

DGTB
Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V.
(Hrsg.)

**Bildungsstandards und Qualitätssicherung
in Hochschule, Schule und Studienseminar
2003**

7. Tagung der DGTB in Berlin
vom 16. – 17. September 2003

Bearbeiter: Wolf Bienhaus

ISBN-3-7883-0380-8

1. Auflage 2004

© Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V.

1. Vorsitzender Prof. Dr. em. W. Traebert, Aloysiusstraße 32

41541 Dormagen

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Vervielfältigung von Text oder Bildern sowie Verbreitung über elektronische Medien, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung der DGTB

Inhaltsverzeichnis

Bienhaus, Wolf Zur Einleitung.....	5
<i>Eröffnungsvorträge</i>	
Sachs, Burkhard Zum Bildungsverständnis der „Bildungs“- Standards.....	10
Schmayl, Winfried Bildungsstandards oder Bildungsinhalte? Zur Frage der Inhalte des Technikunterrichts	23
<i>Fachvorträge</i>	
Bresges, André/Busse, Alexander Mechanik und Verkehr: Ein Multimediaprojekt mit Polizei, TÜV und Verkehrswacht zur Analyse und Modellierung des Verhaltens von Kraftfahrzeugen	40
Brockmann, Uwe Akzeptanzbedingungen für technische Inhalte der Allgemeinen Bildung. Konsequenzen für die Bildungsplanung.....	45
Fercho, Matthias Robotik im Internet. <i>RoboWelt</i> – Ein offenes Lehr-Lern-Angebot	57
Fislake, Martin Vom Chaos zum lernenden Prozess.....	66
Geukes, Matthias Medienentwicklung - Windkonverter	77
Hill, Bernd Lernerfolge durch Entdecken und Erfinden.....	88

Höpken, Gerd Standards for Technological Literacy – Standards für allgemeine technische Bildung in den USA.....	104
Kövári, Elisabeth Die Lage der Technik als Unterrichtsfach im System des ungarischen Unterrichtswesens	114
Schlagenhauf, Wilfried Aspekte der Entwicklung bundesweit einheitlicher Bildungsstandards für technische Bildung	125
Schönbohm-Wilke, Wiebke Beruforientierung auf dem Prüfstand	140
Sellin, Hartmut Zur Validität von Modellen im Unterricht	148
Tyrchan, Gregor Technische Bildung in Europa.....	161
Wiesmüller, Christian Bildungsstandards – Notnagel oder Königsweg?	175
Autorenverzeichnis	186

Wolf Bienhaus

Zur Einleitung

Die im vorliegenden Band zusammengestellten Tagungsbeiträge geben Standpunkte von in der Deutschen Gesellschaft für technische Bildung zusammengeschlossenen Technikdidaktikern und Lehrern der Tagung im September 2003 in Berlin wieder. Diese Beiträge kreisen um einen gemeinsamen Kern, um die inzwischen alle Bereiche des Bildungswesens durchziehende Diskussion über Bildungsstandards und Qualitätssicherung. Anders als alle vorangegangenen Tagungen war diese Tagung der DGTB in ein umfangreicheres Tagungsgeschehen eingebunden, dessen Veranstalter, die Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD), als Dachverband der Fachdidaktischen Gesellschaften in Deutschland, war. Das Rahmenthema, dem sich insgesamt dreizehn fachdidaktische Gesellschaften aus der Bundesrepublik stellten, lautete „Konsequenzen aus PISA: Perspektiven der Fachdidaktiken“. Die DGTB stellte ihr Tagungsthema „Bildungsstandards und Qualitätssicherung in Hochschule, Schule und Studienseminar“ in diesen Gesamtzusammenhang und bot – der Tradition früherer Tagungen folgend – auch für weitere wichtige und interessante Themen aus Schule und Hochschule eine Plattform.

Das Aufgreifen des zur Zeit möglicherweise wichtigsten, zumindest aber populärsten bildungspolitischen Themas, das einheitlicher, bundesweiter Bildungsstandards und deren Überprüfung und Sicherung, ist als eine erste Annäherung an dieses Thema im Rahmen einer eigenen Tagung zu sehen. Die hier vorgetragenen Überlegungen und Konzeptansätze werden in nächster Zeit noch weiter ausgeformt und durchdacht werden müssen. Dabei ist es nicht damit getan, bei der Formulierung von Bildungsstandards, dem Ausweisen von Kompetenzen und der Entwicklung geeigneter Evaluationssysteme möglichst schnell zu sein, sondern Qualitätssicherung im Bildungswesen muss auch heißen, sich des bereits Erreichten zu vergewissern und dessen Qualität zu sichern, um in weiteren, überlegten Schritten dem Gebäude der Bildung dann weitere Ausbaustufen anzugliedern. Vor allem aber erscheint es geboten, einen verbindlichen Begriff der Bildungsstandards zu gewinnen, der pädagogisch legitimiert, didaktisch schlüssig und fachlich fundiert daherkommt. Die kurz vor der ‚Markteinführung‘ befindlichen ersten Lehrpläne auf der Basis von Bildungsstandards können noch nicht überzeugen, insbesondere was ihren fachinhaltlichen Zuschnitt betrifft. Die Frage nach den Inhalten, nach dem, was gelernt werden soll, bleibt die Kernfrage aller Bildungsbemühungen. Sie ist zugegebenerweise zugleich auch die schwierigste und strittigste. Aus Sicht der Technikdidaktik ist der Diskurs über die In-

halte durch die Bildungsreformdiskussion im Zusammenhang mit der Einführung von Bildungsstandards für alle Schularten und –stufen wichtiger und notwendiger den je.

Die zur Zeit im Spiegel des PISA-Schocks geführte Diskussion um das allgemeinbildende Schulwesen in Deutschland wird hoffentlich bald versachlicht und professionalisiert werden. Das heißt, dorthin verwiesen, wo sie hingehört. Voraussetzung hierfür ist, dass die Aufgeregtheiten der Boulevardpresse, die Heilsversprechungen selbsternannter Bildungsreformer und die zahlreichen, sich teilweise widersprechenden bildungspolitischen Patentrezepte nicht mehr die Diskussion bestimmen und zugleich solide Bildungsarbeit einsetzt. Das bedeutet auch, das PISA-Thema abständig, frei von falschen Emotionen, ohne ideologische Scheuklappen zu analysieren und monokausalen Begründungen wie einfachen Problemlösungen zu misstrauen. Vorrangig ist jedoch, dass das Thema aus dem allgegenwärtig stattfindenden Parteiengezänk herausgehalten wird. Die schulische Bildung ist ein zu wertvolles Gut, als dass über sie kurzatmig und im Widerstreit bildungsferner Interessen entschieden wird.

Der vorliegende Tagungsband will somit einen – fachdidaktisch orientierten – Beitrag zu der offensichtlich überfälligen Versachlichtung des Themas und Nachdenklichkeit hinsichtlich der sich abzeichnenden Möglichkeiten und Grenzen von Bildungsstandards leisten. Es wäre ein Erfolg dieser Tagung, wenn von den dort vorgetragenen Beiträgen in nicht zu ferner Zukunft Impulse zu weitertragenden Vorschlägen und praxistauglichen Konzepten ausgehen würden.

Die zweitägige Tagung erbrachte wieder eine Vielzahl sehr qualitätvoller, unterschiedliche Fachhorizonte eröffnende Beiträge. BURKHARD SACHS eröffnete mit seinem Plenumsvortrag „*Zum Bildungsverständnis der „Bildungs“-Standards*“ die kritische Diskussion über dieses Thema. Dabei geht es ihm um die sich abzeichnende Gefahr eines im Zuge der angeordneten PISA-Reformen sich entwickelnden falschen Handlungsverständnisses, um die als für die technische Bildung als fatal angesehene Neuverortung der Fachinhalte in sog. Fächerverbänden und um die Problematik des bildungswissenschaftlichen Paradigmenwechsels, der die bisherige bildungs- und lerntheoretische Fundierung des Bildungswesens durch die Setzung von Bildungsstandards und entsprechenden Testverfahren zur Evaluation ersetzt. WINFRIED SCHMAYL beschäftigte sich mit der noch unzureichend elaborierten Inhaltsfrage des Technikunterrichts unter der Überschrift „*Bildungsstandards oder Bildungsinhalte? Zur Frage der Inhalte des Technikunterrichts.*“, wobei auch er kritische und bedenkenswerte Anmerkungen zur „Mode“ der Bildungsstandards und zu den möglicherweise überzogenen Hoffnungen und Aussichten,

die ihr Protagonisten damit verbinden, macht. Er versucht Antworten auf die Frage zu geben, wo die eigentlichen Grundlagen eines Bildung vermittelnden Unterrichts liegen und welche Rolle die Inhalte dabei spielen.

WILFRIED SCHLAGENHAUF untersucht Problemaspekte, die sich bei dem Versuch der Entwicklung von Bildungsstandards für den Bereich der Technischen Bildung ergeben. In seinem Beitrag „*Aspekte der Entwicklung bundesweit einheitlicher Bildungsstandards für technische Bildung*“ stellt er aber auch Lösungsansätze für die erkannten Problem zur Diskussion. Vor dem Hintergrund der bundesrepublikanischen, nationalen Bildungsprobleme im Zusammenhang mit technischer Bildung lenkt GREGOR TYRCHAN in seinem Beitrag „*Technische Bildung in Europa*“ den Blick auf Europa. Er zeigt auf, in welchen europäischen Ländern technische Bildung im allgemeinbildenden Bildungssystem stattfindet und vertieft dieses anhand einiger ausgewählter Länder, wobei der Blick auf die Frage der Bildungsstandards gerichtet bleibt. Gewissermaßen in Fortsetzung der Darstellung internationaler allgemeinbildender technischer Bildungsbemühungen führt GERD HÖPKEN in die „*Standards for Technological Literacy – Standards für allgemeine technische Bildung in den USA*“ ein. Er stellt dar, mit welchem hohen und gebündelten Aufwand an Fachleuten, Sachverstand, Geld und Zeit in den USA seit nunmehr zehn Jahren das Projekt nationaler Bildungsstandards für eine allgemeine technische Bildung vorangetrieben wurde und nunmehr abgeschlossen werden konnte. Zu welchen Erfolgen und qualitativen Steigerungen diese große bildungspolitische Anstrengung dann konkret führen wird, wird sich erst in einigen Jahren beurteilen lassen.

Als Zwischenruf versteht CHRISTIAN WIESMÜLLER seinen Beitrag „*Bildungsstandards – Notnagel oder Königsweg?*“. Auch er fragt sich, wie zielführend dieser Reformschritt ist und ob nicht ein Reformansatz, der die allgemeinbildende Schule als Gesamtes in den Blick nimmt, nicht Vorrang haben müsse, um die angedachte tiefgreifende Reform realisieren zu können. Welchen Stellenwert die Technische Bildung dann einnehmen könnte und müsste, dafür liefert er Denkanstöße und Diskussionsanlässe. UWE BROCKMANN untersucht die „*Akzeptanzbedingungen für Technische Inhalte der allgemeinen Bildung*“, indem er bei den Einflussgrößen, Parametern und Kategorien, die die Akzeptanz von technischen Innovationen fördern, ansetzt und diese an historischen Beispielen untersucht. Auf dieser Basis versucht er Ableitungen für eine künftige Gestaltung allgemeiner technischer Bildung zu treffen.

Das zentrale Thema von BERND HILL ist das Lernen in technischen Kontexten über den Weg des Entdeckens und Erfindens. Das entsprechende Thema seines Vortrages „*Lernerfolge durch Entdecken und Erfinden*“ reflektiert Erfahrungen aus der Schulpraxis und stellt den seiner Beo-

bachtung nach immer noch weit verbreiteten rezeptiven Lernformen zum Wissenserwerb solche eigenständigen Erschließens und Problemlösens gegenüber. „*Vom Chaos zum lernenden Prozess*“ übertitelt MARTIN FISLAKE seinen Vortrag, der sich mit Maßnahmen zur Qualitätssicherung mit Bezug zur Lehramts-Ausbildung im Fach Technik befasst. Die Problematik der Berufsorientierung im Bereich Arbeit-Wirtschaft-Technik hat sich die Referentin WIEBKE SCHÖNBOHM-WILKE zum Thema gestellt. Ihr Vortrag „*Berufsorientierung auf dem Prüfstand*“ fragt nach den Möglichkeiten der allgemeinbildenden Schule und nach den Qualifikationen von Lehrerinnen und Lehrern, die den Übergang von der Hauptschule in das Berufssystem begleiten und mitgestalten. Grundlage ihrer Untersuchungen und Schlussfolgerungen sind qualitative, leitfadengestützte Interviews mit Lehrkräften, die für den AWT-Bereich zuständig sind.

„*Zur Validität von Modellen im Unterricht*“ trug HARTMUT SELLIN vor, wobei er die zentrale Bedeutung technischer Modelle für den Technikunterricht betont. Ein vorrangiges Kriterium zur Beurteilung der Aussagekraft von Modellen in Bezug auf die in ihnen enthaltenen Sachverhalte ist deren Validität. An zwei Beispielen werden Modellgesetze, Konstruktion und Unterrichtstauglichkeit aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Validität hinterfragt. In ähnliche Richtung zielt der Beitrag von MATTHIAS GEUKES „*Medienentwicklung – Windkonverter*“. Anhand eines selbst entwickelten Funktionsmodells eines Windkonverters, das prinzipiell mit der Funktionsweise einer großen Windkraftanlage vergleichbar ist, werden theoretische und praktische Zugänge zur Technik der Energiewandlung demonstriert. Zentrales Anliegen ist die Medienentwicklung für den Technikunterricht unter didaktischen Rahmenbedingungen, wobei der Windkonverter im Zusammenhang mit anderen „Energieerzeugern“ zu sehen ist. MATTHIAS FERCHO berichtet von seinem mehrperspektivisch ausgerichteten „Open-End-Projekt“ an der Universität Münster zur Robotik. Dabei kommt das Mediensystem „RoboWelt“ zum Einsatz. Das Besondere seines technik- und zugleich mediendidaktischen Ansatzes geht aus der Überschrift seines Vortrages hervor „*RoboWelt – eine Lehr-Lernplattform im Internet zum Thema Roboter und Schule*“. Das Internet dient hier als Kommunikations- und Informationsplattform für Arbeitsgemeinschaften, die sich mit dem Roboterbau beschäftigen, aber die human-sozialen und sozio-kulturellen Dimensionen dieses Themas nicht ausschließen wollen.

ANDRÉ BRESGES UND ALEXANDER BUSSE informieren über ein fächer- und institutionenübergreifendes Multimediaprojekt an der Universität Duisburg-Essen unter dem Thema „*Mechanik und Verkehr: Ein Multimedia-Projekt mit Polizei, TÜV und Verkehrswacht zur Analyse und Modellierung des Verhaltens von Kraftfahrzeugen.*“ Ziel des Projekts war es, eine Simulationssoftware für Schulen zu entwickeln, um Schülern Eigenarten,

Möglichkeiten und Grenzen des Systems Auto gefahrlos nahezubringen. Diese Software wird im Vortrag vor- und zur Diskussion gestellt.

ELISABETH KÖVÁRI referierte über die Entwicklung des Faches Technik in Ungarn in der Nachfolge des ehemaligen Faches Polytechnik. Thema ihres Vortrages war „*Die Lage der Technik als Unterrichtsfach im System des ungarischen Unterrichtswesens*“. Obwohl die Notwendigkeit technischer Allgemeinbildung auch in Ungarn seit langem unstrittig ist und man auf eine polytechnische Unterrichtstradition zurückblicken kann, weisen administrative Entscheidungen zugunsten von Informatik und sprachlicher Bildung leider in die entgegengesetzte Richtung. Frau Kövári plädiert für eine stärkere Hinwendung zu einem mehrperspektivischen, möglichst viele Bereiche der Lebenskultur berücksichtigenden Technikunterricht.

Es ist abschließend zu wünschen, dass diese Tagung in Berlin trag- und entwicklungsfähige Impulse für die Weiterentwicklung der Technikdidaktik und die schulische Praxis unter den veränderten Bedingungen von Bildungsstandards und Qualitätssicherung bringt. Die Vorträge und anschließenden Diskussionen haben gezeigt, dass die Thematik noch eine längere Zeit der Reifung, d.h. der Reflexion, des intensiven Diskurses und auch der Versicherung des bisher Erreichten und Bewährten bedarf. Dazu sind die betreffenden Institute und Abteilungen der Hochschulen, die Studienseminare und auch die Lehrerinnen und Lehrer vor Ort aufgerufen. Diese Tagung und auch nachfolgende werden den technikdidaktischen Diskurs weiterführen.

Burkhard Sachs

Zum Bildungsverständnis der „Bildungs“- Standards

Inhaltliche Schulreformen im toten Winkel der Pisa-Diskussion

Die Bundesministerin für Bildung und Forschung hat mit der Ankündigung der Maßnahmen für Finanzierung der Ganztagesbetreuung die Hoffnung verbunden, dass die deutschen Schüler bald wieder zur Weltspitze gehören. Sie geht dabei stillschweigend davon aus, dass das Abschneiden der Schüler in künftigen internationalen Wettbewerben und Vergleichsuntersuchungen über die Qualifikationen der Schüler und die Qualität des deutschen Bildungsangebotes entscheiden wird. Die Frage nach den Inhalten eines allgemein bildenden Unterrichts wird dabei nicht problematisiert. Wichtig sind die Inhalte, welche die WHO und die von ihr einberufenen Kommissionen als bedeutsame Inhalte auswählen und die in möglichst vielen Ländern als Inhalte und Fachgebiete vorkommen. Hier haben sich zunächst die Inhaltsfelder Mathematik und Naturwissenschaften herauskristallisiert und im Bereich der Sprachen hat man sich zunächst auf eine wesentliche formale Qualifikation, nämlich die Lesefähigkeit konzentriert.

Leider bleibt ein bedeutendes Problem der Schule in der bildungspolitischen Diskussion sträflich unberücksichtigt: Das Kanonproblem. Was gehört inhaltlich zum Kernbestand der allgemein bildenden Schulen? Welche Wirklichkeitsbereiche erfahren durch Schule eine Aufklärung und welche Handlungsfähigkeiten in welchen Bereichen werden gefördert? Welche Wirklichkeitsbereiche werden ausgeblendet und zwar mit welchem Grund?

Verfolgt man die gegenwärtige politische Diskussion, so könnte man fast von einem Rückfall in eine primär philologische Weltsicht sprechen.

Die „Realien“ verlieren wieder an Bedeutung bzw. werden in Wahrnehmung und Wertschätzung auf die Naturwissenschaften eingeschränkt.

Es besteht die große Gefahr, dass nur noch wahrgenommen und für wichtig erachtet wird, was in internationalen Vergleichsuntersuchungen gerade untersucht wird.

Andere inhaltliche Elemente geraten dabei leicht in einen toten Winkel. Das betrifft insbesondere die Inhaltsbereiche, welche als Reformelemente noch keine lange währende Verankerung in den Schulen besitzen.

Zum bedeutendsten inhaltlichen Reformprojekt der letzten Jahrhunderthälfte gehörte der Bereich technischer und ökonomischer Bildung. Seine

Verankerung in allen Schularten versprach, den alten Strukturfehler der „alten“ Schule - nämlich die Ausblendung der Bereiche Technik, Wirtschaft und Arbeitswelt - zu korrigieren. Dieses Reformprojekt ist weitgehend unvollendet geblieben. Eine wesentliche Berücksichtigung hat dieser Inhaltsbereich nur in den Hauptschulen, in Gesamtschulen und in Realschulen erfahren. Das Gymnasium verharrt weiterhin im Zustand technologischer Ignoranz. Und da die meisten Bildungspolitiker aus dieser Schulart kommen besteht für dieses Reformprojekt nun in besonderem Maße die Gefahr der Marginalisierung.

Diese Befürchtung ist durchaus nicht fiktiv, wie der Blick in die neuesten Lehrplanentwicklungen zeigt.

Unter dem politischen Zwang, auf die nationale Demütigung mit deutlichen Reformen zu antworten, zeichnet sich parteiübergreifend ein Paradigmenwechsel in den staatlichen Vorgaben für das Bildungswesen ab. Statt auf traditionelle Lehrpläne setzt man künftig auf die Vorgabe von Bildungsstandards.

Dabei wird festgelegt, welche Kompetenzen von allen Schülern in einem bestimmten Alter verlangt/erwartet werden und zugleich festgelegt, mit welchen Testverfahren das Erreichen dieser Kompetenzen überprüft werden soll. Immerhin haben die Vertreter einer deutschen Variante des Bildungsstandard-Ansatzes gesehen, dass die Kompetenzen nicht ohne Inhalte entwickelt werden können und setzen dabei auf Kerncurricula, welche durch „Domänen“, d.h. durch Fächer und Fächerverbünde, welche Fächer gleicher Struktur zusammenfassen gegliedert sind. (KLIEME u. a. : Expertise, 2003) Diese Curricula bestimmen die Unterrichtsgegenstände, an welchen die Kompetenzen erworben werden sollen. Während die traditionellen Lehrpläne – input-orientiert – Ziele, Inhalte und Jahrgänge vorgegeben haben, ohne das Erreichen dieser Ziele systematisch zu kontrollieren, sollen - nun output-orientiert - die in bestimmten Altersstufen zu erreichenden Kompetenzen genau beschrieben werden. Zugleich wird den Schulen die curriculare Binnendifferenzierung in Form eines schuleigenen Curriculums auferlegt. Mehr Verantwortung und Autonomie für die Schule sind die erhofften Folgen.

Die Bildungspolitik hat dieses Konzept nicht aus sich selbst entwickelt. Vielmehr nimmt sie dabei ein erziehungswissenschaftliches Konzept in Anspruch, welches verspricht, vielfältige Nachteile, Unverträglichkeiten und Unschärfen der verschiedenen traditionellen bildungstheoretischen bzw. lerntheoretischen Ansätze zu überwinden.

Die wissenschaftlichen Vertreter dieses Konzepts und seine politischen Nutzer versprechen sich davon eine entscheidende Modernisierung des deutschen Schulwesens.

Analysiert man das zugrunde liegende erziehungswissenschaftliche Konzept, so erweist es sich, dass ihm die Verkürzungen, der Mangel an Sorgfalt, der kurzschlüssige Aktionismus, mit dem er im politischen Raum propagiert und vermeintlich umgesetzt wird, durchaus nicht zuzurechnen sind.

Das ist besonders an der Expertise „Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards“ erkennbar, die unter der Leitung von Eckhard Klieme erarbeitet und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und von der Kultusministerkonferenz in Auftrag gegeben und 2003 herausgegeben wurde. Sie bietet eine Fülle differenzierter Erörterungen, weitgehend einleuchtender Einschätzungen, Informationen, Anregungen und Herausforderungen, die nicht leicht zu negieren sind.

Die überregionale Adaption und Umsetzung des dort geschilderten Kompetenzansatzes auf allen Ebenen des Bildungswesens bedeutet sicher einen Traditionsbruch, eine gravierende Modernisierung.

Da zum Kompetenzansatz nicht nur die Festlegung der Bildungsstandards gehört, sondern auch die Bestimmung der Kerncurricula, haben die Autoren der Expertise auch das Kanonproblem angesprochen aber leider in einem sehr konventionellen Sinne beantwortet.

Dabei haben sie die Bedeutung und die Funktion der in den Kerncurricula festgelegten Bildungsinhalte durchaus differenziert und anspruchsvoll beschrieben. Im Kontext der Expertise wird nun deutlich, dass das Kanonproblem in der neueren erziehungswissenschaftlichen Diskussion kein Gegenstand kritischer Reflexion und sorgfältiger Klärung darstellt. Man hielt es dort offenkundig für unwichtig oder für unlösbar. Damit korrespondiert die seit längerem zu beklagende geringe Bedeutung, ja Beliebigkeit der Inhalte schulischen Lernens in der erziehungswissenschaftlichen Diskussion. Dies rächt sich nun angesichts der Notwendigkeit der inhaltlichen Bestimmung von Kerncurricula.

In den anderen Problemfeldern setzt sich die Expertise mit den unterschiedlichen Sichtweisen in den Erziehungswissenschaften auseinander und gewinnt dadurch an Überzeugungskraft. Ohne die Möglichkeit der Bezugnahme auf einen differenzierten Kanondiskurs in den Erziehungswissenschaften orientiert man sich in der Expertise an einem Kanonmodell nach JÜRGEN BAUMERT, der nun – bei allen sonstigen Verdiensten – nicht zu den herausragenden Vertretern einer Schul- bzw. Lehrplantheorie gehört.

Der hier empfohlene Kanon schulischer Inhalte repräsentiere „die Struktur allgemeiner Bildung und die Initiation in die für das Leben notwendigen Modi der Welterschließung: Die sprachlich-literarischen, die mathematisch-naturwissenschaftlichen, die historisch-sozialwissenschaftlichen

sowie die ästhetisch-expressiven Dimensionen grundlegender Allgemeinbildung“ (KLIEME u.a.: Expertise, S.74)

Der unterstellte Zusammenhang von grundlegenden Erschließungsmodi und Fächern bzw. Inhaltsfeldern ist aus der Abbildung 1 ersichtlich.

Modi der Weltbegegnung (Kanonisches Orientierungswissen)	Basale Sprach- und Selbstregulationskompetenzen (Kulturwerkzeuge)				
	Beherrschung der Verkehrssprache	Mathematisierungskompetenz	Fremdsprachl. Kompetenz	IT-Kompetenz	Selbstregulation des Wissenserwerbs
Kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt Mathematik Naturwissenschaften					
Aesthetisch-expressive Begegnung und Gestaltung Sprache/Literatur Musik/Malerei/Bildende Kunst Physische Expression					
Normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft Geschichte Ökonomie Politik/Gesellschaft Recht					
Probleme konstitutiver Rationalität Religion Philosophie					

Abb.1 Grundstruktur der Allgemeinbildung und des Kanons in Anlehnung an Baumert (2002)

Die Technik kommt als Dimension der Welterschließung und als relevanter Inhaltsbereich nicht vor. Weder technikgestaltende noch technikwissenschaftliche Kompetenzen werden als bedeutsam erachtet. Lediglich als „Kulturwerkzeug“, als basale Sprach- und Selbstregulationskompetenz, nämlich als IT-Kompetenz nimmt man sie überhaupt in den Blick. Im Reiche der „Kulturwerkzeuge“ und der Kultur haben die realen Werkzeuge und ihre Wirkungsfelder keinen Platz.

Dieses Kanonverständnis ist zumindest zutiefst konventionell, ja reaktionär und nimmt weitgehend den traditionellen Kanon des Gymnasiums

zum Maßstab. Es verstärkt den reflektierenden, beobachtenden Charakter des Verhältnisses des Menschen zur Welt und modelliert danach das schulische Lernen. Es negiert den aktiven und produktiven Charakter des menschlichen Weltverhältnisses und dessen Dimensionen. Welterklärung statt Weltgestaltung ist seine Devise, wenngleich man durchaus den Anspruch erhebt, Handlungskompetenz zu fördern. So erhält auch das technische Handeln als eines der grundlegenden Formen menschlichen Handelns keinerlei Eingang in die Konstruktion des Kerncurriculums. Dieser Widerspruch wird nicht erkennbar, wenn man Handeln im erster Linie als Anwendung von vorher kognitiv vermitteltem ansieht und nicht als Anlass, Medium und Quelle des Lernens. Das Handeln wird offenbar weniger als Zieldimension des Unterrichts, sondern allenfalls als methodisches Instrument bzw. im Gewande der Ästhetik in den Blick genommen.

Von einem schlüssigen Bildungsverständnis als Basis für eine tief greifende und durchgängige Modernisierung des Bildungswesens kann bei diesem Befund nicht die Rede sein. Sollten die Diskussionen um die inhaltliche Neugestaltung der Schule aus den 70ern wirklich so folgenlos gewesen sein?

Die Neigung zur Verkürzung und Ausblendung bedeutender Inhaltsbereiche ist daher leider nicht nur den Bildungspolitikern anzulasten, sondern auch den Erziehungswissenschaftlern.

Eine Befähigung zum Handeln in der Welt ist aber durch Reflexion und Systematisierung allein nicht zu erreichen. Dazu bedarf es der inhaltlichen Orientierung an gesellschaftlichen Problem- und Handlungsfeldern, bedarf es der Eröffnung von Handlungsanlässen, Strategien und Übungsfeldern.

Wenn man (was ich sehr überzeugend finde) das Kerncurriculum im wesentlichen durch Fächer gliedert und beschreibt, dann müssten auch die Fächer in den Kanon aufgenommen, die von der Struktur gesellschaftlich relevanten Handelns bestimmt werden. Damit käme nicht nur Technik in den Blick, auch andere traditionelle Fächer erschienen unter neuer Beleuchtung und Herausforderung. Denn auch wirtschaftliches Handeln, politisches Handeln und Alltagshandeln schlechthin können nicht einfach als Anwendungen wirtschafts-wissenschaftlicher, politikwissenschaftlicher und alltagswissenschaftlicher Erkenntnisse gedeutet werden.

Für die Begründung und Zuordnung der Schulfächer zu einem überzeugenderen Kerncurriculum gäbe es andere Bestimmungszusammenhänge als die der der Expertise zugrunde liegenden.

Sie zeigen sich etwa an dem Zusammenhang von anthropologischen Grunddimensionen und möglichen Schulfächern in Abb. 2, wobei die

vielfältigen Querbezüge zwischen den verschiedenen Grunddimensionen und Fächern hier vereinfachend nicht berücksichtigt wurden.

Anthropologische Dimensionen	Schulfächer
Der Mensch ist durch Sprache gekennzeichnet	Deutsch Fremdsprachen
Der Mensch hat Geschichte	Geschichte
Der Mensch ist ein Sozialwesen	Gemeinschaftskunde / Politik
Der Mensch gestaltet seinen Lebensraum und seine Daseinsmöglichkeiten selbst und schafft dafür die Bedingungen	Technik, Wirtschaft, Geografie
Der Mensch ist ein Teil der Natur und benötigt gesunde Lebensverhältnisse	Physik Chemie Biologie Sport
Der Mensch vermag Ordnungssysteme zu schaffen	Mathematik
Der Mensch ist zur autonomen Weltdeutung und zur Anbetung fähig	Religion, Ethik, Philosophie

Abb.2: Zusammenhang von Anthropologischen Grunddimensionen und Schulfächern

Die bisherige Unschlüssigkeit des Fächergefüges kommt auch in den Blick, wenn man die Hauptrichtungen der Wissenschaften reflektiert:

Hauptrichtungen der Wirklichkeitserschließung	Dominierende Frage- richtung	Schulische Repräsentanten
Naturwissenschaften / Strukturwissenschaften	Ursache - Wirkung	Physik Chemie, Biologie (Geographie) Mathematik
Handlungs- und Gestaltungswissenschaften	Mittel - Zweck	<i>Technik</i> Wirtschaft Haushalt (Politik) (Kunst Musik Sport)
Geisteswissenschaften / Sozialwissenschaften	Motiv - Sinn	Geschichte Politik Deutsch Fremdsprachen (Geographie) (Haushalt) Religion, Ethik

Abb.3: Modi der Welterschließung und Schulfächer (nach Schmayl / Wilkening 1995)

Solche Analysen zeigen die ungerechtfertigte Ausblendung der Technik in den real existierenden Schulen. Daher besteht für uns als Technikdidaktiker auch weiterhin die dringende Aufgabe, die Frage nach der inhaltlichen Schlüssigkeit des schulischen Kanons wach zu halten, bzw. die Diskussion darüber wieder in Gang zu bringen. Freilich ist dazu ein entschiedenes und sehr konkretes bildungspolitisches Engagement notwendig!! Als hätten wir nicht schon genug mit der Weiterentwicklung unseres Faches und mit den diesbezüglichen Forschungen zu tun! Doch wenn wir an dieser Front nicht kämpfen, werden wir viel verlieren.

Auch hier sollte man sich die „Mitstreiter“ und die „Kampfverbände“ freilich sorgfältig aussuchen: Es wäre fatal, wenn man den Kern der Gemeinsamkeiten in einem pragmatischen Handlungsverständnis z.B. als praktische oder arbeits-bezogene Fächer suchen würde. Dies würde die philologischen Abwehrreflexe und Einordnungsmuster ebenso herausfordern, wie es zur Verdunkelung des unaufgebbaren Wissenschaftsbezuges und Wertungsbezuges unseres Faches führen würde.

Auf der anderen Seite sollte man die Technik nicht dadurch zur Geltung zu bringen versuchen, dass man auf die bei PISA bemängelte geringe Anwendungsbezogenheit des Unterrichts verweist und die Technik als Anwendungsgebiet, insbesondere für den naturwissenschaftlichen Unterricht anpreist. Damit würde nur das allgemein verbreitete, wenngleich falsches Verständnis von Technik als Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse gefördert und verstärkt. Dass Technik ein Bereich eigenständiger Theorie und Praxis ist, ließe sich dabei schwerlich verdeutlichen.

Es erscheint daher notwendig, sich bei der fachpolitischen Diskussion - beispielsweise über Fächerverbünde - und bei der innerfachlichen Arbeit der besonderen Merkmale und Unterscheidungsgesichtspunkten der Technik zu vergewissern: Dazu mag hier folgende Zusammenfassung helfen, die sich um die Spezifika und Unterschiedlichkeit der Gegenstände der Disziplinen Natur und Technik bemüht.

	Natur	Technik
Gegenstandsbereich	Was von Natur aus da ist. Was vorhanden ist.	Was von den Menschen künstlich geschaffen wird. Was im Interesse des Menschen sein soll.
Bezugswissenschaften	Naturwissenschaften (Technik als Hilfsdisziplin)	Technikwissenschaften (Nat.-Wiss. als Hilfsdisziplin)
Hauptfragerichtung der Bezugswissenschaften	kausal, Ursache - Wirkung	final, Sinn und Zweck
Haupt- Methoden	analytisch, erklärend	synthetisch, problemlösend, herstellend
Praxis	Experimentieren zur Erkenntnisgewinnung	Gestaltung der Lebensumwelt durch Herstellung und Gebrauch von Artefakten.
Bewertungskategorien	richtige oder falsche Beschreibung	gute oder schlechte Gestaltung
Verantwortungssubjekt	Natur ist verantwortungslos.	Mensch und Gesellschaft

Abb. 4: Unterscheidungsmerkmale zwischen Natur und Technik (Sachs, 2001)

Die bewusste Wahrnehmung solcher Konstellationen würde den landläufigen Bindestrich - Deutungen „naturwissenschaftlich - technisch“ den Boden entziehen und für den schulischen Bereich statt der verordneten Fächerverbünde die freie Kooperation des Technikunterrichts mit allen anderen Fächern eröffnen.

Immerhin hat die Diskussion um die Bildungsstandards im Kontext mit dem Kerncurriculumansatz den Technikunterricht von dem Rechtfertigungsdruck befreit, sich primär in fächerübergreifenden Zusammenhängen zu verorten und jene Position bestärkt, die für eine dezidierte Fachlichkeit plädiert. Gute Bildungsstandards sind nämlich gemäß der Expertise auf einen bestimmten Lernbereich bezogen und arbeiten Grundprinzipien, Kernideen, und spezifische Denkweisen der Disziplinen bzw. des Unterrichtsfaches klar heraus, damit Lehren und Lernen überhaupt fokussiert und überprüft werden kann.

Diese Einschätzung steht nicht im Gegensatz zur Förderung fächerübergreifenden Lernens: „Die pädagogisch-psychologische Forschung legt (vielmehr) nahe, dass die Entwicklung fächerübergreifender Kompetenzen das Vorhandensein gut ausgeprägter fachbezogener Kompetenzen voraussetzt.“ (KLIEME u.a. : Expertise, S. 61)

Technische Bildung und Kompetenzmodell

Die von der Politik durchgesetzte Orientierung an dem Modell der Bildungsstandards hatte bisher in den deutschen Erziehungswissenschaften (noch) keine breite Verankerung und differenzierte Klärung erfahren.

Die erziehungswissenschaftliche Orientierung der Lehrerschaft hatte von der Ausbildung her andere, zumeist bildungstheoretische bzw. lerntheoretische Grundlegung. Insofern bedeutet der verordnete Paradigmenwechsel auch eine partielle Dequalifizierung der bildungspraktischen Akteure - soweit sie sich überhaupt an erziehungswissenschaftlichen Theorien orientieren.

Das gilt auch für die Technikdidaktik. Es bedarf nun hier der genaueren Prüfung, inwieweit der Ansatz der Kompetenzstufen und der darauf bezogenen Bildungsstandards und Testverfahren auf ein Schulfach Technik, seine Ziele, seine Inhalte und seine Arbeitsformen wirklich schlüssig und ohne fundamentale Verluste zu beziehen sind. Sollte dies der Fall sein, so wird sich die Technikdidaktik mit Nachdruck auf den Kompetenzansatz einstellen müssen und wird nicht nur die diesbezügliche inhaltliche Erweiterung des Kanons der Kerncurricula einfordern müssen sondern auch differenzierte technikbezogene Kompetenzen und entsprechende Testverfahren ausarbeiten müssen. Das vom Kollegen Gert Höpken vorgestellte US-amerikanische Modell könnte dabei eine Orientierungshilfe sein, zumindest ein Anlass zur Schärfung unserer eigenen Vorstellungen (Höpken, 2000, 2003).

Der Kompetenzansatz könnte durchaus zur kritischen Vergewisserung der Wirkung technischer Bildungsbemühungen führen und so zu einem Instrument der Qualitätssicherung und Qualitätsverbesserung werden.

Wenn dieser Impuls nicht in einem oberflächlichen Formalismus enden soll, müssen die Standards in ihren technikbezogenen Bedeutungsdimensionen sehr differenziert ausgearbeitet werden. Gleiches gilt für die Entwicklung und Optimierung von Überprüfungsinstrumenten.

Dies wird ein Kraftakt sein, der unsere Arbeitsleistung in Hochschule, Seminar und Schule stark in Anspruch nehmen wird. Nicht umsonst spricht ein Hauptvertreter des Kompetenzansatzes, Eckhard Klieme von einer langjährigen Herkulesarbeit. Selbst wenn sich bei der Analyse des Verhältnisses von Technischer Bildung und Bildungsstandards Unzulänglichkeiten und Unstimmigkeiten dieses Ansatzes erweisen, so sollten wir das Heil nicht in bloßer Abwehr suchen. Zwar liegt dem Ansatz keine wissenschaftlich abgesicherte Zwangsläufigkeit sondern ein sehr spezifisches erziehungswissenschaftliches – stark kognitionstheoretisch bestimmtes – Konzept zugrunde, gegen das es bildungstheoretisch vieles einzuwenden gäbe. Klieme bezeichnet den Ansatz selbst als eher funktionalistisches Bildungskonzept.

Ihm jedoch in einem kritischen Diskurs seine Wirkung nehmen zu wollen, erscheint mir unrealistisch, da er zu stark mit bildungspolitischen Erwartungen und Interessen verbunden ist. Es ist daher von einer mindestens zehnjährigen Implementierungszeit auszugehen, wenn die Zeitvorstellungen seiner Vertreter für eine sorgfältige Einführung eingelöst werden und wenn das Konzept und seine Akzeptanz bis dahin nicht durch kulturministerielle Hau-Ruck-Modernisierungen ganz beschädigt sein werden

Ratsam erscheint mir daher die kritisch-produktive Orientierung der Technikdidaktik an diesem Ansatz, um sie nicht von der allgemeinen Entwicklung abzukoppeln und um die weitere Entwicklung und Präsenz des Technikunterrichts nicht zu gefährden. Gleichwohl sollte die kritische Auseinandersetzung mit diesem Ansatz unter Bezugnahme auf bildungstheoretische oder lerntheoretische Konzepte in der technikdidaktischen Forschung und Diskussion nicht behindert werden.

Es ist zu hoffen, dass sich solche „Nebenstränge“ in der technikdidaktischen Forschung lebendig erhalten, trotz vieler – durch politische Vorgaben - tagespolitisch dringlicher erscheinender Problemstellungen. Vielleicht werden sie eines Tages (wenn die Faszination gegenüber dem modernen Ansatz gewichen oder sich seine Uneinlösbarkeit in den real existierenden Verhältnissen erweisen sollte) wieder zum einem „Hauptstrang“ des fachlichen Diskurses!? Vielleicht gelingt eine Lösung im Zu-

sammenspiel eines bildungstheoretisch begründeten Kerncurriculums mit einer Präzisierung von Standards und Testverfahren.

Offene Fragen

Der in diesem Zusammenhang notwendige Evaluationszusammenhang wirft für mich freilich eine Reihe von Fragen auf, die hier aus Platz- und Zeitgründen nur angesprochen, nicht aber weiter erörtert werden sollen. Dies geschieht durchaus mit Sorge und mit der nur schwachen Hoffnung auf gute Antworten. Zu sehr sitzt mir der Schrecken noch im Nacken, angesichts des konzeptionslosen, rigorosen, autoritären, jedes sorgfältige Abwägen abwürgenden, rasanten Durchpeitschens so genannter Bildungsstandards in den Lehrplänen und in den Prüfungsordnungen in meinem Bundesland. Sie sprechen allen von der Klieme-Kommission benannten Qualitätsstandards für die Erstellung von Standards Hohn und werden doch als bildungspolitischer Erfolg und Durchbruch gefeiert.

- Können die vom Kompetenzansatz her notwendige Sorgfalt und die von der Komplexität des Gegenstandes her notwendige Differenziertheit gewährleistet werden?
- Werden die Instrumente der Evaluation der inneren Struktur und Komplexität des Gegenstandes Technischer Bildung gerecht?
- Wie wird verhindert, dass sich die Akteure nur am gegenwärtigen und routinierbaren Verfahren der Evaluation orientieren?
- Wieweit ist die Entwicklung und die Handhabbarkeit von technikunterrichtsspezifischen Evaluationsverfahren gediehen?
- Unter welchen Bedingungen werden solche Evaluationsinstrumente entwickelt, diskutiert und optimiert?
- Wer und mit welcher Kompetenz unterzieht sich dieser Mühe bzw. wird damit beauftragt?
- Wie gehen fachdidaktisch unterschiedliche Konzeptionen in die Evaluation mit ein?
- Welche inhaltliche Kompetenz haben die Evaluatoren?
- Wie wird die routinebedingte Verflachung Formalisierung der Evaluationsverfahren mittelfristig und langfristig verhindert?
- Werden Standards für die Rahmenbedingungen des Lernens aufgestellt und eingelöst, z.B. für die materiell-technische Basis in den

Schulen, für die Arbeitsbedingungen, für Ausbildung, für Fort- und Weiterbildung?

- Bleiben für die anderen dringlichen Probleme des Technikunterrichts genügend Aufmerksamkeit und genügend Forschungs- und Fortbildungskapazität übrig? Dies mag für große Fächer kein Problem sein, wohl aber für die kleinen Fächer und erst Recht angesichts der Tendenz der rigorosen Ausdünnung der Lehr- und Forschungspotentials an den Hochschulen, in den Seminaren und in der Schulverwaltung.

Offenheit und Unverfügbarkeit des Bildungsprozesses

Die Notwendigkeit einer permanenten Qualitätssicherung ist unbestreitbar. Gleichwohl sind die Gefahren der Formalisierung und Verkürzung durchaus mit Händen zu greifen. Der Bildungsbegriff ist nach einer Zeit, in der er zugunsten von Lernen und Qualifizierung als veraltet, ungenau und untauglich angesehen wurde, wieder in aller Munde. Freilich zu welchem Preis:

Das emphatische Verständnis von Bildung als personaler Prozess erscheint völlig ausgetrieben zu sein.

Zwar spricht man von lebenslangem Lernen, aber statt von Bildung als einem Bürgerrecht spricht man heute von einem individuell zugerechneten Bildungsguthaben, das „aufgebraucht“ werden kann.

Bildung ist ein personaler Prozess der Aneignung von Welt und der Erschließung der Person für die Welt. Bildung in diesem substantiellen Sinne kann durch Kompetenzen voraussichtlich nicht hinlänglich beschrieben werden und sie kann erst recht nicht von außen gemacht werden. Technische Bildung ist kein technischer Prozess. Technikdidaktiker sind keine Bildungsingenieure und Lehrer sind keine Bildungsmaschinisten und sie sollten sich auch nicht in diese Rolle drängen lassen.

Die Bildung des Menschen – auch im Hinblick auf sein Verhältnis zu den äußeren Anforderungen - ist eine genuine Leistung der jeweiligen Person. Wenn der funktionalistische Kompetenzansatz dazu nötigt oder herausfordert, die Kinder und Jugendlichen in erster Linie als mehr oder weniger kompetente Lerner zu sehen, als Beschulungsobjekte der ersten, zweiten oder dritten Kompetenzstufe, als mehr oder weniger taugliche und tüchtige, dann ist durchaus Vorsicht und Widerspruch anzumelden. Gerade der Respekt vor dem Selbstbestimmungsrecht jeder Person zwingt weniger zu einem funktionalistischen als vielmehr zu einem offenen, angebotsorientierten Bildungsverständnis.

Auch die Technische Bildung ist ein oft langfristig und widersprüchlich verlaufender komplexer Prozess, dessen Ausprägungsstufen durch Testverfahren oft gar nicht zu ermitteln sind. Bildung reicht in die Tiefendimensionen der Person hinein. Sie hat etwas mit den Hoffnungen, Ängsten, Wünschen und mit der Entwicklung der Vorstellungskraft und Produktivität des Menschen zu tun. Daher hat er ein Recht auf sinnerschließende Aufgaben und Herausforderungen. Insbesondere die jungen Menschen haben einen Anspruch auf verlässliche Weltorientierung, Selbstvergewisserung ihrer personale, kulturelle und soziale Identität und Selbsterfahrung als Subjekt gelingenden Handelns. Hier hat Schule Möglichkeiten zu eröffnen und zwar nicht nur durch permanente Kontrolle und Einstufung, sondern in erster Linie durch Zutrauen und Zuspruch aber auch durch Anspruch und Zumutung. Bildung, auch Technische Bildung drückt sich nicht nur in der Fähigkeit aus, produktiv zu sein, sondern auch und gerade in der Fähigkeit, begründet „Nein“ zu sagen. Wer die Ausbildung willfähriger „erfinderischer Zwerge“ (Brecht: Galilei) nicht fördern möchte, wem es vielmehr um die Befähigung der jungen Menschen zu einer verantwortlichen Mitgestaltung der technischen Welt geht, der muss um ein differenziertes Verständnis der Technik und um ein differenziertes Verständnis technischer Bildung bemüht sein.

Ob dieses mit dem Ansatz der Bildungsstandards gelingt, muss sich zeigen!

Literatur:

- BAUMERT, JÜRGEN: Deutschland im internationalen Bildungsvergleich. In: N. Killius, J. KLUGE, L. REISCH (HRSG.). Die Zukunft der Bildung. Frankfurt, 2002
- HÖPKEN, GERT: Standards für technische Bildung in den USA erschienen. In: tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht. Heft 97, 2000
- HÖPKEN, GERT: Standards für technische Bildung in den USA, Bd. II erschienen In: tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht. Heft 108, 2003
- KLIEME, ECKHARD; AVENARIUS, HERMANN; BLUM, WERNER; U.A. : Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Bundesministerium für Bildung und Forschung / Kultusministerkonferenz (Hrsg.), Bonn, 2003
- SACHS, BURKHARD: Handlungs- und Urteilsorientierung im Fachunterricht der Realschule am Beispiel des Technikunterrichts. In: Fees, Konrad (Hrsg.): Realschule und Schulentwicklung. Herbolzheim, 2000
- SACHS, BURKHARD: Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven. In: tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht. Heft 100, 2001
- SCHMAYL, WINFRIED, WILKENING, FRITZ: Technikunterricht. Bad Heilbrunn, 1985

Winfried Schmayl

Bildungsstandards oder Bildungsinhalte?

Zur Frage der Inhalte des Technikunterrichts

1. Krise der Pädagogik als Krise der Inhalte

1.1 Die Pädagogik in der Krise

Es läßt sich nicht verhehlen: Schule und Pädagogik stecken in einer Krise. Das wird weithin so empfunden. Die immer neuen Konzepte und Maßnahmen zur Behebung der Krise machen freilich den Eindruck von Rat- und Hilflosigkeit. Offenbar haben die Verantwortlichen den Blick dafür verloren, was wichtig ist, was guten Unterricht ausmacht, wie sich solide schulische Bildung vermitteln läßt.

Der jüngste Plan, mit dem der Bildungskarren aus dem Graben gezogen werden soll, heißt „Bildungsstandards und Qualitätssicherung“. Er ist das Thema unserer Tagung. Die meisten von uns werden den Ausdruck „Bildungsstandard“ bis vor kurzem nicht gehört haben. Er ist auch erst frisch importiert.

1.2 Die Begriffe „Bildungsstandard“ und „Qualitätssicherung“

„Standard“ und „Qualitätssicherung“ sind freilich keine sprachlichen Importe wie viele andere neue Fach- und Alltagsbezeichnungen. Sie sind an sich geläufige Vokabeln für uns. Wir kennen Standard im Sinne einer vorfindlichen Durchschnittsbeschaffenheit, die ohne Wertung konstatiert wird (etwa Lebensstandard). Dann ist uns der Ausdruck aus der Wirtschaft bekannt, wo er für ein Wirtschaftsgut das Qualitätsniveau bezeichnet, das verpflichtend zu erreichen ist und dessen Erreichen in der Qualitätssicherung überwacht wird. Im diesem Sinn ist Standard eine Norm.

Nun werden diese Ausdrücke innerhalb der Pädagogik und der Bildungspolitik gebraucht. Was meinen sie hier? Nach der Expertise des Deutschen Instituts für Pädagogische Forschung (DIPF) formulieren Bildungsstandards Anforderungen für das Lehren und Lernen in der Schule. Sie benennen Ziele für die pädagogische Arbeit und konkretisieren den Bildungsauftrag der allgemeinbildenden Schulen. Ein wenig später heißt es, sie benennen Kompetenzen, welche den Schülern vermittelt werden sollen und zwar bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe. Diese Kompetenzen sollen so konkret beschrieben werden, daß sie mit Hilfe von Testverfahren erfaßt

werden können. Der Zweck der Bildungsstandards soll sein, die Qualität schulischer Arbeit zu sichern und zu steigern (DIPF 2003, S.13). Ich füge hinzu, sie sollen Erfolgsgewißheit für den neuen Reformschub suggerieren.

1.3 Ökonomisierung der Schule

Der Ansatz der Bildungsstandards überträgt Begriffe aus dem Bereich der Wirtschaft in die Pädagogik. Damit führt er den Geist der Wirtschaft in das Bildungswesen ein. Den Vorgang kennen wir schon aus den Hochschulen. Nun wird auch das allgemeinbildende Schulwesen ökonomisiert, was man gar nicht verbrämt. In der DIPF-Expertise heißt es unverhohlen, Bildungspolitik und Schulentwicklung sollen sich am „Output“ orientieren. Er sei der entscheidende Bezugspunkt für die Beurteilung des Schulsystems und für Maßnahmen zur Verbesserung. Worin wird dieser „Ausstoß“ der Schule gesehen? In Zertifikaten, Kompetenzen, Qualifikationen, Wissensstrukturen, Einstellungen... insgesamt in Persönlichkeitsmerkmalen. Bildungsstandards werden wie Produkte eines Fertigungsprozesses betrachtet, die in einer bestimmten Stückzahl und in einer bestimmten Zeit auszuliefern sind und deren Qualität an Sollwerten gemessen wird.

Ich behaupte nicht, daß Pädagogik nichts mit Ökonomie zu tun hätte. Sie arbeitet nicht in unbegrenzten Räumen und muß sehr wohl auf die Verhältnismäßigkeit von Aufwand und Ergebnis achten; sie muß selbstverständlich die ihr gegebene Zeit bestmöglich nutzen und mit den materiellen Mitteln sparsam umgehen. Ihre Ergebnisse lassen sich ebenfalls feststellen. In Zeugnisnoten werden sie traditionell sogar quantifiziert, wenn auch mit mehr oder weniger Vorbehalten an deren Aussagekraft.

Die gegenwärtige Ökonomisierung der Schule reicht in andere Dimensionen. Sie verändert die Beschaffenheit des Unterrichts und löst den Bildungsbegriff auf. Wie man in den Bereichen, in denen die Begriffe Standard und Qualitätssicherung zu Hause sind, durch genaue Vorgaben und deren Kontrolle zum Erfolg kommen kann, so wollen jetzt die Bildungspolitiker in einem Kraftakt und mit wilder Entschlossenheit zu Bildungserfolgen kommen. Dabei handelt es sich abermals um eine dieser Innovationen, die auf der naiven Vorstellung beruhen, man müsse nur gezielt „wollen“, dann werde man auch „Neues“ finden. Die aus solchem Wollen resultierenden pädagogischen Ideen werden ohne sorgfältige Reflexion und ohne Berücksichtigung vorliegender Erfahrungen im Bildungswesen eingeführt, wo von den Lehrern die Umsetzung gefordert wird.

