

Article

Die didaktische Reduktion als Kernstück der Didaktik.
Ausgewiesen an Beispielen der Berufsschul-Didaktik
Grüner, Gustav
in: Die deutsche Schule : DDS ; Zeitschrift für
Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische
Praxis | Die Deutsche Schule Weinheim - 59 | Die Deutsche
Schule Weinheim - 7/8
17 Page(s) (414 - 430)



Nutzungsbedingungen

DigiZeitschriften e.V. gewährt ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht kommerziellen Gebrauch bestimmt. Das Copyright bleibt bei den Herausgebern oder sonstigen Rechteinhabern. Als Nutzer sind Sie nicht dazu berechtigt, eine Lizenz zu übertragen, zu transferieren oder an Dritte weiter zu geben.

Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen:

Sie müssen auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten; und Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgend einer Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen; es sei denn, es liegt Ihnen eine schriftliche Genehmigung von DigiZeitschriften e.V. und vom Herausgeber oder sonstigen Rechteinhaber vor.

Mit dem Gebrauch von DigiZeitschriften e.V. und der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

DigiZeitschriften e.V. grants the non-exclusive, non-transferable, personal and restricted right of using this document. This document is intended for the personal, non-commercial use. The copyright belongs to the publisher or to other copyright holders. You do not have the right to transfer a licence or to give it to a third party.

Use does not represent a transfer of the copyright of this document, and the following restrictions apply:

You must abide by all notices of copyright or other legal protection for all copies taken from this document; and You may not change this document in any way, nor may you duplicate, exhibit, display, distribute or use this document for public or commercial reasons unless you have the written permission of DigiZeitschriften e.V. and the publisher or other copyright holders.

By using DigiZeitschriften e.V. and this document you agree to the conditions of use.

Kontakt / Contact

[DigiZeitschriften e.V.](#)

Papendiek 14

37073 Goettingen

[Email: info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

Die didaktische Reduktion als Kernstück der Didaktik

Aufgewiesen an Beispielen der Berufsschul-Didaktik¹

Wir veröffentlichen diesen Aufsatz mit dem ausdrücklichen Hinweis auf seine Bedeutung für die Erörterung der vielen — noch weithin ungelösten — Probleme der Arbeitslehre.

Sollte man nicht dem Vorschlag des Autors folgen, der im vorletzten Absatz seines Beitrages enthalten ist: Anstelle des sehr schillernden Wortes Arbeitslehre in der derzeitigen Hauptschuldiskussion, das letztlich aus der Berufsschuldidaktik für die Klassen der Hilfs- oder Jungarbeiter stammt, sollten die klareren Bezeichnungen Technikunde und Wirtschaftskunde gesetzt werden?

Die Schriftleitung

I. Die Fachtheorie im Berufsschulunterricht

Schon um 1900 wurde der damaligen gewerblichen Fortbildungsschule die Aufgabe zugewiesen, die betriebliche Lehre zu ergänzen. Dieses Ergänzen ist in zweifacher Weise denkbar:

- 1) Die Berufsschule ergänzt die praktische Ausbildung im Lehrbetrieb, indem sie in den Schulwerkstätten die — aus welchen Gründen auch immer entstandenen — Lücken der betrieblichen Ausbildung schließt.
- 2) Die Berufsschule ergänzt die praktische Ausbildung im Betrieb, indem sie die Berufstheorie vermittelt, was der Betrieb nicht vermag.

Heute wird der Berufsschule im Rahmen der Erfüllung ihrer „realistischen Aufgabe“ (Blättner)² vor allem die unter 2) genannte Aufgabe zugewiesen; sie soll also die *Berufstheorie* vermitteln. Die Gewerbelehrer argumentieren meist so, der Betrieb müsse das „Wie“ der Werkverrichtungen lehren, die Berufsschule jedoch das „Warum“.

Die in der Berufsschule gelehrt Berufstheorie wurde 1937 in einem bekannten Erlass³, durch den sogenannte Reichslehrpläne eingeführt werden sollten, in der Weise gekennzeichnet, daß es in der Berufsschule darum gehe, „die Bildungstoffe der praktischen Ausbildung sach- und sinngemäß gedanklich zu unterbauen“. Nach dieser — heute noch weit verbreiteten — Auffassung geht es im berufstheoretischen Unterricht darum, das Hantieren in der Werkstatt noch einmal zu durchdenken und dabei auf eine höhere Ebene des Bewußtseins zu heben. Die Berufstheorie ist hier — um mit H e r b a r t zu sprechen — eine Besinnung über den Umgang; sie hat deskriptiven Charakter. Die Werkstattvorgänge werden sprachlich erfaßt, sie werden gegliedert

¹ Auszug aus dem vom Verfasser am 24. April 1967 vor dem Ausschuß Pädagogik und Technik der VDI-Hauptgruppe Mensch und Technik in Offenbach gehaltenen Vortrag „Grundfragen des werkkundlichen Berufsschulunterrichts“.

² Blättner, Fritz / Münch, Joachim: Pädagogik der Berufsschule (2. Aufl.). Heidelberg 1965, S. 100 ff.

³ Der Reichs- und Preussische Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung, Erlaß vom 6. August 1937, E. IV 8371. Betrifft: Lehrpläne für die werkkundlichen Fächer der gewerblichen, bergmännischen, kaufmännischen und hauswirtschaftlichen Berufsschulen.

und begründet. Die Begründung ist freilich dabei oft fragwürdig; es geht nicht so sehr um das „Warum“, sondern eher um das „Wozu“⁴.

Schon 1931 hatte jedoch der erste Professor für Gewerbeschulpädagogik an der TH Stuttgart, Dr.-Ing. e. h. K. O. H a r t m a n n , gefordert⁵, den Lehrlingen durch den Berufsschulunterricht „einen Teil jenes fachwissenschaftlichen Rüstzeuges, mit dem der Ingenieur arbeitet“, zu vermitteln. Hartmann wollte in der Berufsschule den Gegensatz zwischen Ingenieur und Facharbeiter dadurch vermindern, daß auch die angehenden Facharbeiter in „ganz elementarem Ausmaß“ in die Ingenieurwissenschaften eingeführt werden sollten. Mit zahlreichen Beispielen bewies er, wie fruchtbar sich dieses Verfahren auf die gewerbliche Praxis auswirkt.

So zeigt sich die Berufsschultheorie als aus zwei Teilen zusammengesetzt:

- 1) *Die Theorie des Umganges in der Werkstatt*: sprachliches Erfassen der Werkstattvorgänge, Gliedern der Vorgänge, Stiften von Beziehungen zwischen verschiedenen Verfahren, Bezeichnen der Maschinen und ihrer Teile, der Werkzeuge und Werkstoffe, Vermitteln von Erfahrungen (Werkstattkniffen), Anerziehung eines technischen „Gefühls“, des oft beschworenen „Fingerspitzengefühls“ des Fachmanns.
- 2) *Die Einführung in die Ingenieurwissenschaft*: Vermittlung einfacher ingenieurmäßiger Berechnungsverfahren (Festigkeitslehre, Übersetzungen, Arbeitszeitberechnungen, mechanische Berechnungen, elektrotechnische Berechnungen u. ä.), Einführung in die „Sprache des Ingenieurs“, in das technische Zeichnen, bei dem die Darstellende Geometrie die Grammatik und die Normung die Orthographie genannt werden, Einführung in Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisationslehre und vor allem Eindringen in die wissenschaftliche Technologie und Werkstoffkunde (Werkstoffphysik).

