangel an Argumenten ist die Hauptschwäche des radikalen Konstruktivismus. Und von Glasersfeld macht sich nicht einmal die Mühe, ihn angemessen *darzustellen*.

((2)) Viele Philosophen haben Argumente dafür geliefert, warum unser Wissen *nicht sicher* ist. Das wird von den Skeptikern, von kritischen Rationalisten und hypothetischen Realisten immer wieder betont. Auch das Einstein-Zitat in ((8)) betont nur die *mangelnde Sicherheit* des Mannes, der das Funktionieren einer Uhr erklären möchte, ohne sie öffnen zu dürfen. Und selbst diese Unsicherheit, diese Vorläufigkeit und Fehlbarkeit unseres Wissens, kann natürlich nicht bewiesen werden.

((3)) Von dieser Unsicherheit springt von Glasersfeld nun aber gleich zu der Behauptung ((21)), Wahrheit und Wissen seien uns versagt, ein (Fehl-)Schluß, den Einstein sich natürlich niemals erlaubt hätte. Dieser Schluß wäre nur dann zulässig, wenn Wahrheit und Wissen auf Sicherheit angewiesen wären. Tatsächlich wurde 'Wissen' oft als 'wahre und fundierte Überzeugung' ('justified true belief') aufgefaßt. Aber schon Platon kritisiert diese klassische Explikation im Theaitetos,