Am Konzept der Bildungsstandards zeigt sich die Forderungsmentalität der Bildungspolitiker besonders ausgeprägt. Den Schulen wird genau gesagt,

welche Ergebnisse sie zu erbringen haben. Zusätzlich werden die Testverfahren festgelegt, um die Ergebnisse zu überprüfen. Was der Lehrer aber im einzelnen zu tun hat, um die Bildungsstandards zu erreichen und die durch sie ausgedrückten Kompetenzen zu vermitteln, das soll in sog. Kerncurricula nur annäherungsweise umrissen werden. Was unterrichtet werden soll und wie, damit man bei den Tests der Qualitätssicherung nicht durchfällt, bleibt der Schule und dem Lehrer überlassen. „Bildungsstandards lassen den Schulen einen starken Freiraum für innerschulische Lernplanung“ (DIPF 2003, S.13).

Was geschieht da? Unter der Parole der Bildungsstandards werden Arbeit und Verantwortung verlagert. Ich werde versuchen nachzuweisen, daß eine der entscheidenden Voraussetzungen guten Unterrichts in sorgfältig ausgewählten und angeordneten Inhalten liegt, also in einem guten Lehrplan. Die Lehrplanarbeit sollen jetzt die Schulen und Lehrer übernehmen. Dabei wird unterstellt, daß sich aus den Bildungsstandards und evtl. den Kerncurricula eindeutige Inhalte gewinnen lassen. Das ist sehr zweifelhaft. Hier wird das Verhältnis von Zielen und Inhalten des Unterrichts nicht richtig gesehen und das Problem der Inhaltsbestimmung unterschätzt.

Selbst wenn die Ziele vernünftig und realistisch wären, selbst wenn der organisatorische, bildungspolitische Rahmen stimmte, selbst wenn sogar auf die Ziele zugeschnittene Inhalte und Themen vorlägen, könnte der Bildungserfolg von der Natur der Sache her nicht eingefordert werden. Denn die Analogie zwischen Wirtschaft und Pädagogik ist falsch. Der Lehrer kann sich trotz bester pädagogischer Arbeit seines Erfolges nicht sicher sein, er kann die Bildung seiner Schüler nicht produzieren. Bildung ist immer auch Selbstbildung. Sie setzt die Bereitschaft, den Willen und die Fähigkeit des Schülers voraus zu lernen. Das Erfassen eines Unterrichtsinhalts kann nicht erzwungen werden, das Entscheidende ist der freie geistige Akt des Schülers. Unterricht kann nur als Bildungsangebot gestaltet werden, das der Schüler annehmen kann, das er nutzen kann oder nicht. In diesem Angebot liegt die eigentliche Aufgabe der Unterrichtsplanung, des Unterrichts und schließlich des Schulwesens. Der Maßstab, der an die Bildungsstandards anzulegen ist, lautet deshalb: Was tragen sie zu einem guten Unterrichtsangebot bei?

1.4 Pädagogische Einschätzung und philosophische Einordnung

Die in der zeitgenössischen Reformpädagogik zu beobachtende Vernachlässigung der Inhalte bedeutet, die Mitte des Unterrichts aufzugeben. Insofern jeder Unterricht die Schüler mit einem Ausschnitt der kulturellen Wirklichkeit konfrontiert, hat er einen Gegenstand, einen Inhalt, den man be-

nennen, umgrenzen, gliedern muß. Lernen kann man nur etwas. Unterricht besteht darin, daß der Lehrer sich mit den Schülern um einen Sachverhalt bemüht mit dem Ziel, daß er auch für die Schüler in seiner wirklichen Beschaffenheit sichtbar wird und sie ihn geistig erfassen. Deshalb ist der ausschlaggebende Punkt: Was soll die Sache des Unterrichts sein?

Es kennzeichnet unseren Zeitgeist allgemein, daß er an objektiven geistigen Gehalten nicht interessiert ist. Er glaubt nicht an bleibende Inhalte; alle Inhaltlichkeit erscheint ihm vorübergehend zu sein. Deshalb wird auch von einer qualitativen Inhaltlichkeit der Bildung Abstand genommen. An die Stelle des Objekt-Subjekt-Verhältnisses ist die Intersubjektivität getreten. Man fragt nicht mehr, was und wie ist die Wirklichkeit, sondern man verständigt sich untereinander über sie. Die Wahrheit wird eine Angelegenheit von Mehrheitsentscheidungen. Selbst gut und böse stehen zur Disposition, Moral ist zu einer Sache der Vereinbarung mutiert. Solche Sichtweisen finden Rückhalt und Verstärkung in der wieder auflebenden Philosophie des Konstruktivismus und Relativismus.

Das Schwergewicht des Unterrichts hat sich auf die subjektive Perspektive verlegt. Werte der Selbstbestimmung und Individualisierung geben den Ton an. Es kommt weniger auf das Verfügen über ein strukturiertes Wissen an als auf Qualifikationen und Kompetenzen. Die Inhalte verlieren ihren Eigenwert. Sie werden im Grunde austauschbar und für sich genommen unwesentlich, sie werden instrumentalisiert und durch funktionale Äquivalente ersetzt (vgl. GIESECKE 1997, S.240).

1.5 Allgemeine pädagogische und technikdidaktische Konsequenzen

Die vorgetragenen Argumente gegen die Bildungsstandards zeigen zugleich den Kurs an, den Pädagogik und Bildungspolitik einschlagen müssen, um wirklich den Unterricht zu verbessern. Bildungsstandards und Qualitätssicherung verfehlen das Proprium des Unterrichts; sie führen nicht zur Rehabilitation der Inhalte. Was not tut, ist ernsthafte und solide Lehrplanarbeit. Statt dessen bekommen die Schulen ständig neue Stegreifprodukte vorgesetzt.

Der Lehrplan ist das inhaltliche Zentrum des Unterrichts. Da der Sinn des Unterrichts in der Erarbeitung wichtiger Inhalte liegt, kommt es vorrangig auf deren sorgfältige Ermittlung und Anordnung in strukturierten Unterrichtsprogrammen an. Es wäre ein inhaltliches Kanonkonzept zu entwickeln, durch das die Idee der Allgemeinbildung Substanz und eine zeitgerechte Gestalt bekäme. Ein solcher Kanon hätte sich auf das Fächerprinzip zu stützen. Die Unterrichtsfächer bilden als Repräsentanten der wesentli-

chen Kulturbereiche die Säulen des Lehrplans. Dessen Aufgabe ist es, die Kultur als Ordnung der Fächer und Unterrichtsinhalte zu erfassen. Im Lehrplan müßte eine geistige Ordnung wiedergewonnen werden.

Wir sind als Technikdidaktiker und Techniklehrer Anwälte eines Schulfachs. Wie sollen wir auf die Parole von den Bildungsstandards reagieren? Ich meine, wir sollten uns intensiver dem Problem unseres Faches zuwenden, das mit den Bildungsstandards angesprochen ist, das sie aber verfehlen, also mit seinen Inhalten.

2. Pädagogik der Inhalte

2.1 Bildungstheoretische Aspekte: Inhalte als Bildungsinhalte

Die Subjektivität des menschlichen Selbst entwickelt sich nur auf Grund der Wechselwirkung von Ich und Welt. Deshalb ist das Mensch-Welt-Verhältnis konstitutiv für Bildung überhaupt. Wenn sich im Bildungsprozeß die innere Welt des Subjekts in Kontakt und Auseinandersetzung mit der äußeren aufbauen soll, muß die Weltkomponente einen objektiven Status haben. Diese Eigenschaft der Bildungsinhalte kommt in ihrer Charakterisierung als geistige Objektivationen zum Ausdruck.

Der Begriff des Bildungsinhalts ist an die Erkenntnis des Wahren gebunden. Die Wahrheit muß der zentrale Bezugspunkt der Bildung sein, „nicht als Besitz, wohl aber als Richtmaß“, wie GLÖCKEL sagt (1990, S.169). Eine rein subjektive Erkenntnis hieße, daß das Individuum in sich befangen bliebe. Bildung wäre dann gleichbedeutend mit Autoprojektion.

Aus der Objektivität und Wahrheit der Bildungsinhalte folgt ihr Eigenrecht. Sie dürfen nicht subjektiver Beliebigkeit ausgeliefert und zum Mittel gemacht werden. Der Bildungsprozeß hat ihrer Identität Rechnung zu tragen und sie sachgerecht zu erschließen. Gerade im Eigengehalt liegt ihr Wert für die Geistesschulung.

2.2 Didaktische Perspektive: Inhalte als Unterrichtsinhalte

Bildung ist zuerst eine Angelegenheit des Individuums, das in eine Wechselbeziehung zur Welt tritt, das sich mit den Objektivationen der Kultur auseinandersetzt. Allerdings kann sich das menschliche Individuum nicht auf sich allein gestellt geistig entwickeln. Bildung ereignet sich nicht von selbst im bloßen Gegenüber von Individuum und Kultur, von subjektivem und objektivem Geist. Das Individuum braucht für seine Bildung und seine Personwerdung zeitweilig die Hilfe anderer. Bildung ist auf Förderung und

ein geeignetes Bildungsangebot angewiesen. Sie muß sozial, genauer pädagogisch vermittelt werden.

Bei diesem Erfordernis der Vermittlung setzen Schule und Unterricht an. Ziel des Unterrichts ist es, dem Schüler die geistige Bewältigung des Bildungsgegenstandes zu ermöglichen, sich den in ihm objektivierten Geist anzueignen. Der Auftrag der Schule ist als inhaltliches Programm auszulegen, das dem universalen Anspruch der Bildung genügt.

Wie aber soll die Schule das Ideal einer umfassenden Bildung verwirklichen? Es ist unmöglich, die geistige Welt in einem geplanten Bildungsgang auszuschöpfen. Der Zwang, sich beschränken zu müssen und dennoch dem weiten Rahmen irgendwie gerecht zu werden, macht eine Auswahl der Unterrichtsinhalte unvermeidlich. Darin liegt das eigentliche ökonomische Problem der Schule, nämlich wie in der gegebenen Zeit ein Maximum an Bildung zu vermitteln ist. Dafür hat sich der Unterricht auf solche Inhalte zu konzentrieren, die grundlegend und repräsentativ sind, die das Wesentliche erschließen, die einen Zugang zum Ganzen der Geisteswelt eröffnen.

Die Vollständigkeit der Bildung ist nach beiden Seiten hin zu fordern: als Entwicklung aller geistigen Organe im Subjekt und als umfassende Lehre der kulturellen objektiven Überlieferungen. Beide Blickrichtungen werden in der Theorie der kategorialen Bildung zusammengeführt. KLAFKI drückt es in seiner bekannten Wendung so aus: „Bildung ist Erschlossensein einer dinglichen und geistigen Wirklichkeit für einen Menschen..., aber das heißt zugleich Erschlossensein dieses Menschen für diese seine Wirklichkeit...“ (KLAFKI 1975, S.43). Im Begriff des Kategorialen wird also die Strukturgleichheit von zu lernendem Inhalt und lernendem Subjekt apostrophiert. Er ist die Synthese von materialem und formalem Prinzip.

Wenn ich derart die Bedeutung der Inhalte für Bildung und Unterricht herausstreiche, stellt sich die Frage nach der Position der Inhalte im Gefüge der Unterrichtsfaktoren. In der didaktischen Diskussion begegnet man der These vom „Primat der Ziele vor den Inhalten“. Verweist die unbestreitbare und grundlegende Intentionalität des Unterrichts die Inhalte nicht in eine nachrangige Position?

Für eine Antwort muß man genauer hinsehen, worin sich Intentionalität und Planmäßigkeit des Unterrichts äußern. Dabei wird das Verhältnis von Unterrichtsinhalten und –zielen klarer. Das Ziel ist kein unabhängiger Faktor, aus dem die anderen Unterrichtsfaktoren resultieren. Es ist zugleich mit dem Unterrichtsgegenstand gegeben und verwirklicht sich in dessen lehrender und lernender Bewältigung. In der kategorialen Erschließung des Gegenstandes besteht das Ziel.

Andererseits sind Zielaussagen nicht inhaltsfrei zu formulieren. Der intendierte Zuwachs an Wissen, Können und Wollen der Schüler läßt sich nur im Hinblick auf Sachverhalte der Kulturwirklichkeit ausdrücken. In ihrem geistigen Ergreifen besteht dieser Zuwachs. Die Inhalte des Unterrichts sind in den psychischen Akten des Lernens eben nicht bloß austauschbare Mittel zur Entfaltung von Kräften, Qualifikationen, Kompetenzen. Ein sich auf solche funktionalen Ziele fixierender Unterricht tendiert zu einer falschen Beliebigkeit der Inhalte.

Die Intentionalität des Unterrichts läßt sich nicht im Sinn eines Primats der Ziele vor den Inhalten interpretieren. Sie kennzeichnet den Unterricht als Gesamtgeschehen, in dessen Mittelpunkt die Verständigung zwischen Lehrer und Schülern über den Inhalt steht. Der Lehrer ist Repräsentant der Zielstrebigkeit, indem er sich durch Planung und Führung bemüht, den Schülern das Erlernen des Inhalts zu ermöglichen.

Das bisher betrachtete Herausarbeiten der inhaltlichen Strukturen und Kategorien geschieht schon auf einzelne Lehrgebiete, auf Schulfächer hin bzw. innerhalb von ihnen. Es ist genauer von den Fachdidaktiken zu leisten.

3. Inhaltlichkeit des Technikunterrichts

3.1 Technik als selbständiges Unterrichtsfach

Wenn man sich von der Bildungsaufgabe der Schule her dem Technikunterricht zuwendet, stellt sich die Frage nach seiner Existenzberechtigung und nach seiner Eigenständigkeit als Schulfach. Um sein Erfordernis nachzuweisen muß man m. E. beim bildungstheoretischen Gedanken der qualitativen Vollständigkeit der Unterrichtsinhalte und der Vollzahl der Fächer ansetzen. Dieser Gedanke führt in der Gegenwart mit innerer Notwendigkeit zu einer technischen Bildung und weiter zu einem Fach Technik an allgemeinbildenden Schulen. Das ist eine Konsequenz, die allerdings vielfach noch nicht gesehen oder anerkannt wird.

Von geisteswissenschaftlichen Bildungsvorstellungen geleitet, hat WILHELM FLITNER eine Theorie der Schulfächer vorgelegt, die ich in ihren Grundzügen noch für gültig halte. FLITNER hat die geistige Welt der Kultur analysiert und aus ihren Grundrichtungen ein System von Schulfächern abgeleitet. In FLITNERS Fächerkanon fehlt auch in der letzten Fassung von 1965 noch die ausdrückliche Berücksichtigung des Technikunterrichts. Doch kommt man, wenn man sich auf seiner Denkbahn bewegt, zwangsläufig zu einem Fach Technik.

Immerhin war FLITNER insofern auf der Höhe der Zeit, ihrer Pädagogik und Didaktik, als er die „Werkarbeit“ bzw. den „Werkunterricht“ in seinem Kanon vorgesehen hat. Denn dieses Fach leiste wegen „klarer Bedingungen im Schöpferischen“ einen praktischen Beitrag zur Geistesbildung (FLITNER 1997, S.104 ff.). Er hat damit gewissermaßen dem Technikunterricht einen Platz reserviert, den dieser bald darauf hätte einnehmen können. Denn nicht viel später kam es innerhalb der Werkdidaktik zur Orientierung auf die Technik, auf eine technische Bildung sowie zur Weiterentwicklung des Werkunterrichts zum Technikunterricht.

Das Hauptargument für einen Technikunterricht und weiter für ein selbständiges Schulfach Technik ist in der Finalität der Technik zu sehen. Sie stellt ein grundlegendes geistiges Prinzip dar. Technisches Tun ist eine Betätigung des menschlichen Geistes, die eine eigene geistige Grundrichtung konstituiert: Aus menschlichen Bedürfnissen ergeben sich Zwecksetzungen bzw. Handlungsziele, zu deren Verwirklichung technische Mittel erdacht, geschaffen und eingesetzt werden. Technik wird also dazu genutzt, Zustände herzustellen, wie sie menschlichen Wünschen und Vorstellungen entsprechen. Von daher können technische Artefakte als realgewordene Zweckzusammenhänge begriffen werden. Das geistige Zweck-Mittel-Prinzip verdinglicht sich in der unübersehbaren Vielfalt technischer Artefakte.

3.2 Der Umfang des Gegenstandsbereichs

Allgemeinbildender Technikunterricht muß im Hinblick auf seinen Gegenstand eine generalistische Tendenz verfolgen. Ihm ist aufgegeben, die Technik in ihrer Ausgedehtheit und Vielfalt zu beleuchten. Gegenstandsspektrum ist der Horizont des Technischen, das Ganze der Technik. Was dieses Ganze umfaßt, ergibt sich aus dem Verständnis von Technik, wie es die jüngere Technikphilosophie, unterstützt durch die Technikdidaktik, erarbeitet hat.

Da sich in der Technik natürliche und menschliche Komponenten verbinden, müssen mehrere Betrachtungsperspektiven an sie herangetragen werden. Mit drei Perspektiven scheint es möglich, ihrer Wirklichkeit gerecht zu werden und ein angemessenes Bild von ihr zu gewinnen: Das sind 1. die Sachperspektive, 2. die human-soziale Perspektive und 3. die Sinn- und Wertperspektive. An diese Perspektiven wird sich die Konzeption eines Inhaltsprogramms für den Technikunterricht zu halten haben.

3.3 Das Kategorialgefüge des Gegenstandsbereichs

Um für den Technikunterricht ein repräsentatives Inhaltsprogramm erstellen zu können, braucht es eine Kulturtheorie der Technik als eine Gesamtlehre technischer Sachverhalte und Zusammenhänge. Auf eine solche übergreifende Lehre und ihre allgemeinen Gehalte stützt sich das didaktische Prinzip des Exemplarischen. Es kommt darauf hinaus, die allgemeinen Gehalte, die Kategorien, in Unterrichtsthemen zu konkretisieren und zu vergegenwärtigen.

An dieser Stelle befindet sich die Technikdidaktik in einer mißlichen Lage. Denn die von ihr vorauszusetzende Kulturtheorie der Technik ist noch nicht geschrieben worden. Diese defizitäre Situation bedeutet für die Technikdidaktik, bei ihren Entwürfen zur Inhaltsdimension des Technikunterrichts ein disparates Material zusammendenken und erhebliche Lücken überbrücken zu müssen, was nur eingeschränkt möglich sein kann. Die Versuche, trotz unzureichender Grundlagen zur einer Lösung zu kommen, laufen in zwei unterschiedlichen Vorschlägen zusammen. Sie sind den beiden technikdidaktischen Richtungen zuzuordnen, die für einen eigenständigen Technikunterricht eintreten, dem allgemeintechnologischen und dem mehrperspektivischen Ansatz. Im folgenden möchte ich die beiden Strukturierungsvorschläge näher betrachten. Das ist 1. der allgemeintechnologische Lehrplan-Entwurf für den Technikunterricht in der gymnasialen Oberstufe von NRW und 2. das Modell der Problem- und Handlungsfelder von SACHS.

3.4 Der allgemeintechnologische Strukturansatz

Die Diskussion über die Eignung der allgemeinen Technologie als fachwissenschaftliche Grundlage für den Technikunterricht hat zu auseinander laufenden Urteilen geführt. Sie reichen von der Überzeugung, den Technikunterricht ganz von den allgemeintechnologischen Begriffen her aufbauen zu können, bis zum Zugeständnis, daß diese Begriffe vielleicht begrenzt zur Verallgemeinerung technischer Sachverhalte beitragen können. Im Verlauf der Diskussion sind die Vorbehalte eher gewachsen. Die Zweifel an der didaktischen Brauchbarkeit der allgemeinen Technologie wurden einmal durch die genauere Analyse dieses Wissenschaftskonzepts selbst genährt. Zum anderen haben auch die Lehrplangentwürfe, die sich daran orientierten, nicht überzeugen können.

Für die Technikdidaktik ist vor allem ROPOHLS Version der allgemeinen Technologie bedeutsam geworden (ROPOHL 1979/19992). ROPOHL versteht die allgemeine Technologie als „die Wissenschaft von den allgemeinen Funktions- und Strukturprinzipien technischer Sachsysteme und ihrer so-

zio-kulturellen Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge“ (ROPOHL 1999, S.32). Sein Ansatz fußt auf Modellen der Kybernetik, speziell auf systemtheoretischen Kategorien, denen er die Integration der disparaten Sachverhalte und Teilgebiete der Technik zutraut. Mit Hilfe der Modellvorstellungen des Systems, der Funktion und der Struktur beschreibt er technische Sach-, Handlungs- und Zielsysteme. Technischen Systemen werden durchgehend drei Arbeitsgegenstände zugeordnet, die sowohl Eingangs- wie Ausgangsgrößen sind: Materie/Stoff (neuerdings Masse), Energie und Information. Systeme wirken in Raum und Zeit auf die Größen ein und zwar in Prozessen der Wandlung, des Transports und der Speicherung. Wandlung, Transport und Speicherung sind also Funktionen technischer Sachsysteme. Eine Matrix, gebildet durch die Verarbeitungsgrößen (Materie, Energie, Information) in der Spalte und die Funktionsklassen (Wandlung, Transport, Speicherung) in der Zeile, soll technische Sachverhalte und Ingenieurfelder lokalisieren und in Beziehung setzen. In einem nächsten Schritt erweitert ROPOHL sein Konzept um die Dimension der sozio-technischen Systeme und der Zielsysteme, um Technik in ihrer sozialen Verflochtenheit betrachten zu können (ROPOHL 1999, S.117 ff.).

Entsprechend den Grundkategorien der allgemeinen Technologie gliedert der allgemeintechnologische Ansatz der Technikdidaktik die Gegenstände des Technikunterrichts nach Systemen des Stoffumsatzes, des Energieumsatzes und des Informationsumsatzes. Zu jedem Gebiet ist ein halbjähriger Grundkurs vorgesehen. Dieser Kernsequenz von drei Kursen ist ein Kurs „Einführung in die Allgemeine Technologie“ vorangestellt, und es folgen zwei ebenfalls halbjährige Kurse, die die vorangegangenen Kurse verknüpfen und ergänzen: „Verbund technischer Systeme“ und „Wechselwirkungen technischer Systeme mit ihrem Umfeld“. Alle Kurse fügen sich in das Rahmenthema „Energieversorgung“ ein. Es wurde als Dach gewählt, weil es wesentliche Bereiche der Technik integriere und von öffentlichem Interesse sei (WAGENER/HAUPT 2000, S.55).

Kriterien für die Beurteilung kategorialer Entwürfe sind allgemein: Können sie die Technik umfassend und klar ordnen? Machen sie die unübersichtliche Technik überschaubar? Ermöglichen sie mit ihren Ordnungsbegriffen übertragbare Erkenntnisse und machen damit die Technik als ganze zugänglich? Die allgemeine Technologie und der auf ihr beruhende technikdidaktische Ansatz wollen diesem Maßstab genügen. Es gibt allerdings Einwände, ob das gelingt:

Die Kritik setzt schon am Fundament an. Es erscheint nicht tragfähig, weil dafür formale, gegenstandsferne Begriffe herangezogen wurden. Sie kommen aus Kybernetik und Systemtheorie als jüngerer Formalwissenschaft. Kybernetisch-systemtheoretische Entwürfe wollen die Vereinheitli-

chung der Begriffe über Fachgrenzen hinaus. Mit ihrem Begriffsmaterial lassen sich „ebenso gut anorganische wie organisch-biologische wie kulturell-menschliche Prozesse darstellen“. So können verschiedenste Ganzheiten wie ein Text, eine Melodie oder der Weltgetreidemarkt als Systeme beschrieben werden (SACHSSE 1978, S.17 f.).

Die Grundkategorien der allgemeine Technologie sind also nicht techn genuin. Zur Beschreibung technischer Sachverhalte und Gebiete müssen sie spezifisch gedeutet, muß ihnen ein technischer Gehalt unterlegt werden. Materie und Energie bilden als ursprünglich physikalische Begriffe lediglich empirisch-physische Realität ab, jedoch nicht deren technische Umgestaltung. Die Problematik der Übertragung des kybernetischen Begriffs der Information in die allgemeine Technologie hat MACKEPRANG genauer untersucht. (MACKEPRANG 1987).

Das kybernetisch-systemtheoretische Begriffsinstrumentarium ist in der allgemeinen Technologie mit folgender Schwierigkeit konfrontiert. Eine wirkliche Vereinheitlichung kann auf der Ebene formaler Beschreibung nicht zustande kommen. Echte Integration ist an fachspezifische Theorie und Empirie gebunden. Die Zusammenführung technischer Erscheinungen und technischen Wissens muß in der Möglichkeit des Erkennens von Technik, nicht nur in der Möglichkeit ihrer Beschreibung wurzeln (vgl. KORNWACHS 1987, S.18). Eine umfassende Techniktheorie müßte deshalb vom Sosein der Technik, von der Finalität als ihrem inhaltlichen Zentrum ausgehen. Das tut die allgemeine Technologie nicht. Deshalb können ihre Klassifizierungen nicht überzeugen:

Mit der allgemeintechnologischen Grundmatrix können weder konkrete Objekte noch technische Teilgebiete eindeutig bestimmt werden. Technische Systeme verändern zumeist mehrere Eingangsgrößen und wirken dabei in mehreren Funktionsmodi auf sie ein.

Ähnlich unbefriedigend ist die Klassifizierung technischer Bereiche. ROPOHL selbst füllt die Matrix überwiegend schematisch durch die Kombination von Spalten- und Zeilenbegriff, indem er etwa in die Energiezeile Energiewandlungstechnik, Energieübertragungstechnik und Energiespeicherungstechnik einträgt (ROPOHL 1999, S.131). Ebenso macht er es mit der Informationszeile. Und wohin gehören so wichtige Gebiete wie die Elektrotechnik und die Maschinentechnik?

Da den Kategorien keine schlüssige Systematik technischer Gebiete und Objekte gelingt, spiegeln sie sich als Allgemeines nicht deutlich im Besondern. Das heißt: Zwischen den inhaltlich unbestimmten allgemeintechnologischen Kategorien und konkreten technischen Sachverhalten existieren keine klaren Repräsentationsverhältnisse. Die Kategorien besitzen in ihrer

Abstraktheit und Formalität eine allzu geringe Übertragungs- und Deutungskraft. Über die allgemeintechnologischen Kategorien können technisches Wissen und technische Realität nicht hinreichend breit verfügbar gemacht werden. Ein Unterricht der sich streng an sie hält, kann sehr einseitig und schmal ausfallen, wie das Fach Technik an der gymnasialen Oberstufe in NRW belegt, wo über drei Jahre hin fast nur die Energieversorgung thematisiert wird (siehe WAGENER/HAUPT 2000).

Problematisch ist weiter die Verknüpfung der Sachsysteme mit dem menschlichen Handeln und seinen Zielen. Auch diese Schwierigkeit resultiert aus den gegenstandsfernen, formalen Grundbegriffen, die eben nicht bei der technischen Finalität ansetzen. Die Ziele technischen Handelns werden in der allgemeinen Technologie nur formal den Sachsystemen nachträglich angefügt (vgl. ROPOHL 1999, S.151 ff.). In Wahrheit sind menschlich-kulturelle Bedürfnisse und Verwendungsabsichten für die Technik nicht nur Addition und Rahmen. Sie sind vielmehr konstitutiv für sie und machen sie erst eigentlich verständlich. Die systemtheoretische Charakterisierung technischer Objekte bekommt deren human-sozialen Sinn gar nicht in den Blick.

Wenn die allgemeine Technologie nun schon solche Schwierigkeiten mit der Sachtechnik hat, um wieviel schwerer muß sie sich erst mit der human-sozialen und der werthafte Seite der Technik tun. Denn sie ist nicht nur außerstande, mit ihrem Instrumentarium Erkenntnisse hierzu hervorzubringen. Sie besitzt auch keine Kriterien, um zu divergierenden Sichtweisen Stellung zu beziehen. Geschichtlichkeit, Vernunft, Sinnhaftigkeit, Sittlichkeit als wesentliche Bestandteile der Kultur entziehen sich dem systemtheoretischen Zugriff und seinem Funktionalismus. Von daher muß man die Aussichten des allgemeintechnologischen Ansatzes, eine Gesamtheorie der Technik als Kulturtheorie formulieren zu können, skeptisch beurteilen.

3.5 Der Strukturansatz der Problem- und Handlungsfelder

Der zweite gegenwärtig im Raum stehende Vorschlag zur Gliederung eines eigenständigen Technikunterrichts kommt aus der mehrperspektivischen Technikdidaktik. Sein Autor, BURKHARD SACHS, distanziert sich mit seiner Ordnung von den auf technische Disziplinen fixierten Inhaltseinteilungen. Es ist SACHS nicht genug, die menschlichen Bedingungen der Technik als Anhang einer primär natural-sachlichen Auslegung zu berücksichtigen. Er möchte von vornherein das Verhältnis des Menschen zur Technik in den Blick nehmen und von daher die Inhalte des Technikunterrichts gliedern. Sein Vorschlag sieht fünf Abteilungen vor, die er anfänglich folgendermaßen benennt (SACHS 1981, S.64):

1. Arbeit und Produktion
2. Bau und Wohnen
3. Versorgung und Entsorgung
4. Transport und Verkehr
5. Information und Kommunikation

Später hat er die Namen der ersten beiden Teile geändert in „Arbeit und Produktion/Produktion und Produkte“ und in „Bauen und gebaute Umwelt“. (SACHS 2001, S.10 f.).

Die von SACHS vorgelegte Klassifikation spannt einen weiten Rahmen. Sie geht nicht von sachtechnischen Gebieten aus, sondern von allgemein menschlichen Aufgaben- und Tätigkeitsbereichen, die in der heutigen Welt weitgehend technisch bestimmt sind. In diesen Feldern, sagt **SACHS**, entfalte Technik ihre Wirkungen und zeigten sich Beziehungen zwischen Mensch und Technik. Dem Technikunterricht komme es zu, Wirkungen und Beziehungen durch die Förderung technischer Kenntnisse und Fähigkeiten zu erschließen (a.a.O., S.11). Letzteres ist anscheinend so zu verstehen, daß die fünf Felder annähernd die human-soziale Dimension der Technik abstecken sollen, daß sie ihrerseits aber unter Zuhilfenahme weiterer, anderswo bezeichneter technischer Einsichten verdeutlicht werden muß. Tatsächlich bietet SACHS neben den fünf sozio-technischen Wirklichkeitsfeldern noch eine zusätzliche Inhaltsstruktur an, nämlich innerhalb seiner vier Richtziele des Technikunterrichts. Diese sind:

1. die Handlungsperspektive,
2. die Kenntnis- und Strukturperspektive,
3. die Bedeutungs- und Bewertungsperspektive,
4. die vorberufliche Orientierungsperspektive.

Die Richtziele werden zwar als den Schülern zu vermittelnde Kenntnisse und Befähigungen vorgestellt. In ihrer Auslegung beschreibt Sachs dann allerdings bestimmte technische Inhaltskomplexe, nämlich (SACHS 1981, S.65 f; SACHS 2001, S.10):

1. technische Handlungsformen,
2. technische Sachdisziplinen
3. Bedeutungs- und Beurteilungszusammenhänge der Technik

4. Merkmale, Anforderungen und Aussichten technischer Berufe

Die Fünf-Felder-Ordnung nach SACHS hat in Fachkreisen weite Zustimmung gefunden. Sie wird allgemein als Inhaltsgliederung empfunden, die einem Technikunterricht mehrperspektivischen Zuschnitts am ehesten entspricht. Es sieht so aus, als ließen sich alle Inhalte und Themen, die man in einem solchen Unterricht behandelt sehen möchte, diesem Rahmen einfügen und in ihrem Ort bestimmen.

Anders als im Fall des allgemeintechnologischen Ordnungsschemas hat bisher zum Schema der Problem- und Handlungsfelder keine intensive Diskussion stattgefunden. Die Modifizierungen durch SACHS selbst und andere Fachvertreter mögen ein Hinweis sein, daß Verbesserungen für notwendig gehalten werden und die Sache im Fluß ist. Angesichts der didaktischen Bedeutung und der Tragweite eines derartigen Strukturrahmens für die technische Bildung ist das Ausbleiben einer gründlichen Reflexion allerdings erstaunlich.

Die Gründe für die Zurückhaltung könnten darin liegen, daß der SACHSSCHE Vorschlag als rein didaktischer, ohne fachwissenschaftliche Ambitionen auftritt, was die Angriffsflächen verkleinert. Überdies bleibt er im Geltungsanspruch sehr bescheiden. Aber gerade diese Gründe sollten die Technikdidaktik zu kritischer Prüfung und zur Weiterentwicklung bewegen. Das um so mehr, als es keine wirklichen Alternativvorschläge gibt.

An das Modell sind Fragen zu stellen wie: Was ist das eigentlich für eine Ordnung? Wie sicher und abgeklärt sind ihre Begriffe? Was leistet sie, wie erfüllt sie die ihr zugedachten bzw. zukommenden Aufgaben? Wo sind Schwächen und Defizite? In welcher Hinsicht müßte an ihr weitergearbeitet werden?

Die Felder bezeichnen in ihrer sozio-technischen Verschränkung Wirklichkeitsbereiche, in denen Technik zum Erreichen individueller und gesellschaftlicher Zwecke eingesetzt wird, in denen die natürliche und menschliche Wirklichkeit im Sinne menschlicher Bedürfnisse umgestaltet wird.

Als Aufgabe weist Sachs ihnen zu, Suchhilfe und Kontrollinstrument bei der Gewinnung von Themen des Technikunterrichts zu sein (SACHS 1981, S.67; SACHS 2001, S.11). Diese äußerst vorsichtige Formulierung mag aus dem Wissen um den Entwurfs- und Arbeitscharakter des Schemas kommen. Eine von der Technikdidaktik zu entwickelnde Inhaltsstruktur muß sich letztlich aber einen höheren Anspruch setzen. Sie kann sich nicht mit einer heuristischen Unterstützung bei der Themensuche begnügen; sie muß durch Bereitstellen eines entsprechend differenzierten Kategorialge-

füges einen klaren Anhalt mit substantiellen Vorgaben für die Bestimmung der Inhalte und die Ermittlung von Themen geben.

Zur Erfüllung ihrer Aufgaben sollte eine Inhaltsstruktur den Forderungen nach Vollständigkeit und Begriffsschärfe entgegenkommen. Wie steht es damit bei dem Fünf-Felder-Modell? Eine Herleitung der Felder und genauere Prüfung auf Vollständigkeit hat m. W. nicht stattgefunden. Wenn man überlegt, ob die Felder alle wesentlichen menschlichen Bedürfnisse mit den darauf gerichteten Handlungszielen berücksichtigen, zeigen sich Lücken bzw. nicht bedachte Formen technischen Handelns:

So wäre ein Feld „Schützen und Sichern“ denkbar. Es würde die Maßnahmen zum Schutz von Leib und Leben und zur Sicherung menschlicher Güter umfassen, mit denen der Mensch der Bedrohung durch Widrigkeiten des Klimas und der Naturgewalten, durch Krankheit, durch Angriff auf die Einzelperson oder die Gemeinschaft, durch Zugriffe auf das Eigentum begegnet. Die hierfür eingesetzten technischen Mittel wären etwa Kleidung, Blitzschutz, Medizintechnik, Waffen- und Militärtechnik, Sicherheitstechnik.

Ein anderes Gebiet scheint mir ebenfalls nicht oder nicht genügend einbezogen zu sein. Es könnte „Selbstentfaltung und Lebensgestaltung“ heißen und ginge von den menschlichen Bedürfnissen der Selbstdarstellung, der Repräsentation, der Unterhaltung, der Geselligkeit und Gastlichkeit, der künstlerischen und technischen Laienbetätigung, der festlichen Gestaltung bestimmter Anlässe aus. Mittel der Technik bei dem darauf gerichteten Handeln wären: Schmuck, modisches und dekorierendes Zubehör, Foto- und Filmgerät, Sport- und Spielgerät, Musikinstrumente, Geräte der Tischkultur und in kritischer Absicht vielleicht auch Vergnügungsparks.

Mit welcher Genauigkeit werden die Felder abgesteckt? So wie SACHS sie bezeichnet, setzen sie sicherlich inhaltliche Handlungsschwerpunkte. Deshalb konnte er jeweils zusammengehörende technische Tatbestände und Sachverhalte ausgliedern (vgl. SACHS 1981, S.64). Bei näherem Hinsehen muß man allerdings ein vielfaches Ineinandergreifen und Überlappen feststellen. Dafür einige Beispiele: Die Kategorie der Arbeit ist nicht nur auf die Produktion zu beziehen. Das Handeln in den übrigen Feldern kann ebenfalls als Arbeitshandeln auftreten. Bauen, Transportieren, Versorgen, Kommunizieren können Teile eines Produktionsgeschehens sein. Versorgung mit den Gütern des täglichen Gebrauchs umfaßt in der Regel auch deren Transport. Beim augenblicklichen Stand des Handlungsfeldermodells muß offen bleiben, welches Maß an Überschneidungen man hinnehmen muß oder wie weit es durch detaillierte Auffächerung bzw. einen anderen Zuschnitt der Felder verringert werden kann.

Die Trennschärfe wird sich besser einschätzen lassen, wenn im Zuge der Ausarbeitung des Modells die einzelnen Felder substantiell genauer beschrieben werden. Noch ist damit kaum gezielt begonnen worden, sieht man von TRAEBERTS Untersuchung zum „Transport und Verkehr“ ab (TRAEBERT 2002). Bislang hat sich die Technikdidaktik nicht weiter darum gekümmert, worin denn die sozio-technischen Verschränkungen in den Problem- und Handlungsfeldern bestehen, welche Mensch-Technik-Bezüge in ihnen wirken. Das muß sie aber, soweit sie dazu in der Lage ist, angeben, soll das Handlungsfeldermodell seiner Aufgabe der Inhalts- und Themenbestimmung besser gerecht werden.

Das Schema der Handlungsfelder zeichnet nur einen umrißhaften Rahmen des Technikunterrichts und mag einen Zusammenhalt im großen sicherstellen. Mit ihren sozio-technischen Kategorien erfaßt es jedoch nicht zugleich auch die sachliche und werthalt-normative Seite der Technik. Diese beiden Komponenten müssen nun aber mit ihren eigenen Kategorien hinzukommen und die Inhalte vervollständigen.

Zwar sind im technikdidaktischen Konzept von BURKHARD SACHS Sach- und Bewertungskategorien durchaus vorhanden. Sie finden sich jedoch, nicht ganz stimmig, in seinen Zielperspektiven, die genau besehen auf diese beiden Kategorienbereiche hinauslaufen.

Die Analyse der technikdidaktischen Vorschläge von SACHS hat erbracht, daß sie die entscheidenden Teile des Kategoriengefüges ansprechen, auf das hin der Technikunterricht gestaltet werden müßte. SACHS verbindet diese Teile allerdings nicht zu einem einheitlichen Entwurf. Sie tauchen an unterschiedlichen Orten auf und sind nicht aufeinander bezogen. Die Handlungsfelder erfassen nur die human-soziale Dimension. Im Richtziel der Kenntnis- und Strukturperspektive ist die Sachdimension angesprochen, und das Richtziel der Bedeutungs- und Bewertungsperspektive deckt sich mit der Sinn- und Wertdimension. In eine die Technik repräsentierende Inhalts- und Themenzusammenstellung müssen die hauptsächlichen Kategorien dieser drei Dimensionen einfließen. Um sie im einzelnen benennen zu können, bedarf es intensiver Forschungsarbeit, die aber von Technikdidaktik höchstens zu einem kleinen Teil geleistet werden kann.

Literatur

- DEUTSCHES INSTITUT FÜR INTERNATIONALE PÄDAGOGISCHE FORSCHUNG (DIPF)(HRSG.): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – eine Expertise im Auftrage des Bundesministers für Bildung und Forschung sowie der Kultusministerkonferenz. Berlin 2003 (veröffentlicht unter www.dipf.de)
- FLITNER, WILHELM: Gesammelte Schriften. Bd. 10 (Hrsg.: Ulrich Hermann und Hans Scheuerl). Paderborn 1997
- GIESECKE, HERMANN: Wozu ist die Schule da? Stuttgart 1997
- GLÖCKEL, HANS: Vom Unterricht. Bad Heilbrunn 1990
- KLAFKI, WOLFGANG: Kategoriale Bildung. Zur bildungstheoretischen Deutung der modernen Didaktik. In: ders.: Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim/Basel 1975, S.12-30
- KORNWACHS, KLAUS: Offene Systeme und die Frage nach der Information. Stuttgart 1987
- MACKEPRANG, HARTWIG: Zum Informationsbegriff der Allgemeinen Technologie. Berlin 1987 (Diss. TU Berlin)
- ROPOHL, GÜNTER: Allgemeinen Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. München/Wien 1999² (1. Aufl. 1979)
- SACHS, BURKHARD: Legitimation und Strukturen von Technikunterricht. In: Traebert, W.E. (Hrsg.): Technik als Schulfach. Bd. 4. Düsseldorf 1981, S.51-69
- SACHS, BURKHARD: Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven. In: tu 100/2001, S.5-12
- SACHSSE, HANS: Anthropologie der Technik. Braunschweig 1978
- TRAEBERT, WOLF EKKEHARD: Transport und Verkehr als Problemfeld des Technikunterrichts. In: DGTB (Hrsg.): Technische Bildung für das ganze Leben. Villingen-Schwenningen 2002, S.32-42
- WAGENER, WILLI/HAUPT, WOLFGANG: Technik als Fach in der gymnasialen Oberstufe. In: BADER/JENNEWEIN (HRSG.): Didaktik der Technik zwischen Generalisierung und Spezialisierung. Frankfurt/M 2000, S. 53-74

André Bresges, Alexander Busse

Mechanik und Verkehr:

ein Multimediaprojekt mit Polizei, TÜV und Verkehrswacht zur Analyse und Modellierung des Verhaltens von Kraftfahrzeugen.

Hintergrund

An der Universität Duisburg-Essen wird seit 2001 in Zusammenarbeit der Fächer „Didaktik der Physik“, „Technologie und Didaktik der Technik“ und dem Forschungsbereich „Physics of Transport and Traffic“ an dem Medienprojekt „Mechanik und Verkehr“ gearbeitet. Ziel des vom Kompetenznetzwerk Universitätsverbund MultiMedia des Landes NRW geförderten Projektes ist die Produktion von Lernsoftwarekomponenten, mit denen sich die zum Teil sehr komplexen Inhalte von Fahrzeugtechnik, Fahrdynamik und moderner Transport-/Logistikforschung auf dem Niveau der Sekundarstufe II vermitteln lassen.

Im Jahre 2003 findet die Evaluation der Software in der Oberstufe von Gymnasien und Kollegschulen statt. Parallel dazu wird die Software sehr erfolgreich durch Polizeibehörden und die Landesverkehrswacht NRW zur Verkehrserziehung in Schulen und nach Geschwindigkeitskontrollen eingesetzt; entsprechende Berichte wurden in ARD, ZDF und Pro7 gesendet.

Die Software

Kern der Software ist ein objektorientiertes grafisches Modellbildungssystem. Referenzdaten wie die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeuges, und Zustandsgrößen wie die vom Fahrer gewählte Schaltstufe, Gaspedalstellung, Kupplung usw. stehen im Modell zur Verfügung und können mit Objekten wie Motor, Fahrwerk oder Getriebe verknüpft werden. Die Kennlinien dieser Objekte können aus einer Bibliothek entnommen oder vom Benutzer frei definiert werden.

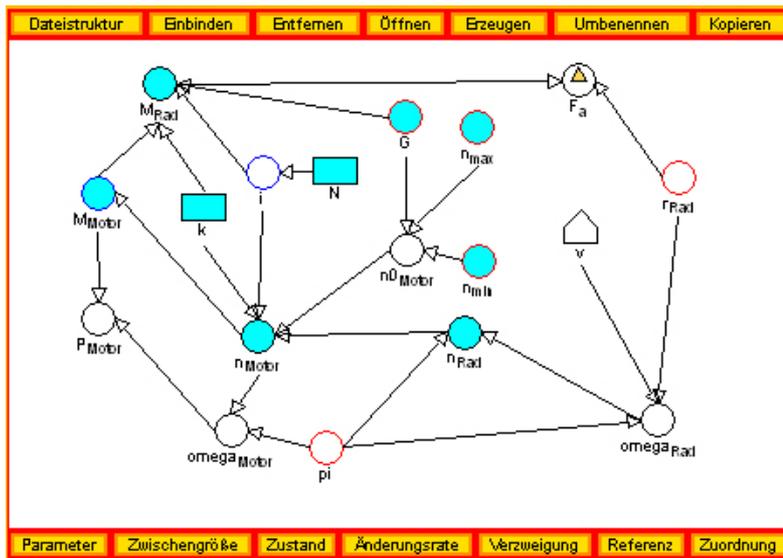


Abbildung 1: Das objektorientierte Modellbildungssystem. Zustandsgrößen wie die Fahrtstufe des Getriebes erscheinen Rechteckig, Referenzgrößen wie die Geschwindigkeit v dachförmig. Alle Zwischengrößen (Rund) lassen sich durch Zuordnungen (Pfeile) definieren und werden durch diskrete numerische Simulation laufend neu berechnet und zur Anzeige gebracht.

Damit lässt sich das Verhalten des Autos bei Beschleunigung, Abbremsung / Vollbremsung, Kurvenfahrt und auf unebener Stracke modellieren. Mehrere Modelle können ineinander geschachtelt werden, z.B. das Verhalten des Motors als fertiges Objekt in das Verhalten des gesamten Fahrzeuges integriert werden. Die Anzeige erfolgt in skalierbaren x/y Diagrammen, und in einer 2D-Grafiksimulation, die das Verhalten des Autos in seiner Umgebung darstellt. Die Zuordnung der Größen zu den x/y Diagrammen kann frei gewählt werden, um Anhaltewege, Motorkennlinien oder Getriebediagramme durch Simulationsläufe zu bestimmen, darzustellen, zu drucken und zu speichern.

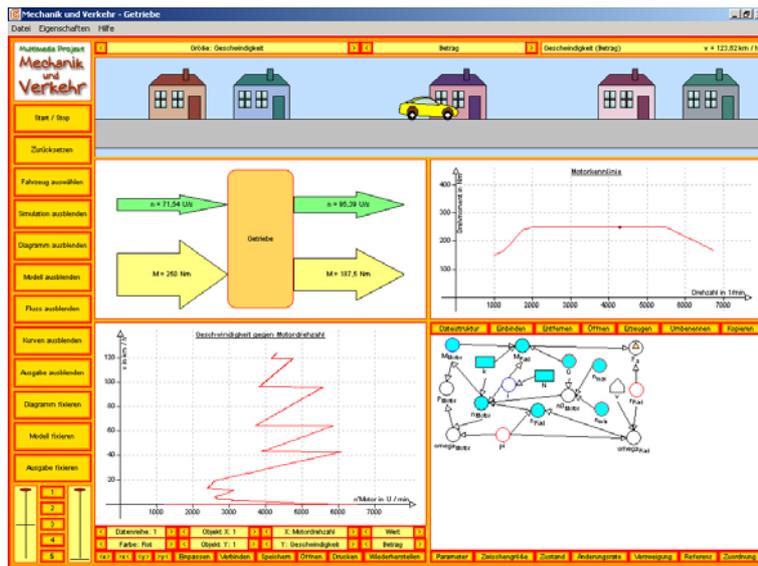


Abbildung 2: Komplettansicht der Lernsoftwarekomponente "Getriebe". Rechts unten das Modellbildungssystem, darüber ein x/y Plot der ausgewählten Größen Drehmoment über Drehzahl. Nach einer beschleunigten Fahrt ergibt sich links unten das Getriebediagramm als Auftragung von Geschwindigkeit über Drehzahl. Ganz oben die grafisch dargestellte Fahrt des beschleunigenden Autos. In der äußersten linken Spalte die Bedienelemente für Gaspedal, Schaltung und Kupplung.

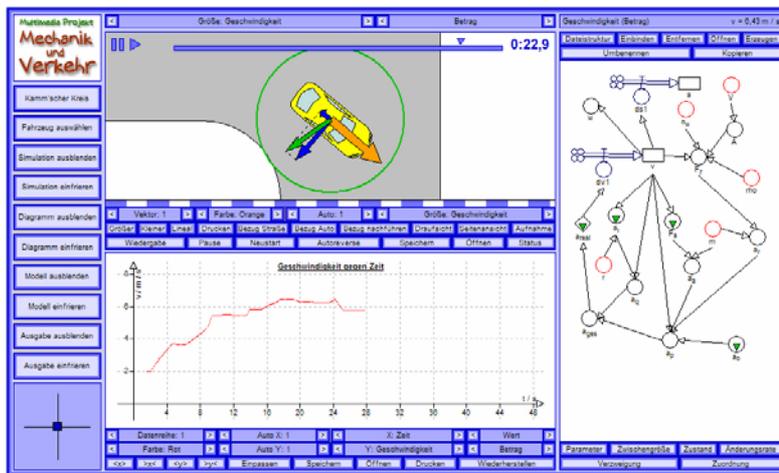


Abbildung 3: Die Lernsoftwarekomponente "Kurvenfahrt" mit Anzeige der Kraftvektoren und des Kamm'schen Kreises.

Möglichkeiten des kooperativen Arbeitens im Netz

Für die schulweite Erprobung der Software nutzen wir die Möglichkeiten eines BSCW-Servers (Basic Support for Collaborative Work). Dieser steht unter der Adresse <http://Verkehr.uni-duisburg.de> für registrierte Projektteilnehmer zur Verfügung.

Die Erstellung und Erprobung von möglichst realistischen Modellen des Fahrzeugverhaltens bildet den Kernpunkt der Arbeit mit dem Modellbildungssystem. Mittels des BSCW-Server können die Arbeitsgruppen:

- vorgefertigte Modelle in ihren Programmen nutzen,
- neue Modelle austauschen,
- bereits fertige Modelle in größere Systemzusammenhänge integrieren,
- den Realismus der von anderen Gruppen erstellten Modelle bewerten,
- Verbesserungsvorschläge erstellen und
- diese in entsprechenden Foren des BSCW-Server austauschen.

Lehrer und Administratoren können die Online-Arbeit der Schüler auch räumlich verteilter Gruppen wahrnehmen und bewerten.

Qualitätssicherung und Evaluation

Die im Rahmen des Projektes „Mechanik und Verkehr“ erstellte Lernsoftware ist insbesondere für den Einsatz im Physik- und Technikunterricht konzipiert. Zahlreiche Konfigurations- und Skalierungsmöglichkeiten sollen aber die Bandbreite der möglichen Adressatenkreise und Einsatzfelder erweitern.

In diesem Sinne bemühen wir uns in der Evaluationsphase, einerseits natürlich unsere Kernzielgruppe Schule zu erreichen, andererseits aber auch weitere bereits erschlossene Einsatzfelder in die Auswertung einzubeziehen.

Einsatz in der Schule

Aufgrund eines Runderlasses des Innenministeriums NRW sind die nordrheinwestfälischen Polizeibehörden verpflichtet, alle in ihrem Zuständigkeitsgebiet gelegenen weiterführenden Schulen regelmäßig zu besuchen, um dort verkehrspädagogische Maßnahmen durchzuführen. Die Besuche finden in der Regel in den Jahrgangsstufen 5, 8 und 11 statt und haben verbindliche Standards zu erfüllen. In die Schulbesuche der Polizei der Stadt Mülheim an der Ruhr in der Jahrgangsstufe 11 (an Gymnasien, Gesamtschulen und Berufskollegs) sind wir von Mai bis Juli 2003 mit unserem Projekt wie folgt involviert:

Im Vorfeld eines Schulbesuches nehmen wir Kontakt zu den Physiklehrern der jeweiligen Schule auf. Wir weisen den Lehrer in Struktur und Bedienung der Software ein, erarbeiten gemeinsam eine Unterrichtssequenz, in welcher die Software eine zentrale Rolle spielt, und ermitteln wir den günstigsten Zeitpunkt für die Durchführung.

Zu Beginn einer Sequenz führt einer der Polizisten eine Unterrichtseinheit von 3 Schulstunden durch, wobei alle Schülerinnen und Schüler des Jahrgangs zusammengefasst werden. Der Polizist berichtet über konkrete Fälle aus seinem eigenen Erfahrungsrepertoire, in denen Fehler und mangelndes Sicherheitsbewusstsein von Verkehrsteilnehmern ernste Konsequenzen hatte, und vermittelt anhand dieser Beispiele grundlegende Einsichten über richtiges und falsches Verhalten im Straßenverkehr. Dabei dienen einzelne Komponenten aus unserem Softwarepaket bereits zur Veranschaulichung wichtiger physikalischer und technischer Zusammenhänge.