So wichtig die unter 1) genannten Bereiche auch waren und heute weithin noch sind, so sehr verlieren sie mit der ständigen Verwissenschaftlichung der Produktion an Bedeutung. Ein Beispiel mag genügen: Der Autoschlosser brauchte das letztlich aus viel Erfahrung entstehende Fingerspitzengefühl bei der Fehlersuche; in der modernen Reparaturwerkstatt tritt an Stelle der Stufe der „Vermutung“ (Kerschensteiner) beim Arbeitsprozeß die Stufe der exakten Überprüfung etwa des Motors mit Geräten, die eine sichere „Diagnose“ stellen.

Deshalb gewinnt die unter 2) genannte Berufstheorie an Bedeutung. Sehr deutlich schlägt sich diese Umwandlung in den Berufsschulbüchern nieder. In den Rechenbüchern der zwanziger Jahre überwogen noch die „bürgerlichen“ Rechenoperationen, das Ausrechnen des Rabatts, der Prozente und der Sparkassenzinsen. Im Hinblick auf den selbständigen Handwerker ging es im Fachrechnen, wie Fritz B l ä t t n e r noch 1947 formulierte⁶, um „Mengen und Massen“ der verwendeten Werkstoffe. Rechenbücher von heute enthalten dagegen Buchstabenformeln, Diagramme und Tabellen. Trägt man in einem Koordinatensystem auf der Abszisse die Zeit von 1900 bis heute und auf der Ordinate die in der Berufsschule jeweils behandelten Formeln auf, so ergibt sich eine stetig steigende Kurve. Eine Grenze ist diesem Eifer der Verwis-

⁴ Grüner, Gustav: Technische Volksbildung, Weinheim 1960, S. 60.

⁵ Hartmann, K. O.: Die Wesensfragen der Berufsschülerziehung und die zeitbedingte Durchführung ihrer Aufgaben. Köln 1931, S. 66 und 67.

⁶ Blättner, Fritz: Menschenbildung und Beruf — Grundlinien einer Berufsschuldidaktik. Hamburg 1947, S. 113.

senschaftlichung lediglich in der Fassungskraft der Berufsschüler gesetzt. Die peinliche Verwechslung von Möglichem und Wünschbarem kennzeichnet gelegentlich auch die deutsche Berufsschulpädagogik.

II. Die zwei grundsätzlichen didaktischen Verfahren

Otto M o n s h e i m e r hat einmal gesagt, der Gewerbelehrer könne mit einem Transformator verglichen werden; er sei mit zwei Leitungen an die Wissenschaft angeschlossen und mit den beiden anderen an die Schüler. Seine Aufgabe sei es, die Wissenschaft mit „niedrigerer Spannung“ an Schüler weiterzuleiten. Dieses Bild gilt freilich nur für die oben unter 2) genannte Berufstheorie; für die unter 1) genannte wäre es wohl so, daß der Gewerbelehrer an die gewerbliche Praxis angeschlossen ist, um diese hochzutransformieren.

Hier soll nun nur der Vorgang erörtert werden, der bei der Vermittlung ingenieurwissenschaftlicher Inhalte an Berufsschüler auftritt. Es sei eingefügt, daß „Ingenieurwissenschaft“ sehr oberbegrifflich aufgefaßt wird, auch die einschlägigen Naturwissenschaften werden dazu gerechnet. Der Einfachheit halber wird auch nur der Gegensatz „Ingenieur-Facharbeiter“ zur Erläuterung herangezogen; in Wirklichkeit gibt es heute infolge der vertikalen Berufsdifferenzierung etwa folgende durch Berufsbezeichnungen umrissene Stufen der technischen Arbeit: Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Ing. grad., Techniker, Meister, technischer Assistent, Spezialarbeiter, Facharbeiter und Metallwerker. Fragt man nach dem Unterschied zwischen der Berufstheorie oder dem Berufswissen des Ingenieurs und des Facharbeiters, so zeigt sich folgendes Bild:

- 1) Es gibt ein Berufswissen, das nur für Ingenieure typisch ist.
- 2) Es gibt ein Berufswissen, das nur für Facharbeiter typisch ist.
- 3) Es gibt ein Berufswissen, das beiden gemeinsam ist.

Zu den unter 1) und 2) genannten Inhalten ist nicht viel zu sagen. Jedermann wird einsehen, daß Ingenieure während des Studiums in Bereiche eindringen, die dem Facharbeiter verschlossen bleiben; andererseits erwirbt der Facharbeiter während der Berufsarbeit ein Berufswissen, das eben unmittelbar aus dem schon geschilderten Umfang erwächst, das der Ingenieur kaum kennt. Interessant ist jedoch für unsere Betrachtung das beiden gemeinsame technische Wissen, mengentheoretisch also der Durchschnitt (Bild 1).

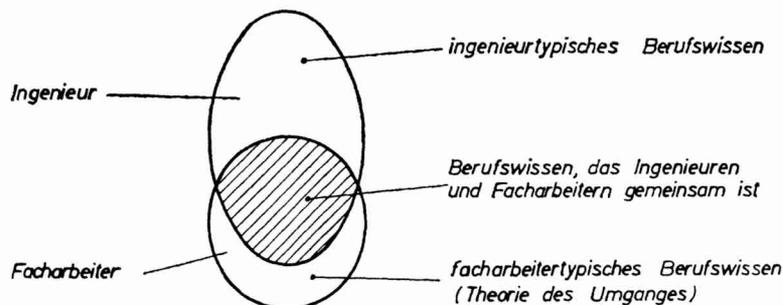


Bild 1

Dieses unter 3) genannte gemeinsame Wissen besteht offensichtlich noch einmal aus zwei Teilbereichen:

- a) Technisches Wissen, das beiden in absolut identischer Form gemeinsam ist. Der Abiturient muß z. B. im ersten Semester der TH lernen, daß es an der Schraube einen Kern- und einen Außendurchmesser gibt, und der 15jährige Schlosserlehrling muß genau dasselbe Wissen erwerben. Es gibt auch für Diplomingenieure keine anderen DIN-Vorschriften als für Metallwerker!
- b) *Technisches Wissen, das dem Facharbeiter in einer einfacheren und somit doch anderen Form vermittelt wird als dem Ingenieur, das aber denselben Gegenstand betrifft.*

Dieses unter b) genannte technische Wissen soll im weiteren Verlauf der Abhandlung näher untersucht werden. Es entsteht aus dem höherstehenden technischen Wissen des Ingenieurs durch einen interessanten didaktischen Umwandlungsvorgang.

III. Die Umwandlung technischen Wissens

Dieser Vorgang wird seit langem geübt, einmal in den (niederen) technischen Schulen, zum anderen in Betrieben, wo täglich Ingenieure gezwungen sind, Facharbeitern etwas zu erklären, was meist bedeutet, daß ingenieurwissenschaftliche Aussagen vereinfacht werden. Vor allem müssen sich jedoch die Autoren der populärwissenschaftlichen technischen Literatur (Sachbücher) auf diese Kunst verstehen. Es gibt in der deutschen (Umgangs)Sprache eine große Zahl von Ausdrücken für diesen Vorgang, die nun ohne Anspruch auf Vollständigkeit in drei Reihen aufgezählt werden sollen:⁷

1)	2)	3)
verdünnen	popularisieren	mundgerecht machen
verflachen	gemeinverständlich darstellen	verklaren
verwässern	volkstümlich darstellen	verklickern
verniedlichen	jugendgemäß darstellen	plausibel machen
verharmlosen	elementare Darstellung	verdeutlichen
vergrößern	vereinfachen	erläutern
simplifizieren	faßlich machen	erklären
in kleine Münze gießen	reduzieren	

Die *Wortreihe 1)* enthält solche Zeitwörter, die den *Vorgang abschätzig und abwertend kennzeichnen*. „Verdünnen“ bedeutet eben dünner machen, und etwas Dünnes ist weniger wertvoll als etwas Dickes. „Verflachen“ hat den Sinn von oberflächlich darstellen, es werden wesentliche Erhebungen und Vertiefungen in die Darstellung eingeebnet. Beim „Verwässern“ beraubt man etwa den Wein seines Gehaltes, man entkräftet ihn. Was beim Verwässern übrigbleibt, ist wegen der Auflösung „verschwommen“ (die Grenzen sind zerflossen) oder „verwaschen“, das heißt durch das Waschen verdorben und somit nebelhaft — ungenau und undeutlich. „Verniedlichen“ und „verharmlosen“ sind Bezeichnungen für die gewissenlos-leichtfertige Schilderung ungueter, ja, tragischer Vorgänge. „Vergrößern“ bedeutet etwa darstellen unter Fort-

⁷ Grüner, Gustav: Einfache Erklärungs-, Einpräge- und Merkhilfen im Berufsschulunterricht. Braunschweig 1967, S. 9 ff.

lassen aller Feinheiten. Beim „Simplifizieren“ erinnert man sich leicht an das Wort „Simpl“, das in Bayern und Österreich so viel wie Dorfdummer bedeutet. „Simplifizieren“ heißt also soviel wie sehr stark, „schrecklich“ vereinfachen. Auch die Redewendung „in kleinere Münze gießen“ hat einen leicht abwertenden Sinn.

Es sei zum Schluß noch gesagt, daß in Kreisen von Wissenschaftlern oft das Wort „journalistisch“ gleichbedeutend mit den angeführten Ausdrücken gebraucht wird.

Diese Auswahl der Reihe 1) zeigt, daß der gemeinte Vorgang offensichtlich auch schlecht gehandhabt werden kann, denn sonst wäre es nicht zu dieser Fülle abwertender Ausdrücke gekommen. Wer unterrichtet, sollte sich dieser Gefahren stets bewußt sein.

Die *Wortreihe* 2) enthält Zeitwörter, die *den Vorgang positiver kennzeichnen*. „Popularisieren“ (= gemeinverständlich darstellen) und der dazugehörige „Popularisator“ sowie „populärwissenschaftlich“ haben aber auch schon einen leichten Unterton von Geringschätzung. Das im 18. Jahrhundert aus dem Französischen zu uns gekommene Wort geht auf das lateinische Wort „populus“ zurück. Im Gegensatz zu „vulgus“ meint „populus“ nicht Unterschicht, sondern die Bevölkerung (Population) in ihrer Gesamtheit. Aber die umgangssprachliche Wendung „popelig“ (= nicht freigiebig), das Wort „Pöpel“ und pädagogische Bedenken gegen eine Schule, die sich als Stätte zur (positivistischen) Popularisierung von Wissenschaft allein versteht, haben das Wort belastet, wenngleich es noch sehr häufig gebraucht wird. An Stelle des „populärwissenschaftlichen Buches“ erscheint aber immer mehr das „Sachbuch“. Auch „gemeinverständlich darstellen“ ist oft zu hören; „gemein“ hat aber auch eine Bedeutungsver schlechterung erfahren (gemein = unanständig). Ähnlich ist die Lage beim „volkstümlich darstellen“. Diese Wendung wird ebenfalls oft gebraucht, jedoch ist aus politischen Bedenken das Volkstum etwas belastet. Die alte Volksbildung ist ja auch in unseren Tagen zur Erwachsenenbildung geworden! Die „jugendgemäße“ Behandlung trifft den Vorgang nicht genau, denn auch bei Lehrveranstaltungen Erwachsener muß man sich dieses Verfahrens bedienen. „Jugendgemäß und gemeinverständlich“ wäre ein treffenderer Ausdruck. Das manchmal zu hörende „elementar“ hat die Bedeutung von grundlegend-einfach; man denkt aber zu sehr an die Behandlung bloßer Anfangsgründe eines Gebietes. Die neutralen Wörter „vereinfachen“ und „faßlich machen“ scheinen uns am wenigsten belastet und deshalb am besten zur Kennzeichnung des Vorgangs geeignet zu sein. Das gilt auch vom Fremdwort „reduzieren“ (eigentlich = zurückführen auf das Ursprüngliche). Amerikanische populärwissenschaftliche Schriftsteller sprechen vom „rewriting“, vom Zurückschreiben also.

Die *Wortreihe* 3) beginnt mit „mundgerecht machen“, was eigentlich „zum Essen herrichten“ bedeutet. „Leicht nachsprechbar“ und im weiter übertragenen Sinne „leicht eingängig“ ist die Bedeutung dieser Wendung. Während die Wörter der Reihe 2) mehr die vorgängige Bereitstellung und das vorgängige Zurechtschneiden der Lehrinhalte auf die „nötige Wellenlänge“ anvisieren, geht es hier um die Bemühungen zur unmittelbaren Aufnahme, um die „Feineinstellung“ beim Empfang, um die sehr dornenvolle Tätigkeit des Lehrers, die umgangssprachlich eben „verklaren“, „verklickern“ oder „plausibel machen“ genannt wird. Insbesondere bezeichnen die Wörter „erläutern“ und „erklären“ *den Vorgang des unmittelbaren Nabebringens der Inhalte an den Schüler, so daß er sie be-greift* und — wie es wiederum umgangssprachlich heißt — „kapiert“ und somit „intus“ hat. Besonders, wenn Schüler

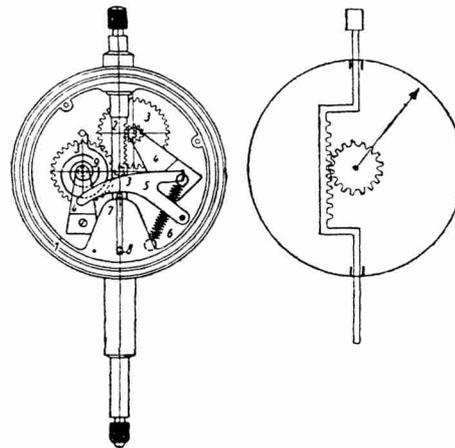
schwer „von Capée“ sind, ist dieses ein hartes Stück Arbeit für den Gewerbelehrer. Die Wörter „erläutern“ und „erklären“ sind trotz ihres deutschen Klanges lateinischen Ursprungs. Die Grundbedeutung von erläutern ist „lautus“ = gewaschen, von erklären „clarus“ = hell; es geht also darum, eine Sache durchsichtig und somit einsichtig zu machen. Das geschieht, indem Unwichtiges „abgewaschen“, d. h. entfernt wird.

Die durch die Wortreihen 2) und 3) angedeuteten Tätigkeiten sollen uns nun näher beschäftigen, sie werden als „didaktische Reduktion“ bezeichnet.