Der Physiklehrer greift die behandelten Beispiele als Lebensweltbezug in seinem Unterricht auf und beginnt mit der Durchführung der abgesprochenen Testsequenz. Dabei sind Mitarbeiter unseres Projektes als anwesend und können direkt Beobachtungen durchführen, in wieweit die Software in der Unterrichtspraxis die theoretischen Erwartungen erfüllt, was für spätere Nachbesserungen sehr hilfreich ist.

Am Ende der Sequenz werden Fragebögen an die Schüler verteilt, mit denen der Lernerfolg gemessen werden soll. Untersuchungsfelder sind dabei das Verständnis für die physikalischen Inhalte, die Transferleistungen bei der Anwendung der Erkenntnisse auf konkrete Situationen aus dem Straßenverkehr, sowie die Fähigkeit zum Denken in Modellen und dem Durchblicken der Struktur dynamischer Systeme. Zum Vergleich werden identische Fragebögen werden an andere Physikkurse verteilt, welche nicht mit dem beschriebenen Konzept teilgenommen haben.

Uwe Brockmann

Akzeptanzbedingungen für technische Inhalte der Allgemeinen Bildung

Konsequenzen für die Bildungsplanung

1. Einführung und Zielsetzung

So wie sich Technik und ihre Einbettung in unsere Gesellschaft heute darstellt, ist sie das Ergebnis eines historischen Prozesses.

„Häufig bleibt dabei das Bewusstsein unterentwickelt, dass Technik eine Geschichte hat, dass aktuelle Probleme über Jahre, Jahrzehnte, Jahrhunderte herangewachsen sind und dass.....Auseinandersetzungen um Technik und Zukunft in allen Epochen stattgefunden haben.“ (KÖNIG 1990, S. 11).

Dies möchte ich zum Anlass für eine Betrachtung nehmen, die folgendes im historischen Kontext klären soll:

- Auf welche Art und Weise führten technische Innovationen zur Nutzung neuer Energieformen?
- Wie wirkten diese technischen Innovationen auf die Akzeptanz von technischen Einrichtungen?
- In welchem Beziehungsgefüge und in welchen Wirkzusammenhängen mit Kultur, Wirtschaft und Gesellschaft hat Technik in der Renaissance und in der Frühzeit der Industrialisierung gestanden?

Zur Beantwortung dieser Fragen sollen Einflussgrößen, Parameter, Kategorien gefunden werden, die die Akzeptanz von technischen Innovationen – Produkten und Verfahren – fördern. Es soll untersucht werden, wie sich der Einfluss dieser Parameter auf die Annahme von Technik in den zu betrachtenden geschichtlichen Epochen verändert. Dazu soll unterstützend, ähnlich der Wirkung von graphischen Darstellungen in der Mathematik, die Interpretation synchronoptischer Tafeln beitragen.

Aus den Arbeitsergebnissen sollen Schlussfolgerungen für die Zukunft und das Zusammenwirken von Technik und Bildung gezogen werden. Diese

Schlussfolgerungen sollen in Form von technischen Inhalten der Allgemeinen Bildung formuliert werden.

2. Arbeitshypothesen

Aus der Reihe von Thesen, die für eine solche geschichtliche Betrachtung von Bedeutung sind, möchte ich drei vorstellen.

These 1: Die Akzeptanz von Wissenschaft und Technik unterliegt länger- fristigen Schwankungen

Insbesondere in den Wirtschaftswissenschaften wurden in historischen Betrachtungen Veränderungen ausgewählter Variablen als Schwankungen oder Wellenbewegungen interpretiert. Auch für die Akzeptanzforschung technischer Innovationen können solche Beobachtungen vorgenommen werden. Wenn die Zunahme von Akzeptanz als Aufschwung einer Wellenbewegung gesehen wird, sollte untersucht werden, welche Konstellation von Bedingungsfaktoren und Bedürfnissen dazu beigetragen hat.

Zu Beginn des 18. Jahrhunderts zeichnete sich für industrielle Feuerungen ein Bedarf an Wärmeenergie ab, der durch Holz und Holzkohle nicht mehr zu decken war. Für den fossilen Energieträger Steinkohle als Ersatz der Holzkohle war keine Steigerung der Förderung mehr möglich, denn die technischen Möglichkeiten zur Wasserhaltung der Bergwerke waren begrenzt. Dies galt ebenso für die Gewinnung von Erzen. Diese Problemlage und die dadurch motivierten Bemühungen zur Lösung können als ursächlich für eine längerfristige positive Wellenbewegung gesehen werden.

These 2: Widerstände gegen die Akzeptanz von Technik bei (nach Selbsteinschätzung) Gebildeten beruhen auf dem Vorurteil, Technik habe nicht den Menschen zum Gegenstand.

Die Betrachtung und Untersuchung technischer Objekte und Verfahren erfolgt oft ohne die Beachtung des Kontextes der Entstehung. So entsteht das Vorurteil, Technik sei möglich ohne den Bezug zum Menschen. Zur Stützung dieser These soll in historischer Sicht deutlich werden, welche menschlichen und gesellschaftlichen Bedürfnisse zur Entstehung technischer Innovationen beigetragen haben.

These 3: Technik gilt bzw. galt nicht als beziehungsbildend, obwohl technische Tätigkeiten – technisches Handeln – Kooperation erfordern und erforderten.

In der betrieblichen Praxis erfordern Schnittstellenprobleme bei konstruktiven Lösungen Techniker, die nicht nur ihren Bereich, sondern die gesamte Schnittstelle in den Blick nehmen können. Die so genannten Schlüsselqua-

lifikationen aus dem Bereich der Fachkompetenz belegen dies. Diese Fähigkeit gehört zu den Innovationskomponenten und kann in der Technikgeschichte durch Beispiele nachgewiesen werden. Im Jahr 1774 war es MATTHEW BOULTON, der innovatorische Partner von JAMES WATT, der die Verbindung zu John Wilkinson schuf, dessen Unternehmen die technischen Voraussetzungen besaß, die für Dampfmaschinen benötigten Zylinder maschinell mit der geforderten Maßtoleranz zu bohren.

Erfindungen und insbesondere der Verlauf ihrer Innovation wird mit zunehmender zeitlicher Orientierung auf die Gegenwart von Teams oder Gruppen bestimmt.

Sobald man Erfindungsvorgänge und Innovationsverläufe näher betrachtet, treten neben den als Einzelpersonlichkeiten bekannten Erfindern – den „Heros“ – weitere handelnde Personen hinzu. Die Beschreibung von Thomas Edison zum Beispiel wird oft eingeeengt auf ihn selbst. Dabei wird vernachlässigt, dass an den ihm zugeschriebenen Erfindungen ein Institut mit zahlreichen wissenschaftlich gebildeten Mitarbeitern beteiligt war. Die industrielle Auswertung der daraus erwachsenen Patente wurde von Edisons Unternehmungen durchgeführt.

In Zusammenhang mit solchen Betrachtungen sollte auch die Frage zu beantworten sein, wodurch ein Innovator angeregt, motiviert wird, seinen Forschungs- und Erfindungsarbeiten eine Zielrichtung zu geben. An dieser Stelle sei die **Lunar Society** als Beispiel zahlreicher informeller Gesprächszirkel von Unternehmern und Wissenschaftlern mit einbezogen. Die Lunar Society diente als Gesprächskreis – in Birmingham in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts – zur Verbreitung naturwissenschaftlichen und technischen Wissens, Austausch von Informationen, Meinungen und Einschätzungen.

3. Methodik

Aufstellung von synchronoptischen Tafeln zur Darstellung parallel ablaufender Prozesse verschiedener Kategorien der Technikgenese

Die Quellen zur Darstellung technikgeschichtlicher Vorgänge lassen sich in zwei Gruppen aufteilen. In der ersten Gruppe finden sich alle diejenigen Quellen¹, die historische Prozesse überwiegend in Tafeln darstellen. Diese Tafeln sind zum Teil sehr ausführlich und erläutern die dargestellten Daten in zugeordneten Texten. In der zweiten Gruppe finden sich die Texte², die sich mit speziellen technikhistorischen Prozessen beschäftigen und zur zeitlichen Einordnung weitere Daten aus anderen Bereichen synchron zu-

ordnen. BERNAL ordnet jedem der von ihm betrachteten historischen Bereichen Zeittafeln zu, die sich der Ausdifferenzierung der Naturwissenschaft und Technik im jeweiligen Bereich anpassen. Der Menschheitsgeschichte entsprechend begreift er Technik als Befriedigung der Grundbedürfnisse des Menschen mit den Kategorien

Gewinnung der Grundnahrungsmittel, Transportwesen; Werkzeug und Material; Ausrüstung und Verfahren; gesellschaftliche Organisation; geistige und kulturelle Errungenschaften

In den weiteren Zeittafeln beschreibt BERNAL Wissenschaftsgeschichte mit den für die zugehörigen Zeitfenster charakteristischen Kategorien. Mit der fünften thematischen Zeittafel (Wissenschaft und Kapitalismus 1690 – 1900) benennt er

historische Ereignisse, Philosophie, Ökonomie, Maschinenbau und Metallurgie, Elektrizität, Chemie, und Biologie und Geologie.

Entsprechend der historischen Epochen werden die Kategorien weiter ausdifferenziert und weiter Fokussierungen vorgenommen. Namen sind mit Ereignissen verknüpft.

Die in der Reihe Kulturgeschichte der Naturwissenschaften und Technik des Deutschen Museums München tätigen Autoren³ haben in unterschiedlicher Weise Zeittafeln als Mittel zur Darstellung eingesetzt. Eine ausführliche Differenzierung liefert MOMMERTZ⁴ mit der Möglichkeit zur synchronen Betrachtung geschichtlicher Daten aus den Bereichen Arbeits- und Kraftmaschinen, Werkstoffen und allgemeiner Geschichte. Die Zeitachse ist hier ebenso wie bei BERNAL vertikal angeordnet.

DICKINSON⁵ stellt die älteste Quelle in dieser Aufzählung. Er bildet mit seiner Zeittafel eine Übersicht zur Innovation und Nutzung von Dampfmaschinen von 1630 bis 1930. **DICKINSON** differenziert für den Bereich der Maschinenteknik nach fachlichen Kategorien.

FORBES⁶ Darstellung einer Zeittafel nimmt im Vergleich zu den anderen Quellen als Skizze innerhalb eines längeren Aufsatzes den kleinsten Raum ein. Die Skizze ist als einzige Darstellung im Text angeordnet und somit direkt eingebunden. Sie beschreibt beispielhaft interdependentes, interpretierbares Zusammenwirken der Bedingungsfaktoren für die Erschließung der Energien aus Holz und Kohle und die Folgen für die Innovation und Nutzung der Dampfmaschinen im 18. Jahrhundert. Darüber hinaus werden noch Folgerungen zur Expansion der Kohleförderung und Eisenerzeugung zugelassen.

Schließlich sei noch LINSBAUER u.a. erwähnt. Das Autorenteam beschreibt mit ihrer zeitlich logarithmisch angeordneten Übersicht die Teilsysteme der Produktivkräfte vom Beginn der Menschheitsgeschichte zur Industriellen Revolution. Sie wählen die Kategorien

Landwirtschaft, Bergbau, Metallurgie, Chemie/Keramik, Werkzeuge/Geräte/Maschinen, Bau, Textil, Feinmechanik/Optik, Verkehr/Transport und Nachrichten. Ein schmaler Bereich ist vorgesehen für allgemeine gesellschaftliche Organisation, Natur- und technische Wissenschaften und Kooperation/Organisation/Leitung der Produktion.

Für die eigene synchroptische Betrachtung historischer Innovationsprozesse soll noch die VDI-Richtlinie 3780 – Werte im technischen Handeln – herangezogen werden. Der Verlauf von Innovationsprozessen ist stets abhängig von den Wertemaßstäben der beteiligten Personen und gesellschaftlichen Gruppen. Die VDI-Richtlinie bietet mit ihren Kategorien Funktionsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Gesundheit, Umweltqualität sowie Persönlichkeitsentfaltung und Qualität der Gesellschaft eine Hilfe auch zur Beurteilung historischer Innovationsprozesse.

Durch eine Betrachtung mit den folgenden Kategorien, aufgeteilt in drei Gruppierungen,

- **Material/Werkstoff, Energie, Maschinen/Werkzeugen/Verfahren,**
- **Innovationen, Ökonomie, Wissen, Naturwissenschaften** sowie
- **Namen, gesellschaftliche und politische Organisationsformen, Bildung und Menschenbild und Werte**

können sowohl inhaltlich als auch in graphischer Darstellung Bezüge zwischen den technischen Innovationen, den Umständen ihrer Hervorbringung, und dem gesellschaftlichen und politischen Hintergrund der zugehörigen Epoche hergestellt werden. Die Bezüge zwischen den Kategorien in der ersten Gruppe sind offensichtlich, in einem größeren Zusammenhang kann dies aber auch für die anderen Kategorien deutlich gemacht werden.

4. Synchronoptische Tafel (Auszug)

Zeitskala	1760	1770	1780	1790
Material Werkstoff	Eisengewinnung mit Koks Kohle 1742 Tiegelgußstahl	Ersatz von Holz durch Eisen als Werkstoff ab 1784 : Stahlerzeugung durch Puddeln; Hochofentechnologie in Coalbrookdale (Darby-Familie Ironbridge)		1799 Dampfmaschine aus Eisen
Energie	1760 Smeaton: Experimente zur Leistungsmessung 1767 : 57 Newcomen Maschinen in Newcastle mit 1200 PS		Watt: Berechnungsgrundlagen zur Messung von Arbeit und Leistung	
Maschinen Werkzeuge Verfahren	1753 Erste Newcomen Maschine in Newark	1769 Zylinderbohrmaschine von Smeaton; 1775 Wilkinson: Zylinderbohrmaschine mit beidseitiger Lagerung des Bohrgestänges und schneidenden Stählen	1784 Puddelverfahren	1794 Henry Maudslay Kreuzsupport und Leitspindel 1797 Ganzmetall-Drehbank
Innovationen	1769 Dampfmaschine mit diskretem Kondensator u. isoliertem Zylinder (Patent) seit 1712 Verbreitung von Dampfmaschinen Newcomenscher Bauart	1781-82 Planetenradgetriebe Doppeltwirkung (Patent)	1884 Parallelogrammgeradföhrung 1775 Smeaton optimiert Newcomen-Maschinen Wirkungsgradsteigerung auf 2%	1887 Ventilsteuerung doppeltwirkender Maschinen
Ökonomie	Merkantilismus und Kameralismus Patentrecht seit 1623	Aufstieg Englands zur ersten Handels- und Kapitalmacht	1776 Adam Smith: "Wealth of Nations" liberale Nationalökonomie, technische Neuerungen, Arbeitsteilung	
Wissen	Jakob Leupold: Theatrum Machinarum, Deskriptive Maschinenkunde	1751-1781 Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences	Beckmann: Geschichte der Erfindungen	
Naturwissenschaften	1722 Réaumur: Theorie des Eisens und Stahle Linné: Klassifizierung in der Biologie 1761 Black: Entdeckung der latenten Wärme		Lavoisier erklärt 1775 Verbrennung erkennt 1781 Zusammensetzung von Wasser, formuliert 1789 : Gesetz von der Erhaltung der Materie	
Namen	Adam Smith 1723-90 John Smeaton 1724-92 Joseph Black 1728-1799, Antoine Lavoisier 1743-1794 Matthew Boulton 1728-1809 James Watt 1736 - 1819 Joseph Priestley 1733-1804; Henry Cort 1740-1800,		Henry Maudslay 1771-1831 Johann Beckmann 1739-1811	
Gesellschaftliche Org.-formen Politische	Konstitutionelle Monarchie in England seit 1658 1688 Freies Parlament	Stärkung des Parlamentes in England George III. 1760-1820 Förderung der Naturwissenschaften		
Formen technischer Bildung	Technologietransfer über Personen: Bücher zur Erstinformation „Möhlenbücher“ Genauere Zeichnungen 1765 Bergakademie Freiberg	Lehrzeit 7 Jahre	Informelle Gesellschaften in Mittelengland: Lunar Society in Birmingham Verbreitung neuer naturwissenschaftlicher und technischer Kenntnisse durch Populärwissenschaftler. 1795 : École polytechnique	
Menschenbild Werte	Puritanisch-Calvinistische Ethik Nützlichkei,t Utilitarismus		Immanuel Kant 1724-1804 Aufklärung, Vernunft	

5. Ein Überblick über die Ergebniserwartungen

Charakteristika der technischen Innovationen des 18. Jahrhunderts bezüglich der genutzten Werkstoffe und Energieformen.

Erfindung und fortwährende Optimierung der Dampfmaschine, Ablösung von Holz durch Kohle als vorherrschender Energieträger und als Konstruktionsmaterial.

Einsichten in die Veränderung der Gestaltung technischer Systeme und Produkte durch die Verfügbarkeit wissenschaftlicher Berechnungsverfahren Die Gestaltung technischer Systeme wird im 18. Jahrhundert zunehmend beeinflusst von wissenschaftlichen Betrachtungen. Zu Beginn dieses Jahrhunderts baute Newcomen seine Maschine mit dem Wissen, das den Handwerkern seiner Epoche zur Verfügung steht (z.B. für die Bearbeitung von Holz und Metall). Für Smeaton und Watt gewannen das Experimentieren und Berechnungen zunehmend an Bedeutung.

Aussagen über die konstruktive Gestalt und die Funktion technischer Systeme durch Innovationen im Bereich der Fertigungstechnik.

Durch die Verbesserung der Präzision bei der spanenden Bearbeitung großer Werkstücke gelang eine weitere Optimierung der Leistung von Wärmekraftmaschinen. Für die Fertigung der Zylinder von Dampfmaschinen war die Wilkinsonsche Bohrmaschine von 1774 der Schlüssel für weitere Innovationen.

6. James Watt und die Parallelogramm-Geradführung an Balancier-Dampfmaschinen

Der Gedanke, den Dampf von beiden Seiten abwechselnd auf den Kolben wirken zu lassen, um einen Arbeitstakt in beide Richtungen zu gewinnen, war ein großer Schritt in der weiteren Verbesserung der Dampfmaschine. Die erste doppelt wirkende Maschine wurde 1783 hergestellt, die ersten Überlegungen dazu tauschten Watt und Boulton aber schon um 1774 aus. Jedoch erst 1781 lässt sich wieder eine Initiative Boultons nachweisen⁷. Zugleich dachte Watt an die Umwandlung der oszillierenden Bewegung des Balanciers in eine Kreisbewegung. Damit würde eine Arbeitsmaschine entstehen, die für vielfältige Zwecke in der Produktion und im Bergbau einsetzbar sein würde. Allerdings musste das Patent von Pickard, der sich die Kurbel bereits hatte patentieren lassen, umgangen werden.

Watt wählte einen 3-Lenker-Mechanismus. Zu dieser Idee fertigte er ein Modell an und berichtete:

“The third of these ‘consists in forming certain combinations of levers moving upon centres, wherein the deviation from straight lines of the moving end of some of these levers is compensated by similar deviations, but in the opposite directions, of one end of other levers’.

‘one of the new methods of producing a right-lined motion from a combination of motions round centres. The convexities of the arches described by the ends of the working-beam, and of the regulating radius, lying in contrary directions, there is a certain point in the connecting-lever, which has very little sensible variation from a straight line⁸

Der obere Teil des in der Abbildung dargestellten Lenker-Systems – engl. three-bar-linkage – wird vom Balancier gebildet, der zweite Lenker ist außerhalb oder am Gerüst der Dampfmaschine befestigt. Da der Balancier und der außen befestigte Lenker einer zwangsgeführten Kreisbewegung folgen und auch die Verbindung der beiden Lenker nicht eine komplette Bewegung des Systems zulässt, wie auf der Abbildung dargestellt, kompensieren die beiden Kreisbewegungen die Kurve des Mittelpunktes des mittleren Lenkers.

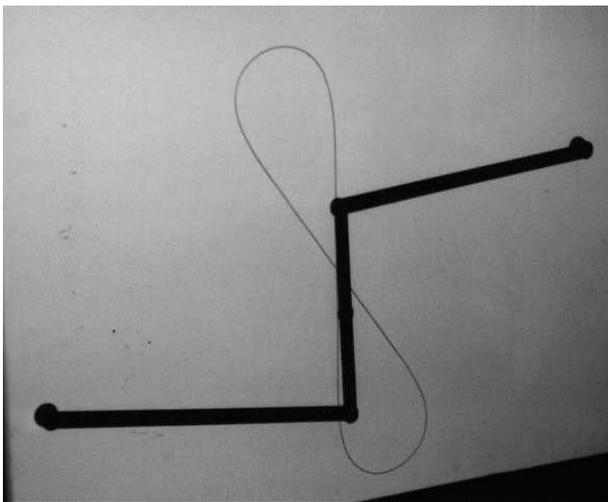


Abbildung 4: Prinzip des Drei-Lenker-System.
Science Museum Kensington

Da man davon ausgehen kann, dass der Winkel des Balanciers 20° nach oben oder unten nicht überschreitet, verläuft der Mittelpunkt des mittleren Lenkers in etwa auf einer Geraden, dem Mittelteil der in der Abbildung (1) etwas schräg gestellten 8. Watt beschreibt es als eine Methode zur Erzeugung einer geradlinigen Bewegung durch die Kombination von Kreisbewegungen um zwei Mittelpunkte. Die Endpunkte des Balanciers und des „regulierenden“ Lenkers

verlaufen in entgegengesetzten („contrary“) Richtungen. Watt konzedierte, dass der o. a. Mittelpunkt des dritten Lenkers nicht vollkommen geradlinig verläuft. („which has very little sensible variation from a straight line“). Am Mittelpunkt des mittleren Lenkers befestigte Watt mit Hilfe eines Kreuzkop-

des die Kolbenstange. Auf diese Weise war eine brauchbare Geradführung der Kolbenstange geschaffen. Die unteren Enden des mittleren Lenkers sind verbunden mit dem außerhalb der Maschine befestigten Lenker, dem „regulating radius“.

Mathematische Betrachtungen

Die mathematische Betrachtung der 3-Lenker-Anordnung folgt den geometrischen Vorgaben (siehe Abb. 2)

- (1) $PA = AD = BC = BQ$ und
- (2) $AB = DC$,

dabei sind P und Q fixiert. Die Figur ABCD bildet ein Parallelogramm. Gezeichnet ist hier noch eine gedachte Linie, nämlich die Verbindungslinie PEC.

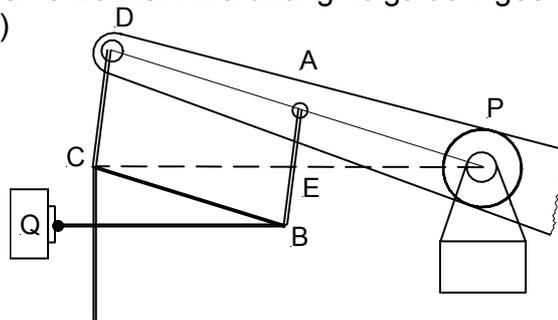


Abbildung 5: Skizze Parallelogramm

Somit gilt, unter der Voraussetzung, dass AB parallel zu CD ist,

die Verhältnisgleichung $CE/EP = DA/AP = 1$

Die Berechnungen sollen die Bahn des Verbindungspunktes C (des unteren Lenkers mit dem Verbindungselement) beschreiben. Sie wurden mit einem Excel-Programm durchgeführt.

Die Ergebnisse

Voraussetzung für diese Ergebnisse: Länge der Lenker $L_1 = L_2 = 1\text{ m}$; Länge des Lenkers $L_3 = 0,5\text{ m}$.

Winkel in Grad	Abweichung in mm
-20	2,4177
-15	0,5977
-10	0,0804
-5	0,0025
0	0
5	-0,0025
10	-0,0826
15	-0,6561
20	-3,0515

Die Werte der Tabelle insgesamt lassen erkennen, dass die Kolbenstange einer Taumelbewegung in beide x-Richtungen gezwungen wird. Die größte horizontale Auslenkung ist dabei $x = -$

3,0515 mm bei einer Winkelstellung des Balanciers von 20°. Dies aber bedeutet, dass die Abweichung an der Stoffbuchse an der Oberseite des Zylinders weitaus geringer sein muss, da die berechnete Abweichung des Kreuzkopfes an der Spitze der herausgezogenen Kolbenstange festgestellt werden kann. Die Abweichung von 2,42 mm bei -20° wird hingegen voll wirksam, da sich der Kreuzkopf bei dieser Winkelstellung direkt oberhalb der Stoffbuchse befindet. Eine Verkantung des Kolbens bei der Taumelbewegung ist nicht zu befürchten, da der Kolben als flächig mit geringer vertikaler Ausdehnung angesehen werden kann und zudem an den Rändern mit Dichtungsmaterialien versehen ist. Eine mögliche Abnutzung ergibt sich mithin an der Stoffbuchse und an den Dichtungen der Kolben, nicht am Zylinder.

7. Akzeptanz-Profile

Als Beispiel wurde der Innovationsprozess der von James Watt konstruierten Maschinen gewählt.

Der Zeitpunkt der **Erfindungsidee** ist anzusetzen mit dem Frühjahr **1764**. Der Innovationszeitraum dauerte über die Patenterteilung 1769 hinaus, da die Maschine zu diesem Zeitpunkt noch **nicht funktionstüchtig** war.

Watt kannte keinen Unternehmer, das ihm einen Zylinder mit der geforderten **Maßhaltigkeit** fertigen konnte. Erst **verbesserte Werkzeughalterungen** und die höhere **Standfestigkeit der Werkzeugschneiden** ermöglichten genaues Bohren, Drehen und Fräsen.

Die Eröffnung dieser Möglichkeiten ist John Wilkinson zu verdanken. Sein Unternehmen war seitdem in der Lage, sowohl lange Werkstücke mit geringen Querschnitten, Kanonen, als auch kürzere Werkstücke mit großem Durchmesser zu bohren. In den Fertigungsstätten wurde Wert gelegt auf die Verbesserung handwerklicher Fähigkeiten und den **Ersatz von Handarbeit** durch Maschineneinsatz.

Die Fortschritte in der Metallbearbeitung wurden sowohl in militärischen als auch in privaten Fertigungsstätten durch hohe **staatliche Förderungen** sichergestellt. Dazu erfolgte es auf diesem Gebiet einen **Wissenstransfer** aus den Niederlanden.

Watt entdeckte für sich die latente Wärme. Die familiäre Herkunft Watts und die anfängliche berufliche Anbindung an die Universität Glasgow sind ein weiteres Indiz für **Wissenschaftsbezug und Informationsbeschaffung**. Die Erfinder- und Forschertätigkeit war einige Jahre, 1770 - 1774 nur **neben** dem Erwerbsberuf möglich ebenso wie bei Lavoisier.

Als Erfindung kann nicht **die** einzelne Maschine gelten. Meist wird die erste Maschine mit Drehbewegung gezeigt (Science Museum Kensington und

der Nachbau im Deutschen Museum München).

Im Verlauf von etwa 20 Jahren hat Watt eine Reihe von Verbesserungen und Veränderungen vorgenommen, so dass man von einer **Innovationsfolge** sprechen sollte:

Getrennter Kondensator, isolierter Zylinder, Bewegung des Kolbens durch den Dampfdruck, einfach wirkende, später doppelt wirkende Maschine, Drehbewegung mit Planetengetriebe, Parallelogramm, Regulator und Indikator

Weitere die Innovation fördernden Faktoren sind Matthew Boulton als **Kapitalgeber** und **Machtpromotor**, der Einsatz als Arbeitsmaschinen für das verarbeitende Gewerbe, Gestärkter Einfluss des Parlaments gegenüber dem König, Wissenstransfer durch die calvinistischen Einwanderer aus Frankreich.

8. Konsequenzen für die Bildungsplanung

Aus den historischen Betrachtungen kann als sicher gelten, dass der Erwerb folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten Erfolg verspricht, Auswahl:

- Umgangssprachlich sichere Darstellung von technischen Sachverhalten auf gehobenem Niveau.
- Die Darstellung einfacher technischer Systeme mit der Beschreibung der Eigenschaften, die diese Systeme charakterisieren.
- Einsicht in die Funktionsweise technischer Verfahren und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse.
- Optimieren der Lernmotivation durch die Identifikation mit technischen Herausforderungen, wie z.B. der Brennstoffzellentechnologie, neuen Verkehrssystemen und dem intelligenten Haus im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung durch Methoden der Technikbewertung
- Neigungen und Fähigkeiten im Sinne einer vorberuflichen Orientierung können bewusst gemacht und erprobt werden.
- Erschließen der Chancen auf dem Arbeitsmarkt durch flexibles Reagieren in Situationen der Berufswahlvorbereitung.
- Bei der Planung von technischen und organisatorischen Abläufen und dem Entwurf und der Gestaltung von Produkten.

Erst wenn die Gesellschaft Technik als Teil der Kultur wahrgenommen und voll akzeptiert hat, wird die Technik in der Schule im Rahmen allgemeiner Bildung eine Projektionsmöglichkeit haben.

Anmerkungen:

¹ Vgl. hierzu PETERS, ARNO: Synchronoptische Weltgeschichte. München 1994.

² Siehe hierzu BERNAL, JOHN D. 1970, S. 622 ff.; KLEMM, FRIEDRICH 1983, S. 7ff.;
FORBES, R.J. in: SINGER u. a. (Hrsg.) 1967, S. 573; DICKINSON, HENRY W. 1968.

³ Henseling, Klemm 1979, Mommertz 1981, Pauliniy 1991, Suhling.

⁴ MOMMERTZ, K.H.: Bohren, Drehen. Fräsen, Geschichte der Werkzeugmaschinen,
Reinbek bei Hamburg 1981.

⁵ Dickinson 1989²

⁶ Forbes 1967

⁷ DICKINSON 1989², S. 139

⁸ Watt to Boulton, 11. September 1784 zitiert nach DICKINSON 1989². S. 141

Literatur:

ARP, HORST: Generalisierung technischen Denken und Handelns. In: BADER, REINHARD
UND JENEWEIN, KLAUS (HRSG.): Didaktik der Technik zwischen Generalisierung und
Spezialisierung. Frankfurt/Main 2000, S. 75 – 98.

DICKINSON, HENRY WINRAM; JENKINS, RHYS: James Watt and the Steam Engine. London
1927. Reprinted 1989.

MATSCHOSS CONRAD: Die Entwicklung der Dampfmaschine, Bd. 1. Berlin 1908.

MATSCHOSS, CONRAD: Die Geschichte der Dampfmaschine. Berlin 1901, repr. 1978

FLEISCHHAUER, CHRISTIAN: Excel in Naturwissenschaft und Technik. München 2002².

HILLS, RICHARD LESLIE: Power from Steam. Cambridge 1989.

KÖNIG, WOLFGANG (HRSG.): Propyläen Technikgeschichte. Bd.1, Berlin 1997

<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Curves/Watts.html>: Watt's Curve.

Matthias Fercho

Robotik im Internet

RoboWelt – Ein offenes Lehr-Lern-Angebot

In diesem Beitrag wird ein offenes Lehr-Lern-Angebot vorgestellt, welches seit Anfang 2003 im Internet zugänglich ist: Unter der Adresse www.RoboWelt.de finden sich Informationen und didaktisch-methodische Anregungen zum Thema Robotik, die Lehrer¹ und Schüler als Ergänzung zu handlungsorientiertem Lernen an Robotermodellen nutzen können.

Das derzeitige Bild der Robotik in der Technikdidaktik wird durch folgende Probleme charakterisiert:

- Eine vollständige technikdidaktische Analyse im Sinne einer *allgemeinen* technischen Bildung, die umfassende Aspekte der Robotik berücksichtigt, liegt bisher nicht vor.
- Es finden sich nur wenige, auf *allgemeine* technische Bildung ausgerichtete und im regelmäßigen Schulunterricht integrierte Initiativen zu einer angemessenen Berücksichtigung der Robotik.
- Das Medienangebot zur Robotik ist nicht zufrieden stellend: Informationen über Robotermodelle und deren didaktische Verwendungsmöglichkeiten für spezielle Themen sind zwar prinzipiell vorhanden², aber nicht strukturiert und umfassend zugänglich. Sonstige ergänzende Medien entsprechen kaum den didaktischen Anforderungen technischer Allgemeinbildung inklusive einer technischen Handlungskompetenz im Bezug auf die „Neuen Medien“.

Ziel des Mediums *RoboWelt* ist daher zum einen die Weiterverbreitung der methodischen und inhaltlichen Aspekte der Robotik als wichtigem Lerninhalt technischer Bildung, zum anderen die verstärkte Berücksichtigung der Robotik im Sinne des „mehrperspektivischen Ansatzes der Technikdidaktik“, der zu einer allgemeinen technischen Bildung führen soll. Wie dies mit Hilfe von *RoboWelt* geschehen kann und was die oben genannten Begriffe im vorliegenden Zusammenhang bedeuten, wird nachfolgend erläutert.³

1. Robotik und Didaktik der Technik

Eine technikdidaktische Analyse der Robotik, innerhalb derer sich die Funktion von *RoboWelt* zur Förderung der technischen Bildung genauer bestimmen lässt, wird z. Zt. im Rahmen einer Studie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster erarbeitet. Vorüberlegungen zur methodi-

schen Verwendung und Weiterentwicklung des Mediums *RoboWelt* werden im Folgenden anhand des mehrperspektivischen Ansatzes der Technikdidaktik nach B. SACHS und einiger Betrachtungen zur Robotik und ihrer Vernetzung mit allgemeiner Technik, Natur, Mensch, Geschichte und Kultur dargestellt.

1.1 Der „Mehrperspektivische Ansatz der Technikdidaktik“

Die nach diesem von B. SACHS 1979 vorgelegten Ansatz anzubahrenden Kompetenzen sind nachfolgend in Stichworten zusammengefasst:⁴

- Sachkompetenz in Bezug auf technische Systeme, Strukturen und (Natur-) Gesetzmäßigkeiten,
- Methoden- und Handlungskompetenz (Problemlösung in der Praxis),
- Urteils- und Bewertungskompetenz im Hinblick auf individuelle, menschliche und gesellschaftliche Bezüge der Technik

Diese Kompetenzen sollen in den Problem- und Handlungsfeldern (a) Arbeit und Produktion, (b) Bau und Wohnen, (c) Versorgung und Entsorgung, (d) Transport und Verkehr sowie (e) Information und Kommunikation erworben werden.

Inwiefern sich diese didaktischen Anforderungen anhand der Robotik prinzipiell einlösen lassen, soll anhand der folgenden Betrachtungen grob skizziert werden.

1.2 Begriffsbestimmungen zur „Robotik“ und ihre Vernetzungen mit allgemeiner Technik, Natur, Geschichte und Kultur

In der Literatur finden sich mehrere Begriffsbestimmungen zur Robotik: Eine weit gefasste Definition, nach der Robotik die „Wissenschaft von der Entwicklung und dem Betreiben automatischer Maschinen [...]“ ist (BROCKHAUS 1999), deutet auf einen Begriff der griechischen Mythologie: „automatos“ – „sich selbst bewegend“. Die Idee des „Αυτοματον“ (Automaton) und der Versuch seiner technischen Umsetzung anhand von mehr oder weniger selbsttätigen Maschinen – Automaten – existiert bereits seit ca. 4.000 Jahren in verschiedenen Kulturen der Welt.⁵ Im allgemeinen Sprachgebrauch hat sich seit 1921 der Begriff Roboter⁶ für unterschiedliche technische Artefakte durchgesetzt, die eine gewisse Eigenständigkeit durch ihr Verhalten vermitteln – auch wenn diese häufig technisch nicht gegeben ist – und die (scheinbar) weniger Bedienungsaufwand als gewöhnliche Automaten oder Apparate erfordern. Diese beobachterabhängige, subjektive

Sichtweise dessen, was ein Roboter ist, eröffnet didaktische Ansätze, auf die später noch eingegangen wird; sie enthält jedoch keine objektiven Definitionskriterien, was auch nicht ganz unproblematisch erscheint, denn bis heute ist keine allgemein anerkannte und gleichwohl technologisch eindeutige Bestimmung der Worte „Robotik“ und „Roboter“ gefunden (vgl. WOLFFGRAMM 1998 S. 445). Aussagekräftige Definitionen beziehen sich auf zwei Teilgebiete der Robotik.

Die wirtschaftlich bislang vergleichsweise noch unbedeutende Servicerobotik⁷ entwickelt automatisierte, häufig mobile Dienstleistungsmaschinen, während die wirtschaftlich fundamentale Industrierobotik⁸ zumeist stationäre Roboter als automatisierte Handhabungsmaschinen für die Produktion zum Gegenstand hat.⁹

Auf letztere bezieht sich WOLFFGRAMM (1997 S. 58f), wobei er feststellt, dass Robotertechnik eine der zwei Hauptklassen technischer Systeme ist, die im Zuge der fünften, wissenschaftlich-technischen Revolution entstanden sind. Neben der Hauptklasse der „informationsverarbeitenden Systeme“ ist „Robotertechnik“ ein wichtiges Kennzeichen für den Entwicklungsstand heutiger sowie künftiger Technik und somit prägend für die Lebenswelt von Kindern und späteren Generationen (vgl. CRISTALLER 2001 S. 22ff).

Zurückgehend auf ROPOHL (1979/ 1999) werden technische Systeme nach ihrem Hauptfluss in die Grundkategorien der Stoff, Energie und Daten umsetzenden Systeme unterteilt. Einige neuere Entwicklungen von Servicerobotern, deren Funktion beispielsweise in Umgebungsbeobachtung, Kommunikation mit Menschen oder reiner Messwerterfassung besteht, können wegen ihres Hauptflusses von Daten zu den Daten umsetzenden Systemen gerechnet werden. Sie bieten, bei entsprechender didaktischer Aufarbeitung, zusammen mit den Stoff umsetzenden Robotern Einblick in zwei der drei Grundkategorien technischer Systeme.

Als charakteristische Sachinhalte der Robotik sind die Subsysteme Mechanik, Aktorik, Sensorik und Kybernetik mit Hardware und Software zu nennen, die in einem hierarchisch aufgebauten Supersystem zusammenwirken und so die Gesamtfunktion des Roboters ausführen. Die „Funktionsbereiche technischer Systeme“ (WOLFFGRAMM 1997 S. 88ff) sind hier beispielhaft erkennbar und finden sich in der „verstärkte[n] Roboterisierung vieler technischer Systeme“ (CRISTALLER 2001, S. 22) des heutigen täglichen Lebens, die *nicht* als Roboter identifiziert werden und doch einige ihrer Eigenschaften repräsentieren, wieder.

Die Funktion dieser robotischen (Sub-) Systeme gründet auf einem breiten Spektrum von mathematisch-informatisch-naturwissenschaftlichen Grund-

erkenntnissen wie der Mechanik, Elektrodynamik, Algebra und Logik bis hin zur Verhaltensforschung, was die starke Vernetzung der Technik mit diesen Disziplinen verdeutlicht.

Robotische (Sub-) Systeme spiegeln sich zudem als Analogien oder bionische Vorbilder in Teilsystemen des menschlichen Körpers und seiner produktiv-kommunikativen Gesamtfunktion wider¹⁰ oder ersetzen diese sogar, was beispielsweise die moderne Roboter-Prothetik zeigt.

Nicht nur in der Welt der Erwachsenen spielen Roboter eine Rolle. Darstellungen von Robotern in den Medien sowie Spielzeugmodelle, Bausätze und Baukästen faszinieren Kinder: Roboter sind Teil ihrer Lebenswelt. Zudem gibt es Hinweise darauf, dass Roboter mit ihrem scheinbar eigenen „Willen“ oder „Verhalten“ und den oben beschriebenen Analogien zum menschlichen Körper den Aufbau einer für nachhaltiges Lernen wichtigen affektiven Beziehung des Lernenden zum Lerngegenstand unterstützen.¹¹

1.3 Zwischenergebnis: Didaktische Eignung der Robotik

Anhand der angeführten Fakten lässt sich erkennen, dass sich die technischen Handlungskompetenzen im Sinne des mehrperspektivischen Ansatzes der Technikdidaktik *auch* anhand des Themas Robotik vermitteln lassen.

2. Ziele, Inhalte und Struktur der Site

Nun stellt sich die Frage, *wie* das Medium *RoboWelt* die Vermittlung der jeweiligen Kompetenzen fördern will und *an wen* (Schüler oder Lehrer) es sich dabei richtet. Wie bereits erwähnt, kann die didaktische Konzeption hier nur umrissen werden, da sie noch nicht vollständig erarbeitet ist. Ebenso müssen die Inhalte und die Struktur von *RoboWelt* weiter optimiert werden. Folgende Ziele können zur Verwendung der *RoboWelt* und ihrer weiteren Entwicklung angegeben werden:

1. Direkte Förderung der Sach-, Urteils- und Bewertungskompetenz inklusive Berufswahlorientierung durch ein breites Angebot von Sachinformationen zur Technik am Beispiel Robotik (Texte und Bilder für Schüler und Lehrer), die anhand von noch zu entwickelnden Lernaufgaben erarbeitet werden können. Diesem Ziel dienen die Kapitel *RoboTechnik*, *RoboZirkus*, *RoboKultur* und *RoboHistory*
2. Indirekte Förderung der Methoden- und Handlungskompetenz durch ein Angebot von Informationen für Lehrer über Robotermodelle und

deren didaktische Verwendungsmöglichkeiten (vgl. FERCHO 2003), welches in *RoboBauen* und *RoboSChule* bereitgestellt wird.

3. Eine beständige Optimierung von *RoboWelt* durch Kooperation aller Beteiligten bezüglich der ersten beiden Ziele anhand von Kommunikationsmöglichkeiten wie ein Forum und E-Mail. Auch Schüler können diese Kommunikationsangebote bei der Bearbeitung kooperativer Lernaufgaben nutzen. Das *RoboForum* und die Suchfunktion im *SiteService* unterstützen dieses Ziel.
4. Erweiterung der technischen Handlungskompetenz in Form von Medienkompetenz¹² durch Anregung der produktiven Nutzung von Hypertext durch Schüler (und Lehrer), z.B. anhand der Lernaufgabe: „Erstelle einen Hypertext zum Thema „Roboter = Jobkiller?!“ Nutze Anregungen und Informationen von *RoboWelt* und ergänze diese durch andere Quellen.“

Es folgt ein Überblick über die die Kapitel von *RoboWelt*.

2.1 RoboTechnik, RoboZirkus, RoboKultur und RoboHistory

Was ist ein Roboter? Wozu brauchen wir ihn überhaupt? Woraus besteht er? Wie wird er gesteuert? Anhand dieser Grundfragen führt *RoboTechnik* in die Robotertechnik ein und thematisiert Roboter als technische Mittel zur Problemlösung und Bedürfnisbefriedigung bzw. zur automatisierten Übernahme bestimmter Aufgaben. Folgende Rubriken können u. a. als Beispiele für die Funktionsorgane technischer Systeme in Betracht genommen werden (vgl. WOLFFGRAMM, 1997 S. 88ff): Das Grundgerüst, die Aktoren, die Sensoren, die Hardware und Software zur Steuerung und Regelung, die Energieversorgung.

RoboZirkus: Zur Kategorisierung der verschiedenen Roboter wurden die Ansätze von SCHMIERER/ SCHRAFT (1998), CHRISTALLER et al. (2001) und WOLFFGRAMM (1997) kombiniert und erweitert. Etliche Beispiele, bei denen deutlich wird, wie und in welchen Fällen Roboter eingesetzt werden, sind hier gesammelt und mit erklärenden Texten und mehr als 500 Bildern illustriert: Menschenähnliche Roboter; Tierartige Roboter; Mini, Mikro- und Nanoroboter; Bionische Roboter; Roboter in für Menschen unzugänglichen Umgebungen; Roboter im Alltag.

RoboKultur bezieht sich auf die kulturellen Aspekte der Robotik und Automation, repräsentiert durch künstliche Wesen in Film, Cyberspace, Musik, Theater, Literatur, Malerei und Bildhauerei. Auch auf die kritischen Aspekte

der Technikfolgenabschätzung (z.B. Arbeitsplatzverlust, Roboter-Kriege, Wachroboter) wird eingegangen unter dem Motto „Schöne neue Welt?!“

Eine historische Entwicklung des Roboters, wie sie beispielsweise bei der Dampfmaschine erkennbar ist, hat in dieser Weise nicht stattgefunden. Lediglich einzelne Subsysteme wie die Mechanik, Aktoren, Sensoren und Prozessoren, die nicht ursprünglich für den Bau von Robotern im heutigen Sinn entwickelt wurden, lassen sich in ihrer historischen Entwicklung zurückverfolgen. In *RoboHistory* sind diesbezüglich „Meilensteine“ der technischen, naturwissenschaftlichen und kulturellen Geschichte dargestellt, die jeweils untereinander in Beziehungen stehen und mit den Subsystemen der heutigen Robotik verbunden sind. Sie reichen von der Antike über mechanische Vorgänger der Roboter, erste Rechenmaschinen, Entdeckungen der Elektrizität, Computer und elektromechanische Prototypen bis hin zu den heutigen Mikrocomputer-Robotern.

2.2 RoboBauen und RoboSchule

Bei *RoboBauen* können sich Lehrer, die eine Roboter AG gründen möchten, informieren über die Roboter-Baukästen Lego Mindstorms, die Fischertechnik Computing-Reihe und sonstige Baukästen, Bausätze und Bauanleitungen. Eine Übersicht mit Preisvergleich der vorgestellten Materialien rundet das Bild dieses „Katalogwissens“ ab. Informationen über die didaktische Verwendung von Robotermodellen werden noch ergänzt.

RoboSchule beinhaltet künftig Lernaufgaben, die in Verbindung mit den vorrangig zu erstellenden Robotermodellen von Schülern bearbeitet werden können. Des Weiteren ist eine Einführung in den mehrperspektivischen Ansatz der Technikdidaktik anhand von kurzen Texten und weiterführenden Quellen geplant, die sich an interessierte, fachfremde Kolleginnen und Kollegen richtet. Weitere didaktische Zusammenhänge, wie z. B. Anknüpfungspunkte für einen fachübergreifenden Unterricht „Naturwissenschaften 5/6“ (in NRW) werden dargestellt.

2.3 RoboForum und SiteService

In diesem Bereich können Nutzer miteinander und mit *RoboWelt* kommunizieren. Es können Fragen und Antworten (sog. „Posts“) eingegeben, gelesen und bearbeitet werden und im Sinne der o. a. Ziele genutzt werden.

Im *SiteService* befindet sich eine Suchfunktion, die es ermöglicht, den gesamten Text von *RoboWelt* nach Stichworten oder Sätzen durchzusuchen. Weitere Standardfunktionen und -informationen sind untergebracht: Im-

pressum, Copyright, Counter, Personenverzeichnis, Links, häufig gestellte Fragen (FAQ), Presse- und Webspiegel sowie ein Weblog, also die Entstehungsgeschichte von *RoboWelt*.

3. RoboWelt lädt ein zur Mitarbeit

Das Projekt *RoboWelt* ist ein so genanntes „Open-End-Projekt“, für das keine endgültige Fertigstellung vorgesehen ist. Geplant ist vielmehr, wie bereits erwähnt, ein beständiges Wachsen und Optimieren der Inhalte und der didaktischen Struktur in Zusammenarbeit mit Schülern, Kollegen, allen sonstigen Interessierten und weiteren Institutionen. Didaktische Anregungen zur Gesamtkonzeption, Kritik, Fehlermeldungen und insbesondere erprobte Materialien und Tipps zu den jeweils beschriebenen Rubriken sind jeder Zeit gern willkommen und können veröffentlicht werden.

Anmerkungen

¹ Zugunsten der Lesbarkeit und Kürze dieses Beitrages soll im Folgenden der männliche Genus von Personen jeweils den weiblichen mit einbeziehen. Zudem sind mit „Lehrer“ und „Schüler“ im weiteren Sinn auch die Konstrukte „Lehrender“ und „Lerner“ zu verstehen.

² siehe: Berichte über Robotermodelle in Zeitschriften der Technikdidaktik ab Ende der 1970er Jahre; Kultusministerium NRW 1993 S. 21; Lego Dacta (technik-lpe.de); Fischertechnik (fischertechnik.de); Lehmké in DGTB 2000; Graube/ Theuerkauf 2002 S. 91, <http://spurt.uni-rostock.de> (in Printform: Universität Rostock 2003); Fercho 2003

³ Die mediendidaktischen Aspekte, die die Gestaltung von *RoboWelt* nachrangig beeinflusst haben, werden nicht in diesem Beitrag dargestellt.

⁴ diese Stichworte basieren auf der Zusammenfassung der Urquelle (B. Sachs 1979) durch W. E. Traebert (1998 S. 190ff) in: Henseler/ Höpken/ Reich: 5. Hochschultage Technikunterricht. Villingen-Schwenningen 1998.

⁵ s. RoboHistory

⁶ 1921 nutzte Karel Capek erstmals das Wort „Robot“ in seinem Theaterstück „Rossums Universal Robots“ als Bezeichnung für menschenähnliche Produktionsautomaten. (siehe auch: RoboHistory)

⁷ Christaller et al. (2001 S. 174) hierzu: „Gerade im Bereich der Service-Roboter [...] lassen sich Bereiche identifizieren, [...] in denen bereits absehbar ist, dass Roboter in naher Zukunft in den (Arbeits-)Markt eingeführt werden.“

⁸ Nach einer Studie der UNECE/ IFR (2002 S.1) ist Deutschland seit 2001 mit ca. 100.000 Einheiten der weltweit zweitgrößte Nutzer von Industrierobotern (vor den USA)

mit der weltweit höchsten Roboterdichte (Roboter pro Arbeitnehmer) in der Fertigungsindustrie.

⁹ Definitionen des Begriffs „Roboter“ siehe: UNECE („Industrieroboter“, in: Wolffgramm 1998 S. 445); VDI-Richtlinie 2860 („Industrieroboter“); Christaller et al. (2001 S. 19: „Expansionsroboter“), Intern. Federation of Robotics und Fraunhofer Inst. f. Produktionstechn. u. Automatisierung („Serviceroboter“, in: Schmierer/ Schraft (1998 S. 2) – vgl.: RoboTechnik.

¹⁰ Beispiele: Knochengerüst (Mechanik); Hände, Arme und Beine (Aktorik); Augen, Ohren und Nase (Sensorik) Denken, Verhalten, Handeln, Intelligenz, Gehirn und Nervenbahnen (Kybernetik) sowie produktive oder kommunikative Gesamtfunktionen des Menschen (Arbeit und Dienstleistung) – siehe auch: RoboZirkus, RoboKultur

¹¹ Duisman (2001 S. 16ff) hierzu: „Kinder sind [...] speziell von Robotern fasziniert. Sie orientieren sich [...] an Beispielen, die sie zumeist über die Medien oder [...] Spielzeuge kennen lernen. [...] Kinder neigen noch dazu, [...] Robotern intentionales Handeln bzw. menschliche Eigenschaften zu unterstellen.“ (siehe auch: RoboBauen)

¹² Ausführliche Betrachtungen zur Medienkompetenz: Sachs et al. in DGTB 2000, Schönweiss 2000

Literatur

BROCKHAUS: Enzyklopädie in 24 Bänden. Mannheim 1996-1999.

CHRISTALLER, THOMAS et al.: Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft. Berlin/Heidelberg/New York 2001.

DGTB E.V. (Hg.). Neues Lernen mit neuen Mitteln. 3. Tagung der DGTB in Ludwigsfelde. Hamburg 2000.

DUISMAN, GERHARD H.: Ich mache eine Roboterhand. In: Bionik. Von der Natur lernen. Unterricht Arbeit+Technik, Heft 10/ 2001. Seelze 2001.

FERCHO, MATTHIAS: Mit der Roboter AG zur LegoLeague. In: Unterricht-Arbeit+Technik, Dezember 4/2003, Heft 20: "Mobile Robots". S. 14 - 21. Seelze 2003 (in Druck).

GRAUBE, GABRIELE/ WALTER THEUERKAUF (Hg.): Technische Bildung. Ansätze und Perspektiven. Frankfurt am Main u. a. 2002.

KULTUSMINISTERIUM DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hg.): Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium, Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen, Technik. Frechen 1993.

ROPOHL, GÜNTER: Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. (2. Auflage der „Systemtheorie der Technik“ von 1979) . München/Wien 1999.

SACHS, BURKHARD: Technik, Ansätze für eine Didaktik des Lernbereichs Technik. Studienbrief zum Fachgebiet Technik. Serie Fernstudienlehrgang Arbeitslehre des DIFF, Dt. Inst. f. Fernstudien a. d. Univ. Tübingen. Tübingen 1979.

SCHÖNWEISS, FRIEDRICH: Bildung in Zeiten des Internet. Über aktuelle Mythen, Hoffnungen und Perspektiven. Münster 2000.