IV. Die didaktische Reduktion ingenieurwissenschaftlicher Aussagen

Die größten Verdienste um die Theorie der didaktischen Reduktion⁸ technischer und naturwissenschaftlicher Aussagen hat der Berufspädagoge an der TU Dresden, Dietrich Hering⁹. Sein zentrales Anliegen ist die Umwandlung technischer Aussagen, damit sie faßlich werden, jedoch dabei wahr bleiben. Bild 2 — aus seinem Buch „Zur Faßlichkeit naturwissenschaftlicher und technischer Aussagen“¹⁰ entnommen — zeigt, wie die Aussage „Wirkungsweise einer Meßuhr“ (links) in die viel einfachere didaktische Form (rechts) umgesetzt und somit für Berufsschüler faßlicher geworden ist. Da die Sprache des Technikers die Zeichnung ist, werden Reduktionen ingenieurwissenschaftlicher Aussagen häufig in zeichnerischer Form vollzogen werden müssen¹¹, was Hinweise für das didaktische Studium der Gewerbelehrer gibt.

Meist muß die Reduktion einer komplizierten ingenieurwissenschaftlichen Aussage in Stufen vollzogen werden. Auf diese Weise entstehen ganze Reduktions- oder Vereinfachungsreihen, die im Hinblick auf den stufenförmigen Aufbau des technischen Schulwesens außerordentlich wichtig sind. Bild 3 zeigt eine solche von Dietrich Hering aufgestellte Vereinfachungsreihe des Hochofens¹². Die Stufe 1) entspricht ungefähr dem Bildungsstand eines Absolventen einer Ingenieurschule für Maschinenbau. Die Aussage ist sehr differenziert und dadurch recht genau in den Angaben. Die



Didaktische Reduktion der Aussage
„Wirkungsweise der Meßuhr“

Bild 2

⁸ In der Bundesrepublik Deutschland hat E. Fink einen programmatischen Aufriß des Verfahrens für alle Wissenschaftsbereiche gegeben; Fink, E.: Menschenbildung und Schulplanung. Material- und Nachrichtendienst des AGDI, Juni 1960.

⁹ Vgl.: Hering, Dietrich: Zur Faßlichkeit naturwissenschaftlicher und technischer Aussagen. Berlin (Ost) 1959.

Hering, Dietrich: Didaktische Vereinfachung — Einführung in das Problem des Wahrens von Wissenschaftlichkeit und Faßlichkeit der Aussagen im naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden, 8 (1958/59), H. 3., S. 609—611.

Hering, Dietrich / Lichtenecker, Franz: Lösungsvarianten zum Lehrstoff-Zeit-Problem und ihre Ordnung. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden, 15 (1966), H. 5, S. 1189—1216.

¹⁰ S. 88.

¹¹ Vgl.: Grüner, Gustav: Arbeiten mit der Kreide — Schrift und Bild an der Wandtafel. Braunschweig 1961.

¹² Hering, Dietrich: Zur Faßlichkeit . . . , a. a. O. S. 15.

Stufe 2) wäre etwa die des Technikers; die Stufen 3) und 4) könnten der Berufsschule zugeordnet werden, und die Stufe 5) gehört zur „technischen Allgemeinbildung“, die im Hinblick auf die Hauptschule eine immer größere Bedeutung erlangt. Das Bild zeigt, daß ein innerer Zusammenhang, eine Verwandtschaft, zwischen dem Wissen des Ingenieurs und dem des Facharbeiters besteht. Es zeigt auch, daß die (technische) Allgemeinbildung, die (technische) „Laienbildung“ (Flitner), nicht etwa isoliert von den (Ingenieur)-Wissenschaften errichtet werden kann.

Hering vertritt die Ansicht, daß die didaktische Vereinfachung einer wissenschaftlichen Aussage der Übergang von einer (sich auch auf die besonderen Merkmale des Gegenstandes beziehenden und dadurch) differenzierten Aussage zu einer nur das Allgemeine aufbewahrenden Aussage ist. Die reduzierte Aussage soll den gleichen Gültigkeitsumfang haben wie die Ausgangsaussage, und es soll ein widerspruchsfreier Übergang von der reduzierten Aussage zur Ausgangsaussage möglich sein.

V. Die horizontale und vertikale didaktische Reduktion

Will man das sehr verdienstvolle bisherige Werk Dietrich Hering kritisch würdigen, so muß man zunächst sagen, daß in der Schulpraxis die Ausgangsaussage (AA) bei der didaktischen Reduktion nur in seltenen Fällen die obere Aussage (oA) der entsprechenden Wissenschaft sein kann. Die Ausgangsaussage in seinem Hochofenbeispiel ist auch keineswegs die oberste Aussage der Technologie über den Hochofenprozeß, sondern allenfalls eine gehobene mittlere Aussage. Der praktische Gewerbelehrer sollte sich natürlich bemühen, die obersten Aussagen seines Fachgebietes zu kennen. Da es sich aber bei den obersten Aussagen um den jeweiligen Forschungsstand handelt, wird ihm das nicht leicht gelingen. Vielmehr wird die Beziehung $AA < oA$ in der Schulpraxis vorherrschen, was freilich die Verantwortlichen des Gewerbelehrerstudiums nicht von der Pflicht entbindet, die Studenten möglichst nahe an die derzeitigen oA's heranzuführen.

Zum anderen wird die von Hering erhobene Forderung auf den stets gleichbleibenden Gültigkeitsumfang nicht aufrecht erhalten werden können. Vielmehr scheinen für die Berufsschulpraxis zwei didaktische Reduktionsbewegungen erforderlich zu sein, die der Verfasser dieser Abhandlung die *horizontale* und die *vertikale didaktische Reduktion* nennt.

Die *horizontale didaktische Reduktion* deckt sich etwa mit der im Abschnitt III dieser Abhandlung unter 3) aufgestellten Wortreihe. Beim horizontalen didaktischen Reduzieren bleibt der Gültigkeitsumfang gleich. Die wissenschaftliche Aussage wird nur konkreter — oft unter Zuhilfenahme von Analogien, Metaphern und Beispielen — dargestellt und damit leichter eingänglich gemacht.

Die *vertikale didaktische Reduktion* engt dagegen den Gültigkeitsumfang von Stufe zu Stufe ein, was nur durch eine Ausschnittbildung ermöglicht wird. Sie entspricht etwa der im Kapitel III unter 2) aufgestellten Wortreihe 2. Das Einengen des Gültigkeitsumfanges stellt an das didaktische Gewissen des Lehrers große Anforderungen. Er muß entscheiden, ob sich in der Klasse x oder beim Schüler y eine Ausschnittsbildung und somit eine Verminderung des Gültigkeitsumfanges der Aussage z rechtfertigen läßt.

Was mit der horizontalen und vertikalen didaktischen Reduktion gemeint ist, soll am Beispiel des Hebels deutlich gemacht werden. Dieses Beispiel wird gewählt, weil Hebelberechnungen in vielen technischen Berufen vorkommen.

Oberste Aussage (oA). Für die Gleichgewichtsbedingung eines Hebels gilt der allgemeine Satz: „An einem Körper herrscht Gleichgewicht, wenn sowohl die Resultierende der sämtlichen auf ihn einwirkenden Kräfte als auch das resultierende Moment in bezug auf einen beliebigen Punkt Null werden.“¹³ — Es leuchtet ein, daß diese Aussage in niederen technischen Schulen gar nicht bildungswirksam werden kann; sie ist viel zu abstrakt und wird von den Schülern nicht verstanden. Deshalb muß sie der horizontalen und vertikalen didaktischen Reduktion unterworfen werden.