SCHMIERER, GERNOT/ ROLF D. SCHRAFT: Serviceroboter. Produkte, Szenarien, Visionen. Berlin u. a. 1998.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE)/ INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (IFR) (Hg.): Press Release ECE/STAT/02/03 (zum Bericht: World Robotics. Statistics, Market Analysis, Forecasts, Case Studies and Profitability of Robot Investment. Genf 2002. Zuletzt abgerufen im Internet am 12.10.2003:

www.unece.org/press/pr2002/02stat03e.pdf

UNIVERSITÄT ROSTOCK/ INST. F. TECHNISCHE BILDUNG/ ANGEW. MIKROEL. U. DATENTECH. (Hg.): SPURT. Technik gestalten. (Handreichung zum Schüler-Projekt-Um-Roboter-Technik) Rostock 2003.

WOLFFGRAMM, HORST (Hg.): Allgemeine Techniklehre. (Vier Bände). Hildesheim 1994/ 1995/ 1997/ 1998.

Martin Fislake

Vom Chaos zum lernenden Prozess

Prozesse managen - Ergebnisse verbessern

Qualitätsmanagementsysteme können auf eine breite theoretische Basis und Erfahrungen aus den verschiedensten, überwiegend industriellen Anwendungszusammenhängen zurückgreifen. Ihr Ziel ist es, Prozesse so zu organisieren, dass sie von den Prozess-Beteiligten als kontinuierlicher Verbesserungsprozess verstanden und getragen werden, um die in der Gruppe der Beteiligten vereinbarten gemeinsamen Ziele dauerhaft zu fördern.

Üblicherweise ist der Weg von der konzeptionellen Idee eines Qualitätsmanagements bis zur erhofften positiven Wirkung mit viel organisatorischem und finanziellem Aufwand verbunden. Dabei führt die Veränderung erfahrungsgemäß nur dann zum Ziel, wenn die Philosophie der angestrebten Maßnahmen zur Qualitätssicherung und -entwicklung als am Ziel der Unternehmung oder institutionsübergreifender Aufgaben (hier sind Bildungsinstitutionen ausdrücklich eingeschlossen) ausgerichtete prozessimmanente Notwendigkeit verstanden wird.

Nach einer kurzen Einführung in die Grundlagen der industriellen Qualitätssicherungsmanagementverfahren soll das Beispiel eines sich kontinuierlich entwickelnden QualitätmanagementSystems in der Serienfertigung von Produkten aus Gießtonkeramik aus der Unterrichtspraxis vorgestellt werden, um dann einige ausgewählte Aspekte aus der Hochschulpraxis und Lehramtsausbildung aufzugreifen.

Grundlagen der Qualitätssicherung

„Qualität“ gilt landläufig als zusammenfassende Bewertung von Produkten, deren Eigenschaften die an das Produkt gestellten Anforderungen erreichen oder übererfüllen.

Das moderne Verständnis von Qualität in Unternehmen geht aber über die Produktqualität hinaus. So geht das umfassende Qualitätsdenken in Richtung „Total Quality Management“ (TQM), „Business Excellence through Speed and Teamwork“ oder „six sigma“ und umfasst ausnahmslos alle Abläufe und Menschen im Unternehmen.

Neben der Reduktion von Produktfehlern sind sie bestrebt, Geschäftsergebnisse kontinuierlich zu verbessern, Prozesse zu optimieren und hervorragende Produkte und Dienstleistungen zu liefern, ohne die unerwünschten Kosten unvereinbarer Übererfüllung von Qualitätsmerkmalen zu vernachlässigen. Qualitätskonzepte wie die Zertifizierung nach DIN ISO 9000 durch einen akkreditierten Zertifizierer sind dabei nur noch Hilfsmittel auf dem Weg zum gelebten QM-System.

Qualitätsmanagement im Unterricht

Wenn im Folgenden über die Einführung eines Qualitätsmanagements in einen unterrichtlichen Fertigungsprozess berichtet wird, dann soll dies insbesondere die Dualität der Qualitätsdiskussion in Bildungszusammenhängen verdeutlichen. Sie zeigt zum einen die Notwendigkeit zu einer ständigen inhaltlichen und prozessualen Qualitätsentwicklung von Schule und Unterricht, weil beide einer permanenten Revision der Inhalte und einer ebensolchen der Prozesse unterliegen müssen. Zum anderen sollte insbesondere moderner und aktueller Technikunterricht dort wo nötig Themen zur Qualitätssicherung und -entwicklung in Organisationen und Fertigungsprozessen selbst zum Lerngegenstand machen.

Daraus muss sich zwangsläufig ergeben, dass sich Inhalte und Vermittlungsverfahren einer ständigen und verlässlichen Evaluation unterziehen lassen müssen. Eine einseitig deduktionistische, nach der nur die Ermittlung der Lernziele eine Aufgabe der Wissenschaft sei, oder eine einseitig dezisionistische Vorgabe, nach der die Lernziele politisch vorgegeben und nur deren effektive Umsetzung Aufgabe einer Wissenschaft sei, (vgl. STEINDORF 1995, S. 112) müssen unterbleiben.

Nach dem Muster von Qualitätsmanagementsystemen gilt einzig eine gemeinsam Zielvereinbarung und die daraus abgeleiteten Indikatoren als der Maßstab nach dem sich alle anderen Prozesselemente auszurichten haben. Dabei kann selbst der Verweis auf „verbindliche“ Standards die notwendige permanente Berücksichtigung epochaltypischer Schlüsselprobleme nicht umgehen.

Ein Prozess entwickelt sich

So war in dem zu beschreibenden Technikunterricht die anfangs noch nicht schriftlich dokumentierte Zielsetzung, eine unbestimmte Anzahl an Teeservices für den Weihnachtsmarkt zu produzieren handlungsleitend. Ad hoc wurden Materialien, Gießformen und ebenso unsortierte wie ungeprüfte

Information über das Herstellungsverfahren beschafft und in der Werkstatt angehäuft.

Der Herstellungsprozess der Tassen und Kannen schien den Schülern ausreichend klar zu sein und so wurde dann mit der festen Vorstellung alles richtig zu machen, die ersten Gieß-, Trocknungs- und Brandversuche angestellt.

Das Ergebnis enttäuschte und die Fehlersuche begann, weil das Resultat im Vergleich mit dem erwarteten bis erhofften Ergebnis nicht übereinstimmte. Das war zugleich der Startpunkt eines kontinuierlich zu entwickelnden Verbesserungsprozesses, wie er bei Qualitätssicherungsmaßnahmen zu finden ist, um die magischen „Null-Fehler“ zu erreichen.

Nun bieten Gießtonprodukte die Besonderheit, dass das Fertigungsergebnis, also die Beschaffenheit des einzelnen Endproduktes von vielen aufeinanderfolgenden Fertigungsschritten und entsprechenden Produktionsparametern abhängig sind und so zu einer ständigen Produktionsüberwachung zwingen. Fehler sind nicht immer so austauschbar oder reparabel, wie z.B. bei mehrteiligen Produkten.

Da nach einem handlungsorientierten Muster bewusst auf die Vorgabe der produktionstechnischen Verfahrens-Schritte durch einen Lehrgang verzichtet wurde, musste der beste Fertigungsweg schließlich mit Hilfe der vorhandenen Infos und experimentell Schritt für Schritt ermittelt werden. Damit lag die Verantwortung für das Gelingen von Beginn an in den Händen der Schüler. Verschiedene Sozialsituationen wie z.B. Gesprächskreise institutionalisierten den Austausch von Informationen.

Nachdem die Experimente zu ersten brauchbaren Ergebnissen geführt hatten, stellte sich schnell heraus, wie wichtig die Niederschrift von organisatorischen und produktionsbegleitenden Informationen wie Trockenzeiten, Temperaturen, Temperaturverläufen etc. war. Organisatorische Informationen wurden in Form von Ablaufplänen bzw. Flussdiagrammen auf Plakaten festgehalten und ständig den mit der Zeit veränderten Bedingungen angeglichen.

Sie regelten genau, wer, was, wo in welcher Situation zu tun hat und was mit dem einzelnen Produkt in welcher Reihenfolge geschieht. Die produktionsbestimmenden Informationen ergaben sich aus der Einführung und Auswertung sogenannter Prozess-Regelkarten, um heraus zu finden, an welchen Stellen Fehler vermieden werden können.

Anfangs waren es einfache Zettel, die oft vernachlässigt oder vergessen wurden und deshalb keine genauen Angaben über Zeit, Ort und verantwortliche Personen aufwiesen. Der entstandene relativ hohe Ausschuss

wurde von den Schülerinnen und Schülern als unerklärbar hingenommen, weil sich jeder hinter der Anonymität verstecken konnte und keiner die Verantwortung tragen musste.

Erst die Einführung differenzierterer Regelkarten mit der Angabe von Fertigungsparametern und den Namen der jeweils beteiligten Mitschülerinnen und Mitschülern sowie ein sorgfältigerer Umgang mit ihnen, ermöglichte es, Fehler und Probleme zu lokalisieren und senkte die Ausschusszahlen. Die neuen Karten führten einerseits zu einem verstärkten Bemühen um die erforderliche Fertigungsorgfalt und andererseits zu den gesuchten Produktionsparametern.

Im Vordergrund stand immer das gemeinsame Entwickeln eines geeigneten, möglichst ökonomischen Produktionsablaufes und das Erfahren des Prozesses, dem eine Unternehmung während der Produkt-Entwicklung und der ständigen Verbesserung in der Serienfertigung unterliegt.

Der Unterrichtsfortgang führte schließlich zu einem Fertigungsverfahren, bei dem kontinuierlich Teetassen, Teller und Kannen mit gleichbleibenden Eigenschaften produziert werden konnten. Stete Prozessverbesserungen sorgten für hochwertigere Ergebnisse, schnellere und einfachere Verfahrensabläufe.

Qualitätsmanagementsysteme sollen diese Prozesse transparent machen. Die Menschen aber sind es, die den Prozess durch ihr Engagement und ihre Verantwortungsbereitschaft tragen und leben müssen.

Im Ergebnis werden die Schülerinnen und Schüler die Sinnhaftigkeit und Ablaufstruktur von Qualitätssicherungsmaßnahmen verstanden haben. Wenn dies dauerhaft mit einer Bereitschaft zur Eigen- und Teamverantwortung gepaart werden konnte, werden diese Schüler einen geübten Blick für industrielle Fertigungsprozesse haben.

Qualitätsmanagement in der Lehre

Der Qualitätsansatz zur Verbesserung der Lehre versucht über die Mechanismen der ursprünglich von den Militärs in Form der AQAP¹ entwickelten, später in der betrieblichen Qualitätssicherung angewendeten Kontrollsysteme „organische“ Algorithmen zu etablieren, um die Start-Ziel-Ökonomie zu erhöhen und einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess in Gang zu setzen.

Dieser Ansatz wird u.a. als „Projekt Qualitätssicherung“ von der HRK im Auftrag der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung verfolgt, sowie durch die Novellierung des HRG und die

Einrichtung eines länderübergreifenden Akkreditierungsrates flankierend unterstützt. Der Akkreditierungsrat akkreditiert meist fachrichtungsbezogene Akkreditierungsagenturen, die ihrerseits und auf Antrag Studiengänge nach ausgewählten Kriterien überprüfen und ggf. akkreditieren.

Möglicherweise liegt hier längerfristig die Chance einer Struktur- und Inhaltsreform, wie die seit etwa 1998 auf breiter Basis geführten Diskussionen erwarten lassen.

Zugleich können die Hochschulen auf eine relativ unbeachtete, kaum als solche begriffene Tradition in dem Bemühen um Qualitätsverbesserungen zurückblicken. Dort, wo sich in der Industrie Begriffe und Managementsysteme wie „Total Quality Management“, „Business Excellence“ oder „Six Sigma“ gegenseitig die Bedeutung um das Bemühen verbesserter Produktions- und Geschäftsprozesse ablaufen, können die „Verbesserungsprojekte“ in den Hochschulen in dem wenig spezifizierten Kapitel „Hochschulreform“ zusammengefasst werden.

Unter den Titeln „Mehr Ehre für die Lehre“ (Modellprogramm des BMBW), „Programm zur Verbesserung der Lehre“, „Prüf den Prof“ und vielen anderen mehr, finden sich die verschiedensten Versuche, die Hochschulen an ihre ständige Aufgabe nach § 8 HRG und die Lehre an das eigentliche Ziel des Studiums nach § 7 HRG zu erinnern. Selbst hochschuldidaktische Zentren wurden nicht als Chance zur Qualitätsentwicklung begriffen und geschlossen.

§ 7 Ziel des Studiums²

Lehre und Studium sollen den Studenten auf ein berufliches Tätigkeitsfeld vorbereiten und ihm die dafür erforderlichen fachlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Methoden dem jeweiligen Studiengang entsprechend so vermitteln, dass er zu wissenschaftlicher oder künstlerischer Arbeit und zu verantwortlichem Handeln in einem freiheitlichen, demokratischen und sozialen Rechtsstaat befähigt wird.

§ 8 Studienreform²

Die Hochschulen haben die ständige Aufgabe, im Zusammenwirken mit den zuständigen staatlichen Stellen Inhalte und Formen des Studiums im Hinblick auf die Entwicklungen in Wissenschaft und Kunst, die Bedürfnisse der beruflichen Praxis und die notwendigen Veränderungen in der Berufswelt zu überprüfen und weiterzuentwickeln.

Stattdessen wurden in den Hochschulen Standards durch Selektion und die Vorgabe von Inhalten definiert, ohne die Fragen über Anpassungs- und Selektionsfunktion durchdacht zu haben. Qualität der Lehre wurde, örtlich und zeitlich begrenzt, durchaus synonym mit 90% Durchfallquote übersetzt und inzwischen als profilbildender Wettbewerb um die „Besten der Besten“ kaschiert. Mit der handlungsleitenden Vorgabe „Null-Fehler-Output“ wäre dies in der Industrie völlig undenkbar.

Akkreditierung von Unternehmen und Studiengängen

Mit der Adaption von Qualitätsbestrebungen in Hochschulen ergeben sich bereits Unterschiede zwischen der Zulassung von Unternehmen und Hochschulen. So werden z.B. QM-Systeme von Unternehmen durch akkreditierte Zertifizierer zertifiziert, während Studiengänge von akkreditierten Akkreditierungsagenturen (z.B. ASIIN) nach verbindlichen Kriterien begutachtet respektive ihrerseits akkreditiert werden.

Zudem erhält die Qualitätsdiskussion spätestens mit der Einführung und dem Zwang zu Bachelor- und Masterstudiengängen eine neue Dimension in der Ausgestaltung von Lehramtsstudiengängen. Denn gegenüber vielen Diplomstudiengängen existiert für die erste Phase der Lehramtsstudiengänge keine verbindlichen Rahmenordnungen oder ähnliche bundeseinheitliche Vorgaben, sondern eine doppelte Anomalie!

Verursacht werden sie durch das Korsett der zuständigen Ministerien der Länder, der Landesprüfungsämter und, sofern beteiligt, sogar der Studienseminare. Studienziele werden zumeist durch (bildungs-)politische Setzungen von außen, manchmal sogar durch die persönlichen Vorlieben Einzelner vorgegeben und können nur in arbeitsaufwändigen und langfristigen Prozessen beeinflusst oder verändert werden. Häufig werden sogar administrative Vorgaben hinsichtlich einer stärkeren Internationalisierung gemacht, ohne dass es „den“ internationalen Ansatz gibt.

Zudem werden die Studiengänge bisher noch durch die gleichen Ministerien, zu denen auch die Landesprüfungsämter zu rechnen sind, nicht, hier im Sinne einer Begutachtung, evaluiert, sondern per Verordnung eingeführt und zumeist langfristig festgeschrieben - Der Geprüfte wird zum Prüfer - doch wer prüft den Prüfer?

Deshalb sollte es ein erstrebenswertes Ziel sein, die gesamte Lehramtsausbildung vom Studienbeginn bis zum Berufseintritt nach dem Referendariat mittels eines ähnlichen Verfahrens zu akkreditieren, wie neue Bachelor- und Masterstudiengänge.

Die Übergänge: Studium - Referendariat – Schuldienst

Die Lehramtsausbildung ist durch administrative Setzungen und deren Entscheidungs- und Überwachungsstrukturen geprägt. In der Folge sind statt eines funktionierenden Prozesses fehlende notwendige Kontakte zwischen den Prozessbeteiligten, geschweige denn gemeinsam erarbeitete Zielvereinbarungen zu bedauern. Mancherorts existiert schlichtweg kein inhaltlicher oder organisatorischer Austausch zwischen den einzelnen Phasen der Ausbildung und die Übergänge sind für viele Betroffene von Überheblichkeit, Arroganz sowie von einem freundlich begrüßenden „Nun vergiss mal schön, was du gelernt hast“ geprägt.

So bleibt zu bezweifeln, dass das Institutionalisieren von Vereinbarungen das kaum eingestandene aber existente verwaltungstechnische und nicht selten zwischenmenschliche Problem löst. Für Bemühte ist dann die Einführung eines QMS ein zusätzliches Mühsal, ohne dass es für die weniger Bemühten kaum neuen Antrieb darstellen dürfte. So geht die Diskussion um Qualitätssteigerung durch die Einführung von Master und Bachelor-Studiengängen in der Lehramtsausbildung mit oder ohne Akkreditierung mehrfach am Kern des Problems vorbei.

Der Mensch macht die Qualität nicht nur durch seine Handlung am oder mit dem Produkt selbst, sondern auch durch seine Schnittstellen zu anderen Prozessbeteiligten. Deshalb ist, wo noch nicht geschehen, dringend eine intensive Verbindung zwischen Schulen, Hochschulen und Seminaren zu fordern, wie sie in der Einladung zur DGTB-Tagung 2003 formuliert wurde. Dabei kann die Diskussion darüber, ob Studierende innerhalb der QS-Diskussion Produkte oder Kunden darstellen, derzeit getrost einem akademischen Zirkel überlassen werden, wenn sich alle Prozessbeteiligten an der Zielsetzung der Organisation orientieren.

Qualitätsentwicklung in der Ausbildung von Techniklehrern

Die Qualitätsentwicklung in den Hochschulen kann mit der Vereinbarung von Standards beginnen, kann aber vor dem Hintergrund von Evaluation, Akkreditierung und Einführung von neuen Studienstrukturen nur einen ersten, wenn auch sehr wichtigen, Ansatz darstellen.

Fachverbände wie die DGTB sollten deshalb ihre Aufgabe in der Formulierung tragfähiger und zukunftsweisender bundeseinheitlicher Standards sehen. Dabei gilt es derzeit unbedingt, die politischen Rahmenbedingungen wie die Strukturvorgaben für die Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen (KMK 2001), zur Modularisierung von Studiengängen (KMK

2000) und zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards (BMBF 2003) zu beachten.

Qualitätssicherung bedeutet demnach nicht den Status quo zu sichern und erst im zweiten Schritt Qualitätsentwicklung betreiben, sondern von Beginn an ein Qualitätsmanagementsystem zu schaffen, um in diesem die neuen Prozesse und Zielvereinbarungen zuverlässig zu erreichen.

Statt nach dem endgültig stabilen Zustand in der Lehre zu streben, heißt es Lehre und Lernen als kontinuierlichen Prozess zu verstehen, in dem ,in Analogie zur Schule, eine Kultur einer permanenten Revision der Inhalte und einer ebensolchen der Prozesse vorherrschen muss. Inhalte, Verfahren und Strukturen ständig zu überprüfen und zu aktualisieren ergeben eine Qualitätssicherungsmaßnahme, in der auch epochale Schlüsselprobleme wie Friedensbewegung, Umweltschutz, Denkmalpflege, Gebrauchsanweisungen, QMS ihre berechnigte Berücksichtigung finden.

Wenn dann gilt, dass Qualität das ist, was hinten rauskommt, dann kann Qualität auch nur hinten gemessen werden und macht die Entwicklung messbarer Standards erforderlich.

Spätestens dann können Standards nicht mehr einer dezisionistischen Bestimmung von Lernzielen überantwortet werden, in der die Übernahme der Lernziele aus politisch vorgegebenen Setzungen resultiert und deren effektive Umsetzung Aufgabe einer Wissenschaft ist, sondern sie müssen selbst, deduktionistisch ermittelt werden, d.h. Ergebnis einer intensiven wissenschaftlichen Befassung sein (vgl. Steindorf 1995, S. 112).

Ob eine Hochschulvariante der nun vorliegenden Übersetzung amerikanischer Standards für eine allgemeine technische Bildung diese Funktion übernehmen oder nur eine andere Funktion erfüllen kann, bleibt zu klären.

Nationale Bildungsstandards als Instrument zur Qualitätsentwicklung

Nach den Vorgaben zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards in Schulen (vgl. BMBF 2003) formulieren verbindliche nationale Standards Anforderungen an das Lehren und Lernen in der Schule. Sie orientieren sich an Bildungszielen und werden als das faktisch erreichte Leistungsniveau interpretiert. Bildungsziele sind in diesem Sinne ergebnisbezogen und zielen auf bereichsspezifische Kompetenzen.

In diesem Sinne sollten auch die vorgelegten Standards für eine allgemeine Technische Bildung der ITEA (2003) einer kritischen Würdigung unter-

worfen werden. Denn wie ein Vergleich zwischen den aus dem amerikanischen Standards und einem australischen „curriculum framework“ zeigt, existiert auch im anglo-amerikanischen Sprachraum längst keine Einigkeit über die Gestaltung und Formulierung von Standards.

So gilt es beide Konzepte auf die Merkmale guter Bildungsstandards sowie ihre funktionelle Eignung als Referenzsystem für professionelles Handeln und Instrument zur Evaluation und Bildungsmonitoring zu überprüfen. Dadurch wird schnell deutlich, dass die eher input-orientierten amerikanischen Standards an die klassisch-traditionellen Formulierungen von, wenn auch aufeinander aufbauenden Inhaltskatalogen anknüpft, während sich das australische Konzept an den nachweisbaren outcomes der Lernenden orientiert. Es stellt damit völlig neue Anforderungen an Diagnosefähigkeit, Selbstmanagement und Methodenvielfalt eines professionell Unterrichtenden und damit dessen Ausbildung.

Resümee

In der ganzen Qualitätsdiskussion geht es nur darum, das zu tun, was nach Maßgabe der relevanten Hochschulgesetze Ziel des Studiums (vgl. § 7 HRG) und permanente Aufgabe (§ 8 HRG) der Hochschulen ist. Es kann somit nur die Pflicht und das Bemühen der betroffenen Personen um zielführende Handlungen in Forschung und Lehre einfordern.

Es ist somit keine Innovation und bedeutet vor dem Hintergrund der erforderlichen formalen Änderungen auch hinsichtlich der Umstrukturierung in Master- und Bachelor-Studiengängen zunächst einen hohen Aufwand, der angesichts der personellen Ausstattung in so kleinen Sparten wie der Ausbildung von Techniklehrern als kritisch bewertet werden muss.

Doch während man in den Bildungsministerien der Länder, den Landesprüfungsämtern und Hochschulen noch hofft, mit der Einführung von modularen (akkreditierten?) Studiengängen und der Formulierung von Standards Qualität zu sichern und internationale Anerkennung zu erhalten, haben Großunternehmen unter den Zwängen des Marktes inzwischen die X-te Generation von Managementsystemen eingeführt.

Das Übertragen der QMS in die Hochschulen ist möglich aber nicht einfach, solange es sich nur um die Einführung und Zulassung eines beliebigen Studienganges handelt. Richtig kompliziert (fast unmöglich) und undurchsichtig wird es dann, wenn die Landesprüfungsämter und die Studienseminare an der Formulierung der Ziele und der Zulassung beteiligt sind.

Deshalb sollte am Ende dieser Tagung eine gemeinsame Zielvereinbarung zur Qualitätsentwicklung in der Technischen Bildung stehen,

- die über die vorliegenden (Schul-)Standards hinaus handlungsleitend ist,
- die sich an den Erfordernissen einer „normalen“ Akkreditierung und damit auch an internationalen Ansprüchen orientiert,
- die sich selbst an einer permanenten Revision der Inhalte und Prozesse ausrichtet,
- die die nationalen Vorgaben der KMK, HRK und des BMBF berücksichtigt und
- die einen Ansatz zur Einigung auf bundeseinheitliche, an internationalen Beispielen orientierte Standards vereinbart,
- um auf Dauer die Diskussion um Technische Bildung über Ländergrenzen hinweg mitbestimmen zu können!

Anmerkungen

¹ Abkürzung für „Allied Quality Assurance Publications“. NATO-Forderungen an ein industrielles Prüfsystem. Maßnahmen zur Sicherstellung der Qualität seiner Leistungen (amerikanisch-militärischer Vorläufer der heutigen Qualitätssystemnorm DIN EN ISO 9000).

² In der Fassung vom 13.02.1976, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Vierten Gesetzes zur Änderung des HRG vom 24.08.1998.

Literatur

BMBF: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. BMBF. Berlin 2003.

BMBF: Hochschulrahmengesetz. In der Fassung vom 13.02.1976, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Vierten Gesetzes zur Änderung des HRG vom 24.08.1998.

CURRICULUM BRANCH: Technology and Design Learning Area. NT Curriculum Framework. www.schools.nt.edu.au/curricb/cf/pilotmats/index.htm

ITEA (INTERNATIONAL TECHNOLOGY EDUCATION ASSOCIATION): Standards für eine allgemeine technische Bildung. Inhalte technischer Bildung. Ins Deutsche übertragen und herausgegeben von GERD HÖPKEN, SUSANNE OSTERKAMP und GERT REICH. Neckar-Verlag. Villingen Schwennigen 2003.

KMK: Rahmenvorgaben für die Einführung von Leistungspunktesystemen und die Modularisierung von Studiengängen. Beschluss der KMK vom 15.09.2000.

KMK: Strukturvorgaben für die Einführung von Bachelor-/Bakkaleraureus- und Master-/Magisterstudiengängen. Beschluss der KMK vom 5.3.1999 in der Fassung vom 14.12.2001.

MASING, WALTER: Das Unternehmen im Wettbewerb. In: Masing, Walter (Hrsg.): Handbuch Qualitätsmanagement. 3. Auflage. Carl Hanser. München; Wien 1994. S. 3 - 16.

STEINDORF, GERHARD: Grundbegriffe des Lehrens und Lernens. 4. Auflage. Verlag Julius Klinkhardt. Bad Heilbrunn/Obb. 1995.

Matthias Geukes

Medienentwicklung – Windkonverter

Konstruktion eines Funktionsmodells im Technikstudium

1. Warum ein Windkonverter?

Ohne eine energiewirtschaftliche Diskussion ausführlich zu führen, ist klar, dass die Konzentration auf fossile Energieträger bei der Energieversorgung auf Dauer zu einem Dilemma führen wird. Die Ressourcen sind begrenzt. Andere Energieträger werden in Zukunft eine größere Rolle spielen. Eine (durch das Stromeinspeisegesetz) im Moment besonders geförderte Alternative ist die Gewinnung elektrischer Energie durch Windkraftanlagen. In den letzten Jahren ist die Zahl der installierten Windkraftanlagen enorm gestiegen. Ihr Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland beträgt mittlerweile 3,5 Prozent.

Deshalb ist es wichtig, im Technikunterricht und vor allem in der Lehrerbildung die Funktionsweise von Windkraftanlagen, ihr Betriebsverhalten sowie Grenzen kennen zu lernen. Die Fakten sollen mit anderen „Energieerzeugern“ vergleichbar gemacht werden, damit der Lernende die Perspektiven der Windkraft im Spektrum der Energiewandler besser einschätzen kann. Andere Parameter erlauben eine Einordnung innerhalb weiterer Windkraftanlagen.

Aufgrund des schnellen technischen Fortschritts ist es sehr schwierig, geeignete Medien für den Unterricht zu finden. Geeignet bedeutet im Rahmen von Universität und Schule, dass Medien in der Konstruktion und ihrem Verhalten in wesentlichen Punkten mit der Wirklichkeit übereinstimmen, damit sie den Erkenntnisprozess realitätsnah fördern.

Eine Aufgabe der Technikdidaktik besteht daher in der Entwicklung solcher Medien. Die Studierenden am ITD führen Experimente an Funktionsmodellen durch, um die in der Theorie gelernten Gesetzmäßigkeiten zu "erfahren". Dabei sollen sie auch erkennen, dass die Möglichkeit besteht, an selbst konstruierten (und somit preiswerten) Modellen prinzipielle Erkenntnisse über die Wirkungsweise des Originals zu bekommen.

In diesem Beitrag soll die Konstruktion eines Windkraftanlagenmodells beschrieben werden. Die Entwicklung ist durch folgende Schritte gekennzeichnet:

Festlegung der Rahmenbedingungen für die Anwendung und Konstruktion
Darstellung der einzelnen Schritte beim Bau des Windkonverters erläutert
(Technologie)

Ermittlung des Betriebsverhalten und Vergleich der Ergebnisse mit „großen
Windkraftanlagen“ übertragen

Zusammenfassung der aussagekräftigsten Ergebnisse zu einer Experimen-
tieranleitung

2. Didaktische und örtliche Voraussetzungen

Die Dimensionierung des Windkonverters hängt von seinem real möglichen
Experimentierplatz ab. Außerdem soll der Aufbau des Windkonverters die
Experimente nicht komplizieren, da vor allem *grundlegende* Merkmale des
Betriebsverhaltens von Windkraftanlagen ermittelt werden sollen.

2.1 Örtliche technische Voraussetzungen

Versuche zum Betriebsverhalten machen nur dann einen Sinn, wenn die
Bedingungen während der Tests reproduzierbar sind. Wenn man den Wind
in einem geschlossenen Raum erzeugt und das Experiment von äußeren
Einflüssen (z.B. atmosphärischem Wind, Regen) fernhält, herrschen wäh-
rend der Versuche reproduzierbare Bedingungen.

Da die gesamte Rotorfläche möglichst gleichmäßig angeströmt werden
sollte, darf der Windkonverter nicht größer als ein für die Versuche (vor Ort)
verwendetes Gebläse sein.

2.2 Didaktische Überlegungen

Neben den örtlichen Gegebenheiten trägt die didaktische Zielsetzung we-
sentlich zur „Gestaltung“ des Windkonverters bei. STACHOWIAK beschrieb
mit seiner „Allgemeinen Modelltheorie“ (1973) die drei Merkmale eines Mo-
dells (Abbildungsmerkmal, Verkürzungsmerkmal und pragmatisches
Merkmal). Anhand dieser Merkmale lassen sich auch die Anforderungen an
ein didaktisch orientiertes Modell erläutern:

Abbildungsmerkmal: Der konstruierte Windkonverter ist ein Abbild einer
schon existierenden Windkraftanlage. Fast alle der heute installierten Anla-

gen haben einen in Luv (zum Wind hin) angeordneten Rotor mit drei Rotorblättern, deren Anstellwinkel (*Pitch*) veränderbar ist.

Verkürzungsmerkmal: Zum Verständnis der Wirkungsweise einer Windkraftanlage muss man nicht alle Elemente dieses komplexen Systems kennen. Entscheidendes Element der Energieumformung ist der Rotor. Andere Elemente, wie die Lagerung und der Blattverstellmechanismus, sind entweder für die Konstruktion notwendig (Lagerung) oder tragen zum Erkenntnisprozess (Blattverstellmechanismus) bei.

Pragmatisches Merkmal: Im Rahmen des Lehramtsstudiums finden Versuche zu energieumwandelnden Systemen statt. In Experimenten sollen die Studenten das Betriebsverhalten des Modells ermitteln. Nebenbei sollen die Benutzer erkennen, dass es möglich ist, mit einfachen Mitteln funktionierende Modelle zu erstellen, an denen prinzipielle Erkenntnisse über die Wirkungsweise des Originals gewonnen werden können.

3. Die Konstruktion des Windkonverters

3.1 Konstruktionselemente

Aerodynamische Konstruktionselemente: Rotor, Blattverstellmechanismus

Windkonverter formen die Strömungsenergie des Windes durch den Auftrieb an den einzelnen Rotorblättern in Rotationsenergie um. (Abb. 1). Die Leistung einer Windkraftanlage hängt demzufolge hauptsächlich von der Beschaffenheit des Rotors ab. Im Folgenden werden die Beschaffenheit der Rotorblätter und des Blattverstellmechanismus (*Pitch*) erklärt.

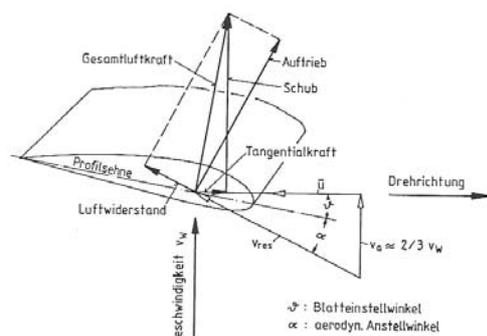


Abbildung 1: Kräftegeometrie am Rotor

Der Aufbau des einzelnen Rotorblattes ist durch das verwendete Flügelprofil, durch die äußere Geometrie sowie durch die eingesetzten Materialien bestimmt (GASCH 1996, S. 50). Im Modellbau hat sich das CLARK Y –Profil bewährt, es bietet einen guten Kompromiss bei den Auftriebs- und Widerstandswerten, die für jedes Profil im Windkanal ermittelt werden. Eine Verwindung des

Profils (wie in der Praxis üblich), die aufgrund der unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten entlang der Längsachse sinnvoll wäre, würde den Bau des Rotors erheblich erschweren und wird nicht weiter berücksichtigt.

Unter der Prämisse, den Windkonverter so einfach wie möglich und so kompliziert wie nötig zu bauen, bietet sich Balsaholz als Material für das Rotorblatt an. Es ist leicht und einfach zu bearbeiten. Spannpapier, das um das Rotorblatt gelegt wird und sich dann infolge des aufgetragenen Spannlackes mit dem Balsaholz verbindet, verleiht dem Blatt mit dem gehärteten Lack seine nötige Festigkeit.

Der Blattverstellmechanismus (*Pitchregelung*) einer Windkraftanlage wird „als Anlaufhilfe, zur Regelung und als Notbremse verwendet (GASCH 1996, S. 169). „Sie erlaubt den Anstellwinkel in Bezug zur Anströmung kontinuierlich so zu verändern, dass damit die Leistungsaufnahme des Rotors im gewünschten Maße beeinflusst werden kann“ (MOLLY 1990, S. 165).

Ein Problem bei der Konstruktion eines Windkonvertermodells ist, diesen Mechanismus mit einfachen Mitteln zu realisieren. Die Rotorblätter müssen mit einer Blattverankerung an der Nabe befestigt sein. Trotz dieser Befestigung müssen sich die Rotorblätter um die Längsachse drehen lassen, um verschiedene Anstellwinkel zu ermöglichen.

Fixiert man ein Ende der Blattverankerung mit einer Gewindestange in der Nabe, kann der Flügel um die eigene Längsachse rotieren. Das andere Ende der Blattverankerung ist durch eine Stange und Kugelgelenke mit einer Scheibe verbunden, die sich in einer Führung auf der Welle hin- und herschieben lässt. (Abb.3.4) Um den genauen Anstellwinkel festzustellen, muss der Winkel zwischen Blattverankerung und Nabe gemessen werden. Misst man den Winkel bei der Konstruktion ein einziges Mal und ermittelt die Distanz zwischen Nabe und Verstellungscheibe, kann man durch die Distanz den Blatteinstellwinkel regulieren.

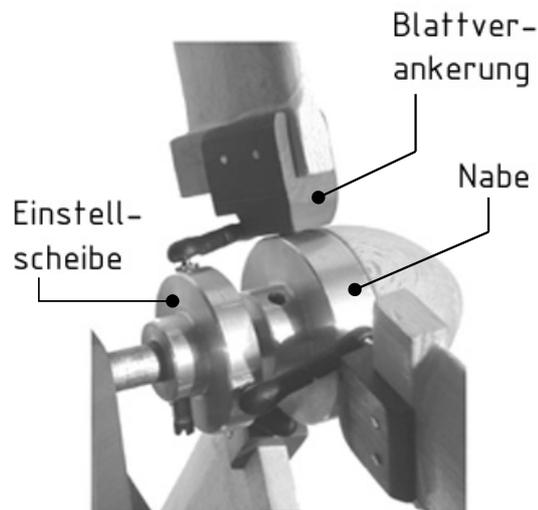


Abb. 2: Blattverstellmechanismus

Mechanische Konstruktionselemente: Turm, Gründung, Lagerung

Die Gründung des Modells mit Turm und Gondel sowie die Lagerung der Welle bilden die wesentlichen mechanischen Konstruktionsmerkmale des Modells. Buchenholz als Material für die Gründung und den Turm erfüllt einerseits die Vorgabe, das Modell so preiswert wie möglich zu konstruieren, andererseits reicht die Steifigkeit des Holzes aus, dass der Turm nicht ins Schwingen gerät.

Die Gondel ist wegen der genauen und guten Verbindungsmöglichkeiten mit Schrauben und Gewinden aus PVC gefertigt. Zwei Lagerböcke aus PVC sind auf der Plattform der Gondel befestigt, so dass sich die Welle genau auf der Höhe des Zentrums des Luftstromes befindet.

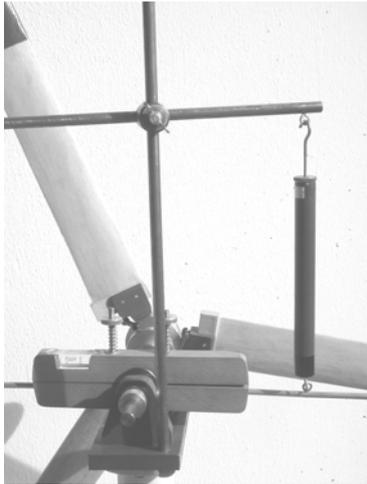
Die Welle ist vierfach gelagert. Zwei in den Lagerböcken eingelassene Nadellager sorgen für eine reibungsarme Rotation des Rotors. Den Schub, den der Wind auf den Rotor ausübt, fängt ein Axialrillenkugellager auf. Eventueller Schub in die Gegenrichtung wird durch ein weiteres Axialrillenkugellager aufgefangen.

Messtechnische Konstruktionselemente: Drehzahlmessung, Drehmomentmessung

Um das Betriebsverhalten zu ermitteln, fehlen noch Vorrichtungen zur Leistungsmessung. Drehleistung ist das Produkt aus Winkelgeschwindigkeit und Drehmoment. Die Drehzahl und das Drehmoment, mit der der Propeller rotiert, müssen zur Bestimmung der Drehleistung erfasst werden.

Da die Drehzahl im Verlauf der Versuche sehr häufig gemessen werden muss, erleichtert ein elektronisches Verfahren das Experimentieren.

Direkt unter der Rotorwelle ist ein Optokoppler positioniert. Dieser erkennt Schwarz-Weiß-Markierungen auf der Welle und wandelt sie in elektrische Impulse um. Mit Hilfe eines Frequenzmessgerätes könne diese Impulse für die Berechnung der Drehzahl gemessen werden. Die gemessene Frequenz [Hz] muss durch die Anzahl der schwarzen (oder weißen) Balken dividiert werden, um die Umdrehungszahl pro Sekunde zu erhalten. Zur Bestimmung der Drehleistung muss neben der Drehzahl das Drehmoment bestimmt werden. Einer der einfachsten Wege ist der Gebrauch von Bremse und Kraftmesser (Abb. 3).



Zwei Bremsbacken aus Holz übertragen durch Reibung an der Bremstrommel das Drehmoment des Rotors auf einen Aluminiumhebelarm der mit einem Federkraftmesser verbunden ist. Der Federkraftmesser hängt an einer Stahlkonstruktion, die in den PVC-Boden der Gondel geschraubt ist. Wichtig ist, dass Federkraftmesser und die Mittellinie der Bremsbacken im rechten Winkel zueinander stehen. Um das waagerechte Ausrichten des Hebelarms zu erleichtern, ist in der oberen Bremsbacke eine Libelle einer Wasserwaage eingelassen.

Abbildung 3: Bremse / Kraftmesser

4. Das Betriebsverhalten

Ein Windkonverter formt mechanische Energie der Natur in mechanische Nutzenergie um. Im Experiment sollen die elementarsten Größen beim Betrieb einer Windkraftanlage in Zusammenhang gebracht werden und das Energiesystem mit Hilfe des Wirkungsgrades beurteilt werden.

Windgeschwindigkeit und der Blatteinstellwinkel sind die im Experiment veränderbaren Größen. Damit die Versuchsreihen nicht unübersichtlich werden, werden die Variablen auf die Winkel 9° , 12° , 15° , 30° und die Windgeschwindigkeiten 7m/s , 6m/s und 5m/s begrenzt.

Um ein System wie den Windkonverter zu bewerten, vergleicht man die eingesetzte Energie (Windleistung) mit der mechanischen Nutzenergie und erhält den Wirkungsgrad des Rotors $c(p)$ (auch Rotorleistungsbeiwert).

Zuerst erfolgt eine Analyse des Betriebsverhaltens anhand der Variablen Drehmoment und Drehzahl, um die Resultate mit anderen Energieumwandlern (z.B. Turbine, Motor) vergleichen zu können. Bei der Auswertung der Ergebnisse wird deutlich, dass die Dreh-

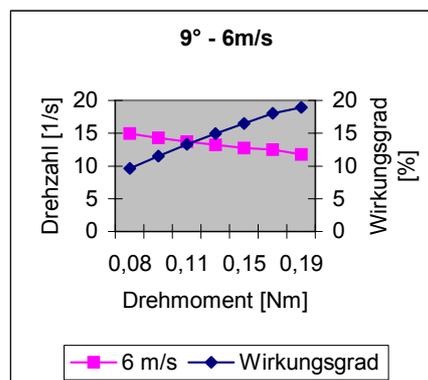


Abb. 4: Drehmoment / Drehzahl

zahl bei einer Rotation des Windkonverters mit zunehmendem Drehmoment nahezu linear abnimmt. Der maximale Wirkungsgrad des Modells beträgt beim Blatteinstellwinkel von 9° (Abb. 4) annähernd 19 Prozent. Auffällig ist hierbei, dass dieser höchste Wert nicht bei der größten Windgeschwindigkeit (7m/s), sondern bei 6m/s liegt. Die absolute Leistung ist zwar bei 7m/s und 9° mit 21 Watt etwa 7 Watt höher als bei 6m/s, da die Windgeschwindigkeit aber mit der dritten Potenz in die Leistungsberechnung eingeht, ist der relative Ertrag bei 6m/s höher.

Schon bei einem Blatteinstellwinkel von 15° fällt der Wirkungsgrad der Anlage auf unter 11 Prozent. Noch größere Anstellwinkel verringern den Wirkungsgrad von Windkonvertern dieser Bauweise auf bis zu 2 Prozent. Bei einem zu großen Blatteinstellwinkel bremst der Windwiderstand der Rotorblätter die Drehung. Demzufolge wird keine höhere Drehzahl erreicht. Im Endeffekt ist der Wirkungsgrad hier besonders gering, da die Drehzahl Faktor der Drehleistung ist, und das Drehmoment nicht größer als bei einem kleinen Blatteinstellwinkel ist.

Für den Vergleich mit anderen Windkraftanlagen ist der dimensionslose Parameter Schnelllaufzahl (das Verhältnis von Umfangsgeschwindigkeit zu Windgeschwindigkeit) sehr wichtig. Er ist besonders aussagekräftig, da die Windgeschwindigkeit sowohl in die Berechnung der Schnelllaufzahl als auch der Windleistung eingeht. „Die Abhängigkeit des Leistungsbeiwertes von der Schnelllaufzahl ist grundlegend für die Leistungscharakteristik eines Rotors [...]“ (vgl. HAU 1996, S. 72). Betrachtet man die Leistungscharakteristik des Modells, wird der Verlauf des Wirkungsgrades über der Schnelllaufzahl überprüft. „Verfügt der Rotor über eine Blatteinstellwinkelregelung, so muss die Leistungskennlinie für jeden im Betrieb benutzten Blatteinstellwinkel berechnet werden“ (HAU 1996, S. 77). Abbildung 4 zeigt diese Zusammenhänge für den Windkonverter exemplarisch bei einer Windgeschwindigkeit von 7m/s.

In Abbildung 5 werden die Zusammenhänge zwischen Anstellwinkel und Leistungsbeiwert veranschaulicht. Anhand der Grafik ist zu erkennen, dass bei einem Anstellwinkel von 9° der Wirkungsgrad größer ist als bei den Anstellwinkeln 12° , 15° und 30° . Außerdem liegt das Ma-

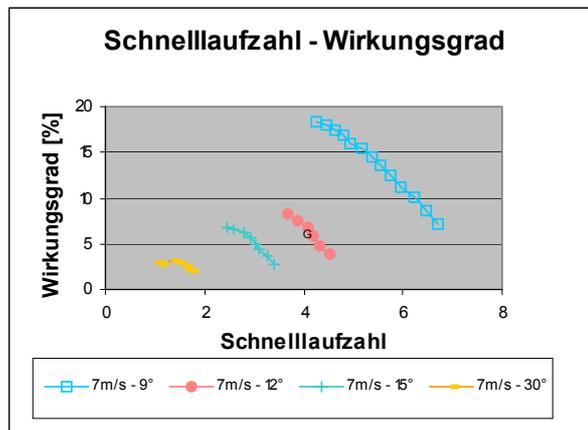


Abbildung 5: Schnelllaufzahl / Wirkungsgrad

ximum des Wirkungsgrades bei einer größeren Schnelllaufzahl als die Maxima der übrigen Anstellwinkel. Das bedeutet: je größer der Anstellwinkel ist, desto geringer ist die Umfangsgeschwindigkeit und somit die Schnelllaufzahl.

Beim konstruierten Windkonvertermodell liegt der größte Wirkungsgrad beim kleinsten gewählten Winkel 9° . Ab einem Anstellwinkel von 15° geht der Wirkungsgrad nicht mehr über 11 Prozent hinaus. Es wird deutlich, dass ein großer Teil der Drehleistung aus der hohen Umfangsgeschwindigkeit des Rotors geschöpft wird. Windkonverter, deren Auslegungsschnelllaufzahl größer als 1 ist, werden auch als Schnellläufer bezeichnet.

5. Übertragbarkeit auf Windkraftanlagen

Für eine Bewertung des Modells stellt sich abschließend die Frage, inwieweit das Betriebsverhalten des Modells mit dem Betriebsverhalten großer Windkraftanlagen vergleichbar ist. Abbildung 6 zeigt das Rotorleistungskennfeld der Windkraftanlage MAN-WKA 60 (Luvläufer, 3 Rotorblätter). Das Rotorleistungskennfeld des konstruierten Windkonverters ist in Abbildung 5 dargestellt

Vergleicht man das Rotorleistungskennfeld der Windkraftanlage WKA 60 mit dem Betriebsverhalten des Windkonverters bei 7m/s , ergeben sich bei den Graphen einige grundlegende Parallelen:

- Je kleiner der Anstellwinkel, desto größer ist die Schnelllaufzahl beim Maximum des Leistungsbeiwertes
- Je größer der Anstellwinkel, desto geringer ist das Maximum des Leistungsbeiwertes
- Auch wenn die Graphen des Modells nur einen Abschnitt der Graphen der WKA 60 darstellen, verlaufen sie ähnlich
- Die Lage der einzelnen Kurven zueinander ist vergleichbar

Beim genauen Vergleich ist festzustellen, dass die großen Windkraftanlagen ein viel höheres Maximum beim Leistungsbeiwert besitzen ($c(p)_{\text{max}} = 0,48$). Angesichts der Tatsache, dass das Modell einen Prototyp darstellt, an dem viele Bauteile ohne Berechnungen konstruiert sind, ist dieses Defizit nicht verwunderlich.

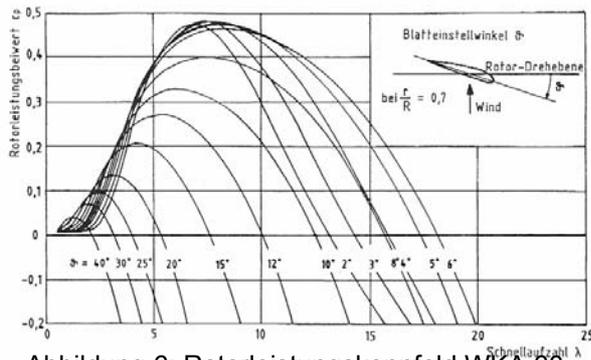


Abbildung 6: Rotorleistungskennfeld WKA 60

Trotz dieser Differenzen lassen sich die Ergebnisse der Experimente mit dem Modell auf das Betriebsverhalten großer Windkraftanlagen übertragen. Denn die Lage der Graphen zueinander ist bei beiden Abbildungen sehr ähnlich. Das Original besitzt einen höheren Wirkungsgrad und eine größere

Optimalschnelldrehzahl (ca. 7). Jedoch wird bei einem Vergleich der Anordnung der Graphen sichtbar, dass die Prinzipien bei der Energieumformung übereinstimmen.

Das Betriebsverhalten des Windkonverters bei einer Windgeschwindigkeit von 7m/s ist den Ergebnissen nach auf Windkraftanlagen übertragbar, auch wenn sie nur einen kleinen Teil des Rotorleistungskennfeldes darstellen. Die im Experiment gewonnenen Erkenntnisse können daher zum Verständnis der Wirkungsweise großer Windkraftanlagen beitragen.

Um das gesamte energieumwandelnde System Windkraftanlage beurteilen zu können, genügt dieses Modell nicht. Bei einer großen Windkraftanlage wird die Rotationsenergie des Rotors in elektrische Energie umgewandelt. Die entscheidenden Bauteile bei der Umwandlung sind neben dem Rotor das Getriebe und der Generator. Sowohl der Aufbau und die Funktion von Getriebe und Generator, als auch anderer Bauteile wie Bremse, Kupplung, Windnachführung können durch dieses Modell nicht nachvollzogen werden.

Die Mechanismen der Energieumformung werden bei der Auswertung des Betriebsverhaltens dieses Modells jedoch deutlich. Sollen die Studenten und Studentinnen nur grundlegende Zusammenhänge wie die Abhängigkeit des Anstellwinkels von der Windgeschwindigkeit ermitteln, sind Freilandversuche oder eine Exkursion zu einer Windkraftanlage nicht nötig. Diese Zusammenhänge werden deutlich, wenn das Betriebsverhalten des Windkonverters im Experiment untersucht wird.

6. Geeignete Experimente

Das wichtigste Motiv für die Konstruktion ist die Ermittlung des Betriebsverhaltens des Windkonverters im Experiment. Nach der Auswertung des

Betriebsverhaltens stellt sich an dieser Stelle die Frage, welche Ergebnisse grundlegende Kenntnisse über die Wirkungsweise einer Windkraftanlage vermitteln. Die gesamten Messreihen durchzuführen, würde den Rahmen einer Übung sprengen. Es müssen einige aussagekräftige Messkonstellationen untersucht werden, die nachfolgend aufgeführte „Lernziele“ belegen.

- Der Energieumformungsprozess ist beim geringsten der vier Anstellwinkel (hier 9°) besonders effektiv.
- Ein größerer Blatteinstellwinkel (z.B. 30°) bremst die Rotation (durch den Windwiderstand der Rotorblätter), und verringert damit den Leistungsbeiwert erheblich, egal bei welcher der drei Windgeschwindigkeiten.
- Bei einer Vergrößerung des Anstellwinkels um 3° auf 12° ist die Energieausbeute bei einer geringeren Windgeschwindigkeit (5m/s) relativ hoch.
- Die Ergebnisse sind auf das Rotorleistungskennfeld einer existierenden Windkraftanlage übertragbar, auch wenn sie nur einen Ausschnitt darstellen.

7. Entwicklungsperspektiven

Obwohl alle Anforderungen, die vor der Konstruktion an das Modell gestellt wurden, erfüllt sind, bietet der Windkonverter einige Möglichkeiten zur Weiterentwicklung. Das liegt vor allem daran, dass dieser Prototyp in relativ kurzer Zeit realisiert wurde und beim Bau mit möglichst einfachen Mitteln gearbeitet worden ist.

In der Konstruktion der einzelnen Komponenten liegt noch viel Entwicklungspotential. Eine Verwindung der Rotorblätter entlang der Längsachse optimiert die aerodynamischen Verhältnisse am Rotor. Die Kraftmessung mittels Bremsbacken kann durch eine einfachere Drehmomentmessung ersetzt werden. Im Rahmen eines informationstechnischen Praktikums kann eine Steuerung entwickelt werden, die den Blatteinstellwinkel der Rotorblätter an die Windgeschwindigkeit anpasst.

Der hier beschriebene Windkonverter ermöglicht den Studenten und Studentinnen durch den offenen Aufbau der Gondel einen Einblick in die Lagerung der Welle mit Axial- und Radiallagern. Die Realisation des Blattverstellmechanismus mit Kugelgelenken aus dem Modellbau, der einfache Aufbau der Drehzahlmessung und die Zuhilfenahme einfacher Hilfsmittel

wie die Libelle einer Wasserwaage zeigen, dass unkomplizierte aber zweckgerechte Mittel genügen, um Probleme bei der Konstruktion zu lösen.

Literatur

GASCH, ROBERT (HRSG.): Windkraftanlagen. Grundlage und Entwurf (3., überarb. und erw. Auflage, Stuttgart (Teubner) 1996

HAU, ERICH: Windkraftanlagen. Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, (2., überarb. und aktualisierte Aufl.), Berlin (Springer) 1996

MOLLY, JENS-PETER: Windenergie. Theorie – Anwendung – Messung (2., völlig überarb. und erw. Auflage, Karlsruhe (Müller) 1990

STACHOWIAK, HERBERT: Allgemeine Modelltheorie, Wien (Springer) 1973

WWU, Institut für Technik und ihre Didaktik: Konstruktion eines Windkonverters zur Experimentellen Ermittlung seines Betriebsverhaltens,

<http://www.uni-muenster.de/physik/td/studarb/windkonverter.pdf> (01.07.2003)

WWU, Institut für Technik und ihre Didaktik:

www.uni-muenster.de/Physik/TD/Scripte/Hein/Energiete/Uebungen/bung5.doc
(01.07.2003)

Bernd Hill

Lernerfolge durch Entdecken und Erfinden

1. Einleitung

Um den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts begegnen zu können, müssen die Lerninhalte in der Schule überdacht bzw. neu geordnet und gegebenenfalls ersetzt werden. Der besondere Schwerpunkt liegt auch auf der Konzipierung und dem Einsatz geeigneter Lernstrategien zur Wissensvermittlung und -aneignung für den Technikunterricht. Diese sollen die Kreativität der Lernenden durch problemerkennendes und -lösendes Lernen herausfordern und die Voraussetzung für selbständiges lebenslanges Lernen schaffen.

Beobachtungen und Untersuchungen im Technikunterricht zeigen, dass die Aneignung technischer Sachverhalte noch zu oft rezeptiv erfolgt, dass technisches Wissen noch viel zu oft „als fertig“ dargeboten wird und viele Ansätze zur Entwicklung des technischen Denkens im Aneignungsprozess kaum Beachtung finden. Die Lernenden erfahren vom Lehrer mitunter viel zu schnell die einzig richtige Lösung, wobei die vorwärts weisende Seite der Überwindung von Schwierigkeiten und Grenzen, von denen ein Weiterentwickeln und theoretisches Durchdringen ausgelöst werden, fehlen. Auch die für den Beginn des Lernprozesses durchaus notwendigen und typischen Widersprüche, Zweifel, Irrtümer und Umwege werden bei der Wissensaneignung noch viel zu wenig genutzt. Aber erst dadurch kommt es zum problemlösenden „Entdecken und Erfinden“ technischer Mechanismen und Sachverhalte.

Wo aber technisches Wissen sozusagen „ausgeschüttet“, vom Lernenden nicht aktiv erarbeitet wird, bleibt zumeist auch die Wissbegier und Kreativität auf der Strecke. Der Transfer- und Behaltenseffekt des erworbenen Wissens wird eingeschränkt bzw. unmöglich. Die Aufgabe der Schule besteht jedoch u. a. darin, die Kreativität, Aktivität und Selbständigkeit der Lernenden zu fördern. Die Lernenden sollen die Technik als ein bedeutendes Kulturgut des Menschen nicht bloß übernehmen, sondern sich aktiv mit ihr auseinandersetzen, selbst funktionale, konstruktive und technologische Sachverhalte und Zusammenhänge erkennen und neue Einsichten in die Welt der Technik durch Gestaltungsfähigkeit gewinnen.

In einem aktivierenden und problemorientiert angelegten Technikunterricht können die Lernenden beim Erkennen und Lösen technischer Probleme die Faszination und Freude an eigenen Entdeckungen und Erfindungen erleben. Problemorientiertes Lernen ist aktivierendes Lernen und bedeutet,

dass die Lernenden den technischen Sachverhalt entdeckend und/oder erfindend aneignen. Da die Strategie des entdeckenden Lernens vornehmlich in den naturwissenschaftlichen Fächern typisch ist, wird für den Technikunterricht die Strategie des erfindenden Lernens konzipiert (HILL 1994, 1996, 2000). Nachfolgend soll das Wesen der Strategie des erfindenden Lernens an Beispielen dargestellt werden.

2. Entdecken und Erfinden

Denkprozesse des Problemlösens bilden daher den Ausgangspunkt bei der aktiven Gestaltung der Umwelt. Wenn durch Denkprozesse ein naturwissenschaftliches oder technisches Problem gelöst wurde, hat der Mensch entweder eine neue Erkenntnis in Form einer Entdeckung gewonnen oder eine Konstruktion in Form einer Erfindung entwickelt. Entdeckungen und Erfindungen sind kreative Denk- und Handlungsweisen beim Lösen von Problemen in Naturwissenschaft und Technik.

In den Naturwissenschaften geht es darum, wissenschaftlich fundierte Kenntnisse über Gesetzmäßigkeiten der materiellen Welt zu gewinnen. Das Erkenntnisstreben des Naturwissenschaftlers ist grundsätzlich theorieorientiert und fragt nach der Ursache-Wirkungs-Relation. Ihm geht es daher in erster Linie nicht um die praktische Anwendung seiner Forschungsergebnisse. Entdecken bedeutet etwas wahrzunehmen, was in der objektiven Realität existiert, also die Aufdeckung bestehender, bisher aber unbekannter Gesetzmäßigkeiten oder Tatbestände in der Natur. Erfinden dagegen geht von der Zweck-Mittel-Betrachtung aus und fragt danach, welche technischen Mittel zur Realisierung bzw. Verwirklichung eines bestimmten Zweckes erfunden werden müssen. Somit ist Erfinden viel mehr als die Reproduktion der Widerspiegelung der Natur. Erfindungen sind nur im Rahmen des Naturgesetzlichen möglich. Die Naturgesetze sind daher der „Spielraum des technisch Möglichen“. Kenntnisse über Naturgesetze nützen dem Erfinder, weil dadurch sein „subjektiver Suchraum“ für neue technische Lösungen umfangreicher strukturiert ist als bei einem Menschen, dessen Wissen über naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten geringer bzw. lückenhafter ist.

Hinzu kommt das „konstruktive Element“, das die gedankliche Einheit der Widerspiegelung von natürlich Möglichem und Gesetzmäßigem über die Erkenntnis hinaus hebt und zur Materialisierung drängt.

Die Entdeckung ist typische Strategie in den Naturwissenschaften, die Erfindung ist dagegen für die Technikwissenschaften typisch. Beide sind

Ausdruck kreativen Denken und Handelns und können durch Merkmale gekennzeichnet werden.

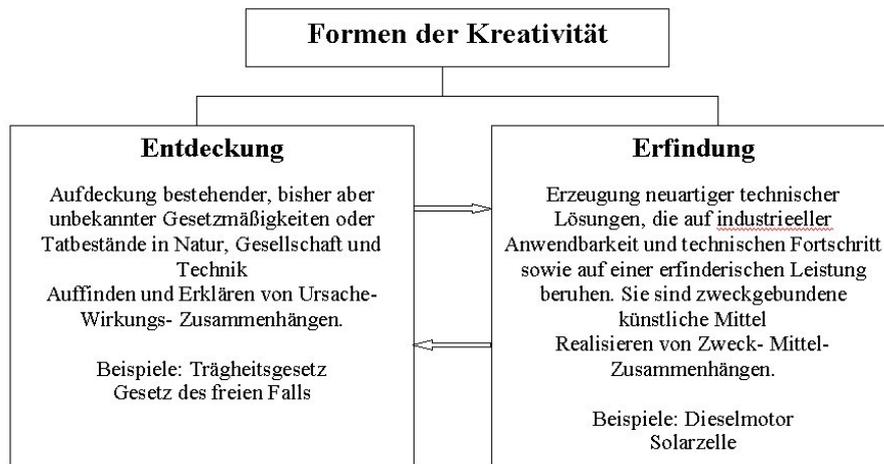


Abb. 1 Formen kreativen Denken und Handelns

Die Entdeckung setzt die objektive Existenz des zu entdeckenden und zu formulierenden Sachverhaltes oder Gesetzes voraus, die Erfindung beginnt mit dem gedanklichen Entwurf oder Plan.

Entdeckungen und Erfindungen etablieren Neues und tragen zu einer Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes bei. Erfindungen und Entdeckungen bedingen oft einander. Entdeckungen sind vielfach Quelle von Erfindungen und umgekehrt sind Erfindungen auch Quelle für Entdeckungen. So war die Entdeckung der Eigenschaften von Linsensystemen die Quelle für die Erfindung von Mikroskop und Fernrohr. Mit ihrer Hilfe konnten wiederum große Entdeckungen in Biologie und Astronomie gemacht werden. Die Erfindung es Fernrohres war die Voraussetzung für die Entdeckung des Planetensystems. Durch die Nutzung des Fernrohres war es Johannes Kepler möglich, die Planetengesetze zu formulieren. Es gibt auch eine Reihe von Beispielen die belegen, dass der Entdecker auch gleichzeitig der Erfinder war, d. h. dass unmittelbar im Anschluss an bestimmte Entdeckungen auch Erfindungen folgten. Röntgen war beispielsweise nicht nur Entdecker der Röntgenstrahlen, sondern zugleich auch der Erfinder des nach ihm benannten Röntgenapparats. Die Geschichte der Erfindungen zeigt auch, dass viele bedeutende Erfindungen nicht das Er-

gebnis des kreativen Schaffens nur eines Menschen waren. Die wichtigsten Entdeckungen und Erfindungen werden heute jedoch im Team gemacht. Die Zeit der Einzelerfinder ist aufgrund der Zunahme der Komplexität und Kompliziertheit der Probleme vorbei. Heute sind interdisziplinäre Teams mit methodisch-orientierten Denk- und Handlungsweisen zur Generierung von Erfindungen erforderlich.

Die Erfindungen Lillenthals, Watts, Ottos und Edisons sind nur die letzten, aber erfolgreichsten Schritte auf dem Weg des Entdeckens und Erfindens. Sie sind der momentane Endpunkt einer Folge vorausgegangener Erfindungen, in denen versucht wurde, das bestehende Problem auf unterschiedliche Weise zu lösen.

Beispiele aus der Geschichte von Entdeckungen und Erfindungen zeigen, dass Problemlösungen zufällig durch Anregungen oder zielgerichtet durch die Nutzung von Strategien und/oder Methoden (z. B. Analogiemethode) generiert werden können. Entdeckungen und Erfindungen durch Zufall sind nicht selten. Schon die Ägypter sollen das Bier zufällig dadurch erfunden haben, dass Brotreste in einen Wasserkrug fielen und vergoren. Die Einspritzpumpe verdanken wir Rudolf Diesel, der auf die Idee kam als er seine Frau mit einem Parfümzerstäuber hantieren sah. Die Idee zur Erfindung der Mikrowelle hatte ein Techniker, der vor einem Radargerät Schokolade schmolz. John Dunlop soll auf die Idee zur Erfindung des Luftreifens gekommen sein, als er einen Gartenschlauch sah und untersuchte. Oder Elihu Thomson, der Erfinder des Elektroschweißens, der beobachtete, dass die Drähte eines Induktors bei der plötzlichen Entladung eines starken Stromes zusammen schweißten. Diese Beispiele zeigen, dass erst eine scheinbar zufällige Anregung oder auch unzähliges „Herumprobieren“ zu einer Problemlösung führte. Parfümzerstäuber, Gartenschläuche und durch Kurzschluss verschweißte Drähte haben schon viele Menschen gesehen, aber daraus keine Erfindungen abgeleitet. Es war ihnen auch gar nicht möglich, weil ihnen dazu die Voraussetzungen und die Problemerkennntnis fehlten.

Der scheinbaren Zufälligkeit von Erfindungen und Entdeckungen geht ein intensiver, bewusster und unbewusster Denkprozess voraus. Die Lösung die zu einer Entdeckung oder Erfindung führt, wird durch eine äußere Anregung, man spricht von Analogien, ins Bewusstsein gefördert und führt zum sog. „Aha-Erlebnis“ zum „Heureka-ich hab's gefunden“. Letzteres wird bei Archimedes deutlich, der die Lösung zur Volumenbestimmung unregelmäßig geformter Körper entdeckte, als er in die Badewanne stieg und das von seinem Körper verdrängte Wasser beobachtete.

Die Analogisierung des eigenen Körpers mit einer Goldkrone setzt eine allgemeine Betrachtungsweise voraus, denn gewöhnlich sieht man zwischen diesen Dingen eher Unterschiede als Gemeinsamkeiten. Die Archimedes-Anekdote ist ein treffendes Beispiel für die ideenstimulierende Wirkung zufälliger Analogiebildung.

All diese Beispiele zeigen, dass mehr oder weniger zufällige Anregungen zur Lösung der Probleme führten. Neben diesem langwierigen, ineffektiven Weg existiert noch ein zweiter, der die Überwindung von Denkbarrieren durch gezielte und bewusste Nutzung methodischer Mittel ermöglicht. Hierbei kann der „Aha-Effekt“ bzw. die „Erleuchtung“ weitgehend planmäßig herbeigeführt werden.

Lilienthal orientierte sich bewusst am Gleitflug der Störche, analysierte Flügelprofile und setzte die Erkenntnisse über den gewölbten Flügel konsequent bei der Konstruktion der Gleitflugapparate um.

Paxton schuf nach dem Vorbild des bis zu zwei Meter Durchmesser großen Blattes der Riesenseerose die Kuppel des Londoner Kristallpalastes. Dabei leitete er von der Blattunterseite dieser Seerose das Prinzip der radialen Verrippung ab und übertrug es auf die technische Lösung.

Zur Lösungsfindung wurden durch Lilienthal und Paxton im Gegensatz zu Archimedes bewusst Analogien zu biologischen Systemen gebildet.

Problemlösungen werden hier nicht zufällig gefunden, sondern planmäßig und zielgerichtet aufgedeckt. Der Zeitaufwand beim Problemlösen kann daher durch die bewusste Nutzung analoger Lösungsmöglichkeiten erheblich gesenkt werden. Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass von den Erfindern unbewusst oder bewusst analoge Lösungen aus anderen Bereichen verwendet wurden, um Wirkprinzipien und Lösungsideen zu generieren.

Durch Einbeziehung von Methoden des Erfindens kann der Zufall zurück gedrängt und die Lösungsfindung effektiviert werden. Dies ermöglicht es, Problemlösungen planmäßig und nicht als zufallsbedingtes Ergebnis eines Denkprozesses zu erhalten.

3. Erfindendes Lernen

Untersuchungen in der Schulpraxis zeigen, dass die Erschließung von Lerninhalten am erfolgreichsten ist, wenn es dem Lehrer gelingt, die Lernenden in Problemsituationen zu versetzen. Im Prozess des Lösens von Problemen bilden sich Wissen und Erfahrungen in der kreativen Erkennt-

nistätigkeit heraus. Dabei entwickeln sich bei den Lernenden geistige Fähigkeiten und Fertigkeiten. Beim Lösen von Problemen eignen sich die Lernenden bewusstes Wissen an, das Lernen wird nachhaltiger und einsichtiger.

Die Grundaussage des erfindenden Lernens besteht darin, dass ein wirkliches Verständnis von Technik dann erreicht werden kann, wenn die Lernenden die Technik wieder erfinden. Dadurch wird der natürliche Nachahmungstrieb und Tätigkeitsdrang des Kindes, seine kreative und konstruktive Selbsttätigkeit zur Grundlage von Lernprozessen (vgl. FREINET 1981).

Das technische Objekt, welches als Aneignungsgegenstand im Technikunterricht fungiert, wird wieder in einen Problemlösungsprozess zurückgeführt, aus dem es einst entstanden ist.

Roth nennt dieses Vorgehen als Prinzip der „originalen Begegnung“, bei dem der Gegenstand in seinem Werdenprozess auf zu lösen ist (ROTH 1962, S. 123).

Auch Wagenschein's Reformansätze zum naturwissenschaftlichen Unterricht liefern die Begründung für dieses unterrichtsstrategische Vorgehen, indem er aufführt, dass „die Genese eines problematischen Sachverhalts die Basis liefert für das Erkennen des fertigen Gesetzes durch die Lernenden“ (WAGENSCHN 1965, S. 274).

Klafki weist darauf hin, dass „Lernen in seinem Kern entdeckendes, erfindendes und nacherfindendes Lernen sein muss“ (KLAFKI 1985, S. 46).

Der Aneignungszugang zum technischen System erfolgt beim erfindenden Lernen nicht von der vorhandenen Struktur des Systems her, sondern von seiner Entstehung und Entwicklung. Auf diesen Zusammenhang hat schon Aristoteles hingewiesen, dass dann das Wesen der Dinge begreifbar wird, wenn deren Ursprung und Entwicklung gelehrt wird.

Unter erfindenden Lernen wird das „Nacherfinden“ als weitgehendes Selbstfinden bzw. –entwickeln von technischen Lösungen verstanden, hinter denen der technische Sachverhalt als Aneignungsgegenstand verborgen ist. Was sich die Lernenden an Sachwissen aneignen sollen, wird also als Unbekanntes in Form eines technischen Problems dargeboten. Dieses soll durch die Anwendung von Strategie- und Methodenwissen aufgedeckt und dadurch effektiv angeeignet werden.

Erfindendes Lernen ist eine entwicklungsbezogene Herangehensweise an die Technik. Aus der „Nacherfindung“ des technischen Objektes resultiert die Einsicht in dessen Struktur und Funktion. Erfindendes Lernen ermöglicht nicht nur die Technik in ihrer Entstehung und Entwicklung zu begrei-

fen, sondern führt auch dazu, dass der Lernende nicht nur seine eigene Betroffenheit in diesem Prozess erkennt, sondern auch aktiv an dessen Gestaltung mitwirken kann.

Ein auf erfindendes Lernen ausgerichteter Technikunterricht würde die innere Logik des Unterrichtsstoffes besser verdeutlichen und den Zusammenhang zwischen Erkennen und Erkenntnis bzw. Problemsituation und Problemlösung aufhellen. Begreiflich wird dabei auch, dass die Lernenden bei der erfolgreichen Lösung von Problemen Freude und Stolz an den eigenen „Erfindungen“ erleben. Das Lernen wird dadurch interessanter und abwechslungsreicher. Das erfindende Lernen schließt im Technikunterricht das Entdecken, als Nachentdecken technischer Zusammenhänge, Gesetzmäßigkeiten und Sachverhalte ein. Beispielsweise können die Lernenden im Technikunterricht das Übersetzungsverhältnis eines Getriebes, das Induktionsgesetz oder auch den aerodynamischen Auftrieb nachentdecken. Hier ist das Nachentdecken Voraussetzung für das Nacherfinden eines Getriebes, Elektromotors oder funktionsfähigen Gleitflugmodells.

Sowohl beim entdeckenden als auch beim erfindenden Lernen ist das Lernen aus Problemsituationen das grundlegende Lernprinzip.

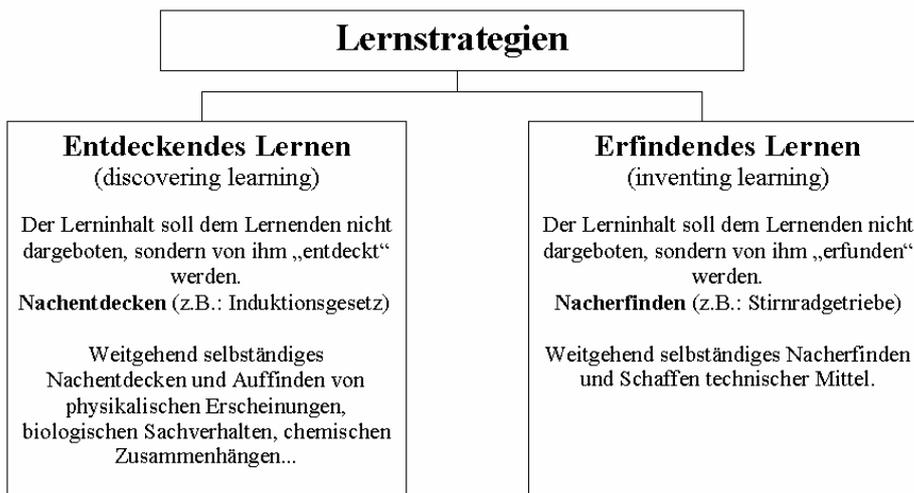


Abb. 2 Lernstrategien

Erfindendes Lernen ist deshalb so bedeutsam, weil es solche Kompetenzen verstärkt ausprägt, die in der Schule ebenso bedeutsam sind wie in der beruflichen Realität und der Alltagsbewältigung.

Lernerfolge durch Entdecken und Erfinden

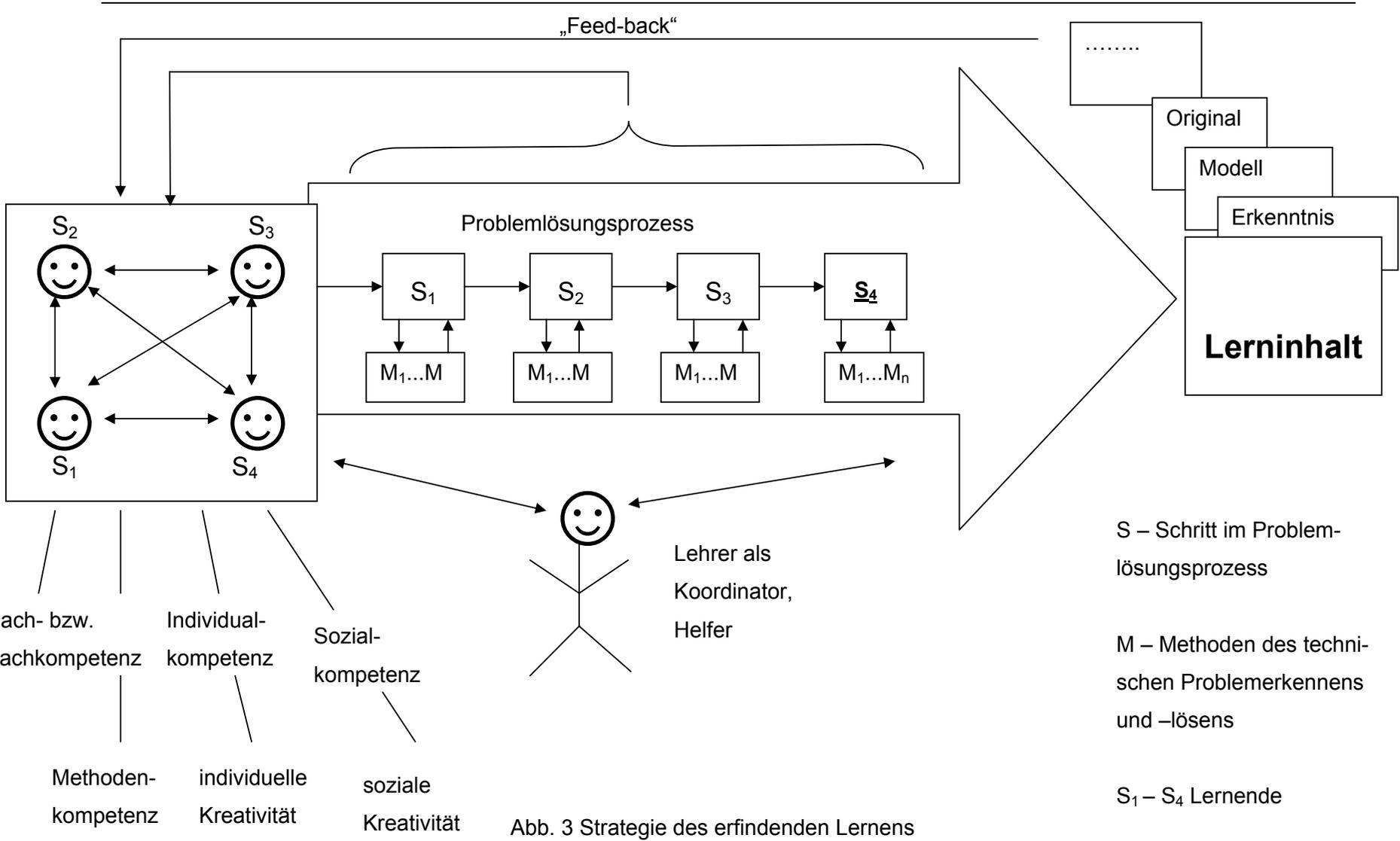


Abb. 3 Strategie des erfindenden Lernens

Erfindendes Lernen lässt die Lernenden Fragen stellen, Hypothesen zu finden und auf zu stellen, konstruktive Kritik zu üben, Verbesserungen an Konstrukten zu generieren, Lösungsalternativen aus zu denken, Experimente zu entwerfen und durchzuführen, technische Lösungen zu verwirklichen, zu testen und zu optimieren.

Zur zielgerichteten und systematischen Überführung von Problemsituationen in Problemlösungen ist Strategie- und Methodenwissen erforderlich. Strategien und Methoden des technischen Problemerkennens und –lösens stellen Heurismen als Lern- bzw. Orientierungshilfen dar, die aufgrund ihrer hohen Allgemeinheit kreative Freiräume für die Lernenden beinhalten. In konkreten Problemsituationen bzw. bei der Lösungsfindung sind diese Heurismen den Lernenden zu vermitteln, damit sie diese als Hilfen erkennen und sie durch ihre Nutzung den Lernerfolg nachhaltig beeinflussen können.

Die Lernenden bauen so ein solides anwendbares Repertoire von Methoden auf, welches das Instrumentarium darstellt, aus dem die Lernenden beim Problemlösen „schöpfen“.

Erfindendes Lernen weckt Lerninteresse und schöpferische Neugier und fördert dadurch einen aktiven, selbständigen Wissenserwerb. Lernerfolge werden erlebbar, die wiederum eine Steigerung der Lernmotivation bewirken.

Erfindendes Lernen ist eine didaktisch konzipierte Strategie, die darauf ausgerichtet ist, Lerninhalte zu problematisieren, dabei Problemsituationen zu schaffen und Heurismen als Lern- bzw. Orientierungshilfen des Lernenden im Prozess des Problemerkennens und –lösens zur Verfügung zu stellen. Heurismen sind in diesem Zusammenhang als Anweisungen mit großen Freiräumen zu verstehen, mit deren Hilfe „subjektiv und/oder objektiv Neues“ generiert werden kann bzw. methodische Regeln, um aus vorhandenem und neu erworbenem Wissen zu neuen Erkenntnissen zu gelangen. Die Untersuchung der Mechanismen des Erfindens erfolgreicher Erfinder führte zur Aufdeckung invarianter Elemente, die sich als handlungsanleitende Orientierungshilfen nutzen lassen. Es laufen in allen Erfindungs- bzw. Problemlösungsprozessen immer wiederkehrende Denkschritte ab, die sich als Muster hoher Allgemeinheit abbilden lassen. Die Analyse von Erfindungen und Vorgehensweisen der Erfinder kann also dazu beitragen, Typisches und Allgemeingültiges auf zu decken, das Wesen der Entstehung von Erfindungen in Invarianten zu beschreiben und somit als effizienten Denk- und Handlungsstil zugänglich zu machen. Solche Erkenntnisse

führen zu verallgemeinerten Heuristiken und heuristischen Regeln, die ihrerseits wieder zur Genese weiterer Erfindungen genutzt werden können.

Damit wird Erfinden weitgehend plan- und steuerbar. „Die sonst unbewusst und unkontrolliert zustande kommenden Verknüpfungen können durch geeignete Prozeduren objektiviert und damit systematisch erzeugt und intersubjektiv zugänglich gemacht werden“ (ROPOHL 1979, S. 14).

Für das erfindende Lernen ergibt sich daraus als Inhaltselement eine didaktisch aufbereitete Strategie mit dazugehörigen Methoden, die als handlungsanleitende und --regulierende Orientierungshilfen zu einer schrittweisen Reduktion der Diskrepanz von der Problemsituation zur Problemlösung führen.

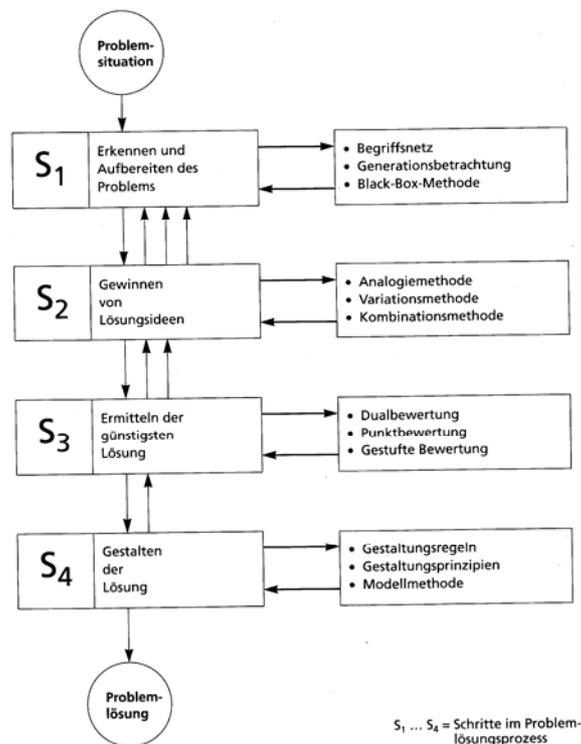


Abb. 4 Problemlösungsstrategie und die dazugehörigen Methoden

Die Strategie hilft, den Ausgangszustand-Problem-situation- in einen Zielzustand-Problem-lösung- z. B. in Form funktionserfüllender Strukturen zu transformieren.

Orientierungshilfen heuristischer Art sind dadurch gekennzeichnet, dass sie das Denken und Handeln nicht zwingend festlegen und den Lernenden nicht in seiner Entscheidungsfreiheit beeinträchtigen. Für ihre Anwendung kann jedoch keine Erfolgsgarantie gegeben werden, sondern je nach verfügbarem Wissen und Kreativitätsausprägung der Lernenden nur eine Lösungswahrscheinlichkeit. Sie weisen jedoch in eine Richtung, in der eine originelle Lösung zu erwarten ist. Methodenkompetenz liegt dann vor, wenn der Lernende Methoden entsprechend der Inhaltsstruktur des Problems auswählen kann und wie Bausteine zu einem übergeordneten Handlungsprogramm selbst zusammen stellt. Als Resultat dieses Auswahlprozesses entsteht eine linear verzweigte Methodenanordnung als operationale Struktur technickentwickelnder Denk- und Handlungsmöglichkeiten. Die Methoden unterstützen und verstärken die kreativen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Lernenden, ersetzen diese aber nicht.

Die Methoden basieren auf grundlegenden Denkopoperationen, die beim Erkennen und Lösen technischer Probleme bewusst vollzogen werden, wie:

- Analysieren und Synthetisieren
- Abstrahieren und Konkretisieren
- Vergleichen und Klassifizieren.

Erfindendes Lernen erfordert als Denk- und Handlungsprozess:

- Vorausschau, die sich im Setzen von Zielen zeigt (Antizipation der Funktion einer zu entwickelnden technischen Lösung)
- Problemsensibilität, die auf die folgerichtige Erkennung und Formulierung von Problemen beruht
- Variabilität, die sich in Lösungsalternativen ausdrückt (eine technische Funktion kann durch eine Vielzahl unterschiedlicher Strukturen realisiert werden)
- Flexibilität, die dazu führt, eingefahrene Denkwege zu verlassen und Denkbarrieren ab zu bauen
- Orientierungsfähigkeit, die effektive Vorgehensweisen einbezieht und zur Strategiebildung führt.

Diese Komponenten liegen in ihrer Gesamtheit der Kreativität zu grunde, die beim erfindenden Lernen durch die Lernenden trainiert werden können.

Das bewusste Erlernen von Problemlösungsstrategien in Verbindung mit Methoden in konkreten Problemsituationen ist genauso bedeutsam wie das durch sie erzielte Ergebnis in Form anwendbaren technischen Sachwissens. Indem die Lernenden Methodenkompetenz erwerben, gewinnen sie die Einsicht, dass mit ihrer Hilfe die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, wie effektiver gelernt werden kann.

4 Beispiel: Entwickeln von Bootmodellen mit Flossenantrieb

4.1 Einführung

Das Unterrichtsthema Bootsmodelle mit Flossenantrieb wird im Technikunterricht projektartig durchgeführt. Die Projektphasen werden dabei mit den Schritten des technischen Problemlösungsprozesses gekoppelt. Im Handlungsfeld Transport und Verkehr setzen sich die Lernenden u. a. mit Fahrzeugantriebssystemen auseinander. Fächerübergreifendes Arbeiten, z. B. mit dem Biologieunterricht, ist darauf gerichtet, die lebende Natur als Lösungshilfe zielgerichtet und systematisch zu nutzen. Wird der Schiffsantrieb unter bionischem Aspekt, also als Lernen von der Natur für die Technik betrachtet, so bietet sich die effiziente Fortbewegung durch Flossen bei Fischen und Meeressäugern an. Da die funktionelle Vereinigung von Motor und Getriebe in der Natur in Form des Muskelgewebes vorliegt, muss von den Lernenden das Problem der Bewegungsübertragung und –umformung mit technischen Mitteln gelöst werden. Nachfolgen soll der Problemlösungsprozess und die dazu notwendigen Methoden (HILL 2001), der bei der Aneignung und Anwendung zur Ausprägung von Methodenkompetenz dient, am Beispiel der Entwicklung des Flossenantriebs aufgezeigt werden.

Problemsituation:

Boote mit Schraubenantrieb zerstören in Flachgewässern die Wasserflora und können durch Verwirbelungen und Schraubenkontakt Wasserlebewesen gefährden. Für die touristische Erschließung von tier- und pflanzenreichen Flachwasserzonen in einem Seengebiet soll ein umweltfreundlicher Bootsantrieb eingesetzt werden.

Problemstellung:

Entwickle eine technische Lösung für einen verwirbelungsmindernden Bootsantrieb.

Anforderungen:

- hoher Wirkungsgrad
- Umweltfreundlichkeit durch Minderung der Verwirbelung
- robuste Konstruktion.

4.2 Erkennen und Aufbereiten des Problems (1)

Dieser Schritt dient zur Problemstrukturierung und –präzisierung. Hier werden Informationen über den Problemgegenstand „zusammen getragen“ und geordnet sowie Anforderungen und Bedingungen aus mehrdimensionaler Sicht ermittelt. Mit Hilfe der Black-Box-Methode kann die Getriebe-funktion ermittelt werden.

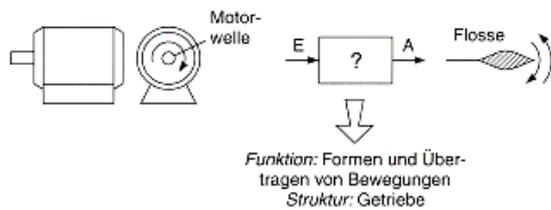


Abb. 5 Black-Box-Darstellung zum Flossenantrieb

Durch Gegenüberstellung von Schrauben- und Flossenantrieb bezogen auf die Kriterien Wirkungsgrad, Geräuschbelastung, Verwirbelungsgrad, Adaptionsvermögen und Herstellungsaufwand, werden mit den Lernenden die Vorteile des Flossenantriebs herausgearbeitet.

Fisch				Schiff
Muskulatur		Antriebsorgan		Motor
Wirbelsäule		Übertragungsorgan		Getriebe
Flosse (flexibel)		Wirkorgan		Schraube (starr)
über 80 % z. B.: Thunfisch		Wirkungsgrad		60 bis 70 % z. B.: Frachtschiff

Abb. 6 Flossen- und Schraubenantrieb

Die für das Modellboot notwendige Vortriebskraft F_v kann durch die Lernenden berechnet werden. Die Lernenden erkennen, dass zwei Teilprobleme zum Flossenantrieb gelöst werden müssen.

Problempräzisierung:

1. Entwicklung eines geeigneten Getriebes zur Umformung der rotierenden Wellenbewegung des Elektromotors in eine Schwingbewegung der Flosse
2. Entwicklung einer flexiblen Flosse sowie einer leicht handhabbaren Flossenhaltung zwecks Flossenwechsel, um verschiedene Flossenformen und –materialien im Wasserkanal zu testen.

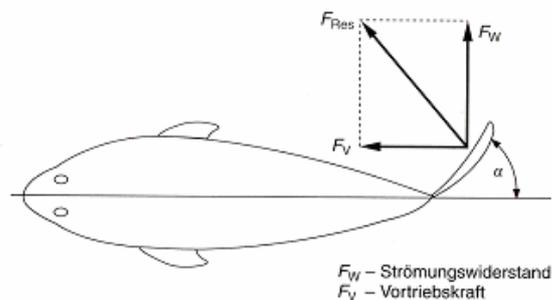
4.3 Gewinnen von Lösungsideen

Für das erste Teilproblem der Bewegungsumformung konnte über Analogiebetrachtungen das Schubkurbelgetriebe ausgewählt werden. Durch Einbeziehung des Übersetzungsverhältnisses erfahren die Lernenden, wie die relativ hohe Drehzahl der Motorwelle in eine geringe Drehzahl für das Wirkorgan Flosse zu reduzieren ist. Zunächst fertigen die Lernenden ein entsprechendes Flachmodell des Getriebes aus Pappe an und ermitteln, welche konstruktiven Veränderungen zur Vergrößerung bzw. Verkleinerung des Ausschlagwinkels der Flosse führen.

Die Lernenden machen sich mit den Arten der Schwimmbewegungen von Fischen und Meeressäugern vertraut und lernen deren naturwissenschaftlichen Wirkungsbedingungen kennen. Entdeckend lernen sie das Wirkprinzip der Fortbewegung durch Flossenschlag kennen und erfinden auf dessen Grundlage den Flossenantrieb. Die Lernenden analysieren verschiedene Schwanzflossensysteme von Fischen und Meeressäugern, erkennen so das Fortbewegungsprinzip und übertragen dieses durch Variation und/oder Kombination zu Grunde liegender Strukturelemente hinsichtlich mehrdimensionaler Anforderungen auf technische Flossenantriebe. In diesem Zusammenhang variieren sie Form, Größe und Material der Flossen und testen diese im Experiment. Mit Hilfe der Analogiemethode kann die Lösungssuche so effektiviert werden:

1. Festlegen der gewollten technischen Funktion (Fortbewegen im Medium Wasser durch Flossenschlag)
2. Ermitteln von Vorbildern, die diese Funktion erfüllen (z. B. Aal, Hecht, Forelle, Kofferfisch, Delfin und Wal).

3. Aufdecken des Wirkprinzips (Vortrieb durch Kraftstoß, Erzeugung des Massepaketes an der Schwanzflosse und die an ihr angreifenden Kräfte)



Formatiert: Nummerierung und Aufzählungszeichen

Abb. 7 Kräfte an der Schwanzflosse

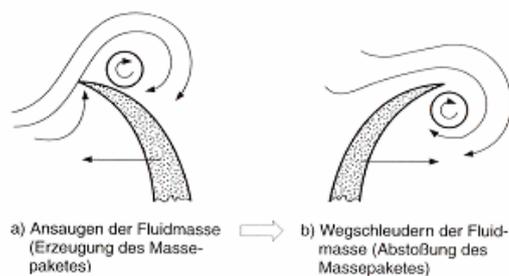


Abb. 8 Massepaket an der Schwanzflosse

4. Übertragen der gewonnenen Erkenntnisse auf das zu lösende Problem (Erzeugen verschiedener Varianten von Flossenformen und Anpassen an den Bootskörper)

Im Schritt 3: Ermitteln der günstigsten Lösung werden von den Lernenden bei der Durchführung von Experimenten verschiedene Flossenformen, -größen, und -materialien in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Modellbootes getestet. Außerdem werden die verschiedenen Varianten des Flossenantriebs bewertet (Punktbewertung) und im Ergebnis der Test die günstige Lösung ausgewählt, die den aufgestellten Bewertungskriterien am besten entspricht.

Der Schritt 4: Gestalten der ausgewählten Lösung ist auf die Ausarbeitung der Lösung und auf die Dimensionierung der Bauteile des Modellbootes mit dem optimierten Flossenantrieb gerichtet.

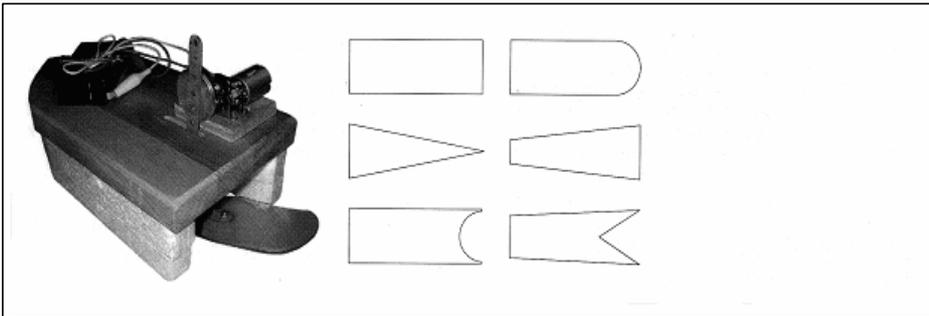


Abb. 9 Flossenboot mit verschiedenen Flossenformen

Das Projekt Flossenantrieb kann so organisiert werden, dass eine Lerngruppe den horizontalen und die andere den vertikalen Flossenschlag als Antriebsmöglichkeit entwickelt. So ist es auch möglich, am Ende des Projektes einen Wettbewerb durchzuführen, der über eine Fahrstrecke im Wasserkanal zur Ermittlung des schnellsten Bootsantriebssystems führt.

Literatur

- FREINET, C. (1981): Erziehung ohne Zwang – Der Weg Celestine Freinets.-Stuttgart.
- HILL, B. (2001): Der Methodenbaukasten – Ein Kompendium von Methoden zur Erkennung und Lösung technischer Probleme.- Aachen: Shaker Verlag.
- HILL, B. (1994): Anmerkungen und Modelle zum erfindenden Lernen. In: tu - Zeitschrift für Technik im Unterricht, Villingen-Schwenningen, Heft 74, S. 5 – 10.
- HILL, B. (1996): Erfindendes Lernen als Erfolgsstrategie. In: tu - Zeitschrift für Technik im Unterricht, Villingen-Schwenningen, Heft 80, S. 27 – 31.
- HILL, B. (2000): Erfindendes Lernen und Analogiebildung. In: tu - Zeitschrift für Technik im Unterricht, Villingen-Schwenningen, Heft 95, S. 12 – 20.
- HILL, B. (2002): Von der Natur abgeschaut: Der Flossenantrieb. In tu - Zeitschrift für Technik im Unterricht, Villingen-Schwenningen, Heft 103, S. 27 – 33.
- KLAFKI, W. (1985): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik.- Weinheim: Beltz Verlag.
- ROPOHL, G. (1979): Eine Systemtheorie der Technik.- München/Wien: Hanser-Verlag.
- ROTH, H. (1966): Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens.- Hannover.
- WAGENSCHNEIDER, M. (1960): Zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: Zeitschrift für Pädagogik, 2. Beiheft, S. 77.

Gerd Höpken

Standards for Technological Literacy – Standards für allgemeine technische Bildung in den USA

1. Goals 2000: Educate America Act: Standards

Am 25. Januar 1994 verabschiedete der Kongress der USA das Gesetz "Goals 2000: Educate America Act", „um das Lernen und Lehren durch die Vorgabe eines nationalen Rahmens für eine Bildungsreform zu verbessern, zur Forschungsförderung, zur Konsensbildung und Durchführung von Änderungen am Bildungssystem, die nötig sind, um Chancengleichheit für alle Schülerinnen und Schüler und ein hohes Lernniveau zu gewährleisten, um einen Rahmen zur Überprüfung aller föderalen Bildungsprogramme zu schaffen, zur Förderung der Entwicklung und Anwendung eines unabhängigen nationalen Systems von Bildungsstandards und Zertifizierungen und für andere Zwecke.“

In zwei Änderungen (1996 und 1998) wurde das Gesetz vervollständigt, um den auf Standards basierenden Reformprozess mit Richtlinien und Förderkonzepten zu Erfolg zu verhelfen. In einer der „Ausführungsbestimmungen“ ist definiert, was unter „Standard“ zu verstehen ist:

„Was ist ein Standard?

Lernstandards beschreiben, was jeder Schüler in den wesentlichen Lernbereichen wissen und können sollte. Sie bestimmen auch, wie die Schüler ihr Wissen und Können nachweisen.“¹

Unterschieden wird dabei nach „content standard“ (inhaltlicher Standard) und „performance standard“ (Leistungsstandard).

„Zielgerichtete inhaltliche Standards sind Leitlinien für die Entwicklung lokaler Curricula und tragen dazu bei, Lehrern und Eltern wichtige Informationen über den Unterrichtserfolg zu vermitteln. Aber Standards allein erbringen nicht die wesentlichen Verbesserungen in Schülerleistung und Schulqualität, die wir brauchen.“²

Weiter heißt es:

„ ... der inhaltliche Standard ist notwendig, aber nicht ausreichend als eine Basis für die Bildungsreform. Erst wenn Schülerleistungsstandards spezifiziert werden, haben wir verifizierbare Bildungsstandards.“³ „ Leistungsstandards definieren klar, wie Schülerleistungen

auf unterschiedlichen Schulstufen und für unterschiedliche Schüler auszusehen haben. Sie beschreiben, wie gut gut genug ist im Erreichen der inhaltlichen Standards.“⁴

Ein wesentliches Merkmal dieses Gesetzes ist, dass in ihm Mittel für alle Bundesstaaten zu Verfügung gestellt werden, um diese gigantische Arbeit zu leisten.

2. Standards for Technological Literacy: Ihre Entstehung im Kontext der Entwicklung allgemeiner technischer Bildung in den USA

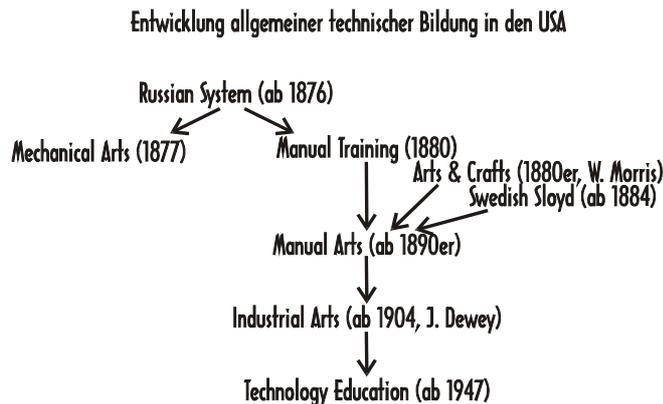


Abb. 1. Geschichte technischer Bildung in den USA

Die dokumentierten Wurzeln allgemeiner technischer Bildung (s. Abb. 1)⁵ reichen bis 1876 zurück, als das sogenannte „Russische System“ publik gemacht wurde – ein Trainingssystem für Handfertigkeiten, das in Russland erarbeitet wurde und das deswegen für die USA adaptierbar war, weil es in beiden Län-

dern kein auf ein Zunftwesen gründendes Bildungssystem für diesen Bereich gab.

Interessant für die jetzige Diskussion ist der Übergang von Industrial Arts zu Technology Education. Dieser Prozess begann 1947 mit einem Beitrag von William E. Warner mit dem Titel „A Curriculum to Reflect Technology“⁶ und fand seinen Abschluss 1981 auf der Konferenz in Jackson’s Mill, wo Lehrer und Hochschullehrer die curricularen Grundlagen zur heutigen amerikanischen Technikdidaktik legten.⁷

Allgemeine technische Bildung ist danach so definiert:

„Allgemeine technische Bildung ist ein integriertes, auf Erfahrungen gründendes Bildungsprogramm, das Schülerinnen und Schüler darauf vorbereitet, über Technik unterrichtet zu sein – ihre Entwicklung, Systeme, Technologien, Gebrauch und soziale und kulturelle Bedeutung. Sie wendet mathematische und naturwissenschaftliche Begriffe und Konzepte in solchen Bereichen wie Bauen, Produktion, Kommu-

nikation, Transport, Biotechnologie und Energie an. Schülerinnen und Schüler sollen ermuntert werden, zu entdecken, zu konstruieren, Probleme zu lösen und Lösungen anzufertigen, indem sie eine Vielzahl von Werkzeugen, Maschinen, Computersystemen, Materialien, Prozessen und technischen Systemen nutzen.“⁸

Die Standards-Bewegung kam gerade recht, um der weiteren Ausformung der Technikdidaktik Schub zu verleihen. Federführend wirkte hier die „Internationale Gesellschaft für technische Bildung“⁹ (ITEA), ein Verband mit mehr als 40.000 Mitgliedern. Da für die Erarbeitung von Standards für das Nebenfach Technik kaum staatliche Mittel verfügbar waren, bemühte ITEA sich um die Finanzierung durch andere Quellen. Die Hauptlasten wurden von der „Nationalen Stiftung für die Naturwissenschaften“¹⁰ und der NASA¹¹ getragen. Innerhalb der ITEA wurde dann das Projekt „Technology for all Americans“ unter der Leitung von William E. Dugger gegründet. Die Erarbeitung der Standards erfolgte in den folgenden Phasen:¹²

1994 – 1996:

Entwicklung der theoretischen Struktur und des Arbeitsplans

Herbst 1996 – Sommer 1997:

Beginn der Entwicklung von Standards

Herbst 1994 bis Herbst 1996:

Phase 1 . Entstehung der Publikation Rationale and Structure.

Herbst 1996 bis Sommer 1997:

Beginn der Phase 2 des Technology for all Americans Projekts. Das Standards Team beginnt mit der Entwicklung des Kerns der Technology Content Standards.

Sommer 1997 bis Herbst 1997:

Entwurf 1 der Technology Content Standards wird entwickelt und per Post, bei Anhörungen und im Internet verbreitet. Jeder hat die Möglichkeit, den Entwurf zu kommentieren.

Winter 1997 bis Sommer 1998:

Auf der Grundlage der Kommentare wird der Entwurf überarbeitet, Entwurf 2 entsteht. Dieser Entwurf wird wieder zur Diskussion gestellt. Wiederum werden Kommentare gesammelt und eingearbeitet.

Winter 1997 bis Sommer 1998:

Entwurf 3 entsteht.

Sommer 1998:

Kommentierung des 3. Entwurfs der Technology Content Standards durch Lehrer und Vertreter von Schulbehörden.

Herbst 1998:

Entwurf 3 wird abgeschlossen, zur Überarbeitung verschickt, und zusätzliche Anhörungen werden durchgeführt.

Winter 1999:

Auf der Grundlage der neuen Vorschläge entscheiden ITEA und die Projektmitarbeiter, dass das Dokument erneut überarbeitet werden soll, bevor es veröffentlicht wird.

Frühjahr 1999 bis Herbst 1999:

Das National Research Council's Standards Review Committee (SRC) wird gegründet, das mit der Aufgabe betraut wird, die Inhalte und die Struktur des Dokuments zu bewerten. Im August 1999 wird Entwurf 4 vom SRC und einem Technical Review Committee (TRC) beurteilt.

Herbst 1999

Entwurf 5 der Technology Content Standards wird entwickelt und vom SRC und der National Akademie of Engineering (NAE)³ bewertet. Entwurf 6 wird entwickelt und im Spätherbst 1999 von NRC, SRC und NAE beurteilt. Abschließende Gestaltung und Bearbeitung der Technology Content Standards.

Winter bis Frühjahr 2000

Die Technology Content Standards werden veröffentlicht und verbreitet.

Neben dem sechsköpfigen „Project Team“ unter der Leitung von William E. Dugger, das von einem Büro in Blacksburg (Virginia) hauptberuflich die Projektarbeit leitete, waren 10 weitere Gremien mit insgesamt mehr als 130 Personen an der Erarbeitung des Standards beteiligt. Felderprobungen wurden an 54 Schulen durchgeführt. Insgesamt gaben bis zur Fertigstellung etwa 1000 Personen ihre Vorschläge und Kommentare zu den Entwürfen ab.

3. Standards for Technological Literacy: Struktur und Inhalt

Die endgültige Fassung der Standards beginnt mit einem Kapitel zur Begründung allgemeiner technischer Bildung. Im zweiten Kapitel wird ein Überblick über die Standards gegeben. Dazu werden die Kriterien, nach denen die entstanden, aufgezählt. Folgende Forderungen sollen die Standards erfüllen:

- Sie zeigen auf, was Schüler in einem entsprechend ausgestatteten Technikraum lernen sollen.

- Sie sind auf den jeweiligen Entwicklungsstand der Schüler zugeschnitten.
- Sie bilden die Grundlage für die Erstellung sinnvoller, anwendbarer und klarer Curricula, sowohl auf lokaler als auch auf regionaler und Landesebene.
- Sie fördern die Verknüpfung von technischen Kenntnissen mit Lerninhalten aus anderen Fächern von der Vorschule bis zur 12. Klasse.¹³

Die einzelnen *Standards* dieses Buches sind in fünf Hauptkategorien eingeteilt, von denen jede in einem eigenen Kapitel behandelt wird.