Ausgangsaussage (AA). Schon die übliche Ausgangsaussage, in deren Besitz jeder Gewerbelehrer sein muß, ist wahrscheinlich gegenüber der obersten Aussage reduziert. Es wird nicht von einem beliebigen Körper ausgegangen, sondern von einem in einer

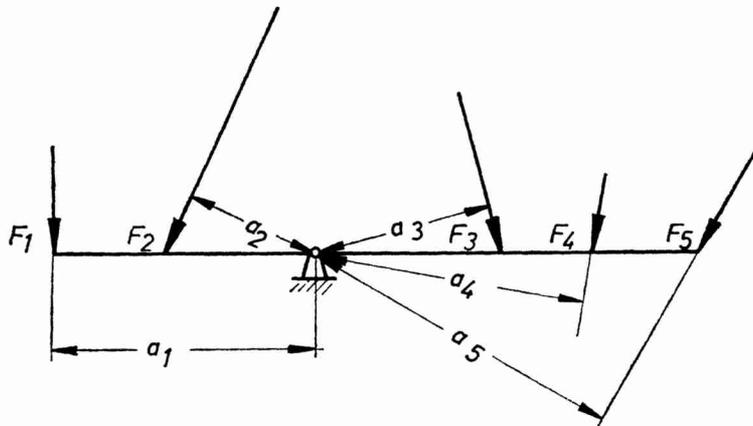


Bild 4

Ebene schwingenden Hebel, wie es Bild 4 zeigt. Die Kräfte wirken in den verschiedensten Richtungen auf diesen Hebel. Da ein Hebel stets fest montiert ist, kann auf die Gleichgewichtsbedingung hinsichtlich der Resultierenden aller auf ihn einwirkenden Kräfte verzichtet werden. Die resultierende Kraft muß ja vom Stützlager aufgebracht werden.

Die Gleichgewichtsbedingung kann deshalb (eingeschränkt) so formuliert werden: $\sum M = 0$. In Worten ausgedrückt (was eigentlich schon eine erste horizontale Reduktion darstellt) heißt das:

„An einem Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn die (algebraische) Summe aller Drehmomente gleich Null ist.“

Das Verständnis dieser Aussage setzt voraus, daß der Schüler weiß, was eine algebraische Summe ist, daß ein Drehmoment gleich dem Produkt von Hebelkraft und

¹³ Hälgl, Walter / Traupel, Walter / Jauslin, Helmut: Technik II (Maschinenbau). Frankfurt 1962 (Fischer Lexikon), S. 130.

Hebelarm ist sowie daß der Hebelarm das Lot vom Drehpunkt auf die Kraft darstellt.

Die abstrakte Formel $\sum M = 0$ gestattet es dem Kundigen, alle möglichen Hebelarten zu berechnen (Wissenschaft in der Westentasche!), außerdem kann diese Formel leicht im Gedächtnis gespeichert werden.

Erste horizontale Reduktionsstufe der Ausgangsaussage (AA1). Um den doch recht schwierigen Begriff der algebraischen Summe der Drehmomente zu eliminieren, muß die Gleichgewichtsbedingung am Hebel etwa so formuliert werden:

$$\sum M_L = \sum M_R ; \sum M_{\text{links}} = \sum M_{\text{rechts}}, \quad \overbrace{\sum M} = \overbrace{\sum M}$$

Das Summenzeichen kommt hier den üblichen Vorstellungen über Summen entgegen, die Momente werden wirklich zusammengezählt. Am Gültigkeitsumfang hat sich dadurch nichts geändert, auch mit diesen Formeln kann jedes Hebelsystem berechnet werden, und das ist ja die Bedingung für die horizontale didaktische Reduktion.

Das gilt auch für die noch eingänglicheren Wortformeln: „An einem Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn die Summe aller linksdrehenden Momente gleich der Summe der rechtsdrehenden Momente ist.“ — „Am Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn die Summe aller im Uhrzeigersinne wirkenden Drehmomente gleich der Summe aller gegen den Uhrzeigersinn wirkenden Drehmomente ist.“

Die Konkretisierung (links-rechts; Uhrzeigersinn) ist das wichtigste Hilfsmittel der horizontalen didaktischen Reduktion, die durch anschauliche Versuche (z. B. an der Drehmomentscheibe¹⁴) sehr unterstützt wird.

Zweite horizontale Reduktionsstufe der Ausgangsaussage (AA2). Um den Begriff des Drehmoments auszuklammern, kann die Gleichgewichtsbedingung etwa so formuliert werden: „An einem Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn die Summe der Produkte aus Kraft und Kraftarm auf der linken gleich der auf der rechten Seite des Hebels ist.“ Auch in dieser Form ist der Gültigkeitsumfang der Ausgangsaussage nicht eingengt worden. Mit der so formulierten Gleichgewichtsbedingung sind alle Hebel zu berechnen. Als Formel geschrieben lautet sie:

$$F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 = F_3 \cdot a_3 + F_4 \cdot a_4 + F_5 \cdot a_5$$

Es wird hier sehr schön deutlich, daß die reduzierte Form gegenüber der „eleganten“ Ausgangsaussage $\sum M = 0$ umständlicher und somit auch schwieriger zu speichern ist. Man braucht sich aber nicht die lange Formel zu merken, sondern bloß den Sinngehalt der Wortformel, was jederzeit das Aufstellen der Gleichung ermöglicht.

Erste vertikale Reduktionsstufe der Ausgangsaussage (A1). Es wird nur mit solchen Kräften gerechnet, die senkrecht auf den Hebel wirken. Der Begriff „Hebelarm“ wird dadurch sehr konkret, es ist wirklich der Abstand des Angriffspunktes der jeweiligen Kraft zum Drehpunkt des Hebels, wie es Bild 5 zeigt. Es bestehen dann dieselben Stufen der horizontalen Reduktion wie bei der horizontalen Reduktion der Ausgangsaussage (A1 - 1 · A1 - 2), nur mit dem Unterschied, daß eben stets nur mit senkrecht auf den Hebel wirkenden Kräften gearbeitet wird. Das stellt jedoch gegenüber

¹⁴ Heywang, Fritz / Nücke, Erwin / Timm, Walter: Physik für Techniker. Hamburg o. J., S. 34.

der Reduktionsreihe der Ausgangsaussage eine Ausschnittsbildung dar. Der Gültigkeitsumfang ist eingeschränkt worden; die Formeln versagen bei Hebeln mit schrägen Kräften. Der Lehrer muß prüfen, ob diese Einschränkung vertretbar ist. Gefährlich ist es — was in manchen Büchern geschieht —, diese bereits vertikal reduzierte Aussage als absolute Wahrheit hinzustellen. Der Lehrer sollte auf die Einschränkung hin-

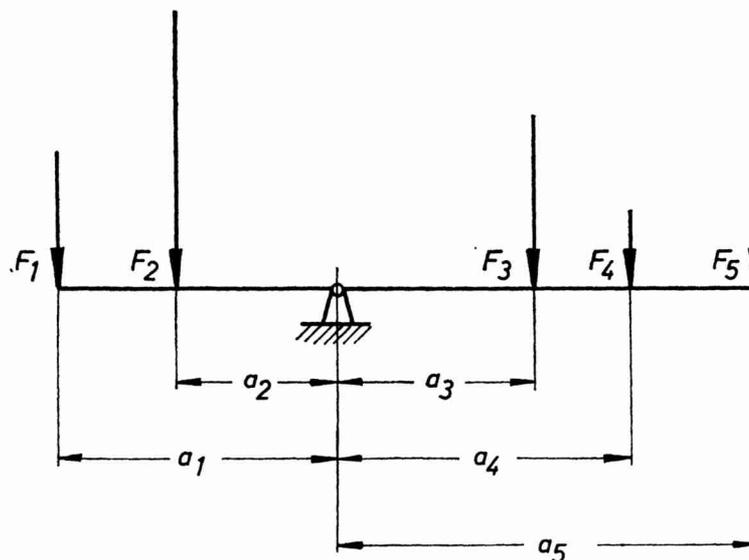


Bild 5

weisen: „In den meisten Fällen gilt . . .“, „Für unsere Zwecke . . .“, „. . . gilt nur für den allerdings häufigen Fall, daß die Kräfte senkrecht auf den Hebel wirken . . .“ u. ä.

Zweite vertikale Reduktionsstufe der Ausgangsaussage (A11). Es wird ein Hebel mit nur zwei senkrecht wirkenden Kräften vorgestellt (Bild 6). Dabei kann durchaus auch noch mit dem Drehmoment gearbeitet werden: $M_L = M_R$, oder mit der Wortformel: „Am Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn das linksdrehende Moment gleich dem rechtsdrehenden Moment ist.“ Abstrakter formuliert heißt die Wortformel: „Drehmoment der Kraft F_1 = Drehmoment der Kraft F_2 “.

Erste horizontale Reduktionsstufe der zweiten vertikalen Reduktionsstufe (A11-1). Da nur zwei Kräfte vorhanden sind, wird die eine Kraft zur Last erklärt, was der landläufigen Vorstellung vom Hebel (z. B. Brechstange) entspricht. Die Gleichgewichtsbedingung heißt dann: „Kraftmoment = Lastmoment“. Sie ist leicht zu merken, kann aber zu Verwirrungen führen, wenn der Schüler etwa eine zusammengesetzte Hebelaufgabe rechnen muß. Die Last des einen Hebels wird dann zur Kraft eines anderen. Diese Vereinfachungsstufe, die sehr oft in Büchern zu finden ist, kann zur Annahme verleiten, daß Kraft und Last wesensmäßig verschieden seien.

Zweite horizontale Reduktionsstufe der zweiten vertikalen Reduktionsstufe (A11-2). Es wird hier der Momentenbegriff weggelassen, so daß die Gleichgewichtsbedingung so formuliert werden kann: $F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$. Die dazugehörige Wortformel würde

lauten: „Kraft mal Hebelarm (linksdrehend) = Kraft mal Hebelarm (rechtsdrehend)“ oder „Am Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn das Produkt aus Kraft und Kraftarm gleich dem Produkt aus Last und Lastarm ist.“

Dritte horizontale Reduktionsstufe der zweiten vertikalen Reduktionsstufe (AII-3).
Es wird wie in der Aussage AII-1 zwischen Kraft und Last unterschieden und auf

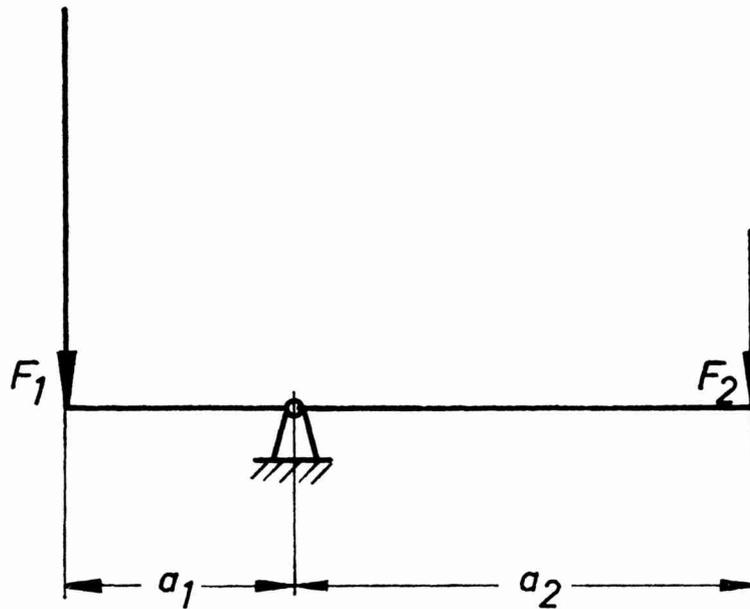


Bild 6

den Begriff des Drehmoments ebenso wie auf den des Produkts von Kraft und Kraftarm verzichtet, so daß sich die bekannte Wortformel „Kraft mal Kraftarm gleich Last mal Lastarm“ ergibt.

In der zweiten vertikalen Reduktionsstufe ist der Gültigkeitsumfang sehr stark eingeschränkt worden. Es wird nicht nur mit senkrechten Kräften operiert, sondern auch nur mit zwei Kräften. Am Rande sei angedeutet, daß die Einführung der praktischen Hebelarten (einseitiger Hebel, zweiseitiger Hebel und Winkelhebel) auf dieser Stufe zweckmäßig zu sein scheint. Um Verwechslungen mit dem Hebelarm (= Abstand der Kraft vom Drehpunkt) zu vermeiden, empfiehlt sich eben die Bezeichnung „einseitiger“ oder „zwei-seitiger“ Hebel.

Dritte vertikale Reduktionsstufe der Ausgangsaussage (AIII). Hier wird auf jegliche Quantifizierung verzichtet. Anhand einer konkreten (parallelperspektivischen) Skizze aus dem praktischen Leben (Bild 7)¹⁵ wird die Gleichgewichtsbedingung in einer „Je-um-so-Beziehung“ eingefangen. Sie müßte etwa lauten: Je länger der Kraftarm, je kleiner der Lastarm und je größer die Kraft, um so größere Lasten kann man heben.“ Eine weitere horizontale Reduktion scheint nicht erforderlich zu sein.

Diese sehr stark reduzierte Aussage wird sicher von vielen Gewerbelehrern als nicht

¹⁵ Schulze, W. E. / Lange, J.: Kleine Baustatik (5. Aufl.). Stuttgart 1966, S. 29.

mehr „pädagogisch“ angesehen. Es kann aber nicht geleugnet werden, daß technische Laien im Alltag damit noch eine recht brauchbare Hilfe erhalten. Niemand denkt im Ernst daran, beim Umgang mit der Schubkarre, mit der Beißzange, mit der Brechstange oder mit dem Nußknacker zu rechnen. Die völlig verstandene Je-um so-Beziehung führt durchaus zu einem richtigen Verhalten.

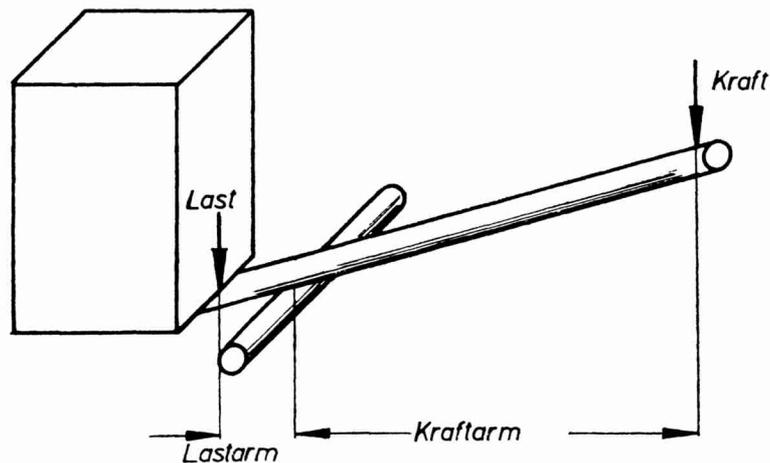


Bild 7

Vierte vertikale Reduktionsstufe der Ausgangsaussage (AIV). Es wird nicht nur auf die Quantifizierung, sondern auch auf die Je-um so-Beziehung verzichtet. Der Schüler prägt sich etwa das Bild 7 (AIII) ein und weiß somit, wie ein einfacher Hebel wirkt. Er merkt sich bloß: „Mit Hilfe eines Hebels kann man mit geringer Kraft Lasten heben.“ Anhand eines praktischen Falles (Lösen von Muttern mit einem Schraubenschlüssel) erfährt er das Drehmoment, ohne es benennen oder mit ihm rechnen zu können, wenn ihm der Geselle zeigt, daß die Mutter leichter gelöst werden kann, indem der Hebelarm und somit das Drehmoment durch ein aufgesetztes Rohr vergrößert wird. Dies wird sich ihm um so eindringlicher einprägen, wenn dabei die eingerostete Mutter so fest sitzt, daß er den Bolzen „abwürgt“. Die allerunterste Reduktionsstufe (AIV) des Hebelgesetzes ist deshalb wohl der Werkstattsspruch: „Gewaltig ist des Schlossers Kraft, wenn er mit Verlängerung schafft.“