- Charakter der Technik (Kapitel 3)
- Technik und Gesellschaft (Kapitel 4)
- Konstruktion und Gestaltung technischer Produkte (Kapitel 5)
- Fähigkeiten für das Leben in einer technischen Welt (Kapitel 6)
- Die technische Welt (Kapitel 7)
-

Jeder *Standard* wird wie folgt gegliedert dargestellt:

1. Der jeweilige Standard ist in einem Satz formuliert.
2. Es folgt eine Ausführung, in der die Intention des Standards erläutert wird.
3. Danach werden Materialien für die jeweilige Schulstufe (K-2, 3-5, 6-8, 9-12)¹⁴ vorgestellt.
4. Für jede Schulstufe werden die Standards erläutert und es werden Vorschläge gemacht, wie sie im Technikraum umgesetzt werden können.
5. Die Ausführungen zu jeder Schulstufe werden ergänzt durch eine Reihe von Leistungskriterien (in Fettdruck), die die besonderen Kenntnisse und Fähigkeiten auflisten, welche die Schüler erwerben müssen, um die genannte Anforderung zu erfüllen. Jedes Kriterium wird durch weitere Sätze (nicht in Fettdruck) erläutert und es werden Beispiele sowie zusätzliche Informationen genannt.

6. Eingeschobene Unterrichtsvorschläge, die sich in allen Kapiteln wiederfinden, sind meist in der Praxis erprobt.

Kapitel	Standardbereich
<p>3</p> <p>Die Schüler sollen ein Verständnis für das Wesen der Technik entwickeln.</p>	<p>1. Das Wesen und die Reichweite der Technik 2. Die Grundbegriffe der Technik 3. Die Wechselbeziehungen zwischen unterschiedlichen Technologien und die Verbindungen zwischen Technik und anderen Lernbereichen</p>
<p>4</p> <p>Die Schüler sollen ein Verständnis für die Zusammenhänge von Technik und Gesellschaft entwickeln.</p>	<p>4. Die kulturellen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Auswirkungen von Technik 5. Die Auswirkungen der Technik auf die Umwelt 6. Die Rolle der Gesellschaft bei der Entwicklung und Nutzung von Technik 7. Der Einfluss der Technik auf die Geschichte</p>
<p>5</p> <p>Die Schüler sollen ein Verständnis für Entwurf und Konstruktion entwickeln.</p>	<p>8. Die Besonderheiten des Konstruktionsprozesses 9. Technische Konstruktionen 10. Die Bedeutung von Fehlersuche, von Forschung und Entwicklung, Erfindung und Innovation und von Experimenten bei der Lösung von Problemen</p>
<p>6</p> <p>Schüler sollen Fähigkeiten zur Vorbereitung auf eine technische Welt erwerben.</p>	<p>11. Den Konstruktionsprozess anwenden 12. Technische Produkte nutzen und warten 13. Die Auswirkungen technischer Produkte bewerten</p>
<p>7</p> <p>Die Schüler sollen ein Verständnis für die technische Welt entwickeln.</p>	<p>14. Medizintechnik 15. Agrar- und Biotechnologie 16. Energietechnik 17. Inform.- und Kommunikationstechnik 18. Transport- und Verkehrstechnik 19. Produktionstechnik 20. Bautechnik</p>

Die einzelnen Kapitel füllen auf den folgenden 176 Seiten diese Struktur mit Inhalten. 22 „Vignetten“ (s. Abb. 2) mit eingeschobenen Unterrichtsvorschlägen von je einer Seite unterstützen und konkretisieren die Standards.

VIGNETTE	Building Something to Float
<p>This vignette presents a process used in an elementary school class to design a boat using certain requirements. It provided a simulated experience to a real-world building process. [This vignette highlights some elements of the Grades K-2 Technology Content Standards which provide connections with Standards 8, 9, 10, 11, 19, and 20.]</p>	<p>Ms. B gave her second-grade students equal size pieces of wrapping paper, aluminum foil, and wax paper. They also received clay beads, golf balls, small pebbles, marbles, and a tub of water. Ms. B then asked her students to design and make one boat that would hold nine objects and float on the water for 10 minutes.</p> <p>Before making the product, the students, with guidance from their teacher, thought about the different design options, such as which material should be used and what would be the most appropriate shape. The students then selected a shape, chose their materials, and made their boats. They tested their boats to determine which shape would hold the nine objects. After that experiment, some students tried other materials to see if they worked better, while others added more objects to determine at what point their boats would sink.</p> <p>After the test, the students identified which products held the loads. Discussion questions included: Why did one shape float and another sink? Which was the optimum design and why? What other materials would have worked? What kinds of similar products have people made at different times and places? Based on the discussions and responses to these questions, students were asked to reflect on them and draw some conclusions.</p>

Abb. 2: „Vignette“ mit Unterrichtseinheit¹⁵

Am Beispiel des Standards 11 „Schüler lernen das Konstruieren“¹⁶ soll hier beispielhaft die Struktur eines Standards für eine Schulstufe aufgezeigt werden. Der Standard 11 gehört zum Kapitel 6 „Notwendige Fähigkeiten für das Leben in einer technischen Welt“. In einem einleitenden Text wird die Bedeutung der Fähigkeiten „Den Konstruktionsprozess anwenden“, „Technische Produkte nutzen und warten“ und „Die Auswirkungen technischer Produkte bewerten“ für die Entwicklung der Menschheit in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft erörtert. Anschließend wird die Fähigkeit „den Konstruktionsprozess anwenden“ von allen Seiten beleuchtet. Es wird hervorgehoben, dass die iterativen Schritte des Konstruktionsprozesses nicht nur für Ingenieure von Bedeutung sind. Im weiteren Verlauf werden die Möglichkeiten, diese Fähigkeiten in den Klassen K – 2 zu erwerben, diskutiert. Insbesondere die verschiedenen kindgemäßen Arten der Problemlösung werden gezeigt. Erst danach werden die konkreten Standards formuliert:

„Um den Konstruktionsprozess richtig anzuwenden, sollen Schüler der Klassen K-2 fähig sein,

A. Bedürfnisse und Wünsche von Menschen zu nennen und einige Probleme auszuwählen, die durch das Konstruieren gelöst werden können. Diese Problemstellungen können aus dem Alltagsbereich stammen - beispielsweise aus der häuslichen Umwelt oder Schule.

B. ein Objekt zu konstruieren und zu fertigen. Die Schüler fertigen ein dreidimensionales Objekt, dies kann auch ein Modell des Objektes in kleinerem Maßstab sein.

C. zu untersuchen, wie Dinge hergestellt werden und wie sie verbessert werden können. Durch diese Analyse können die Schüler einen Sinn für Innovation entwickeln.“¹⁷

An diese Standards schließt sich das Unterrichtsbeispiel (Abb. 2) an.

Diese Schritte werden nun für die Klassen 3 – 5, 6 – 8 und 9 – 12 wiederholt. So lauten die Konkretisierungen z.B. für die Klassen 9 – 12: (Die Nummerierung nach dem Alphabet, die bei K – 2 mit A, B, C begann, wird dabei fortgesetzt.)

„Um konstruieren zu können, sollen die Schüler der Klassen 9 bis 12 fähig sein,

M. ein zu lösendes Konstruktionsproblem zu benennen und zu entscheiden, ob es behandelt werden soll oder nicht. ...

N. Anforderungen und Einschränkungen zu benennen und Aussagen darüber zu machen, wie sich diese auf den Konstruktionsprozess auswirken. ...

O. eine Konstruktion durch den Bau von Prototypen und Modellen zu verbessern, um Qualität, Effizienz und Leistungsfähigkeit des Endproduktes sicherzustellen. ..“¹⁸

Das Unterrichtsbeispiel hierzu sieht Konstruktion und Fertigung eines Segelbootmodells vor, das an der „America's Cup Regatta“ teilnehmen kann.

Diese Darstellung mag genügen, einen ersten Eindruck von Inhalt und Aufbau des Buches „Standards for Technological Literacy“ zu vermitteln. Da der Band (den es inzwischen auch auf Deutsch gibt¹⁹) mit 248 Seiten sehr umfangreich ist, vielleicht für Entscheidungsträger zu umfangreich, gibt es als „schnelle Information“ eine 8-seitige „Executive Summary“²⁰, die alle Standards in einer Tabelle in Kurzform enthält. Diese Tabelle ist auch als „Appendix C – Compendium“²¹ im Buch enthalten.

4. Standards zweiter Teil: Excellence in Technological Literacy

Das „Project Team Technology for All Americans“ hat nach dem Erscheinen der inhaltlichen Standards weiter gearbeitet. Im Frühjahr 2003 ist der Folgeband „Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards“²². (Auf Deutsch etwa: Steigerung der Qualität technischer Bildung: Standards für die Bewertung von Schülerleistungen, für die Lehrerbildung und für Programme technischer Bildung) Hier wird nun die Entwicklung von Leistungsstandards angegangen. Auch hierzu ist wieder eine „Executive Summary“ erschienen, die einen raschen Überblick über die Inhalte gewährt.²³

5. Amerikanische Standards – anwendbar in deutschen Schulen?

Wahrscheinlich ist die Frage so falsch gestellt. Eigentlich müsste sie heißen: Können wir es uns leisten, auf die Ergebnisse der Arbeit eines – für deutsche Verhältnisse – riesigen Pools an Experten für technische Bildung zu verzichten? Es spricht viel für die Beachtung dieser Standards auch in Deutschland.

1. Die föderale Struktur des Staates und die weitgehende kulturelle Eigenständigkeit der Bundesstaaten sind vergleichbar mit Deutschland.
2. Die Entwicklung der didaktischen Diskussion ist ähnlich wie in Deutschland: von einem Fach, das überwiegend der Entwicklung von Fähigkeiten zur Bearbeitung von Materialien diente (Werken bzw. Industrial Arts) hin zur allgemeinen technischen Bildung (Technology Education).
3. Der den Standards zugrunde liegende didaktische Ansatz ist in weiten Bereichen deckungsgleich mit dem mehrperspektivischen Ansatz in Deutschland. Wie die Berücksichtigung von kulturellem, sozialem, ökonomischen und ökologischen Kontext lassen sich auch die Handlungsfelder wiederfinden, die in den USA jedoch Systeme der Technik heißen und um Medizin- und Biotechnik ergänzt sind.
4. In beiden Ländern ist Technik ein Fach, das um seine Daseinsberechtigung kämpfen muss, jedenfalls dann, wenn es Eingang in die Stundentafel aller Schularten und -formen finden will. Hier können wir von der Strategie der Amerikaner lernen, das Fach gesellschaftlich breit zu verankern. Ein Beispiel für diese Strategie ist das Buch „Technically Speaking“²⁴ mit dem Untertitel „Warum alle Amerikaner mehr über Technik wissen müssen“, das

weiten Kreisen der Bevölkerung eindringlich die Notwendigkeit von Technik als Teil der Allgemeinbildung nahe bringen soll. Auch dieses Buch ist von einem weiten Kreis von Unterstützern finanziell und ideell gefördert worden. Als Herausgeber fungieren die Nationale Ingenieursakademie („National Academy of Engineering“), der Nationale Forschungsrat („National Research Council“) und das Komitee für allgemeine technische Bildung („Committee on Technology Education“), dem 20 Mitglieder angehören, die sich überwiegend aus Hochschullehrern aber auch aus Verbandsvertretern rekrutieren.

Anmerkungen und Literatur

¹ <http://www.ed.gov/PDFDocs/96GRpt.pdf>

² <http://www.ed.gov/pubs/G2KReforming/g2ch3.html>

³ a.a.O.

⁴ a.a.O.

⁵ vgl. <http://teched.vt.edu/ElectronicPortfolios/Schnitz.ep/TechEdHistory/HTML/Main-Page.html>

⁶ <http://www.bsu.edu/web/shhoagland/1500's-1800's.html>

⁷ a.a.O.

⁸ <http://www.techedlab.com/define.html>

⁹ <http://www.iteawww.org>

¹⁰ National Science Foundation (NSF)

¹¹ National Aeronautics and Space Administration (NASA)

¹² ITEA (Hrsg.): Standards for Technological Literacy. Reston (VA) 2000, S. 208

¹³ a.a.O., S. 13

¹⁴ K = „Kindergarten“ (am.) = Vorschule

¹⁵ ITEA (Hrsg.): Standards for Technological Literacy. Reston (VA) 2000, S. 117

¹⁶ a.a.O., S. 113 ff.

¹⁷ a.a.O., S. 116

¹⁸ a.a.O., S. 124

¹⁹ Höpken, G./Osterkamp, S./Reich, G. (Hrsg.): Standards für eine allgemeine technische Bildung. Villingen-Schwenningen 2003

²⁰ ITEA (Hrsg.): Standards for Technological Literacy. Executive Summary. Reston (VA) 2000, 8 Seiten

²¹ a.a.O., S. 211 – 214

²² ITEA (Hrsg.): Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards. Reston (VA) 2003. 146 Seiten

²³ ITEA (Hrsg.): Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards. Reston (VA) 2003. 12 Seiten

²⁴ Pearson, G./Young, A.T. (Hrsg.): Technically Speaking. Why All Americans Need to Know More about Technology. Washington 2002, 156 Seiten

Dr. Elisabeth Kővári

Die Lage der Technik als Unterrichtsfach im System des ungarischen Unterrichtswesens

1. Einleitung

Die letzten Jahrzehnte unseres abdankenden Jahrhunderts brachten eine besonders schnelle Entwicklung mit sich. Wir leben in einer wechselnden Welt, und so ändert sich auch der Mensch. Es scheint so, dass wir in zwei Sachen sicher sein können: die Änderung ist gleich, die Wachstumstempo wird immer schneller.

Nicht nur die Lebensverhältnisse der nachfolgenden Generationen unterscheiden sich immer mehr voneinander, sondern wir sind lebendige Zeugen davon, dass die Mitglieder der gleichen Generation immer öfter in sich radikal veränderte Verhältnisse geraten.

Wenn wir existieren möchten, müssen wir lernen zu ändern und den Entwicklungsvorgang auf dem Gebiet von Unterricht zu managen.

Hilft das System unserer öffentlichen Erziehung der Jugend bei der Bewältigung der Änderungen? Wie hilft der Unterricht über Technik, ein synthetisiert verwendbares, mobilisierbares Wissen zu erreichen? Bereitet die Schule auf die bevorstehende Zukunft vor? Was für Werte vermittelt die Schule?

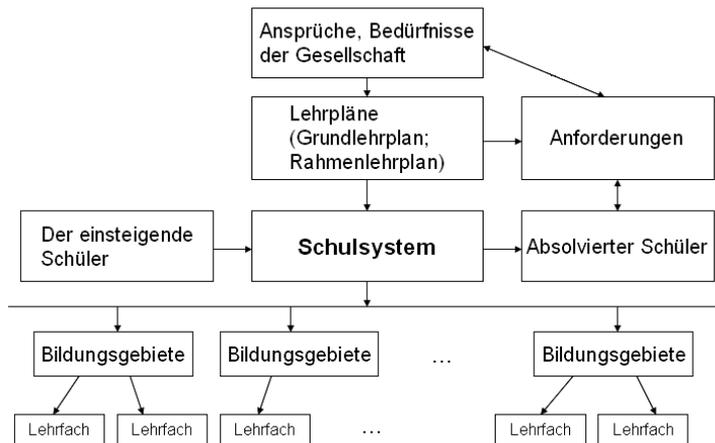
2. Der Unterricht als System

Die Wahrheit ist vielgestaltig und bildet ein einheitliches Ganzes, das nur in Zusammenhängen, mit Hilfe von Ergebnissen aller Wissenschaften und zugleich der Beschränktheit der menschlichen Erkennungsfähigkeit bewusst, erkennbar ist.

Den Unterricht betrachten wir als ein allgemeines System. Die allgemeinen Ziele des Unterrichts, die Hauptgebiete der zu übermittelnden Bildung, die inhaltliche Gliederung des Unterrichts, die Entwicklungsaufgaben schreibt der Nationale Grundlehrplan vor. Der Nationale Grundlehrplan bestimmt nach Gesellschaftsansprüchen allgemeine Entwicklungsanforderungen und betonte Entwicklungsaufgaben (Landes- und Volkskunde; Europäisches Identitätsbewusstsein; Umwelterziehung; Informations- und Kommunikationskultur; körperliche und geistliche Gesundheit; Lernen; Berufsorientierung). Die Entwicklungsinhalte ergeben die Bildungsgebiete und die dazu empfohlenen Lehrfachsystemen.

Die Bildungsgebiete sind: Ungarische Sprache und Literatur, Lebendige Fremdsprache, Mathematik, Mensch und Gesellschaft, Mensch und Natur, Unsere Erde und Umwelt, Künste, Informatik, Lebensführung und praktische Kenntnisse (Technik, Haushaltslehre, Berufsorientierung; Technik + Haushaltslehre = Technik und Lebensführung), Körperbewegung und Sport.

Die Schule ist dem Untersuchungsgesichtspunkt gemäß auf Untersysteme zerlegbar. Im gegenwärtigen Falle betrachten wir die Lehrfachstruktur als ein Teilsystem (Abb.1).



Abbildung

1

Die Gemeinschaft der Lehrfächer, als Funktionen des Teilsystems, ist in hierarchischer Ordnung den allge-meinen Zielen des Schultyps untergeordnet. Zugleich ist sie in Lehrfächer als Untersysteme zerlegbar (Abb. 2).

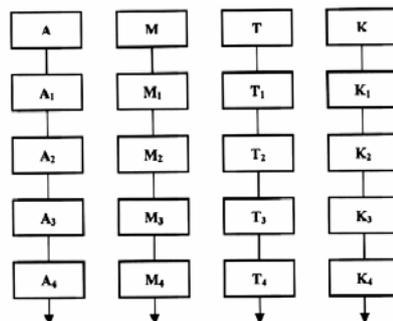


Abbildung 2

Zu den inhaltlichen Determinationen der Lehrfächer leisten die Wissenschaften den theoretischen Grund. Für die

schulischen Lehrfächer ist Multidisziplinarität charakteristisch. Das heißt, dass die Disziplinen nebeneinander existieren, ohne Ausbildung des nötigen Kontakts. Die einzelnen Lehrfächer sind nach ihrem Kenntnissystem vertikal aufgebaut. Der Lehrstoff ist linear/spiralförmig eingeordnet.

Der schulreife Schüler steigt in das Unterrichtssystem mit seinem einheitlichen Weltbild gemäß seiner Lebensaltersbesonderheit ein. Unser Unterrichtssystem zerkleinert diese einheitliche, runde kleine Wahrheit in Lehrfächer, Wissensgebiete, „Lehrstühle“, und kümmert sich kaum darum, dass die in Lehrfächer zergliederte Welt sich zu einer einheitlichen, ‚lebendigen Wahrheit‘ zusammenfügt. Auf den Scherben des in Stücke gefallenen Spiegels muss man das Ganze, die Allgemeinbildung, das verwendbare Wissen aufbauen.

Analysen der Fachliteratur beschäftigen sich mit der Notwendigkeit von integrierendem oder synthetisierendem Lehrfach, das die verschiedenen Kenntnisse, Tätigkeiten zu einer Einheit zusammenfasst, um ein Ziel oder eine Funktion zu erreichen. (NAGY, J., 1996.) In der ungarischen Fachliteratur erscheint der Anspruch von Synthetisierung nur auf prinzipieller Ebene. Beispiele für praktische Anwendung sind kaum zu finden. Aber im Lehrfachsystem ist das Lehrfach *Technik-Lebensführung* gegeben, das in seinen Zielen, Anschauungen, Methoden und alltäglichen Anwendungen synthetisierend ist und anwendungsorientiertes Wissen vermittelt.

Aus der ausländischen Fachliteratur, aus Erfahrung und Analyse wird deutlich, dass das Lehrfach *Technik-Lebensführung* dazu geeignet ist, aufgrund der Modellierung des menschlichen Schöpfungsvorgangs, lebensnahe Zusammenhänge im System von Lehrfächern zu erzeugen. (JARVIS, TINA, 1993.)

Wenn wir akzeptieren, dass sich die Lehrfächer an den Wissenschaften orientieren, dann muss die Interdisziplinarität von Technik als Wissenschaft im Techniklehrfach und in Technikunterricht erscheinen.

Interdisziplinarität bedeutet eine aktive Wechselwirkung im Interesse einer Problemlösung zwischen zwei oder mehreren Disziplinen, die ein einfacher Meinungs-austausch oder wechselseitige Integration von Konzeptionen, Methoden, Verfahren und Terminologien sein kann.

Um die eigenen Ziele und Anforderungen zu erreichen, bietet das Lehrfach *Technik-Lebensführung* ein horizontales Wissensnetz (Abb. 3).

den Schulen unterrichtet (Agrotechnik, Haushaltslehre, Verkehr, Basteln, Computertechnik).

Seit 1998 - mit der Einführung des Nationalen Grundlehrplans - wird die technische Bildung aus dem Unterricht der Altersklasse über 14 Jahren verdrängt, stattdessen werden Computertechnik, Fremdsprachen und Medienkenntnisse favorisiert.

Wegen der niedrigen Stundenzahl verliert das Lehrfach Technik den Zauber des Schöpferischen, weil es mit 1 Stunde wöchentlich nun eher ein theoretisches Lehrfach wird.

2003 wird das Bildungsgebiet „*Lebensführung, praktische Kenntnisse*“ im Nationalen Grundlehrplan aufgenommen. Im Prinzip technisch, modulförmig aufgebaut, aber die Stundenzahl des Lehrfaches ist weiterhin nicht befriedigend.

Die ungarische Bildungspolitik erkannte noch nicht, dass die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung ohne technisches Wissen undenkbar ist. Die Aneignung der Grundlagen der technischen Bildung fördert die Aneignung von mobilisierbarem Wissen.

3.2. Das Lehrfach Technik ist der Träger fundamentaler Kulturschätze

Die technische Bildung – respektive der Lehrstoff des Lehrfaches – ist ein integraler Teil der Allgemeinbildung, die nicht unter anderen Wissenschaftszweigen untergeordnet werden kann.

Auf das Zusammenleben mit technischer Umwelt in allen Lebensaltern, auf ihre vernünftige Entwicklung, auf umweltbewusste Gestaltung und auf zweckvolle menschliche Gestaltung hin sollte erzogen werden.

Die Vermittlung technischer Inhalte, wie sie im Lehrplan vom Lehrfach Technik verfasst wurden, dient der Persönlichkeitsentwicklung der Schüler und der Befähigung zu praktischer Tätigkeit.

Die Hauptgebiete der Persönlichkeitsentwicklung sind Anschauungsformung, Sinnesentwicklung, Gefühlsformung und die Gestaltung von Wille und Charakter. Bezüglich der Sinneseigenschaften ist vorwiegend auf die Wahrnehmung, Beobachtung, Aufmerksamkeit und Beobachtungsentwicklung Wert zu legen.

Über die wusste Lenkung der Aufmerksamkeit entwickeln sich die Grundfunktionen der Beobachtung zur Fähigkeit analysierenden, synthetisierenden, differenzierenden und abstrahierenden Tuns.

Bei der Fixierung von Kenntnissen, Übungen und Tätigkeiten spielen der unmittelbare Kontakt mit dem Material, das persönliche Erlebnis und die bewusste Verwendung von Assoziationsverhältnisse usw. eine große Rolle.

Für die Entfaltung der Gestaltungsfähigkeit bieten wir den Kindern immer mehr Möglichkeiten, damit sie mit Lösung von technischen Aufgaben ihre eigene Phantasie aktivieren.

Das Denken spielt nicht nur in den Tätigkeiten der Persönlichkeit und in Regelung des Verhaltens eine wesentliche Rolle, sondern auch im Vorgang des Erkennens. Deshalb müssen die Schüler zur Denktätigkeit veranlasst werden, was hauptsächlich mit problematisierenden Methoden zu erreichen ist.

Im Unterricht des Lehrfachs Technik nimmt die *Manualität* eine zentrale Position ein. Diese übernimmt beim Zusammenspiel von Muskel- und Nerventätigkeit und bei der Entwicklung der Feinmotorik der Schüler eine wichtige Rolle.

Die wichtigste Aufgabe der Lehrpläne (1978, Veränderung im Jahr 1988, Varianten von Nationalem Grundlehrplan) ist die Ausbildung der technischen Anschauung vom Kindergartenalter an bis zur Beendigung der Schule. Das bedeutet, dass in allen Klassen in altersgemäßer Stufung und Niveaus die Beobachtung, Auswertung, Modellierung und Gestaltung von technischer Umwelt stattfinden soll. Beobachtung, Analyse, Verwendung und Gestaltung erschließen den Menschen die vom Menschen gestaltete Umwelt. Dazu braucht man auch die Grundkenntnisse über die natürliche und gesellschaftliche Umwelt.

Es braucht eine fachmethodische Strategie, die eine entdeckende, bemerkende, denkende und schöpfende Persönlichkeit entwickelt.

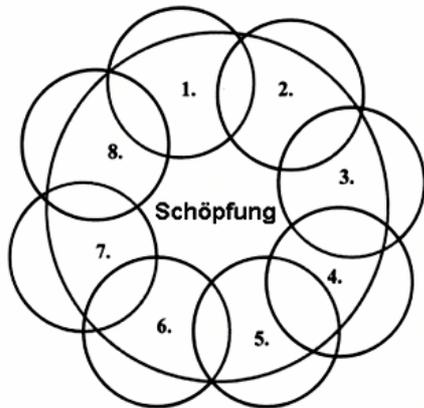
Statt aufgabenzentrierten, dirigistischen Unterrichts sollte man problemzentrierte, technische Problemreihen lösende Stunden organisieren.

3.3. Die lehrfachliche Modellierung des menschlichen Schöpfungsvorgangs

Die menschliche schöpferische Gestaltung ist ein Vorgang, der auf Teilvorgänge zerlegbar ist (Abb. 4). Kein Teil ist von den anderen abtrennbar, wie die Abbildung zeigt.

Im Lehrfach *Technik-Lebensführung* müssen die Schüler vor altersgemäße Problemsituationen gestellt werden, durch deren Lösung bzw. Auflösung

ihre Persönlichkeit reicher wird. Am zweckentsprechendsten ist, sich auf verschiedene Motivationsstände zu stützen (subjektives Interesse, intellektuelles Interesse, gesellschaftliche Nützlichkeit).



1. Die Formulierung von Anspruch und Problem;
2. Zielsetzung;
3. Planung;
4. Entscheidung;
5. Organisierung;
6. Ausführung;
7. Erprobung;
8. Auswertung

Abbildung 4

1. Anspruch-, Problemformulierung: Die Details unserer technischen Umwelt sind menschliche Schöpfungen, die zu Befriedigung menschlichen Ansprüchen oder zur Lösung menschlicher Probleme ins Leben gerufen wurden.
2. Zielsetzung: Nach der Problemformulierung wird überlegt, auf welche Art das Problem gelöst werden kann. (z.B.: Was für ein Gegenstand müsste zur Beseitigung des Mangels gefertigt werden, und was für Ansprüche könnte der Gegenstand erfüllen?)
3. Planung: Man muss zu den festgelegten Zielen Form und Größe des Gegenstandes planen. Man muss zur Funktion das geeignete Material finden. Dazu braucht man Freihand-, technische Zeichnung und zweckbestimmte Versuche. Der Prozess der Realisierung ist auch mit den nötigen Operationen und Werkzeugen zu planen.

Mathematische, muttersprachliche, umweltbezogene, technische und wirtschaftliche Kenntnisse sind auch erforderlich.

4. Entscheidung: Es ist wichtig, mehrere Planvariationen zu fertigen. In diesem Fall nämlich muss sich der Schüler für den günstigsten Plan

entscheiden.

Im Allgemeinen geschieht die Planwahl auf Grund von mathematischen, wirtschaftlichen Rechnungen, praktischen Lösungen und Umweltschutzgesichtspunkten.

5. **Organisierung:** Das bedeutet, auf die Fragen „Wer? Was? Wann?“ Antworten zu geben. Der Schüler muss an der Organisation seiner Arbeit beteiligt werden. Seine Planungsfähigkeit ist von seiner aktiven Teilnahme an der konkreten Tätigkeit abhängig.
6. **Ausführung:** Das ist das am besten ausgearbeitete Gebiet der Unterrichtsmethodik des Lehrfaches, weil es auf Traditionen aufbaut. Eine Verknüpfungen mit den anderen Lehrfächern bietet sich an: Geschichtlichkeit, Beachtung der Naturgesetze, ergonomische Gesichtspunkte und Umweltschutzüberlegungen. Das ist das vorzüglichste Gebiet der Erweiterung der modifikativen Fähigkeiten, so auch der kommunikativen, kognitiven und sozialisierenden.
7. **Erprobung:** Ihre Rolle ist das Feedback. Während der Erprobung überprüfen wir die Gesichtspunkte (Funktionen), die in der Zielsetzung festgelegt wurden.
8. **Auswertung:** Sie gibt dem Schüler die Möglichkeit, die Erfahrungen, die er während seiner Tätigkeit gesammelt hat, zu reflektieren. Sie ist aus pädagogischer Sicht eines der wichtigsten Elemente des technischen Schöpfungsprozesses.

Hier können wir den Schülern über den Erfolg ihrer Arbeit Bestätigung geben. Wir vermögen aber auch, mit Weiterdenken des Problems, mit Vorstellen neuer Funktionen, Motivation zum Weiterentwickeln und Weitermachen zu erzeugen.

3.4. Die Entwicklungsgesichtspunkte von Lehrfach Technik-Lebensführung

Den Lehrplanentwicklern und Lehrern, die die synthetisierende Auffassung bevorzugen, kann das Lehrfach *Technik-Lebensführung* in den folgenden Fällen Hilfe, Begründung und Beispiel leisten:

- Das Lernen des Kindes ist ein aktiver Vorgang: durch Tätigkeit schaffen sie neue Kenntnisse. Die Aufgaben des Faches eröffnen reichliche Möglichkeiten, denn sie beziehen die Kinder in die praktische Lösung der Probleme ein. Solche Tätigkeiten entwickeln die kognitiven und manipulativen Fertigkeiten und helfen den Kindern, die um sie herum existierende Welt zu verstehen.

- Die Herausforderungen der Technik geben den Kindern zur selbstständigen Arbeit bzw. zur Zusammenarbeit mit verschiedenen Gruppen viel Raum. Unter den Lehrfächern ist die Technik das Lehrfach, das die Gruppenarbeit der Kinder, Ideenaustausch und Arbeitsleistungsfähigkeitentwicklung binnen einer Gruppe erfordert.
- Die technischen Tätigkeiten fördern auch persönliche Fähigkeiten und solche Attitüden, wie Neugier, Kreativität, Originalität, Selbstständigkeit, Zusammenarbeit, Toleranz anderen Meinungen gegenüber, korrekte Beweisführung und Ausdauer auf. Die Technik ist nicht das einzige Gebiet, aber die einzige Sphäre, wo diese Attitüden und die persönlichen Fähigkeiten besonders wichtig sind, und sie sind in mancher Hinsicht unentbehrlich für den Erfolg.
- Eine wertvolle Intention des Unterrichts und Lernens ist das technische Problemlösen, als eine auf mehreren Stufen des Grundschullehrplanes verwendbare Methode. Das Lehrfach *Technik-Lebensführung* bietet Möglichkeiten zur Entwicklung von Problemlösungsfähigkeiten und -strategien. Sehr wichtig ist noch, dass die Problemlösung als schöpferische Möglichkeit auch dargestellt wird.
- Das Lehrfach *Technik-Lebensführung* ermutigt die Kinder, richtige, wichtige und sinnvolle Problemlösungen zu gewinnen. Diese Tätigkeiten erzeugen bei den Kinder eine innere Erziehungskraft, die sie fähig macht und motiviert, in altersgemäßen Lernsituationen die begleitende Spannung, Leistungserfolg und Lernmotivation zu erleben.
- Planung und Handlungsorganisation greifen ineinander. Dadurch werden Bewusstheit und Fähigkeit entwickelt, die die Schüler auf ein wirksames und kreatives Leben in einer technischen Gesellschaft vor zubereiten vermögen.
- Das Lehrfach *Technik-Lebensführung* bietet reiche Möglichkeiten zu der Entwicklung umfassender verbaler, visueller und informationeller Kommunikationsfähigkeiten.
- Die Technik, die das Leben der Kinder beeinflusst, veranlasst sie kritisch auf die „künstliche“ Welt zu sehen, aber auch die Vorteile zu bedenken, die Technik mit sich bringt. Die auf diesem Gebiet absolvierten Tätigkeiten ermuntern sie, zum Zweck der Gestaltung und Verbesserung ihrer nächsten Umwelt, ihre Phantasie zu nutzen.
- Das Lehrfach Technik integriert eher, als den Lehrplan zu detaillieren.

4. Zusammenfassung

Die allgemeine Aufgabe des Bildungsgebietes ist, die Orientiertheit und Kompetenz der Schüler in der das menschliche Leben bestimmenden – ständig veränderlichen, sich entwickelnden – künstlichen Umwelt zu steigern. Die Entwicklung der Umweltkompetenz vergrößert die konstruktive Lebensführungsfähigkeit der Schüler und die Tätigkeitswirksamkeit der Person, die vom gesellschaftlichen Gesichtspunkt aus auch wichtig ist.

Die Lebensführungskultur der Schüler können wir mit den folgenden Mitteln vertiefen: mit Erweiterung von im Alltag nützlichen Kenntnissen, Tätigkeiten; mit Bewusstmachen der Verknüpfungen von Natur-, Gesellschafts- und Humandimensionen; mit Hervorhebung der strukturierenden Grundkategorien von technischer Umwelt und mit der Aneignung der Elemente der Arbeitskultur (Gestaltungsvorgang, Anspruch, Planung, Entscheidung, Organisation, Ausführung, Materialkenntnis, Materialbearbeitung, Werkzeug, Operationen, Wirtschaftlichkeit, usw.).

Die eine Technik-Lebensführungskultur bestimmende Hauptgebiete sind:

- *Produktionskultur*: Stoff, Energie, Information (Ursprung, Produktion, Aufteilung, Transport, Verbrauch, Wirtschaft), Anbau- und Produktionssysteme.
- *Haushaltskultur*: Haushaltsökonomie, Haushaltstechnologien, Wohnkultur, Haushaltsgeräte und Versorgungssysteme der Haushaltsenergie.
- *Umweltkultur*: materielle Umwelt, gebaute Umweltsysteme, agrotechnische Systeme und Umweltwirtschaftung.
- *Verkehrskultur*: Verkehrssystem, Verkehrsmittel und Verkehrsregeln.
- *Wirtschaftskultur*: Planung, Budget, Quellen, Ausgabe, Gewinn, Verteilung, Zeit, Investition, die wirtschaftliche, ökologische und soziale Wirkungen der technischen Veränderung, Berufszweige und Berufsorientierung.
- *Gesundheitskultur*: Lebensführung, moderne Ernährung, Unfallvermeidung, Kleidung, Selbstversorgung, Ergonomie und Berufsschaden.
- *Verbraucherkultur*: Produktion, Produktionsstruktur, Produktanalyse, Ware, Markt, Marketing, Werbung, Handel, Verbraucherschutz, be-

wusster Verbrauch, Geldwirtschaft, Sparen, Wirtschaftlichkeit, Qualität und Sicherheit.

- *Freizeitkultur*: Bildung, Vergnügen, Unterhaltung, Spiel und persönliche Selbstverwirklichung.
- *Informationskultur*: Kommunikationssysteme, Informationssysteme, Modellierung, Messung, Steuerung und Regelung, automatisierte Systeme, Robotik und Aufnahme der technischen Neuheiten.

Literatur

BÁTHORI ZOLTÁN: Tanítás és tanulás. Budapest 1987.

BÁTHORI ZOLTÁN: Tanulók, iskolák – különbségek. Budapest 1992.

JARVIS TINA: Teaching design and technology in school. London and New York 1993.

NAT (Nationaler Grundlehrplan) 2003. OM Vitaanyag

NAGY JÓZSEF: Nevelési kézikönyv. Szeged 1996.

NAGY JÓZSEF: Tudástechnológia elméleti alapjai. Budapest 1985.

SZÚCS ERVIN: Rendszer és modell I. Budapest 1998.

Tantárgyak helyzete OKI 2002.

Wilfried Schlagenhauf

Aspekte der Entwicklung bundesweit einheitlicher Bildungsstandards für technische Bildung

1. Einleitende Hinweise: ‚Bildungsstandards‘ - ein aktuelles Thema

Seit TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) und insbesondere seit PISA (Programme for International Student Assessment) diskutiert die deutsche Allgemein- und Fachöffentlichkeit intensiv die Situation des deutschen Bildungswesens. Auch mit Blick auf die Entwicklung in anderen Ländern wird zunehmend gefordert, die bisherige Input-Steuerung unserer Bildungsinstitutionen (durch Lehrpläne, Rahmenrichtlinien usw.) in Richtung auf eine Orientierung am 'Output', an den tatsächlich erreichten Leistungen zu verändern.¹ Vor diesem Hintergrund treiben Bundesbildungsministerium und Kultusministerkonferenz derzeit eine gemeinsame Bildungsreforminitiative voran, die insbesondere die Entwicklung und Evaluation nationaler Bildungsstandards durch eine nationale Agentur und eine Bildungsberichterstattung durch einen nationalen Sachverständigenrat (den ‚Rat der Bildungsweisen‘) umfassen soll.² Es geht um die länderübergreifend verbindliche Bestimmung von Lehr-Lern-Zielen, genauer: um sogenannte 'Bildungsstandards' im Sinne von Festlegungen, welche fach- bzw. domänenspezifischen Kompetenzen die Kinder und Jugendlichen zu bestimmten Zeitpunkten des Bildungsweges mindestens erworben haben sollen.³

In der derzeitigen Umbruchssituation, in der Weichen für die Gestaltung des zukünftigen Schul-/ Bildungswesens gestellt werden, sind wir mit großer Dringlichkeit gefordert, die spezifischen Anliegen und Zielsetzungen technischer Bildung zu artikulieren und zur Geltung zu bringen.

Der Verein Deutscher Ingenieure hat den Beschluß gefaßt, sich an der Entwicklung nationaler Bildungsstandards zu beteiligen und hierzu den Ausschuss „Bildungsstandards Technische Bildung“ ins Leben gerufen. Frau Prof. Dr. Hartmann (Halle) als Vorsitzende des VDI-Bereiches ‚Technik und Bildung‘ und Herr Prof. Dr. Tyrchan (Wuppertal) als Vorsitzender des Ausschusses strukturieren und leiten das Vorhaben. Auch ich arbeite im Ausschuss mit.

Im Folgenden wende ich mich Problemaspekten zu, die aus meiner **persönlichen Sicht** im Zusammenhang mit der Thematik der Bildungsstandards von Bedeutung sind. Dabei können zwar auch Überlegungen zur Sprache kommen, die möglicherweise in die Ausschuss-Arbeit eingehen. Arbeitsergebnisse des Ausschusses werden jedoch im Folgenden nicht thematisiert.

2. Notwendige Klärungen: Bildungsstandards - Bildungsziele - Lernziele

Angesichts der Flut öffentlicher Äußerungen (Statements, Pressemitteilungen) zum Thema ‚Bildungsstandards‘ frage ich mich: Was ist das Neue daran? Die Setzung und Überprüfung von Zielen gehörte ja immer schon zu den zentralen pädagogischen Aufgaben. **KLAFKI** schreibt: „Dieses Bestimmtheit durch Norm- und Zielvorstellungen (ist) ein allgemeines Kennzeichen aller Vorgänge, die wir als ‚Erziehung‘ bezeichnen.“⁴

Zum Erziehungs- bzw. Bildungsziel kann alles werden, was als Form des Menschseins wünschenswert erscheinen mag. Die Menge denkbarer Zielbestimmungen ist deshalb prinzipiell unbegrenzt. Darüber hinaus ist wichtig: Jede Zielbeschreibung stellt ein gedanklich-sprachliches Modell dar; als solches ist es Abbild und Vorbild, antizipiert eine noch nicht existierende Realität und stellt deren Komplexität in reduzierter Form dar. Welche Persönlichkeits- und Verhaltensmerkmale ein pädagogisches Ziel erfassen soll, hängt vom Verwendungszusammenhang, von erkenntnisleitenden Interessen und ideologischen Positionen, von Menschen- und Weltbildern und damit auch von zugrundeliegenden Wertesystemen und Wertmaßstäben ab. In der Auseinandersetzung um pädagogische Ziele spiegeln sich bildungspolitische Kontroversen. Wir sollten deshalb eine General-Harmonisierung der Standpunkte nicht erwarten; dennoch erhoffe ich mir vom Fachdiskurs auch Klärungen in Richtung auf Konsensbildung.

Für die Bewältigung des Gesamtauftrags von Bildung, Erziehung, Unterricht ist ein breites Spektrum unterschiedlicher Ziele unabdingbar. Zunächst und allererst sind bildungstheoretische Reflexion und daraus erwachsende Bildungszielformulierungen notwendig.

Letztere, auf die Grundrelation der Bildung, auf das Mensch-Welt-Verhältnis nämlich, gerichtet, sind notwendig offen formuliert. Der Versuch, solche Ziele unmittelbar für Unterrichtszwecke zu nutzen, muss scheitern. Trotz-

dem sind sie keineswegs verzichtbar. Als Richtschnur und Orientierungsmarken machen sie die Bestimmung sinnvoller Zwischen- und Etappenziele erst möglich.⁵

Ein weiterer hilfreicher Gedanke kommt von **HARTMUT V. HENTIG**. Aus seiner Sicht kommt allgemeinen Bildungszielen weniger eine konstruktiv-instrumentelle als eine kritische Funktion zu: Sie fungieren als Maßstäbe, mit deren Hilfe sich die Wünschbarkeit und Legitimität von Bildungsprozessen grundlegend überhaupt diskutieren lassen.⁶

Die Festlegung von Bildungszielen ist also notwendig, sie reicht aber nicht aus. Zu groß ist die Versuchung, das Wünschenswerte ohne Rücksicht auf seine Realisierbarkeit zu formulieren. Zu Recht macht die vom Deutschen Institut für Internationale Pädagogische Forschung erstellte Expertise das „schreiende Missverhältnis“ zwischen utopischen Entwürfen einerseits und realen Möglichkeiten der Schule andererseits für den Überdross an den pädagogischen Debatten mitverantwortlich.⁷

Realitätsrückschluss in Form von Zieloperationalisierung und Verhaltensbeobachtung ist auf der Basis allgemeiner Bildungsziele schon deshalb nicht möglich, weil ein Konsens über die angemessene Operationalisierbarkeit kaum herstellbar wäre. Ohne Ergebnisprüfung aber mangelt es diesen Zielen an Handlungsrelevanz.

In der von einem möglichst breiten Konsens getragenen gemeinsamen Vereinbarung wichtiger Ziel- und Inhaltsbereiche auf einer der Erfolgskontrolle grundsätzlich zugänglichen Konkretisierungsebene sehe ich die Berechtigung und auch die Chance der Bildungsstandards.

Die Arbeit an solchen Standards sollte die Erfahrungen mit den curriculumtheoretisch orientierten Reformbestrebungen der 60er und 70er Jahre des letzten Jahrhunderts berücksichtigen. Diese scheiterten (zumindest in ihrem vollen Anspruch) nicht zuletzt daran, dass die eigenen hochgespannten Ansprüche an eine erfahrungswissenschaftlich begründete, durch und durch rational kontrollierte und legitimierte curriculare Gesamtrevision zu einer nicht beherrschbaren Systemkomplexität führten. Wir sind aufgrund dieser Erfahrung heute um einige Planbarkeitsutopien leichter und sollten daraus auch gelernt haben, dass wichtige Zielentscheidungen einschließlich ihrer ethisch-normativen Implikationen nicht problemlos an Experten-

gremien delegierbar, sondern letztlich von den im pädagogischen Verhältnis stehenden Personen zu verantworten sind.

Nach wie vor scheinen mir die Probleme der Definition und Überprüfbarkeit gerade der besonders gehaltvollen und komplexen Ziele und der Ziele etwa aus dem affektiv-motivationalen oder sozial-interaktionalen Bereich keineswegs gelöst und bedürfen deshalb besonderer Aufmerksamkeit.

Soll die auf Bildungsstandards sich stützende Reform tatsächlich zur Qualitätsverbesserung von Unterricht und Bildung beitragen, dann ist zunächst darauf zu achten, von einer unverkürzten, bildungstheoretisch reflektierten Basis auszugehen. Der fachliche Kern des Gegenstandsbereichs (hier der Technik) ist herauszuarbeiten, in seiner Ausdehnung abzumessen, gegenüber anderen Bereichen abzugrenzen und in seiner Bildungsbedeutung zu reflektieren. Da die Bestimmung konkreter Lernziele die Verständigung darüber erfordert, anhand welcher Inhalte wichtige Basisfähigkeiten erworben werden können, ist hier ein Konsens über die grundlegenden Sachverhalte und exemplarischen Problemzusammenhänge, über bedeutsame Handlungsformen und Denkoperationen dieser 'Domäne' im Diskurs herzustellen.

Trotz aller Heterogenität fachdidaktischer Positionen scheint mir die übereinstimmende Festlegung bestimmter Grundfähigkeiten und -kenntnisse dann nicht illusorisch, wenn es tatsächlich um die Festlegung von **Mindeststandards** geht. Die Ergänzung und Erweiterung in unterschiedliche Richtungen ist damit nicht ausgeschlossen.

Auf dieser Grundlage können Kompetenzerwartungen so formuliert werden, dass Ergebniskontrollen grundsätzlich möglich sind. Jedoch darf das Bestreben nach Objektivierbarkeit und Überprüfbarkeit nicht dazu verleiten, die Unterrichtsergebnisse zu feinmaschig erfassen und beeinflussen zu wollen. Damit wäre eine inakzeptable Normierung und Verengung pädagogischer Handlungs- und Entscheidungsspielräume verbunden, eine Schwächung also des entscheidend wirksamen Faktors im Lehr-Lernprozess, nämlich des Lehrers.

Kompetenzbeschreibungen enthalten (wie alle Lernziele) eine inhaltlich-materiale und eine operational-formale Komponente. Ich möchte sie im folgenden als 'Inhaltskomponente' und 'Aktivitätskomponente' bezeichnen.⁸

Diesen Teil zusammenfassend lässt sich nun feststellen: Bei der Erarbeitung von Bildungsstandards für Technische Bildung stellen sich zunächst zwei Aufgaben: 1. Die Darlegung der Spezifika des Gegenstandsbereichs und der Nachweis des besonderen Beitrages des Faches zu einer Allgemeinen Bildung. 2. Die Zusammenstellung von Kompetenzbeschreibungen, verstanden als Lernziele mittlerer Ebene, die Grundfähigkeiten und -kenntnisse jeweils im Verbund ihrer materialen und formalen Komponenten definieren.

3. Untersuchung von Beispielen für Bildungsstandards

Im folgenden will ich zwei vorliegende Beispiele für technikbezogene Bildungsstandards vorstellen und zwar mit der Absicht, die dafür in Anschlag gebrachten Systematiken auf ihre innere Schlüssigkeit und damit auch auf ihre Verwendbarkeit für die Erstellung nationaler Bildungsstandards zu prüfen.

1. Beispiel: Bildungsstandards Realschule Baden-Württemberg, Fach Technik „Bildungsplanreform 2004“⁹

Das Dokument 'Bildungsstandards für Technik' stellt zunächst 'Leitgedanken zum Kompetenzerwerb' dar. Unter Bezugnahme auf den mehrperspektivischen Didaktikansatz werden Problem- und Handlungsfelder, Zielperspektiven und auch Kompetenzerwartungen formuliert. Es handelt sich hier um das aus der Schlüsselqualifikationsdebatte kommende Kompetenzmodell, welches Fach-, Methoden-, Personal- und Sozialkompetenz unterscheidet. Der zweite Teil („Kompetenzen und Inhalte“) gibt innerhalb der einzelnen Problem- und Handlungsfelder handlungs-, wissens-, bewertungsbezogene und Berufsorientierungs-Ziele vor, die die Schüler bis Kl. 8 bzw. 10 erreicht haben müssen.

Zur beispielhaften Verdeutlichung ein Auszug:

Transport und Verkehr

Handlungsperspektive

Die Schülerinnen und Schüler haben Handlungserfahrung im Umgang mit Realobjekten oder Funktionsmodellen aus dem Bereich Transport und Verkehr (10)

Kenntnis- und Strukturperspektive

Die Schülerinnen und Schüler
- kennen die wichtigsten Komponenten von Transportsystemen und deren Funktion (10) - kennen die Wirkungsprinzipien von Verbrennungsmotoren (10) - kennen alternative Kraftstoffe und Antriebssysteme (10)
- kennen die Bedeutung der Mobilität in unserer Gesellschaft und deren ökologische Folgen (10)

Bedeutungs- und Bewertungsperspektive

Die Schülerinnen und Schüler
- können Kriterien zur begründeten Auswahl von Transportmitteln im privaten Bereich ermitteln und anwenden (10) - können die Folgen abschätzen, die durch massenhafte Herstellung, Gebrauch und Außer-Gebrauch-Nehmen von Kraftfahrzeugen entstehen (10)

Vorberufliche

Orientierungsperspektive

Die Schülerinnen und Schüler
- haben Einblicke in Berufsfelder im Bereich Transport und Verkehr erhalten und sind dadurch in der Lage, ihre beruflichen Interessen und Neigungen besser abzuschätzen (10)¹⁰

Es fällt auf, dass hier, wo es konkreter werden soll, keine der in der allgemeinen Bildungsplanpräambel oder in den fachspezifischen 'Leitgedanken' beschriebenen 'Kompetenzen' auftaucht. Offenbar erweist es sich als kaum durchführbar, überfachliche Kompetenzen, wie etwa personale oder soziale Kompetenz, die auf allgemeinerer Ebene noch formulierbar sind,¹¹ nun dahingehend zu konkretisieren, dass sie überprüft werden können.

Die zugehörigen sogenannten 'Niveauekonkretisierungen', in denen „das jeweilige Niveau und die Durchdringungstiefe eines Bildungsstandards bei der Behandlung im Unterricht an Beispielen verdeutlicht werden (soll)“¹² nehmen keinen Bezug mehr auf das herangezogene Kompetenzmodell und beschreiben ausschließlich Ziele aus dem Bereich fachlichen Wissens und Könnens. In den Beispielaufgaben kommt nicht nur das Kompetenzmodell nicht mehr zur Anwendung, sondern es werden darüber hinaus alle bedeutungs- und bewertungsbezogenen Ziele ignoriert, die bei den Bildungsstandards selbst immerhin noch vorkamen.

Das geschilderte Ergebnis der Untersuchung dieses Bildungsstandard-Entwurfs stützt meine Vermutung, dass sich das erwähnte Kompetenzmodell zwar durchaus auf hochrespektable Ziele bezieht, gerade aber für den intendierten Zweck, nämlich die Überprüfbarkeit von Lernergebnissen, nicht oder zumindest nicht gut geeignet ist. Die Kategorie der 'Kompetenz' rechtfertigt sich ja gegenüber Konkurrenz Begriffen (etwa dem Bildungsbegriff) gerade auch durch Hinweis auf die Möglichkeit der Ergebnisüberprüfung. Wo diese Kontrollmöglichkeit nicht gegeben ist, da erscheint die Verwendung des Kompetenzbegriffs überhaupt fraglich.

Deshalb erstaunt es nicht, dass sich auch die DIPF-Expertise mit Hinweis insbesondere auf lernpsychologische Erkenntnisse explizit vom Kompetenzmodell der baden-württembergischen Bildungsstandards distanziert und stattdessen Kompetenzen als „anforderungsspezifische Leistungs-Dispositionen“ identifiziert, die durch Aufbau von Wissens- und Könnensstrukturen in spezifischen Inhalts- und Erfahrungsbereichen ('Domänen') entwickelt werden. Dementsprechend stehen „die Aufgaben, Ziele, Struktur und die Ergebnisse fachlicher Lernprozesse“¹³ im Fokus des herangezogenen Kompetenzmodells.

Statt einer systematischen Kritik des 'schlüsselqualifikatorischen' Kompetenzmodells sollen an dieser Stelle zwei Anmerkungen genügen:

(1) Alle fachbezogenen Ziele werden in der Kategorie 'Fachkompetenz' untergebracht. Hier wäre ein höherer Differenzierungsgrad zur Unterscheidung etwa von kognitiven, pragmatischen und evaluativen Teilkompetenzen notwendig.