★

Das Beispiel zeigt, daß zwischen der Ausgangsaussage $\sum M = 0$ und der untersten Aussage „Gewaltig ist des Schlossers Kraft, wenn er mit Verlängerung schafft“ mehrere Stufen liegen. Das Beispiel hat wohl auch deutlich gemacht, was der Verfasser unter der horizontalen und der vertikalen didaktischen Reduktion versteht:

Horizontale didaktische Reduktion (arabische Indexziffern) ist der Übergang von einer abstrakten (ingenieur-)wissenschaftlichen Aussage zu einer konkreteren und somit leichter faßlichen, wobei der Gültigkeitsumfang gleich bleibt. Die Verwendung von Worten anstelle von Symbolen, konkretere Prinzipskizzen, Beispiele, Versuche und Analogien stehen im Dienste dieser Reduktion.

Didaktisches Reduktionsfeld „Hebel“

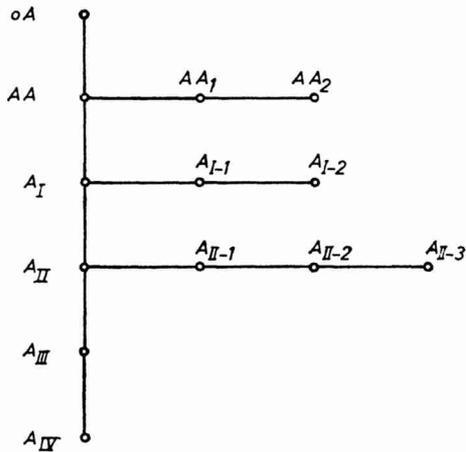


Bild 8

Vertikale didaktische Reduktion (römische Indexziffern) ist der Übergang von einer (ingenieur-) wissenschaftlichen Aussage zu einer anderen mit geringerem Gültigkeitsumfang, die leichter faßlich ist. Sie stellt eine Ausschnittsbildung aus der den allgemeinsten Fall betreffenden oberen Aussage oder der Ausgangsaussage dar. Beide Reduktionsvorgänge zusammen ergeben *das didaktische Reduktionsfeld*, wie es im Falle des Hebels Bild 8 zeigt.

*

Abschließend sei noch ein anderes Beispiel grob angedeutet.

Für jeden im Bereich der Technik Arbeitenden spielen *Zahnräder* eine große Rolle. Die Flanken der Zahnräder sind heute fast aus-

schließlich Evolventen (in selteneren Fällen Zykloiden). Deshalb müssen Berufsschüler mit der Evolvente vertraut gemacht werden.

Die oberste Aussage wird etwa durch Bild 9¹⁶ und durch Gleichungen veranschaulicht.

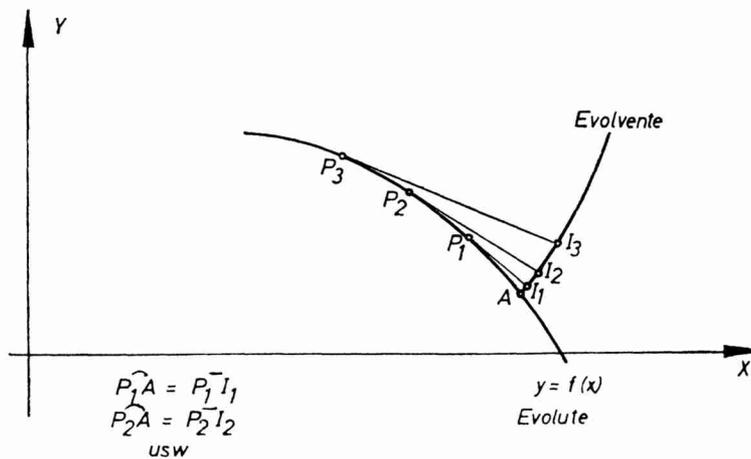


Bild 9

Die Aussage, daß die gegebene Kurve Evolvente heißt und daß die Evolute der Evolvente der geometrische Ort ihrer Krümmungsmittelpunkte ist, verbietet sich in Berufsschulen. Die Aussage „Eine Evolvente ist eine Abwicklungskurve, die entsteht,

¹⁶ Arnold, G.: Formeln der Mathematik. Braunschweig 1965, S. 276.

wenn man eine Tangente an einer Kurve (Evolute) abrollen läßt; jeder Punkt auf der Tangente zeichnet eine Evolvente“ (Bild 10)¹⁷ ist

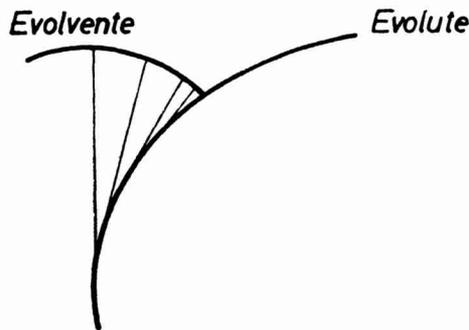


Bild 10

aus lassen sich zahlreiche horizontale Reduktionsstufen finden: „Die Evolvente ist eine Kurve, die jeder Punkt eines Fadens beschreibt, wenn dieser Faden von einem Kreise abgewickelt wird.“¹⁹

„Wälzt sich eine Tangente T an einem Grundkreis ab, ohne zu gleiten, so beschreibt jeder mit der Tangente fest verbundene Punkt eine Evolvente.“²⁰

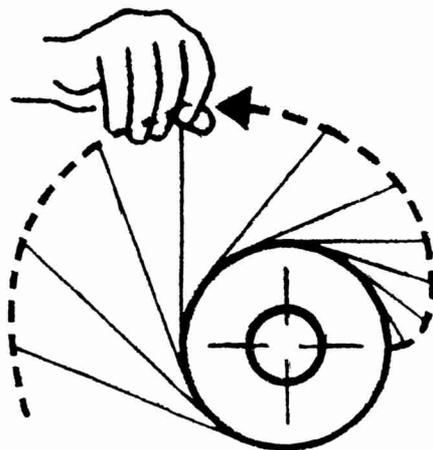


Bild 11

bereits vertikal reduziert, weil auf die mathematische Fassung verzichtet wird. In den meisten Fällen wird der Gültigkeitsumfang noch weiter eingeschränkt, indem als Evolute nur der Kreis betrachtet wird: „Rollt eine Gerade g auf einem Kreis c vom Halbmesser a ab, so beschreibt ein Punkt P von g eine Evolvente.“¹⁸ Gegen diese Reduktionsstufe ist nur einzuwenden, daß hier pars pro toto gesetzt wird; es gibt eben nicht nur Kreisevolventen! Die Schüler sollten dies erfahren. Von der vertikalen Reduktionsstufe der Kreisevolvente

oder Evolvente (von evolvere = abwickeln) beschreibt der Punkt einer Geraden, die an einem Kreis auf- und abrollt. Dieser Kurve folgt die Hand, die den gespannten Faden von der Garnrolle abwickelt.“²¹