(2) Das Konstrukt 'Methodenkompetenz' scheint mir noch nicht ausreichend geklärt. Hier werden einerseits fachlich-prozessuale Ziele verfolgt,¹⁴ andererseits sollen Methoden etwa der Informationsbeschaffung oder Ergebnispräsentation vermittelt werden; zentral aber geht es diesem Konzept der 'Methodenkompetenz' darum, die Lernfähigkeit unter verschiedenen Aspekten zu entwickeln, lebenslanges Lernen anzubahnen, erfolgreiche Lernstrategien zu erwerben usw.,¹⁵ also um 'Lernkompetenz'. Damit aber nimmt dieses Teilkompetenzkonzept hochgesteckte (auto-) didaktisch-metakognitive Ziele (Kognitionen zweiter Ordnung) in den Blick. Wohl ist es richtig, dass Metakognitionen alle Lernvorgänge kontrollierend und steuernd begleiten. Die hier allerdings angezielten Fähigkeiten erfordern reflexive Abstraktion (Piaget); sie liegen auf der Ebene formal operationalen Denkens und stellen hohe Anforderungen an die Lernenden, Anforderungen, die erst auf höheren Kompetenzstufen und nur auf der Grundlage vielfältiger und flexibel verfügbarer bereichsspezifischer Kompetenzen erreichbar sind.¹⁶ Mit Bildungsstandards, die sich auf Mindestanforderungen beschränken, sind solche Ansprüche kaum verträglich.

Letztlich erweist es sich als durchaus vorteilhaft, dass die baden-württembergischen 'Bildungsstandards Technik' ihr eigenes, zunächst herangezogenes Kompetenzmodell nicht ernst nehmen. So kann es doch zu der durchaus sinnvollen und handhabbaren Zuordnung von Inhalts- und Aktivitätsangaben kommen, wie sie oben skizziert wurde. Diese Strukturierung scheint mir günstig; sie ist vom Stand des fachdidaktischen Diskurses gedeckt und stützt sich auf langjährig bewährte Strukturelemente (Problem- und Handlungsfelder - Zielperspektiven).

2. Beispiel: 'Standards for Technological Literacy' - USA

Das US-amerikanische Modell von Standards für eine allgemeine technische Bildung wird an anderer Stelle eingehend dargestellt und erläutert.¹⁷ Im folgenden genügt es deshalb, nur die für den hier vorgetragenen Zusammenhang besonders bedeutsamen Aspekte anzusprechen.

Ich greife wieder denselben Inhaltsbereich (Transport/ Verkehr) heraus, der oben schon thematisiert wurde.

Standard 18 bezieht sich auf „Kenntnisse über Verkehrstechnik und Fähigkeiten zu ihrer Auswahl und Anwendung“. Die zugehörigen ‚benchmark topics‘ entfalten nun als Leistungskriterien die Teilkompetenzniveaus von der Vorschule bis Klassenstufe 12 in hier 13 Stufen (A-M). Beispiele:

A) Die Schüler sollen lernen, dass ein Transportsystem aus vielen Teilen besteht, die zusammenwirken, um Personenbeförderung zu ermöglichen.

D) ... dass das Transportwesen es möglich macht, Menschen und Güter von einem Ort zum anderen zu befördern.

F) ...dass die Beförderung von Menschen und Gütern das Zusammenwirken von Individuen und Fahrzeugen erfordert.

M) ...sollen lernen, dass die Entwicklung mehr oder weniger intelligenter Transportsysteme von vielen Verfahren und Innovationen abhängt.

Diese Literacy-Standards können in zweifacher Hinsicht genutzt werden.

1) Zum einen ist zu prüfen, ob der vorgelegte Strukturierungsansatz vielleicht wichtige Hinweise und Anregungen zur Gestaltung von Bildungsstandards enthält.

2) Zum anderen scheint es aussichtsreich, das Material (20 Standards, konkretisiert in 288 ‚benchmark topics‘) sozusagen als Checkliste zu verwenden, um eigene Entwürfe auf Ergänzungsnotwendigkeiten hin zu überprüfen.

Zu 1): Generell sind Zielformulierungen (wie oben dargelegt) als Verbindung von Inhalts- und Aktivitätskomponenten darstellbar. Es fällt auf, dass die inhaltlich doch recht differenzierten und elaborierten US-Standards lediglich zwei Typen von Aktivitätsangaben enthalten: Wissen und Können: ‚cognitive standards‘ („what every student should know“) und ‚process standards‘ („what students should be able to do“).¹⁸ Die Standards sind vorwiegend wissensbezogen formuliert; nur drei (Nr. 11-13) von 20 Standards führen könnensbezogene Formulierungen der ‚benchmark topics‘

auf, die übrigen sind wissensbezogen. Demgegenüber erscheint es mir angebracht, die Aktivitätskomponente differenzierter auszuweisen und dagegen die Inhaltskomponente mit geringerem Auflösungsgrad zu formulieren.

Zu 2. Die Fülle des Materials enthält vielfältige Anregungen, die hier nicht im einzelnen besprochen werden können. Es fällt aber ein ganz wesentlicher Punkt auf: Es werden, insbesondere in den ersten beiden 'Hauptkategorien' („Charakter der Technik“ (Standards 1-3) und „Technik und Gesellschaft“ (Standards 4-7)) **allgemeine und grundlegende** technikbezogene Aspekte entfaltet, denen für technische Bildung große Bedeutung zukommt und die aus meiner Sicht inhaltlich zu berücksichtigen sind.

4. Schlussfolgerungen und Konsequenzen für die Erstellung nationaler Bildungsstandards 'Technische Bildung'

Meine Überlegungen laufen auf folgendes hinaus:

Es sollen einheitliche nationale Bildungsstandards für Technische Bildung formuliert werden. Diese stellen sich dar als technikbezogene Lernzieldefinitionen, die jeweils aus einer (materialen) Inhaltskomponente und einer (formalen) Aktivitätskomponente bestehen. Es muss sich um Zielformulierungen einer mittleren Abstraktionsebene handeln, einerseits konkret genug, um die spätere Unterzielsetzung, Präzisierung, Ausformung und Operationalisierung zu erleichtern und andererseits offen und allgemein genug, um für unterschiedliche adressatenspezifische und pädagogisch-didaktische Bedingungen und Schwerpunktsetzungen aussagekräftig und anwendbar zu sein und dies vor dem Hintergrund der bekannt heterogenen bundesrepublikanischen Bildungslandschaft.

Der folgende Lösungsansatz scheint mir erfolgversprechend:

Analog zum baden-württembergischen Konzept (jedoch ohne das dortige Kompetenzmodell zu übernehmen) sollen Kompetenzbeschreibungen aus der Verbindung von Problem- und Handlungsfeldern einerseits und wissens-, handlungs- und bewertungsbezogenen Aktivitätsangaben andererseits hervorgehen.

Folgende Aspekte sind m. E. ergänzend noch zu bedenken:

Allgemeine technische Bildung ist 'Bildung für alle' (**KLAFKI**), entgegen einer verbreiteten Auffassung eben nicht (nur) für den späteren Berufs-Techniker. In der Formulierung der US-Standards: „Effective democracy depends on all citizens participating in the decision-making process. Because so many decisions involve technological issues, all citizens need to be technologically literate.“¹⁹

Der Technikumfang findet zum weit überwiegenden Teil im privaten Umfeld statt. Es ist die Alltagstechnik, insbesondere Haus-, Unterhaltungs- und Freizeittechnik, die alle Menschen regelmäßig, überall und in relativ gleichartiger Weise (also 'ubiquitär') betrifft.²⁰ Aus diesem Grunde ist zu überlegen, ob als weitere Kategorie der Bereich 'Alltag und Freizeit' hinzugefügt werden sollte.²¹ Die Frage der strukturellen Passung zu den anderen Feldern, wie auch generell die Frage der Sinnhaftigkeit der Erweiterung der Liste der Problem- und Handlungsfelder ist sicherlich noch zu diskutieren.

Es erscheint mir notwendig, und darauf macht uns ja auch das amerikanische Beispiel aufmerksam, Inhalte allgemeintechnischer Art aufzunehmen. Fragen etwa des Technikbegriffs, der Charakteristika technischen Handelns, der Dimensionen und Erkenntnisperspektiven der Technik, der Grundzüge der Technisierung usw. sind aus meiner Sicht für eine das Ganze und Allgemeine der Technik erfassende Technische Bildung unverzichtbar, innerhalb der einzelnen Problem- und Handlungsfelder strukturell aber nicht angemessen zu verorten. Es scheint mir deshalb notwendig, eine solche allgemeintechnische Kategorie einzuziehen, wodurch dann allerdings eine umfassendere Bezeichnung der Inhaltsfelder erforderlich wird. Der Begriff „Erkenntnis- und Handlungsfelder“ bietet sich hierfür an. Ob man dieses Feld rein reflexiv-kontemplativ interpretiert oder ob man auch für diesen allgemeintechnischen Bereich ebenfalls handlungsbezogene Ziele darstellen kann und will, wäre noch zu klären.

Noch ist das Spektrum der zu erfassenden personalen Dispositionen nicht abschließend diskutiert. Der von der DIPF-Expertise mit Bezug auf **WEINERT (2001)** herangezogene Kompetenzbegriff, nennt außer kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten auch die damit verbundenen motivationalen, vo-

litionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten. Gerade bezüglich der letzteren stellt sich die Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen der Operationalisierbarkeit und Überprüfbarkeit.

Die Notwendigkeit der Ausdifferenzierung von Kompetenzniveaus wird weitere Fragen aufwerfen. Sicherlich kann die Einbeziehung der bekannten Ziel-Taxonomien für die Bewältigung dieser Aufgabe von Nutzen sein. Allerdings ist unbedingt zu verhindern, dass die von Bildungsstandards erhoffte Orientierungs- und Bündelungswirkung durch einen unhandlich hohen Differenzierungs- und Komplexitätsgrad wieder zunichte gemacht wird.

Zur Veranschaulichung der beschriebenen Struktur und auch zur Verdeutlichung dessen, was an Arbeit noch vor uns liegt, im Folgenden ein erster Ansatz der auf der Grundlage des Fachdiskurses inhaltlich noch zu füllen- den Matrix.

***Bildungsstandards Technische Bildung
Konzept einer Matrix domänenspezifischer Kompetenzen***

Erkenntnis- und Handlungsfelder	kognitiv Wissen - Verstehen	pragmatisch Können - Handeln	evaluativ Bewerten - Beurteilen
Technik allgemein			
Arbeit und Produktion			
Transport und Verkehr			
Versorgung und Entsorgung			
Bauen und Wohnen			
Information und Kommunikation			
Alltag und Freizeit			

Schlusswort:

Bildungsstandards allein können sicherlich als solche keine Wunderwirkung erzielen. Hilfreich können sie nur sein, wenn sie über ihre Kontrollfunktion hinaus dazu geeignet sind, einen breiten Konsens über Selbstverständnis und Grundanliegen des Faches klar herauszustellen. Dies ist gerade in Bezug auf Technische Bildung notwendig, einem Bereich, der in der Öffentlichkeit in verschiedenen Mißdeutungs- und Verzerrungsformen wahrgenommen wird (typischerweise als Teil naturwissenschaftlicher Bildung oder als 'praktisches' Fach). In diesem Sinne könnte der Entwicklung von Bildungsstandards für Technische Bildung auch eine wichtige fachstrategische und -propagandistische Funktion zukommen.

Zwingend erforderlich ist darüber hinaus die Anbindung der Standards-Diskussion an den umfassenderen Zusammenhang der Bildungs- und Erziehungsziele überhaupt. Bildungsstandards können in ihrer Domänenspezifik nicht den Anspruch erheben, das pädagogische Geschehen insgesamt zu erfassen. Sie können nur einen Ausschnitt derjenigen Ziele darstellen, die insgesamt von Schule und Elternhaus anzustreben sind und in denen sich gelungene Sozialisation, Enkulturation und Personalisation zeigen.

Ich halte es für dringend geboten, Erziehungszielen, die sich auf die Formung der Person, auf Identitätsentwicklung, auf soziale Haltungen und Gesinnungen, auf gemeindienliches Verhalten, Hilfsbereitschaft, Rücksichtnahme, wechselseitigen Respekt und Empathie beziehen, ganz erheblich größere Bedeutung einzuräumen, als dies in unserem staatlichen Schulwesen derzeit der Fall ist. Es wird darauf ankommen, die Kolleginnen und Kollegen nicht nur in ihrem Unterrichts-, sondern ebenso in ihrem Erziehungsauftrag massiv zu unterstützen. Hierzu stehen alle Sozialisations- und Enkulturationsagenturen, insbesondere die Familien, in der Pflicht.

Die Zeichen stehen derzeit nicht schlecht, für die Dringlichkeit all dieser Aufgaben sensibilisieren zu können. Diese Chancen sollten wir nutzen.

Anmerkungen

- ¹ Vgl. Klieme u.a. 2003, S. 6.
- ² Vgl. <http://www.bmbf.de/presse01/848.html>
- ³ Vgl. Klieme u.a. 2003, S. 4; vgl. auch http://www.bmbf.de/252_4452.html
- ⁴ Klafki in Klafki u.a. 1970/71, S. 15.
- ⁵ Vgl. Schmayl 1991, S. 13, 17.
- ⁶ Vgl. Hentig 1996, S. 71ff; vgl. auch Klieme u.a. 2003, S. 56.
- ⁷ Vgl. Klieme u.a. 2003, S. 50; www.dipf.de
- ⁸ Vgl. dazu auch Kath 1983, S. 145 ff.
- ⁹ www.bildungsstandards-bw.de
- ¹⁰ Vgl. Bildungsplan 2004, Realsch. Bad.-Württemberg, Bildungsstandards Technik, S.8
- ¹¹ Z.B. personal: selbstständig und zuverlässig arbeiten, eigene Ideen einbringen, umsetzen und bewerten, geschlechtsspezifisches Rollenverhalten reflektieren; sozial: hilfsbereit sein, Konflikte aushalten und sachlich austragen, sich und andere in eine Gruppe integrieren.
- ¹² Vgl. Bildungsstandards für Technik, Realschule Kl. 8, 10, Niveaunkretisierungen, Anhörungsentwurf/ Stand 8.5.2003, S. 4 / www.bildungsstandards-bw.de
- ¹³ Klieme u.a. 2003, S.112.
- ¹⁴ Z.B. „technische Objekte sachgemäß und sicherheitsbewußt bedienen“ (Bildungsplan 2004, Realschule Baden-Württemberg, Bildungsstandards Technik, S.4).
- ¹⁵ Vgl. Bildungsplanreform 2004, Baden-Württemberg, Anhörungsentwurf, Präambel, S.6); zum Begriff der Methodenkompetenz vgl. auch Bleher 2001, S. 29 ff.
- ¹⁶ Vgl. Brown in Weinert/ Kluwe 1984, S. 63; vgl. Klieme u.a. 2003, S. 65.
- ¹⁷ Vgl. den Beitrag von Gerd Höpken in diesem Band.
- ¹⁸ Standards for Technological Literacy, p.14.
- ¹⁹ www.iteawww.org/TAA/PDF/Execsum.pdf
- ²⁰ Vgl. Ropohl in Joerges 1988, S. 123.
- ²¹ Schon vor längerer Zeit schlug F. Dietsche „Freizeit und Konsumtion, Mensch und Freizeit“ als weitere Kategorie vor (vgl. Dietsche, F.: Außerschulische Lernerfahrungen mit Konstruktionsbaukästen..., Wiss. Hausarbeit, PH Freiburg, 1997).

Literatur:

- Bildungsplan 2004, Realschule Baden-Württemberg, Anhörungsfassung Mai 2003, Bildungsstandards für Technik, Kl. 8, 10; (www.bildungsstandards-bw.de)
- Bildungsstandards für Technik, Realschule Kl. 8, 10, Niveaunkretisierungen, Anhörungsentwurf/ Stand 8.5.2003; (www.bildungsstandards-bw.de)
- BLANKERTZ, HERWIG: Bildung - Bildungstheorie. In: Wulf, Christoph: Wörterbuch der Erziehung, 7. Aufl., München 1989. S. 65 ff.
- BLEHER, W.: Das Methodenrepertoire von Lehrerinnen und Lehrern des Faches Technik, Hamburg 2001.
- BREZINKA, W.: Erziehungsziele, Erziehungsmittel, Erziehungserfolg, München u.a. 1976.

BROWN, A.L.: Metakognition, Handlungskontrolle, Selbststeuerung und andere noch geheimnisvollere Mechanismen. In: Weinert, F.E.; Kluwe, R. H. (Hg.): Metakognition Motivation und Lernen, Stuttgart u.a. 1984, S. 60-109.

HENTIG, H. v.: Bildung, Darmstadt 1996.

International Technology Education Association (ed.): Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology, 2000; deutsch: Höpken, G. u.a. (Hg.): Standards für eine allgemeine technische Bildung. Villingen-Schwenningen 2003.

KATH, F.M.: Einführung in die Didaktik, Alsbach 1983.

KLAFKI, W.: Normen und Ziele in der Erziehung. In: Klafki, W. u.a.: Erziehungswissenschaft, Funkkolleg, Bd. 2, 4. Kap., Frankf. a. M. 1970/71.

KLIEME, E. U. A.: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards - Eine Expertise, Berlin 2003.

ROPOHL, G.: Zum gesellschaftstheoretischen Verständnis soziotechnischen Handelns im privaten Bereich. In: Joerges, B. (Hg.): Technik im Alltag, Frankf.a.M. 1988, S.120ff.

SCHMAYL, W.: Bildungsziele des Technikunterrichts. In: tu - Zeitschrift für Technik im Unterricht, H. 62, 1991, S. 11-17.

WEINERT, F. E. (HG.): Leistungsmessungen in Schulen, Weinheim/ Basel 2001.

WEINERT, F. E.: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert 2001 (a.a.O.), S. 17 ff.

Wiebke Schönbohm-Wilke

Berufsorientierung auf dem Prüfstand

1. Problematischer Übergang Schule - Beruf

40 Prozent der Hauptschülerinnen und Hauptschüler glauben nach einer Untersuchung der 14. Shell Jugendstudie nicht, dass ihre beruflichen Wünsche in Erfüllung gehen (14. Shell Jugendstudie 2002, S. 74). Auch die anderen 60 Prozent haben zur Zeit – realistisch betrachtet – keine rosigen Aussichten auf dem Ausbildungsmarkt. Tatsache ist, der Übergang von der Schule in die Berufsausbildung gestaltet sich in Deutschland immer schwieriger. Dies zeigt sich vor allem in der zunehmenden Anzahl nicht ausbildungsfähiger Jugendlicher sowie in der hohen Zahl der Ausbildungsabbrecher. Zum anderen offenbart sich die „Übergangsproblematik“ in dem Unvermögen Jugendlicher, nach dem Besuch der allgemein bildenden Schule eine konkrete Berufswahlentscheidung zu treffen und diese umzusetzen. Während in den 50er Jahren nur rund 5 Prozent der berufsschulpflichtigen Jugendlichen in Westdeutschland den Übergang in die Berufsausbildung durch den Besuch von schulischen Vollzeitformen verzögerten, „parkten“ Ende der 90er Jahre bereits 30 Prozent in diesen teuren staatlichen „Warteschleifen“. Als eine Ursache dieses Phänomens wird in der Literatur auch auf eine mangelnde Arbeits- und Berufsorientierung in der Sekundarstufe I hingewiesen (THOMA 2001, S. 22 ff.).

2. Die Pilotstudie des Instituts für Technische Bildung (Oldenburg)

In einer Pilot-Studie vom Institut für Technische Bildung der Universität Oldenburg wurden deshalb neun qualitative leitfadengestützte Interviews mit Lehrerinnen und Lehrern, die an Hauptschulen für den Fachbereich „Arbeit / Wirtschaft / Technik“ zuständig sind, durchgeführt und ausgewertet. Durch die Interviews, die sich auf den nördlichen Regierungsbezirk Weser-Ems (Niedersachsen) verteilen, wurden die aus Lehrersicht grundlegenden Probleme beim Übergang von der Schule in die Arbeitswelt aufgedeckt und erste Lösungsansätze skizziert. Die explorative Studie gibt Aufschluss darüber, welche berufsorientierenden Maßnahmen an Hauptschulen durchgeführt werden, wie die Lehrer ihre eigene Qualifikation einschätzen, welche Wünsche an die Arbeitswelt bestehen etc. Im Rahmen dieses Beitrages soll auch der Frage nachgegangen werden, welchen Stellenwert das Fach Technik im Rahmen der Berufsorientierung einnimmt.

3. Ergebnisse der Lehrerinterviews

3.1. Berufsorientierende Maßnahmen in Klasse 7-10

Die Lehrer wurden zunächst gebeten zu schildern, wie die Jugendlichen an Ihrer Schule auf den Übergang von der Schule in die Berufs/Arbeitswelt vorbereitet werden. Sie sollten dies exemplarisch an einem Jugendlichen verdeutlichen, der - angefangen von der 7. Klasse bis zu seinem Schulabschluss – die Schule durchläuft. Bewusst sollte durch eine sehr offene Formulierung der Frage eine frühe Eingrenzung auf lediglich ein Unterrichtsfach vermieden werden.

Insgesamt wird der frühe Kontakt der Jugendlichen mit der Berufs- und Arbeitswelt von den meisten Lehrern positiv gesehen. Eine konkrete, praxisbezogene Auseinandersetzung mit der Berufs- und Arbeitswelt findet jedoch in der 7. Klasse in der überwiegenden Mehrheit der Schulen de facto nicht statt.¹ Nur drei Schulen, die den Bereich A/W-T beziehungsweise den Projekt- und Praxisbezug als Schwerpunkt der Schule auswiesen, bieten ihren Schülern in beschränktem Umfang an 1 bis 3 Tagen Betriebsexkursionen oder Schnuppertage beim elterlichen Arbeitsplatz an. Praktika, die einen Zeitraum von einem Tag überschreiten, finden an keiner Schule statt. Inhalte der Berufs- und Arbeitswelt fließen überwiegend theoretisch in den Unterricht ein.

In der 8. Klasse bietet die Hälfte der Schulen ihren Schülern 1-3-wöchige Praktika an. Drei weitere Schulen weisen zumindest Betriebserkundungen oder eintägige Praktika (z.B. Girl's Day) aus. Lediglich eine Schule im Sample verzichtet in Klassenstufe 8 und auch in 7 völlig auf diesen Praxisbezug. In dieser Klassenstufe, in der nach Auskunft mehrerer Lehrer der „Schwerpunkt der ganzen Geschichte“ liegt, geht es nun neben der Vorbereitung auf das Praktikum vor allem um eine individuelle Berufsorientierung. Auffallend ist hier die in allen Schulen praktizierte intensive Zusammenarbeit mit der Berufsberatung des Arbeitsamtes.

In der 9. Jahrgangsstufe bildet das traditionelle Betriebspraktikum, das bis auf eine Ausnahme in allen Schulen stattfindet, den Schwerpunkt. Für die Hälfte der Schülerinnen und Schüler bedeutet dieses Praktikum nach den berufsorientierenden Maßnahmen in der 8. Klasse die zweite konkrete und über einen Schultag hinaus gehende Auseinandersetzung mit der Berufs- und Arbeitswelt. Zusätzlich zu dem 3-wöchigen Praktikum findet in einer Schule noch ein 1-wöchiges Praktikum in einer Ausbildungsstätte statt.

In der 10. Jahrgangsstufe werden - mit Ausnahme von zwei Schulen, die den Fachbereich A/W-T als Schulschwerpunkt ausgewiesen haben - keine weiteren konkreten und praxisbezogenen berufsorientierenden Maßnahmen angeboten. Vereinzelt genannt wurden Einüben von Bewerbungstechniken sowie die Sprechstunde des Berufsberaters.

Werden diese Ergebnisse mit den Defiziten verglichen, die CHUDOBA und MEIER (ARBEIT UND TECHNIK IN DER SCHULE, 8, 1997, 12, 403) in der Praxis der Berufsorientierung ausgemacht haben, so lässt sich feststellen: Praxisbezogene berufswahlvorbereitende Maßnahmen bleiben zwar in diesem Sample nicht, wie von CHUDOBA und MEIER kritisiert, weitgehend auf den Raum der Schule beschränkt, sie konzentrieren sich aber bei den Schulen, die den Fachbereich A/W-T in der Stundentafel mit einer durchschnittlichen Stundenzahl ausgewiesen haben, fast ausschließlich auf die Klassenstufen 8 und 9. Insofern können die Ergebnisse von CHUDOBA und MEIER noch ergänzt werden, da die konkreten berufsorientierenden Maßnahmen nicht nur spät starten, sondern auch früher als möglich (also vor der freiwilligen 10. Klasse) beendet werden. Der verzögerte Start verhindert eine zeitige Auseinandersetzung mit den zu diesem Zeitpunkt bereits häufig verfestigten (unrealistischen) Berufsvorstellungen der Jugendlichen. Der fast völlige Verzicht auf konkrete berufsorientierende Maßnahmen in der freiwilligen 10. Klasse wird im Zusammenhang mit einem anderen Ergebnis dieser Studie noch bedeutsam.

3.2. Phänomen „Parker“ in der Schule

Die Hälfte der Lehrer kritisierte den Missbrauch des 10. Schuljahrs als „Parkjahr“ oder „Warteschleife“. Nach den Schätzungen der Lehrer besuchen 1/3 bis 2/3 der Schüler nach der 9. Klasse die freiwillige 10. Klasse. Von diesen Schülern schaffen aber nach den Erfahrungen der Lehrer nicht einmal die Hälfte den Realschulabschluss. Je nachdem wie weit es gelingen kann, den leistungsschwachen Schülern von dem Besuch der 10. Klasse abzuraten, schwanken die geschätzten Zahlen in den einzelnen Schulen (und Klassen) zwischen 10 und 85 Prozent. Gerade vor diesem Hintergrund dürfte es sehr sinnvoll sein, auch in diesem Schuljahr verstärkt auf konkrete berufsorientierende Maßnahmen zu setzen, da das Schuljahr für diese Schüler ansonsten „ganz verloren“ scheint. Das müsste auch gerade im Interesse der (wenigen) Lehrer liegen, die angaben, in Erwartung eines Reifezuwachs oder/und einer Verbesserung des Hauptschulabschlusses den Schülern, die sich noch nicht auf eine bestimmte Berufsrich-

tung festlegen konnten, das 10. Schuljahr als Orientierungsjahr nahe zu legen.

Auszug aus Interview:

„Die Möglichkeit, hier oder dort weiter zur Schule zu gehen, wird ganz stark ausgenutzt und das ist nicht immer gut. Also ich stehe auf dem Standpunkt, die Schüler müssten ihre Chancen auf dem Arbeitsmarkt früher nutzen. Die Schüler machen sich überhaupt nicht die Mühe, sich in Klasse 9 zu bewerben. Die sagen: Oh, ich habe ja sowieso keine Chance, ich gehe noch in die 10. Klasse, - ohne überhaupt vielleicht zu wissen wieso und weshalb. Also diese Aufklärung, dass man heute mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung einen gleichwertigen Bildungsabschluss hat wie die Mittlere Reife (Realschulabschluss), das sehen die nicht. Sie könnten sich wirklich Jahre sparen, wenn sie konkreter probieren würden, in den Beruf zu kommen.“

Einige Lehrer, die die negativen Auswirkungen durch (und für) die „Parker“, wie das Absinken der individuellen Lernmotivation, das vorprogrammierte Scheitern als psychische Belastung für die Schüler, die unnötige Verlängerung der Schulzeit sowie die Schwächung des gesamten Leistungsniveaus der Klasse kritisierten, sprachen sich hingegen für feste Eingangs/Leistungsvoraussetzungen für die 10. Klasse aus.

Die Auswertung macht jedoch deutlich, dass es aus Sicht der Lehrer viele verschiedene verursachende Bedingungen gibt, die für den Missbrauch des 10. Schuljahres verantwortlich sind. Neben den individuellen schülerbezogenen Gründen (Bildungsbestrebungen, unrealistisches Einschätzen der eigenen Leistungen, Aufschieben der Berufsentscheidung, Hemmschwelle Schule-Berufsleben, Bequemlichkeit der Schüler, Informationsmangel) spielen die Eltern (mangelnde Information, Desinteresse, hohe Bildungsbestrebungen, mangelnde Unterstützung der Jugendlichen, „Verwöhnsyndrom“, mangelnder Druck des Elternhauses) sowie die Persönlichkeit des Lehrers (Einstellung zum 10. Schuljahr, mangelnde / fehlende Beratungsleistung) und der regionale Ausbildungs- und Arbeitsmarkt (mangelhaftes Angebot an Ausbildungsplätzen) eine wesentliche Rolle. Konkrete geäußerte Lösungsansätze, wie die Wiedereinführung von bestimmten Leistungsvoraussetzungen für die 10. Klasse scheinen zwar zumindest kurzfristig Abhilfe zu versprechen. Da sich dadurch aber an den Ursachen des Phänomens „Parker“ nichts ändert, ist jedoch zu vermuten, dass sich das Problem langfristig nur in eine andere Schulform (weiter) verlagert. Konzepte, die die Reduzierung der „Parker“ in der 10. Jahrgangsstufe zum

Ziel haben, sollten deshalb im Idealfall alle verursachenden Bedingungen berücksichtigen, damit sie nicht zu kurz greifen.

Das Phänomen „Parker in der 10. Klasse“ zeigt, dass die Probleme beim Übergang Schule-Beruf nicht erst im Anschluss an die Schule, sondern bereits während der Schulzeit auftreten.

3.3. Einbeziehung von Schulfächern in die Berufsorientierung

Werden die Interviews im Hinblick auf eine Implementierung der Maßnahmen zur Berufsorientierung in den Fächerkanon ausgewertet, lassen sich drei Schulgruppen erkennen. In der ersten Gruppe, in der drei Schulen vertreten sind, wird die Vorbereitung des Übergangs Schule-Beruf fast ausschließlich fachspezifisch durch das Unterrichtsfach Arbeit-Wirtschaft übernommen. Zwar kommt in der 8. und 9. Klasse auch das Fach Deutsch, beispielsweise wenn Lebensläufe und Praktikaberichte geschrieben werden müssen, zum Einsatz. Ein darüber hinaus gehender fächerübergreifender Ansatz ist jedoch nicht vorhanden. Aus den Ausführungen der Lehrer lässt sich schließen, dass insbesondere die Chancen und Einsatzmöglichkeiten des Faches Technik für die Berufsorientierung an diesen Schulen nicht erkannt werden. Geäußerte Verbesserungsvorschläge und Kritikpunkte beziehen sich deshalb in dieser Gruppe ausschließlich auf das Fach A/W oder auf allgemeine Faktoren. Genannt wurden z.B. die Forderung nach Überarbeitung von A/W-Büchern sowie nach einem stärkeren Engagement der Eltern. Kritisiert wurde u.a. der mangelnde Leistungswillen der Schüler und das unzulängliche A/W-Fortbildungsangebot im Rahmen des NLI (Niedersächsisches Landesinstitut für Schulentwicklung und Bildung).

Kennzeichnend für die zweite Schulgruppe, in der fünf Schulen vertreten sind, ist, dass zwar auch hier das Fach Arbeit/Wirtschaft überwiegend für die berufsvorbereitenden Maßnahmen zuständig ist, darüber hinaus aber auch weitere Fächer, insbesondere Technik, aber auch Mathe, Sozialkunde, Geschichte etc. eine Rolle spielen. Kritik und Verbesserungsvorschläge berühren deshalb nicht nur A/W, sondern auch ausdrücklich Technik. Genannt wurden: mangelhafte Qualifikation der Techniklehrer (im Durchschnitt gibt es nur einen ausgebildeten Techniklehrer an den Schulen), unzureichende technische Ausstattung der Schulen, unzulängliches Angebot an technischen Fortbildungsmaßnahmen im Rahmen des NLI. Den Stellenwert des Faches Technik im Rahmen der Berufsorientierung machte ein Lehrer durch die Forderung, A/W-Lehrer sollten im Idealfall auch immer Technik unterrichten, deutlich. Die Schulen dieser Gruppe sind sich der Chancen und Einsatzmöglichkeiten des Faches Technik im Rahmen der berufsvorbereitenden Maßnahmen bewusst, eine zufriedenstellende Um-

setzung dieses Anspruches kann jedoch aufgrund der genannten Mängel nicht immer gelingen.

Charakteristisch für die dritte Schulgruppe (lediglich durch eine Schule vertreten) ist das fächerübergreifende Verständnis der Berufsorientierung. Zugunsten eines projekt- und praxisorientierten Unterrichts, der in Zusammenarbeit mit vielen v.a. betrieblichen Kooperationspartnern stattfindet, wird die traditionelle Stundentafel zu großen Teilen aufgelöst. Die Praxiserfahrungen werden im Unterricht, beispielsweise in Mathe, aufgegriffen und vertieft. Die Chancen und Einsatzmöglichkeiten des Faches Technik, beispielsweise durch die Nutzung außerschulischer Lernorte, werden auf ideale Weise verwirklicht. Kritik und Verbesserungsvorschläge beziehen sich auf die Optimierung dieses Ansatzes. Beispielsweise besteht der Wunsch nach mehr Unterstützung durch weitere Kooperationspartner aus der Wirtschaft sowie nach mehr Lehrerstunden, um die zeitaufwendige Betreuung der Schüler zu gewährleisten.

3.4. Qualifikation der Lehrkräfte

Im zweiten Teil der Befragung wurden die Lehrer gebeten zu schildern, wie sie auf ihre jetzige Tätigkeit vorbereitet worden sind. Hinsichtlich der formalen Qualifikation zeigten sich große Unterschiede. Von allen Befragten hatten nur zwei das Fach Arbeit/Wirtschaft im Rahmen eines Vollzeitstudiums studiert, darunter einer zusätzlich das Fach Technik. Diese geringen Zahlen erklären sich dadurch, dass der Fachbereich A/W-T erst 1978 an den Universitäten in Niedersachsen eingeführt wurde und somit für die befragten Lehrer, die ein Durchschnittsalter von 54,9 Jahren aufwiesen, nicht mehr in Frage kam. Zwei der Befragten hatten zu einem späteren Zeitpunkt eine Zusatzausbildung absolviert.

Von den anderen 5 Befragten unterrichteten vier fachfremd, eine Lehrerin hatte zumindest Hauswirtschaft im Rahmen ihres Studiums studiert. Diese Lehrer hatten sich ihre Kenntnisse im „Do-it-yourself-Verfahren“ nach dem Prinzip „Learning by doing“ angeeignet. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Anteil fachfremd unterrichtender Lehrer im Fachbereich A/W-T trotz aller Aus- und Fortbildungsanstrengungen in der Vergangenheit noch immer unverhältnismäßig groß ist.

Die Tatsache, dass ein Großteil ihrer Kollegen die Fächer A/W und/oder Technik fachfremd unterrichten, wird von einigen Lehrern durchaus als

„Manko“ angesehen. Die mangelhafte formale Qualifikation führe zu einer defizitären Qualität des Unterrichts. Insbesondere sei das Fach Technik betroffen, weil hier ein nachträgliches Aneignen der Kompetenzen auch wegen des zeitlichen Umfangs besonders schwierig sei. Von vielen Lehrern wurde der Wunsch geäußert, dass junge ausgebildete A/W-T-Lehrer an die Schulen kommen, damit v.a. im Unterrichtsfach Technik ein vernünftiges Programm angeboten werden könne.

Es wurden von Lehrern verschiedene – teils auch bereits erfolgreich praktizierte – Lösungsvorschläge genannt, um die mangelhafte Qualifikation der Lehrer und die schlechte Ausstattung der Schule auszugleichen, z.B. eine Verlagerung des Technikunterrichts in Betriebe. Ein Großteil der geäußerten Verbesserungsmöglichkeiten bezog sich auf die Schaffung von mehr Möglichkeiten, aus der Schule „rauszukommen“. Die Anregungen konzentrierten sich vor allem auf den Punkt Weiterqualifizierung der Lehrer. Die Hälfte der Lehrer äußerte sich positiv zum Lehrerbetriebspraktikum und/oder wünscht, dass diese praxisorientierte Qualifizierungsmaßnahme wieder kontinuierlich (und dann auch verpflichtend) angeboten wird.

Zum bestehenden Fortbildungsangebot bezog die Hälfte der befragten Lehrer eine sehr kritische Position. Vor allem das unzureichende Angebot an technischen Fortbildungen wurde beklagt. Wie bei den Lehrerbetriebspraktika wird auch bei den Fortbildungen der Wunsch nach verpflichtender Teilnahme in einem bestimmten Turnus formuliert. Gerade die Lehrer, die fachfremd unterrichten, sollten in die Pflicht genommen werden. Ähnliche Ansprüche (z.B. Fortbildungspflicht für Lehrer, stärkere Praxisorientierung der Lehrerausbildung) werden nach aktuellen Untersuchungen auch von Seiten der Wirtschaft an die Lehrer gestellt (ZEDLER 2003, S.14).

4. Schlussbetrachtung

Die explorative Studie offenbart ein breites Spektrum an Handlungsbedarf im Bereich der berufsvorbereitenden Maßnahmen an Hauptschulen. Als zentrale Elemente wurden die großen Defizite in Bezug auf die Lehrerqualifikation (in A/W und T) und die mangelhafte technische Ausstattung an Schulen ermittelt. Wie sollen die Schülerinnen und Schüler den Übergang Schule-Beruf meistern, wenn ihre Lehrer nicht die Voraussetzungen zur Vermittlung des entscheidenden „Rüstzeuges“ mitbringen? Aber auch die Erkenntnis, dass das 10. Schuljahr für viele ein „Parkjahr“ darstellt, in dem

zudem keine konkreten, praxisbezogenen Auseinandersetzungen mit der Berufs- und Arbeitswelt mehr stattfinden, könnte als Ansatz für die Lösung der „Übergangsproblematik“ relevant sein. Andererseits wurde aber auch deutlich, dass sich bereits einige Schulen und Lehrer in vorbildlicher Weise um die Behebung der geschilderten Defizite bemühen.

Die Akzeptanz der breiten Lehrerschaft vorausgesetzt, kann es jetzt eigentlich „nur noch“ um die Umsetzung der aufgezeigten Kritikpunkte gehen.

Anmerkung

¹ Angesichts der niedrigen Fallzahl wird die Quantifizierung des Interviewmaterials nur unter Vorbehalt vorgenommen. Die angegebenen Zahlen und Prozentwerte dienen dazu, die gesammelten Informationen besser zu strukturieren und Tendenzen aufzuzeigen.

Literatur

BOGNER, ALEXANDER: Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung, Opladen 2002.

CHUDOBA, CHARLOTTE; MEIER, BERND: Berufswahl im biographischen Konzept. In: Arbeit und Technik in der Schule, 8(1997)12, S. 402-409.

HURRELMANN, KLAUS; ALBERT, MATHIAS: Jugend 2002. 14. Shell Jugendstudie, Fischer 2002.

THOMA, GÜNTER: Die Kluft zwischen Schule und Arbeitswelt und Ansätze zu ihrer Überwindung. In: Wirtschaft und Berufserziehung (W&B), Zeitschrift für Berufserziehung, 2001, S. 22-26.

ZEDLER, REINHARD: Förderung der Ausbildungsreife – was ist zu tun? In: Wirtschaft und Berufserziehung (W&B), Zeitschrift für Berufserziehung, 8/2003, S. 12-15.

Hartmut Sellin

Zur Validität von Modellen im Unterricht

Das hier zu diskutierende Problem der Validität von Modellen betrifft nur einen Teil des didaktischen Beziehungsgefüges von Planung und Durchführung des Unterrichts, und zwar den der Medien und im Hauptteil ebenso nur einen Ausschnitt aus einer Unterrichtseinheit. Die systematische „Verknüpfung“ (ACHTENHAGEN 2003, S. 65) der einzelnen experimentierenden Lernschritte ist an anderer Stelle beschrieben, ebenso die bildungstheoretische Begründung der Intentionalität der Unterrichtseinheit (SELLIN 2003 – IN VORBEREITUNG). Verzichtet werden muss hier auch auf die Benennung des zusätzlich und ergänzend zu den experimentierenden Phasen anzueigennenden Wissens, das insgesamt die die Unterrichtseinheit leitende Intentionalität ausmacht, nämlich „Lernende dazu zu befähigen“, wie dies CORNELIA GRÄSEL (2003, S. 83) formuliert, „informiert am gesellschaftlichen Diskurs (hier: über die Probleme der Bereitstellung und Nutzung von Energie als integralem Bestandteil einer Bildung für nachhaltige Entwicklung, H. Sellin) teilzuhaben“.

Ungeachtet dieser thematischen Eingrenzung lautet meine Ausgangsthese: Jeglicher Unterricht hat Modellcharakter (vgl. ROTH/STEIDLE 1971, SACHS/FIES 1977). Auch Originale, die in den Unterricht gebracht werden, werden durch die Situation „Lernen und Lehren“ zu Modellen. Darüber hinaus werden, als Bestandteile der Binnenstruktur des Unterrichts, ständig Modelle verwendet. Die müssen für den Unterricht ausgewählt, modifiziert oder nach besonderen Kriterien und den spezifischen Lern- oder Lehrzielen konstruiert werden. Im Bezugssystem didaktischer Reflexion sind es also die zur Planung und Durchführung des Unterrichts gehörenden Medien – korrespondierend mit Inhalten, Intentionen und Methoden. Im Folgenden wird es vorwiegend um Aspekte der Konstruktion von Modellen und natürlich um deren Validität gehen.

Merkmale von Modellen – didaktisch-methodische Varianten

Modelle beziehen sich generell auf Originale. Nach der allgemeinen Modelltheorie von **STACHOWIAK** ist die Relation zwischen Original und Modell durch drei Merkmale charakterisiert:

Erstens: Modelle bilden originale Prozesse oder Gegenstände, deren Eigenschaften, Funktionen und Strukturen ab.

Zweitens: Modelle bilden Originale reduziert ab. Sie werden reduziert, indem sie maßstäblich verändert, indem Kompliziertheit und Komplexität vermindert werden.

Drittens: Modelle sind charakterisiert durch das Merkmal Subjektivierung. Die Abbildungsrelation zwischen Original und Modell wird subjektiv interpretiert. Modelle werden konstruiert aus der Perspektive des Konstrukteurs, des Anwenders oder des rezipierenden Adressaten. Es werden etwa beim Modell Eigenschaften des Originals hervorgehoben oder vernachlässigt, um es beabsichtigten Zielen, z.B. für das Lernen und Lehren anzupassen.

Dies sind die vorwiegend formalen Aspekte der Konstruktion von Modellen. Ihre Beachtung hat aber weitreichende didaktische Konsequenzen. Etwa: Bleiben durch die Reduzierung oder die Hervorhebung von bestimmten Eigenschaften des Originals diese bei der Konstruktion des Modells unverfälscht? Sind die Modelle valide?

Entsprechend dem zweiten, aber vor allem dem dritten Merkmal gehen in die Modellkonstruktion lerntheoretische Einsichten, Berücksichtigung der anthropogenen Voraussetzungen und methodischen Entscheidungen ein. Unter diesem Aspekt sind folgende didaktisch-methodisch akzentuierte Varianten möglich:

Anschauungsmodelle. Sie weisen bei visueller Betrachtung auf der Ebene der äußeren Erscheinung – trotz einer meistens angewandten maßstäblichen Verkleinerung – weitgehende Übereinstimmung mit dem Original auf – so, als würde das Original aus einer bestimmten Entfernung beobachtet. So sind sie keine das Lernen besonders aktivierende Medien.

Demonstrationsmodelle: Sie sind vorwiegend bestimmt für Aktivitäten der Lehrenden und legen zentrale Unterrichtsformen nahe. Sie ermöglichen z.B. die Abbildung von Prozessen und Funktionsabläufen.

Experimentiermodelle: Sie sind vorwiegend für die Handhabung durch Lernende konstruiert. Sie sind üblicherweise charakterisiert durch vorgegebene Regeln und Handlungsanweisung, durch die Verwendung von Messvorrichtungen und meist auch durch zu erwartende Ergebnisse.

Konstruktionsmodelle: Für sie wird ein zu erwartendes Ergebnis, ein Handlungsziel, vorgegeben. Weitgehend offen sind Methoden, Wege und Mittel zur Erreichung des Ziels. Im Prinzip entsteht das Modell im Verlauf des Konstruktions-/Lernprozesses. Der Konstruktionsprozess der Lernenden ist gleichzeitig der Lernprozess. Lehrende konstruieren diese Modellvariante, indem sie die von den Lernenden zu erreichenden Ergebnisse – sozusagen in einem umgekehrten Entstehungsprozess – von den Eigenschaften eines Originals herleiten. Sie vollziehen den Problemlösungsprozess, der zum Original geführt hat, rückwärts, und gewinnen damit die Ausgangsposition für die Tätigkeit der Lernenden.

Kriterien für die Auswahl zwischen den Modellvarianten sind die Lehrabsichten der Unterrichtenden, die Lernvoraussetzungen einer Lerngruppe und deren Individuen und schließlich der erwartete Lernerfolg hinsichtlich des Verstehens der Sachverhalte und der Fähigkeit, mit den gewonnenen Einsichten handelnd umzugehen und sie auf andere Situationen zu übertragen. Dies ist ein weiteres Feld didaktisch-methodischer Entscheidungen der Lehrenden. Für unsere folgenden Überlegungen werde ich mich auf zwei Gruppen von Modellen, auf Anschauungsmodelle und Experimentiermodelle konzentrieren.

Eine weitere Ebene der Modellkonstruktion betrifft die bereits erwähnte Frage nach der Validität von Modellen. Dies ist ein aus der Sicht der Wissenschaftlichkeit von Unterricht entscheidendes Kriterium. Es ist vor allem relevant bei den Merkmalen Reduzierung und Subjektivierung. Wesentlich ist hierbei die Beachtung von Modellgesetzen und Ähnlichkeitsregeln. Die für die Abbildung in einem Modell ausgewählten Eigenschaften müssen eine Relation zwischen denen des Originals und des Modells aufweisen, die diesen Gesetzen und Regeln entspricht. Das zu lösende Problem der Beachtung und Einhaltung der validen Relationen resultiert vor allem aus der maßstäblichen Verkleinerung.

Ein Beispiel aus dem Gebiet der Bautechnik

Es ist leicht einsichtig, dass bei einer Verkleinerung Längemaße linear verringert werden, Flächenmaße dagegen quadratisch und Volumina kubisch. Bei unverändertem Material trifft das auch auf das Gewicht zu. Dagegen bleibt z.B. der Festigkeitsbeiwert eines Materials unverändert. Wie wirkt sich aber der unveränderte Festigkeitsbeiwert bei maßstäblich veränderten Materialquerschnitten auf die Tragfähigkeit aus?

Konkret: Die Lerngruppe einer Berufsschule plant eine als Holzkonstruktion auszuführende Brücke über einen Bach mit 5m Spannweite. Es liegt nahe, zunächst ein Modell im Maßstab 1:10 und im selben Material, aus Holzleisten, zu bauen. Alle Längenmaße werden auf ein Zehntel reduziert. Aber schon bei den Querschnitten der Bauteile ergibt sich eine Reduzierung auf ein Hundertstel. Und das Eigengewicht der sogenannten Hauptausführung wird das Tausendfache des Modellgewichts betragen. Auf Anhub wird einsichtig: Das Tragwerk der originalen Bücke muss zunächst sein erhebliches Eigengewicht abtragen können. Das Modell ist dagegen geradezu „federleicht“. Das Eigengewicht des Modells spielt für das Gesamtproblem der Lastabtragung nur eine minimale Rolle. Das Modell wird zwar die Ausführung aller Holzverbindungen exakt abbilden können, aber nicht die empirische Ermittlung des Tragverhaltens durch Belastungsproben ermöglichen. Es hat eindeutig die Funktion eines Anschauungsmodells. Lernende können etwas über die Anwendung von Holzverbindungen und deren Ausführung erfahren und in gewissem Umfang die visuelle Wirkung beurteilen – mehr nicht, auf keinen Fall mehr.

Für die empirische Ermittlung der Materialquerschnitte der Hauptausführung müsste ein valides Experimentiermodell konstruiert werden. Nach den Modellgesetzen müssen spezielle Maßstäbe für die Geometrie und die Stoffbeiwerte von Hauptausführung und Modell gefunden werden. Durch Belastungsversuche könnten dann die erforderlichen Materialquerschnitte zunächst für das Modell gefunden und dann auf dem umgekehrten Wege auf die Hauptausführung übertragen werden. Dies würde etwa erfordern, die Materialquerschnitte für das Modell überproportional zu verringern oder Material mit geringerer Festigkeit, also keine Holzleisten zu verwenden. Zur validen Ermittlung der Materialquerschnitte müssten die Verfahren der Wissenschaftsdisziplin Modellstatik herangezogen werden. Im anderen Fall bleibt ein Versuch zur empirischen Ermittlung des Lastabtragungsverhaltens dilettantisch (vgl. MÜLLER, SELLIN 1988).

Windkraftanlagen – Original und Anschauungsmodell

Die für Linien, Flächen und Körper unterschiedlichen Relationen bei der maßstäblichen Veränderung entsprechen geometrischen Regeln. Dagegen wirken sich maßstäbliche Veränderungen auf die weiteren Eigenschaften und Parameter von Originalen und Modellen für spezielle technische Systeme jeweils unterschiedlich aus. Für das Gebiet der Windkraftanlagen sind es außer den Gewichten und äußeren Lasten z.B. vor allem die Parameter Drehzahl und Leistung. Hier spielen sie beim sogenannten *Upscaling* eine wichtige Rolle, das für die Strategie der technischen Entwicklung der Windkraftanlagen eine große Bedeutung gehabt hat: Zunächst kleine Anlagen zu entwickeln, ausführliche Erfahrungen im praktischen Betrieb auszuwerten und auf dieser Grundlage einen etwas größeren und leistungsfähigeren Typ zu konzipieren und dabei die Ähnlichkeitsregeln zu beachten. Umgekehrt wurde bei **GROWIAN** vorgegangen, der großen Windkraftanlage, die als Prototyp – sozusagen vom Punkt Null aus – mit 3000 kW am oberen Ende der heute erreichten Leistungsskala konstruiert worden ist. Zu Anfang der 80er Jahre hatten die gleichzeitigen dänischen serienmäßigen Anlagen eine Leistung von 55 kW und eine Pilotanlage eine von 100 kW. Die Konsequenzen des weitgehenden Fehlschlags beim **GROWIAN** sind allgemein bekannt. Er war geeignet, zukünftige Entwicklungsarbeit und vor allem die weitere Vergabe von Fördermitteln in Frage zu stellen.

Die Umkehrung des Verfahrens, das *Downscaling*, kann für die Konstruktion kleiner Modelle angewendet werden. Dabei gelten die gleichen Regeln und Gesetze. Zunächst Beispiele, die noch nichts mit einem *Downscaling* zu tun haben, auf den ersten Blick trivial erscheinen mögen, aber vielleicht Klärendes zu unserem Thema beitragen. Spezielle Hersteller fertigen einzeln kleine Modelle von Windkraftanlagen für Anschauungs- und Dekorationszwecke. Vor allem aber der Lehrmittelhandel bietet für den Unterricht schlichtere Bausätze für solche Modelle an. Diese Modelle werden mit Solarmodulen angetrieben. Sie haben sich fast wie eine Epidemie verbreitet. Didaktisch sind solche Bausätze natürlich grober Unfug. Auf den Begriff gebracht, heißt es doch, elektrische Energie aus Photovoltaik in kinetische Energie des Windes umzuwandeln. Es soll Witzbolde geben, die diese Bausätze besonders empfehlen, weil sich auf einen Schlag gleich zwei regenerative Energiequellen im Unterricht „behandeln“ lassen. Es ist sicher nicht übertrieben, festzustellen, dass Bausätze des Versandhandels wesentliche Bestandteile eines „heimlichen Lehrplans“ sind – bei Weitem wirkungsvoller als der amtliche. Für das Feld von Schule und Unterricht gibt es leider offensichtlich keine Institution, die gegen groben Unfug einschrei-

tet. Dies scheint besonders für das Fach Technik zuzutreffen. Ich denke, dass es kaum ein Schulfach gibt, in dem die generelle Unterrichtspraxis so weit von ihrem Gegenstand entfernt ist, wie in unserem, natürlich auch von dem entfernt ist, was in der Lehrerbildung an Hochschulen und Universitäten gelehrt wird.

Schauen wir uns nun die vereinzelt angebotenen fertigen Modelle mit Solarantrieb auf eine möglicherweise doch bestehende Validität hin an. Sie sind ganz hübsch anzusehen. Sie bilden originale Anlagen ungefähr im Maßstab 1: 200 bzw. 1:160 ab. Wenn wir sie aus etwa 1m Entfernung betrachten, vermitteln sie den Eindruck einer ungefähr 200m bis 250m entfernten originalen Windkraftanlage. Alle Längenmaße sind im angegebenen Maßstab verkleinert. Außer der Wahrnehmung der Form und der Abmessungen ist, falls die Lichtstärke ausreicht, an den Modellen das Drehen des Rotors zu beobachten. Wie verhält es sich mit der Drehzahl der Rotoren bei Original und Modell? Bei dem einen Modell ist die Drehzahl ziemlich hoch. Je nach Lichtstärke etwa 250 U/min (Abb.1). Die Drehzahl einer originalen Anlage, z.B. einer ENERCON E 40, beträgt dagegen zwischen 18 und 38 U/min. Dem entspricht zutreffend die Drehzahl des anderen Modells mit etwa 30 U/min (Abb.2). Dieses erfüllt offensichtlich die Anforderungen an ein Anschauungsmodell; denn wenn sich auch beim Betrachten des Originals aus einer Entfernung für die Wahrnehmung alle Längenmaße verändern, bleibt doch die beobachtbare Winkelgeschwindigkeit unverändert. Dieses Modell könnte z.B. dazu dienen, die optische Wirkung einer Windkraftanlage in einer Modelllandschaft valide abzubilden, um etwa die angebliche „Verspargelung“, die von Gegnern der Windenergienutzung behauptete „optische Landschaftverschmutzung und Unruhe“ zu beurteilen. Das andere ist – wenn man vom technischen Unfug absieht – lediglich ein freundlicher, allerdings etwas unruhiger Blickfang, der unbeabsichtigt den Vorwurf des Disko-Effekts bestätigen könnte.