„Die Evolvente beschreibt das freie Ende eines stramm gezogenen Fadens, den man von einem Kreis abwickelt, während das andere Ende am Kreise befestigt wird.“²² (Bild 11)

„Die Fadenlinie entsteht, wenn ein Faden von einem Zylinder abgespult wird. Die linke Hand hält die Spule, die rechte Hand nimmt das Fadenende und beschreibt während der Abwickelbewegung eine Evolvente.“²³

¹⁷ Kollmann, Franz: Das kleine Lexikon der Technik. Stuttgart 1940, S. 202.
¹⁸ Gerlach, P.: Freytags Hilfsbuch für den Maschinenbau (8. Aufl.). Berlin 1930, S. 118.
¹⁹ Baucke, Otto / Heidorn, Hans / Timm, Walter: Werkkunde für Metallgewerbe, Bd. II Fachzeichnen, Teil 2: Aufbaulehrgang (4. Aufl.). Hamburg o. J., S. 155.
²⁰ Kramel, Raimund: Angewandte Geometrie für Metallberufe (2. Aufl.). Stuttgart 1960, S. 73.
²¹ Schneider, Wilhelm: Technisches Zeichnen für die Praxis (4. Aufl.). Braunschweig 1961, S. 64.
²² Hoischen, Hans: Technisches Zeichnen. Essen 1960, S. 31.
²³ Dolezel, Bruno / Kubelka, Wolfgang: Technisches und Darstellendes Zeichnen. München o. J., S. 44.

Die wohl unterste Reduktionsstufe der (Kreis-)Evolvente wird durch folgende sehr schülergemäße Modellvorstellung gebildet:

„Den Schülern wird gesagt, daß das an die Wandtafel gezeichnete schraffierte Quadrat der Grundriß eines Hauses sei. An einer Ecke des Hauses wird ein Pflock in die Erde geschlagen. An ihm wird ein Seil von der halben Länge des Hausumfanges befestigt. Am Seilende ist eine Ziege festgebunden. Die Schüler werden gefragt, welche Wiesenfläche die Ziege abfressen kann. — Die Skizze (Bild 12) zeigt die Lösung. Wird die Ziege nun an einem Haus mit einem runden Grundriß in ähnlicher Weise angebunden, so stellt die äußere Begrenzungslinie der Wiesenfläche, die sie abfressen kann, eine Evolvente dar.“²⁴

Auch im Falle der Evolvente läßt sich leicht ein didaktisches Reduktionsfeld aufstellen, in dem die einzelnen Punkte verschiedenen Bildungsstufen der (technischen) Bildung zugeordnet werden können.

VI. Schlußbemerkungen

Die beiden Beispiele zeigen, was unter didaktischer Reduktion zu verstehen ist. Das didaktische Reduktionsfeld wird von einer vertikalen und einer horizontalen Vereinfachungsreihe einer (ingenieur-)wissenschaftlichen Aussage begrenzt. Kernstück der Berufsschuldidaktik müßte es sein, für die verschiedensten ingenieurwissenschaftlichen Aussagen solche Reduktionsfelder zu entwerfen, die für die Gewerbelehrer eine große Hilfe wären. Der Gewerbelehrerstudent muß lernen, in Reduktionsfeldern zu denken,

damit er in verschiedenen Stufen des technischen Bildungswesens tätig werden kann. Um zu verhindern, daß sich die (Ingenieur-)Wissenschaft zu sehr von den breiten Schichten der Gesellschaft entfernt, wäre es gut, wenn Reduktionsfachleute bei neuen (ingenieur-)wissenschaftlichen Erkenntnissen zu Rate gezogen würden, um sofort Reduktionsfelder zu entwickeln. Auf diese Weise kann verhindert werden, daß das einst von Hans N a u m a n n beschriebene „Absinken der Oberschichtigen Kultur-

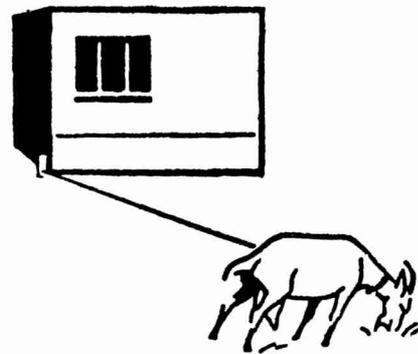
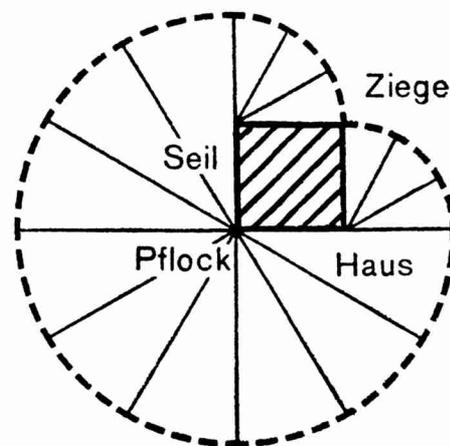


Bild 12

²⁴ Grüner, Gustav: Einfache Erklärungs-, Einpräge- und Merkhilfen . . . , a. a. O., S. 81.

güter“ in die „Unterschicht“ in unkontrollierter Weise geschieht und somit der Boden für die Halbbildung und für das Scheinwissen entsteht.

Es ist nicht sicher, ob sich alle (ingenieur-)wissenschaftlichen Aussagen reduzieren lassen oder ob es welche gibt, die sich gegenüber einer Reduktion beharrlich sperren.

Deshalb kann zunächst von der Annahme ausgegangen werden, daß sich wohl die meisten (ingenieur-)wissenschaftlichen Aussagen in der gezeigten Weise stufig reduzieren lassen. Für die inhaltliche Fixierung der technischen Bildungsstufen (Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Ing. grad., Techniker, Meister, technischer Assistent, Spezialarbeiter, Facharbeiter und Metallwerker) ist die Kenntnis der jeweiligen Reduktionsfelder unerlässlich. Insbesondere wird das Verfahren jedoch zum Aufbau einer technischen Allgemeinbildung, einer technischen Bildung für jedermann, für den Laien, benötigt. *Anstelle des sehr schillernden Wortes Arbeitslehre in der derzeitigen Hauptschuldiskussion, das letztlich aus der Berufsschuldidaktik für die Klassen der Hilfs- oder Jungarbeiter stammt, sollten die klareren Bezeichnungen Technikkunde und Wirtschaftskunde gesetzt werden.* Die Technikkunde in der Hauptschule (nicht mit dem Technischen Werken zu verwechseln, bei dem das Hantieren im Vordergrund steht) müßte inhaltlich *eine Summe stark reduzierter ingenieurwissenschaftlicher Aussagen* sein, die zu einem dem jeweiligen Stand der Technik entsprechenden sinnvollen Ganzen zusammengesetzt werden. Jedoch auch in den beiden anderen allgemeinen Sekundarschulen wird auf eine Technikkunde kaum noch verzichtet werden können.

Inwieweit die vertikale und horizontale didaktische Reduktion auch für andere Schulfächer wichtig ist, wäre von Sachkundigen zu überprüfen.