Abb. 1: Solar-„Windmühle“
Drehzahl 300 U/min



Abb. 2: Solar-„Windmühle“
Drehzahl 30 U/min



Abb. 3: Konvertermodell
Drehzahl 6900 U/min

Konstruktion eines Experimentiermodells

Die technische Funktion einer Windkraftanlage, die Umwandlung der kinetischen Energie des Windes in elektrische Energie, bilden natürlich beide nicht ab. Dafür muss die Modellkonstruktion andere Wege beschreiten. Es geht dabei um die Erzeugung eines validen Modells, dessen im Modellmaßstab zu untersuchende Eigenschaften denen des Originals nicht gleichen, sondern ähnlich sind. Dafür gelten folgende Hypothesen: Kriterium für die Validität des Experimentiermodells ist, dass die Strömungsverhältnisse denen des Originals gleichen. Nach GASCH wird dieses Verhältnis mit Hilfe der Ähnlichkeitstheorie unter folgenden Voraussetzungen erreicht:

- Übereinstimmung der Schnelllaufzahl, d.h. des Verhältnisses von Umfangsgeschwindigkeit an der Blattspitze zu der Windgeschwindigkeit vor dem Rotor, der des atmosphärischen Windes
- Beibehaltung der Profile, der Flügelzahl
- Veränderung aller Abmessungen (Radius, Profiltiefe) im gleichen Verhältnis, also geometrische Ähnlichkeit.

Die Drehzahl wird sich bei gleich bleibender Schnelllaufzahl umgekehrt proportional zum Rotordurchmesser verhalten.

Zunächst bedarf es als Part des Konvertermodells nicht des Lichts, sondern eines „Modellwindes“. Der sollte ein „Idealwind“ sein, möglichst laminar und für die Zeiten der Versuche stetig. Da es um ein Experimentiermodell geht, sollte die Windgeschwindigkeit außerdem steuerbar sein. Für die von uns konstruierte „Windmaschine“ haben wir uns mit einer maximalen Windgeschwindigkeit von ungefähr 10m/s begnügt. Dies entspricht auch etwa der Nennwindgeschwindigkeit originaler Anlagen. Dabei ist konstruktiv eine Relation zwischen der von der Windmaschine produzierten Geschwindigkeit und dem Querschnitt des für die Versuche nutzbaren Luftstroms vorgegeben, deren Größen sich etwa umgekehrt zu einander verhalten.

Hauptkomponenten des Modellkonverters sind der Rotor und der Generator. Der Rotordurchmesser ist zunächst abhängig vom Durchmesser des Luftstroms. Die Forderung von GASCH nach Beibehaltung des Profils ist kaum zu erfüllen, da wir die Profile der Originale nicht kennen. Trotzdem ist eine grundlegende Voraussetzung für die Validität des Modells die Verwendung von Rotorblättern mit einem möglichst guten aerodynamischen Profil. Bisweilen empfohlene Luftschrauben für Modellflugzeuge sind nicht valide. *PRO*peller für Flugzeuge haben anders geformte Profile und sind nicht als *RE*peller für Windkraftanlagen geeignet. Einmal befindet sich die Saugseite in Flugrichtung vorn, bei Rotorblättern dagegen in Anströmrichtung hinten. Aber dies ist ein vergleichsweise milder Unfug und wenn man nicht nach der dem Wind zu entnehmenden Leistung fragt, kann man einen Rotor sogar mit platten Flächen anstelle von profilierten Blättern ausrüsten. Der Wind wird ihn antreiben. Abgesehen jedoch von didaktischen Bedenken, die auch aus den systematisch vorangegangenen Versuchen mit Auftriebsprofilen resultieren, zeigt sich die Bedeutung der Form der Profile etwa bei der Ermittlung der Daten für Drehzahl und Leistung. Bereits eine zusätzliche Verwindung der von uns verwendeten Rotorblätter ergibt eine weitere Annäherung an die nach den Ähnlichkeitsregeln für den Modellkonverter zu erwartenden Werte. In Relation zum Rotordurchmesser kann als Generator ein Kleinstmotor, möglichst ein Glockenankermotor, z.B. ein Solar-Motor für 0,3 – 9V oder ein DC-Mikromotor mit 6V Nennspannung verwendet werden (Abb. 3).

Um beim Original den konstruktiven Aufwand für den Generator gering zu halten, ist an der Welle eine Drehzahl von etwa 1500 U/min erforderlich. Die hohe Drehzahl des Generators muss beim Original im allgemeinen durch eine Übersetzung der Rotordrehzahl ins Schnelle erreicht oder kann etwa bei den Typen der Fa. ENERCON durch einen Ringgenerator vermieden werden. Beim Solar-Motor des Modells liegt z.B. bei 1800 U/min eine Spannung von 3V an. Falls der Rotor des Modells diese Drehzahl erreicht, könnte also auf ein Getriebe verzichtet werden, was die konstruktive Gestaltung wesentlich erleichtern und den Wirkungsgrad verbessern würde. Dies werden die weiteren Überlegungen und Versuche ergeben.

Als weitere Parameter für die Relationen zwischen Original und Modell sind Blatteinstellwinkel zu bedenken. Die Blatteinstellwinkel sind beim Original während des Betriebs, aber beim Modell nur bei stillstehendem Rotor zu verändern. Sie werden bei einem *pitch*-regulierten Original automatisch den jeweiligen Betriebsbedingungen angepasst. Während der Startphase befinden sich die Blätter in einer Stellung mit einem für den Auftrieb günstigen Anströmwinkel. Mit zunehmender Drehzahl wird der Winkel kontinuierlich verkleinert, so dass die Blätter schließlich fast parallel zur Rotorebene positioniert zu sein scheinen. Unser Modell kann dagegen wie ältere *stall*-regulierte Anlagen bei geringer Windgeschwindigkeit mit einer Anlaufhilfe gestartet werden, wobei der Generator kurzzeitig als Motor arbeitet. Für die Simulation anderer Betriebszustände kann beim Modell der Blatteinstellwinkel bei stillstehendem Rotor kontrolliert eingestellt und es kann das Verhältnis zwischen dem Winkel, der Drehzahl und der abgegebenen Leistung untersucht werden.

Aus den genannten Eigenschaften der Windmaschine folgt für unser Modell ein Rotordurchmesser, der bezogen auf einen originalen Konverter mit einer Leistung von 600 kW, z.B. wiederum die ENERCON E 40, einem Maßstab von 1 : 256 entspricht. Dieser Maßstab ist nach den Modellgesetzen und Ähnlichkeitsregeln für alle weiteren Relationen bedingend. Die maßstäblichen Veränderungen der Längenmaße haben folgende Auswirkungen: Den 40.000cm für den Rotordurchmesser des Originals stehen 15,6cm des Modells gegenüber, das Maß für die Fläche verändert sich quadratisch. So stehen den 1.276m² überstrichener Fläche des Originals 191cm² des Modells gegenüber.

Um außer den Längenänderungen die geforderte Ähnlichkeit zu überprüfen, können drei Verfahren angewandt werden: Vergleich der Winddreiecke, Vergleich der Leistung gemäß der Ähnlichkeitstheorie, nach der sie sich quadratisch verändert und vergleichende Berechnung der bei gleicher Windgeschwindigkeit den beiden Rotorflächen zu entnehmenden Leistung.

Wie entsteht ein Winddreieck? Wir wissen, dass der Wind das still stehende Rotorblatt senkrecht zur Rotorebene mit der „wahren“ bzw. atmosphärischen Geschwindigkeit anströmt, dass sich nach Beginn der Rotordrehung – durch den „Fahrtwind“ der Rotorblätter – sowohl die Anströmrichtung als auch die -geschwindigkeit verändert. Diese Beziehungen lassen sich zeichnerisch darstellen, durch die senkrecht auf einander stehenden Vektoren „atmosphärische Windgeschwindigkeit“ und „Umfangsgeschwindigkeit“ des Rotors. Die Verbindung der Ausgangspunkte der Vektoren ergibt die Richtung und die Geschwindigkeit des relativen, des wirksamen Windes (Abb. 4).

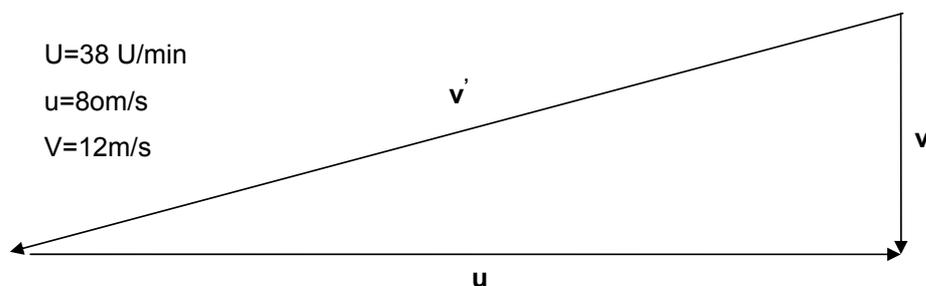


Abb. 4: Winddreieck für die ENERCON E 40 . U = Drehzahl, u = Umfangsgeschwindigkeit, v = atmosphärische Windgeschwindigkeit, v' = Anströmgeschwindigkeit

Nach Eintrag des Blatteinstellwinkels kann der Anströmwinkel abgelesen werden. Um die Winddreiecke von Original und Modell vergleichen zu können, müsste für beide die atmosphärische Windgeschwindigkeit gleich, bzw. müssten die Daten für eine übereinstimmende Geschwindigkeit bekannt sein, was in unserem Fall nicht zutrifft. Da aber ein Winddreieck eine gute Veranschaulichung ermöglicht, sei es hier zumindest gedanklich konstruiert. Und zwar das für ein Original, für die E 40: Die dafür notwendigen Werte können wir aus einem Datenblatt dieses Anlagentyps entnehmen.

Die Nennwindgeschwindigkeit ist mit 12m/s angegeben, die Umfangsgeschwindigkeit, im Datenblatt auch als „*Tipgeschwindigkeit*“ bezeichnet, mit 38 bis 80m/s. Mit Hilfe des Pythagoras lässt sich die Anströmgeschwindigkeit errechnen. Sie beträgt für den höheren Wert, der der Nenngeschwindigkeit entspricht, 81m/s. Die Division der Tipgeschwindigkeit durch die Windgeschwindigkeit ergibt eine Schnelllaufzahl von 6,7. Das heißt: Die Umfangsgeschwindigkeit ist 6,7mal höher als die des atmosphärischen Windes, sie beträgt fast 290 km/h.

Wie können wir die entsprechenden Werte des Modellkonverters im Maßstab 1:256 ermitteln? Bei einem validen Experimentiermodell dürfen sich die Werte für die Geschwindigkeit des atmosphärischen Windes ebenso nicht verändern wie beim Anschauungsmodell die Winkelgeschwindigkeit, bzw. die Drehzahl. Nach GASCH darf sich auch die Anströmgeschwindigkeit des relativen bzw. wirksamen Windes an das Rotorblatt nicht ändern. Das würde wiederum bedeuten, dass sich die Umfangsgeschwindigkeiten beider Rotoren zumindest annähernd gleichen. Die des Modells müsste bei ebenfalls 12m/s Windgeschwindigkeit 80m/s betragen. Rund zweihundertfünfzigfache Verkleinerung der Längen bewirkt zweihundertfünfzigfache Erhöhung der Drehzahl. Das wären 9500U/min gegenüber 38U/min. Wenn der praktische Versuch dies bestätigt, braucht unser Modell also kein Getriebe. Bei der geringeren Modell-Windgeschwindigkeit von 10m/s erreicht das Modell eine Drehzahl von fast 7000U/min. Das entspricht einer Tipgeschwindigkeit von 57m/s bzw. 205km/h. Das sind Werte innerhalb des Bereichs der Daten des Originals von 38 – 80m/s bzw. 136 – 290km. Bei 10m/s ist die Schnelllaufzahl des Modells 5,7 (Abb. 5).

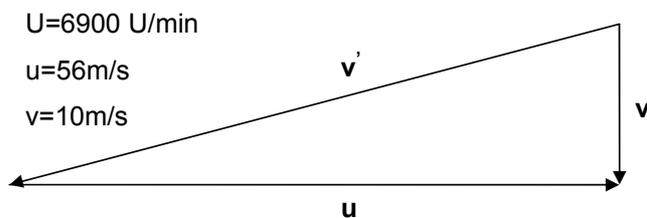


Abb. 5: Winddreieck für das Konvertermodell

Wie nehmen wir den Leistungsvergleich vor? Nach den Modellgesetzen verringert sich die Leistung quadratisch. Danach müsste die Leistung des Modells um das Zweiundsechzigtausendfünfhundertfache reduziert sein. Das wären bei 600 kW des Originals 9,5 W des Modells. Dazu müsste die Leistung beider Konverter bei gleicher Windgeschwindigkeit verglichen werden. Die Leistung von 600 kW gibt das Original bei der Nennwindgeschwindigkeit von 12m/s ab. Weil der Windkanal diese Geschwindigkeit nicht anbietet, müssten wir eine Schätzung vornehmen und wählen stattdessen eine dritte Möglichkeit. Einen Vergleich für 10m/s. Dazu errechnen wir die Leistung beider Konverter für diese Geschwindigkeit. Grundlage ist eine Tabelle, für die bei einer bestimmten Geschwindigkeit im Wind je Flächeneinheit enthaltene Leistung. Das sind bei 10m/s 613 Watt je m², bzw. 0,0613 Watt je cm². Für das Original ergeben sich bei 1.276 m² Fläche 770 Kilowatt, für das Modell bei 191 cm² 11,7 Watt. Nach BETZ können jedoch maximal 59% der im Wind enthaltenen Leistung entnommen werden: Für das Original rund 454 kW, für das Modell 6,9 W. Wenn wir die zusätzlichen Verluste berücksichtigen, stehen beim Original ca. 250 kW als technisch nutzbare Leistung zur Verfügung. Nach dieser Relation ergeben sich für das Modell 3,8 W. Die zusätzlichen Verluste werden u.a. durch den Wirkungsgrad des Generators und den Widerstand des Profils verursacht. Der Wirkungsgrad des von uns verwendeten DC-Kleinstmotors beträgt 81 %. In der Verwendung als Generator beträgt der bei 10m/s und der dabei maximalen Leistung des Converters etwa 60 %, was 4,1 W entspricht. Den Widerstand des Profils, bzw. das Verhältnis vom Widerstand zum Auftrieb, das für den Wirkungsgrad des Profils maßgebend ist, konnten wir wegen der geringen Abmessungen nicht bestimmen.

Die errechnete Leistung wird nach unseren Messungen beim Modell nur etwa zur Hälfte erreicht. Die Modellgesetze verlangen nämlich auch, dass das gleiche Profil und die gleiche Profiltiefe verwendet werden, was in unserem Fall nicht möglich ist. Welche Rolle die Formgebung der Rotorblätter spielt, ist schon erwähnt worden. Hier gibt es sicher eine größere Anzahl von Fehlern und Unschärfen, die bei der Modellkonstruktion nicht vermieden und Faktoren, die bei der Modellberechnung nicht berücksichtigt werden können. Und das Original ist in sehr langer Entwicklungszeit auch hinsichtlich der Leistungskennlinie optimiert worden. Vergleiche mit der des Modells zeigen aber dann doch, dass zwischen beiden Kurven Ähnlichkeit besteht, dass also das Modell ein weitgehend valides ist. Zumindest ist anzunehmen, dass Versuchsreihen innerhalb der Modellbedingungen mit dem Betriebsverhalten originaler Anlagen vergleichbar sind. An weiterer Annäherung werden wir arbeiten und sind für Anregungen dankbar.

Literatur

- ACHTENHAGEN, FRANK: Fachdidaktische Theorie als Beitrag zur Innovation durch Bildung. In: GOGOLIN, INGRID/TIPPELT, RUDOLF (Hrsg.): Innovation durch Bildung. Opladen 2003, S. 37-76
- GASCH, ROBERT (Hrsg.): Windkraftanlagen. Stuttgart 1991
- GRÄSEL, CORNELIA: Warum Bildung für Nachhaltigkeit trotz allem innovativ ist. Oder: Von tragem Wissen, fehlendem Nutzen und anderen Hindernissen der Umweltbildung. In: GOGOLIN/TIPPELT, a.a.O., S. 77-87
- MÜLLER, R. K.: Handbuch der Modellstatik. Berlin New York 1971
- ROTH, ERWIN/STEIDLE, AUGUST: Die Modelltheorie im Werkunterricht. In: Werkpädagogische Hefte. Heft 3, 1971, S. 79-82
- SACHS, BURKHARD/FIES, HELMUT: Baukästen im Technikunterricht. Grundlagen und Beispiele. Ravensburg 1977
- SELLIN, HARTMUT: Die Funktion von Modellen im Bauwesen. Anwendung für Theoriebildung, Entwurf, Konstruktion, Kommunikation und Unterweisung. In: DUISMANN, G. H./STRUVE, KLAUS (Hrsg.): Arbeitslehre/Polytechnik. Ein Beitrag zur neuen Allgemeinbildung. Oldenburg 1988, S. 155-201
- SELLIN, HARTMUT: Experimentieren mit Windkraft – Ein Modell zum Selbstbau. In Vorbereitung
- STACHOWIAK, HERBERT (Hrsg.): Modelle und Modelldenken im Unterricht. Bad Heilbronn 1980

G. Tyrchan

Technische Bildung in Europa

0. Einleitung

Bis vor wenigen Jahren war die Beschäftigung mit den Schul- und Bildungssystemen anderer Länder und speziell im Hinblick auf die Technische Bildung dort wohl mehr aus wissenschaftlichen Interessen einiger weniger „Spezialisten“ für vergleichende Didaktik begründet. Nun ist sie seit kurzem aufgrund von politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen in Europa (und darüber hinaus) und aufgrund von internationalen Vergleichsstudien im Bildungsbereich sehr nachhaltig in das Bewusstsein breiter Bevölkerungsschichten, von Massenmedien, Bildungsmachern und Didaktikern gehoben worden.

Während über Jahrzehnte das Land von Humboldt und Herbart, von Kerschensteiner und Klafki die Pilgerstätte für ausländischen Schulexperten war, um an Ort und Stelle die Hintergründe für die effektive deutsche Bildungsarbeit zu erfahren und ev. zu adoptieren, fragen sich nun weite Kreise in Deutschland spätestens seit der zweiten PISA-Studie im Jahre 2001, was andere Länder im Bildungsbereich besser machen.

„Technische Bildung in Europa“ ist eine sehr anspruchsvolle Aufgabe, die mir seitens der Tagungsleitung aufgetragen wurde. Eine Beantwortung im umfassenden Sinne ist hier so oder so nicht zu leisten, weder im beliebten Stile einer Matrix, ausgefüllt mit Plus- und Minuszeichen, noch im wissenschaftlich vertretbarem Stile mit begründeten Ausführungen. Deshalb sollen hier nur wenige ausgewählte Länder in ihren Bemühungen um technische Bildung vorgestellt werden.

1. Allgemeine kulturelle, zivilisatorische, gesellschaftliche und politische Bedingungen

Die Staaten Europas unterscheiden sich auf vielen Gebieten z.T. recht deutlich von einander; ihre sprachlichen Eigenarten, ihre sonstigen nationalen, kulturellen und bildungspolitischen Traditionen sind tief verwurzelt. Andererseits ist wegen der engen topographischen und kommunikativen Beziehungen und mancher kultureller Gemeinsamkeiten der Staaten oder deren Institutionen untereinander und der ebenfalls vorhandenen individu-

ellen Mobilität in den letzten Jahren ein gewisser wachsame Blick über den Zaun geschärft worden oder gar zum Ansporn geworden. Die verschiedenen internationalen vergleichenden Studien (OECD, PISA 1, PISA 2, PISA 3) und die Verträge von Bologna über die gegenseitige Anerkennung von Hochschulabschlüssen haben sich doch als internationaler Stimulus auf den nationalen Bildungsmärkten herausgestellt, und dies mit gewissen Berechtigungen. Gerade angesichts der überall knappen Kassen wäre das „Weiterwursteln“ in Deutschland vorprogrammiert gewesen.

In vielen europäischen Ländern – und darüber hinaus – gibt es seit einigen Jahrzehnten technische Bildung im System der jeweiligen Pflichtschulen, wohl jedoch mit z.T. erheblichen Abweichungen hinsichtlich der didaktischen Ausrichtung hinsichtlich Legitimation, Zielkatalog, Unterrichtsverfahren, Unterrichtsorganisation und natürlich auch hinsichtlich der Lehrerbildung bzw. der Lehrerqualifikation und –besoldung.

Bei den Konzeptionen geht es von einfachen, anspruchslosen Ansätzen zur Selbsthilfe („Wie führe ich einfache Reparaturen an Fahrzeugen, Maschinen,.. aus?“) über plumpes Herstellen nach Plan von kunstgewerblichen Gegenständen / Modellen (aus Holz, Leder, Textil,..) bis zu hin zu Spielarten eines mehrperspektivischen Technikunterrichts mit Berücksichtigung sozio-technischer Aspekte der Technik. Das sind Interpretationen der offiziellen Lehrpläne nach deutscher Lesart. Und meistens treten die Ansätze nicht in reiner Form auf, so dass bei genauer Betrachtung auch noch Varianten und Mischformen auftreten.

Wie steht es um die gegenwärtige Situation in Europa für technische Allgemeinbildung in einigen ausgesuchten Ländern?

2. England

England, früher ein Land mit ausgeprägter dezentraler Bildungspolitik, mit lokal autarken Lehrplänen, wird mit zunehmend „zentripetalen“ Tendenzen geführt.

2.1 Entwicklung der technischen Grundbildung, Platz im Bildungssystem

Die Geschichte der technischen Grundbildung in England (und Wales) ist sehr traditionsreich und hatte aufgrund des fast extrem dezentralen Schulsystems eine ungeheure breite Palette an Orientierungen und Curriculumsrichtungen und -inhalten. In England hat technische Grundbildung im allgemeinbildenden Schulwesen erklärtermaßen auch eine explizit langfristige volkswirtschaftliche Legitimation, Funktion und Potenzial.

Das neue **National Curriculum NC** des Jahres 1989 hat mit der lokalen Selbstherrlichkeit im englischen Schulwesen in vielerlei Hinsicht kräftig aufgeräumt. Das NC hat einen einheitlichen und verbindlichen Fächerkanon mit zwei Gruppen von Fächern kreiert: den Kernfächern („**core subjects**“) wie english, mathematics, science und den Grundlagenfächern (**foundation subjects**), wozu neben Fächern wie Geschichte auch „**Design & Technology D&T**“ zählt, das englische Pendant zur technischen Grundbildung, besser: zum Technikunterricht.

Jedes Fach des NC ist wie die gesamte Zeit der Schulpflicht eingeteilt in vier Lernabschnitte („key stages of attainments“) mit einheitlichen, zentral vorgegebenen Lernzielen auf der Ebene von Richt-/ Grobzielen. Die Lernabschnitte 1 und 2 umfassen die Altersstufen 6 bis 11 Jahre, die Lernabschnitte 3 und 4 umfassen die Altersstufen von 12 bis 16 Jahre. Dies gilt auch für das Fach **D&T**.

Technische Grundbildung im Fach **D&T** gibt es in England (und Wales) als Pflichtfach für die Altersstufen 6 bis 16, und dies durchgehend mit zwei Stunden pro Woche in allen Klassen. Natürlich kann Technik auch in der Sekundarstufe II (further education institutions, sixth forms) als eines der Fächer gewählt werden für einen der Abschlüsse der Sekundarstufe II.

2.2 Umsetzung des Technikunterrichts im Schulsystem

Im Fach **D&T** geht es primär nicht darum, dass Wissen um Technik oder Einsichten in Technik und entsprechende Fähigkeiten und Fertigkeiten gelernt werden, sondern dass die Schüler lernen, sich wie Technik-Schaffende und Technik-Benutzer zu verhalten. Hier wird also Technik als Sozio-technik verstanden. Die Betroffenheit des Menschen durch die Technik ist nicht zu übersehen. Es geht darum, dass Schüler auf fach-bezogene situative Handlungsweisen vorbereitet werden. Daher liegt auch der themati-

sche Schwerpunkt im Fach **D&T** im Prozessualen, in der Prozessorientierung, in der Vermittlung dessen, wie Technik abläuft. Diese Prozessorientierung – übertragen auf den Unterricht – durchläuft die vier Stufen (**Attainment Targets AT**):

AT 1 Identifying needs and opportunities (Darlegen von Bedürfnissen und Möglichkeiten)

AT 2 Generating ideas (Lösungsvorschläge entwerfen)

AT 3 Planning and Making (Planen und herstellen)

AT 4 Evaluating (Erproben und benutzen)

(Dies spiegelt übrigens die wesentlichen Schritte der Konstruktionstheorie im deutschsprachigen Raum wider über den Lebenszyklus technischer Artefakte.)

Daraus resultieren für den Unterricht **D&T** vier konkrete, inhaltliche Umsetzungsbereiche im engeren technischen Sinne

- Entwicklung und Benutzung von technischen Systemen
- Umgang mit Werkstoffen
- Entwicklung von und Kommunikation über Lösungsvorschlägen
- Zufriedenstellen von Bedürfnissen und Ansprechen von technischen Lösungsmöglichkeiten,

die mit frei wählbaren thematischen Beispielen ausgefüllt werden sollen, womit der didaktischen Freiheit in Großbritannien Genüge getan wird.

3. Frankreich

Frankreich wird trotz einiger dezentralen Institutionen in allen Belangen und politischen Bereichen ziemlich zentral geführt: Die Preußen Europas.

3.1 Entwicklung der technischen Bildung, Platz im Bildungssystem

In Frankreich hat es in den letzten 40 Jahren mehrere grundsätzlich unterschiedliche Ansätze zur technischen Bildung gegeben. Alle diese Ansätze hatten neben einer pädagogischen Begründung auch einen expliziten emanzipatorischen Legitimationskern, alle Schüler im Pflichtschulbereich an den Fortschritten der Technik teilhaben zu lassen. Entscheidend war der Wechsel Mitte der 70er Jahre, als der Unterricht über Technik einem eigenständigen Fach **éducation manuelle et technologique EMT** mit einer technikdidaktischen Ausrichtung zugeordnet wurde. Das Fach wurde eingeführt –ähnlich wie in Großbritannien – auch wegen des volkswirtschaftlichen Potenzials.

Die derzeit gültige Ausrichtung des eigenständigen Unterrichts über Technik „Technologie“ ist 1985 eingeführt worden, und zwar für den Primarbereich und für die Sekundarstufen.

Das Fach Technologie war (und ist immer noch) im Bereich der Sekundarstufe I dasjenige Fach, das für die unterrichtliche Vermittlung der neuen, elektronischen, computergestützten I&K-Technologien für alle Schüler zuständig ist. Das hat seine Stellung als zentrales Unterrichtsfach für alle (auch mit Klassenarbeiten) in der Sekundarstufe I stark untermauert.

3.2 Umsetzung der technischen Bildung im Schulsystem

Im Bereich der Vorschule und der Primarstufe weisen die Lehrpläne kein explizites Fach für Technik aus. Technische Bildung ist dort eingebettet in ein integratives Unterrichtsfach – ähnlich unserem Sachunterricht - mit jeweils 4 Wochenstunden bei insgesamt 24 Gesamtstunden. Im Gegensatz zum Alltag im deutschen Pendant „Sachunterricht“ dürfen hier die vorgegebenen technischen Inhalte nicht „geschlabbert“ werden.

Technische Themenbereiche innerhalb des Sachunterrichts sind z.B.

- Nutzung gewöhnlicher technischer Gegenstände,
- De- und Remontage,
- Werkzeugbenutzung, elementare Produktionstechniken,
- elementare Computernutzung.

Für die Sekundarstufe I (in der Einheitsschule Collège) weist der Lehrplan ein eigenständiges Fach ‚**technologie**‘ aus, das durchgehend als Pflichtfach für alle vier Klassen dieser Stufe mit 2 Wochenstunden bei insgesamt 25,5 bzw. 28,5 Gesamtwochenstunden unterrichtet wird.

Die konkrete Umsetzung des Lehrplanes im Technikunterricht ist reglementiert in zwei Teilen organisiert: Zwei Drittel des Stundenumfanges besteht aus Konstruktions- und Herstellungsaufgaben im Rahmen von Projekten. Ein Drittel des Unterrichts ist der Vermittlung der Informations- und Kommunikationstechnologien I&K im Sinne einer transversalen Vermittlung für alle Fächer vorbehalten.

Einen Überblick über den strukturierten Lehrplan und die Abfolge der technischen Themen vermittelt Abb. 3.1:

Phase / Klasse	Inhalte Technik	Inhalte I&K-Technologien
<u>Cycle d'Observation</u> 6. Klasse (6ème)	Vorbereitung / Hinführung zu Projekten: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fertigungstechniken ➤ Elektronische Schaltungen ➤ Elemente des Marktes 	Textverarbeitung
Cycle d'Approfondissement 7. Klasse (5ème)	2 von 3 vorgeschlagenen Projekte: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Montage und Verpackung eines Produktes ➤ Serienproduktion nach Prototyp ➤ Entwurf und Herstellung eines Prototyps 	Grafik Automatisierung Robotik
8. Klasse (4ème)	2 von 3 vorgeschlagenen Projekte: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Testen und Verbessern eines Produktes ➤ Erweitern einer Produktpalette ➤ Erbringung einer Dienstleistung 	Datenbanken CA-Kommunikation CAD/ CAM
<u>Cycle d'orientation</u> 9. Klasse (3ème)	2 computergestützte Projekte in Produktion oder Kommunikation auch mit historisch-genetischer Betrachtung	←

Bild 3.1: Technik im Collège

Dabei sollen in der Vertiefungsphase (cycle d'approfondissement) der Klassen 7 und 8 insgesamt 4 Projekte durchgeführt werden (sechs werden von den Lehrplänen zur Auswahl vorgeschlagen). Zusätzlich laufen in die-

sen Schulabschnitten Lehrgänge zu den I&K-Technologien. In der Abschlussklasse (im cycle d'orientation) sollen zwei Projekte durchgeführt werden, bei denen unbedingt Computer heran gezogen werden sollen; dabei handelt es sich um fachübergreifende CAE-Projekte. Aber unter dem Projekt (projet industriel) versteht man eben das, was der Betrieb neben der Schule/ im Städtchen eben so macht und wie der das macht. Nichts da von Selbstbestimmung etc durch die Schüler!

In der Sekundarstufe II (*in den lycées und classes préparatoires*) mit den Klassen 10, 11 und 12 tritt abrupt eine stark Berufs- bzw. Studiumsorientierte Schulbildung innerhalb der Allgemeinbildung in den Vordergrund: Die Schüler wählen – gemäß der Empfehlungen für ihre zukünftige berufliche, akademische Tätigkeitsfelder – Klassen mit spezifischer Ausrichtung, die gezielt auf einen bestimmten Abschluss vorbereiten. Hiervon gibt es ca. ein Dutzend mit sehr unterschiedlichen Fachprofilen. Es gibt zwar auch das allgemeinbildende Fach **technologie** in der Fortsetzung der Sekundarstufe I, aber das wird eher selten gewählt neben denjenigen Fächern, die die Schüler für ihre spezifischen Abschlussprüfungen und für die spezifischen Aufnahmeprüfungen (Baccalauréats, Brevets und classes préparatoires) etwa für ihre Studien brauchen. Mehr Zuspruch finden da schulische Angebote im Bereich von Spezialtechnologien für Spezialabschlüsse.

4. Niederlande

In den Niederlanden gibt es wohl eine gewisse Dezentralisierung mit den Provinzen, die jedoch im Bereich des Bildungswesens nur begrenzt eine Rolle spielen.

Die Niederlande haben nicht nur seit mehr als zehn Jahren ein nationales Institut für Lehrplanentwicklung (SLO), sondern auch ein nationales Institut für Bildungsstandards (CITO).

4.1 Entwicklung der technischen Bildung

Alleine schon aufgrund der vielfachen Orientierung bei den großen europäischen Nachbarländern hat es schon längere Zeit Angebote im Wahlbereich zur technischen Bildung gegeben. Jedoch erst die sehr systematische

Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten durch die bekannten PATT-Konferenzen unter Jan Raat und Marc de Vries seit den 80er Jahren haben 1993 einen recht „abgerundeten“ Technikunterricht mit Namen „**Techniek**“ entstehen lassen. In einer Lehrplanrevision 1998 sind entscheidende Weichenstellungen für eine den Anforderungen modernster Fachdidaktik genügenden Ausrichtung hinzugekommen.

4.2 Umsetzung der technischen Bildung im Schulsystem

Für den Primarbereich gibt es immer noch keinen Unterricht über Technik mit explizit technischen Themata, obwohl er von vielen Lehrern – wegen der starken Handlungsorientierung – auf freiwilliger Basis und mit Absprache der Schulleitung an einigen Schulen informell durchgeführt wird.

Für den Bereich der erwähnten Sekundarschulen sind zentral 180 Unterrichtsstunden vorgeschrieben, die normalerweise in den ersten drei Jahren der Sekundarschule stattfinden, mit ca. 2 Stunden pro Woche. Der Unterricht – nach der Revision von 1998 - wird nach wie vor in drei große Themenblöcke eingeteilt, die i. a. spiralig behandelt werden (Abb. 4.1):

Technik und Gesellschaft	Technische Produkte und Systeme	Technische Produkte entwerfen und herstellen
<ul style="list-style-type: none"> • Technik im Alltag • Industrie • Berufe • Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> • Materie • Energie • Information 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem-Lösen • Entwerfen/Konstruieren • Herstellen • Nutzen/ bewerten und verbessern

Abb. 4.1: Themenblöcke von *Techniek* (nach de Vries)

Während der Lehrplan von 1993 noch eine große Arbeitsorientierung hatte, eine größere, als den didaktischen „Vorarbeitern“ RAAT und DE VRIES eigentlich recht waren, ist der didaktische Ansatz des Faches *Techniek* nach der Revision von 1998 eigentlich ein Verschnitt des philosophisch überzeugenden deutschen Ansatzes mit dem in pragmatischer Unterrichtshinsicht überzeugenden englischen Ansatz der Problemorientierung, des *design-*

and-making-Ansatzes, was in einer (umgesetzten) Skizze nach de Vries deutlich wird (Abb. 4.2):

Der niederländische Ansatz leidet darunter, dass aufgrund der relativen Neuheit des Faches an den meisten Schulen weder Fachlehrkräfte noch Fachräume mit entsprechender Ausrüstung vorhanden sind. Da helfen häufig auch kräftige finanzielle Zuschüsse der Regierung zur Promotion des Faches nur bedingt weiter.

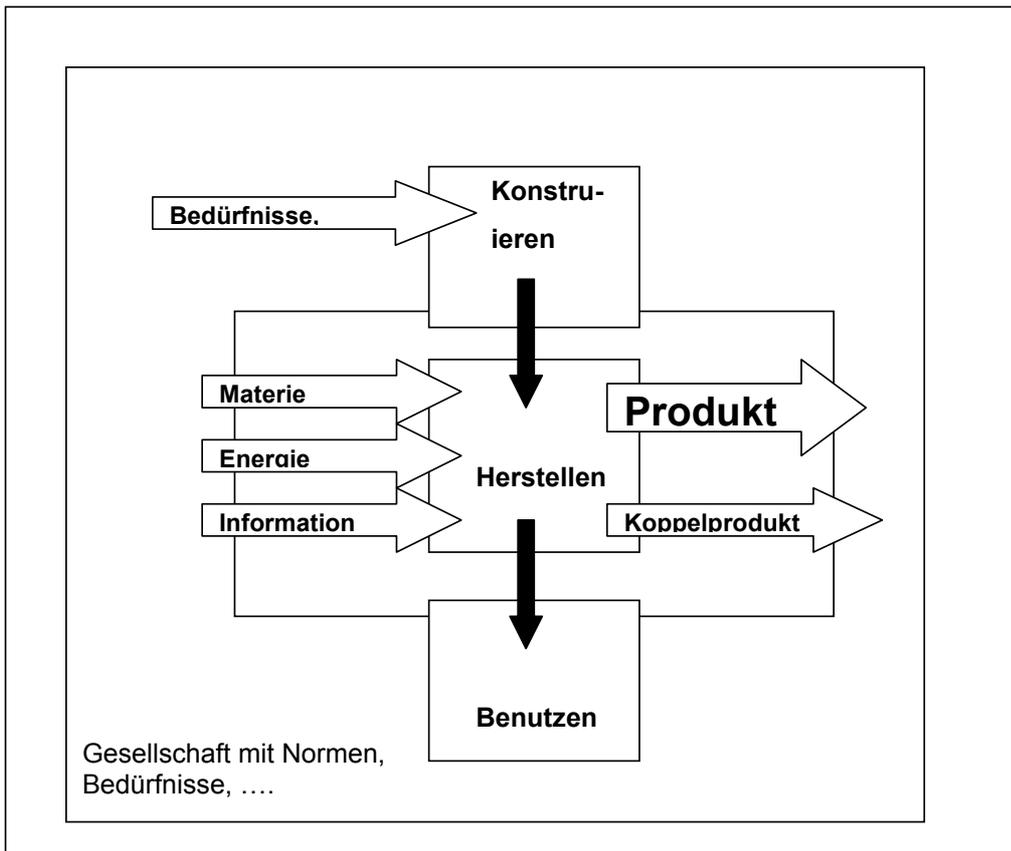


Abb.4.2: Strukturhilfe für die schulische Umsetzung von *Techniek* (nach de Vries)

5. Österreich

Österreich ist ein Bundesstaat mit neun Bundesländern, die jedoch im Gegensatz zu Deutschland weniger Rechte haben als die Bundesländer in Deutschland. So haben die entsprechenden „Länderministerien die bundesweit gültigen gesetzlichen Vorgaben des Bundesministeriums im gesamten Bereich des Schulsystems zu vollziehen mit kleinen Nuancen bei der schulischen Umsetzung.

5.1 Entwicklung der technischen Bildung, Platz im Bildungssystem

Die Entwicklung der technischen Bildung in Österreich steht schon seit Jahren mehr oder weniger im Schatten und unter Beeinflussung der (west)deutschen Entwicklungen; einmal wegen der sprachlichen und gesellschaftspolitischen Nähe, zum anderen - rein faktisch – durch das Mit-Erleben der fachdidaktischen Entwicklungen auf gemeinsam besuchten Kongressen und durch Kontakte von Kollege zu Kollege.

5.2 Umsetzung der technischen Bildung im Schulsystem

Im Primarbereich, besser: Volksschulbereich, gibt es technische Bildung in zweifacher Form: Zum einen im Unterrichtsfach (österreich.: Unterrichtsgegenstand) im Pflichtfach „**Sachunterricht**“ (drei Stunden pro Woche durchgehend in allen vier Klassen) und als Pflichtfach „**Werkerziehung**“ (mit ein bzw. zwei Stunden pro Woche). In diesem Bereich findet nach vorliegenden Erfahrungen und nach Darlegungen österreichischer Kollegen(innen) ein durchaus zeitgemäßer, moderner Unterricht über Technik statt, der natürlich von Region zu Region durchaus unterschiedlich ausfällt und stark von der dort eingesetzten offiziellen Arbeitsgemeinschaft für Technik beeinflusst wird.

Im Sekundarbereich (Hauptschule, AHS,..) gibt es zwar auch formal technische Bildung für alle Schulformen in Form der „**Technische Werkerziehung**“ bzw. des „**Technischen Werkens**“. Jedoch ist die reale Situation vor Ort an den Schulen mitunter recht triste; d.h. es fallen schlicht und einfach an vielen Schulen die entsprechenden Stunden aus, zum großen Teil wegen Lehrermangel. Es kommt hinzu, dass die für die AHS notwendige Techniklehrausbildung an den Universitäten i.a. nicht stattfindet, weil auch in Österreich - vergleichbar der Situation in Deutschland - „Technik-

unterricht nicht als gymnasial“ angesehen wird. Ein weiteres Problem ist das Parallel-/ Alternativangebot des textilen Werkens per Lehrplan; dadurch besuchen bundesweit nur ca. 7 % der Mädchen eines Jahrganges des Sekundarbereichs die Technische Werkerziehung.

Die Technische Werkerziehung ist recht modern ausgerichtet: Der Schüler soll an technischen Sachverhalten handlungsorientiert und objektbezogen Denken und Handeln lernen. Dabei gilt: Nicht das Produkt ist das Ziel, sondern der Weg dorthin. Also klare Aussage für eine Prozessorientierung.

Die inhaltlichen Bezugsfelder – für Primar- und Sekundarbereiche gleichermaßen - sind

Maschinentechnik / Technik

Bauen – Wohnen / Umweltgestaltung

Produktgestaltung

6. Und sonst?

In der großen Schar der Länder, die von sich aus sagen, dass sie technische Bildung im allgemein bildenden Schulsystem berücksichtigen, soll hier noch kurz eine besonders auffallende positive Entwicklung angesprochen werden, nämlich die in der **Schweiz!**

Die Schweiz war in Deutschland (zum Teil zu unrecht) „abgemalt“ als stark konservativer Flecken, wo unter technischer Bildung vorwiegend Knabenhandfertigkeiten im Stil des 19. Jh. verstanden wurde; - trotz einzelner lokaler Bemühungen um moderne Ausrichtung etwa in den Kantonen Basel Stadt und Bern.

Nun aber sind seit dem letzten Jahr mächtige Bestrebungen im Gang im Stile konzertierter Aktionen auf nationaler Basis für eine Modernisierung und für die Einführung von Standards. Die Neu-Ausrichtung fängt – zu Recht! – bei durchaus zeitgemäßen Interpretation des Begriffs Technik an und geht über eine bundesweit koordinierte Lehrerausbildung für einen Unterricht über Technik bis hin zur Festschreibung neuer technischer Lerninhalte für die Schulen.

Es soll nicht verschwiegen werden, dass auch „traurige“ Beispiele genannt werden könnten, wo – immer noch – unter technischer Bildung etwa die kunstgewerbliche Herstellung (nach Vorlage) von gängigen Touristenwaren verstanden wird oder das Beschäftigen mit Papier-Ausschneidearbeiten.

7. Zusammenfassung

Bei allen gesellschaftlichen, politischen und kulturellen Unterschiedlichkeiten gibt es hinsichtlich der pädagogisch-philosophischen Begründung wie auch bei der thematischen Umsetzung für modernen Technikunterricht einen erstaunlich Überlappungsbereich bei einigen europäischen Ländern. Dies darf nicht überraschen, da in den Ländern doch vergleichbare fortschrittliche gesellschaftliche Vorstellungen über die Rolle der Schule in der Gesellschaft herrschen, und zudem z.T. ausgeprägte multinationale Kontakte zwischen den Fachkollegen bestanden und bestehen.

In England und Frankreich ist eine technische Grundbildung in der Primarstufe und in der Sekundarstufe teilweise schon längst explizit in politischen Äußerungen als ein volkswirtschaftliches Potenzial anerkannt und wird mit massiven finanziellen Mitteln unterstützt, ganz im Gegenteil zur Situation in Deutschland.

Während die Verantwortlichen für Bildungspolitik in den deutschen Bundesländern trotz aller schlechten Noten durch internationale Untersuchungen mit allen Klauen ihre unterschiedlichen bildungspolitischen Interpretationen gegen einander verteidigen, hat man in Frankreich, England, in den Niederlanden und sogar in der Schweiz schon längere Zeit die größere Effizienz in zentralen Entscheidungen und Kompetenzen gesehen und entsprechend gehandelt. Z.T. eben auch aufgrund von gesellschaftlicher Konsensbildung. In einigen Ländern hat man sich auch auf landesübergreifende Standards mit kleinen Variationsbreiten hinsichtlich der Ziele und auch der Inhalte geeinigt. Dies scheint angesichts der europäischen Harmonisierungsbestrebungen auch auf dem Gebiet der Bildungspolitik und der daran gekoppelten Qualifikationsstrategien ein unerlässlicher Schritt zu sein.

Bezeichnender Weise wurden in England und Frankreich die Ausgaben für den Bildungsbereich als Investitionen in die Zukunft der Gesellschaft gesehen, getragen vom Konsens breiter gesellschaftlicher Gruppierungen, wohingegen Ausgaben für den Bildungsbereich in Deutschland noch immer als Kosten eingestuft werden, als finanziellen Lasten, bei denen gespart werden muss.

Literatur:

- BÖHMER, B.: Technische Werkerziehung in der Österreichischen Pflichtschule – Ziele, Inhalte, Möglichkeiten. In: Schriftenreihe des Pädagogischen Zentrums Graz-EGGENBERG (HR.): Technische Bildung im Spannungsfeld zwischen Wirtschaft und Schulwirklichkeit. Bd 2. Graz 2003, S.29-31
- BRECKON, A.M.: National Curriculum Review in Design and Technology for the year 2000. The Journal of Design and Technology Education, Vol. 3, No. 2 (1998), S.101-105
- CNDP (HR): Technologie – sommaire. Spécial collège. No. 52, septembre 1992
- DE VRIES, M.: Technology Education in Western Europe. In: Layton, D. (Ed): Innovations in science and technology education, Vol 5. Paris 1994 (UNESCO)
- DEPARTMENT FOR EDUCATION: Design and Technology in the National Curriculum. London 1995
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (HR): Strukturen der Allgemeinen und beruflichen Bildung in der europäischen Union. Zweite Ausgabe. Luxemburg 1995 (ISBN 92-826-9318-X)
- GINESTIÉ, J.: Technology Education in France. In: Blandow, D., Theuerkauf, W.E. (Hr): Strategien und Paradigmenwechsel zur Technischen Bildung. Hildesheim 1997, S.75-86
- LEBAUME, J.: Allgemeine technologische Bildung in Frankreich. In: Henseler, K., Höpken, G. (Hr): Technologische Allgemeinbildung. Oldenburg xxxx, S.28-39
- OFSTED (ED): OFSTED subject reports 1999-2000. Secondary design and technology. DATA news, April 2001, S.41-42. -
(oder auch www.ofsted.gov.uk/public/yearspub01.htm)
- OFSTED (ED): Standards and Quality in Education. The Annual Report of Her Majesty's Chief Inspector of Schools. London 2003
- RAAT, J. (HR): Technology in General Education. School-Technology in Belgium, France, Germany, United Kingdom, and in The Netherlands. Den Horn 1993
- SCHOOL CURRICULUM AND ASSESSMENT AUTHORITY (SCAA): Design & technology – the new requirements for KS 3. London 1995
- ZANKL, G.: Ansätze zur technischen Bildung der 10-14Jährigen im österreichischen Schulsystem. In: Kussmann, M., Tyrchan, G.(Hr): Technische Bildung. Auf dem Wege zu einem Eurocurriculum. Düsseldorf 1994, S. 29-36

Christian Wiesmüller

Bildungsstandards – Notnagel oder Königsweg?

Zwischenruf im Hinblick auf eine Allgemeine Technische Bildung

Es scheint zur Pädagogik und besonders zur Schule als einem ihrer Praxisfelder zu gehören, dass, von Zeit zu Zeit, ein Thema alle anderen in den Hintergrund drängt. Bildungsstandards heißt die Parole am Anfang dieses Jahrzehnts. Verschreckt durch Pisa, TIMSS etc., hofft man eine Heilsformel gefunden zu haben, mit der die Leistungsprobleme, die man bei der nachrückenden Generation endlich wahrnimmt, gelöst werden sollen.

Die Probleme bestehen darin, dass Deutschlands Schülerinnen und Schüler im Vergleich zu anderen Ländern z.T. eklatant und für nationales Selbstbewußtsein fast beleidigend schwach abgeschnitten haben. Pauschal betrachtet lesen, rechnen und denken sie wohl auch schlechter als andere.

Auf die Befunde braucht man an der Stelle im Einzelnen nicht weiter einzugehen, sie sind bekannt. Vielmehr sollten wir fragen, ob wir derzeit nicht Zeugen eines geistigen Abschwungs einer Nation insgesamt werden, für den diese Hinweise nur Indikatoren darstellen, und dem es entgegentreten gilt.

Kann dem jedoch durch die Einführung von Bildungsstandards tiefgreifend begegnet werden, wie manche sich das vorstellen?

Das Folgende ist ein Zwischenruf zur Problematik mit vier Unterpunkten.

Erstens wird eine kurze Einschätzung der Situation versucht, in deren Gemengelage die **Bildungsstandards** entstanden sind oder gerade entstehen. Zweitens erfolgt ein Hinweis auf einen Mangel bei der ganzen Diskussion: Was eigentlich ist der grundlegende Maßstab für unsere Allgemeinbildung und wie gehen wir mit der unübersehbaren Stofffülle und dem Vierterlei im Lehrplan der Schulen um? Brauchen wir nicht eine **Neuvermessung** des Gebietes? Drittens suchen wir nach Orientierungen, vielleicht sogar nach der **Grundorientierung** für diese Neuvermessung. Diese Suche ist auch die Frage nach dem **Lehrstoff** der Schule. Im vierten Punkt

schließlich wird ausgehend von dieser Grundorientierung nach der **Technikdidaktik** und möglichen **Akzentuierungen** dieser Didaktik zu fragen sein.

1. Bildungsstandards - Zu kurz gesprungen?

Es ist verständlich, dass man angesichts der Ergebnisse der Leistungsvergleiche nach schnell umsetzbaren Wegen sucht, den Rückstand, der sich ergeben hat, aufzuholen. Die Politik ist sich offensichtlich auch deshalb einig, weil man negative gesamtstaatliche Auswirkungen befürchtet. Es geht also nicht mehr nur um die Lebenschancen der Schüler und zukünftigen Erwachsenen individuell und allein, sondern um den Erhalt der Wohlfahrt und des Wohlstandes in der Republik.

Nach allem, was man bisher über die Bildungsstandards zu lesen bekommt, gibt es durchaus sinnvolle Vorschläge: Da werden Kompetenzen und grundlegende Wissensbestände beschrieben, die die Schüler bis zu einem bestimmten Zeitpunkt ihres Bildungsganges erreicht haben sollen, werden Grundprinzipien des jeweiligen Unterrichtsfaches herausgearbeitet, wird jeweils ein Kernbereich formuliert, so dass Gestaltungsspielräume bleiben, wird auf das langfristig zu erwerbende Wissen, auf systematisches und vernetztes Lernen und somit auf das Prinzip des kumulativen Kompetenzerwerbs gepocht, werden abschlussbezogene Regelstandards auf einem mittleren Anforderungsniveau festgelegt und werden sogar Kompetenzstufen eingebracht, die die Möglichkeit der Differenzierung eröffnen (vgl. ERHARD 2003, S. 7). Es ist in optimistischer Prognose vorstellbar, dass diese Maßnahmen zu besseren Leistungen führen.

Zu erwartungsvoll sollte man insgesamt allerdings nicht sein. Man erinnere sich eines angloamerikanischen Importes in den 70er Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts, der Curricula – ob geschlossen oder offen -, die einen ähnlichen Enthusiasmus in der Bildungslandschaft auslösten, von denen man sich aber viel zu viel versprach; und die man Stück für Stück wieder verabschiedet hat. Bildung ist eben letztlich kein normierbarer Artikel, den man herstellen, den man bewerben und verkaufen kann, sie ist kein standardisiertes Handelsprodukt, obwohl vielleicht manche mit solchen Vorstellungen im Zeitalter allumfassender Ökonomisierung liebäugeln.

Wenn Bildung nichts Normierbares ist, worin besteht sie denn? Und: Wie weit müsste eine Reform gehen, die die Bildung über die Hebung des Wissensstandes und mancher Fähigkeiten hinaus verbessert, eine Bildung, die auf eine umfassendere **geistige Steigerung** zielt? Daran ist Maß zu nehmen.

2. Maßstab der Bildung – die Person

Nochmals: Die Einführung von Bildungsstandards kann durchaus sinnvoll sein. Man kann aber schon in Frage stellen, ob sie so bezeichnet werden müssen. Der Begriff Bildungsstandards führt nämlich auch in die Irre. Das, was in der langen Bildungstradition im deutschsprachigen Raum sich als Bildung herausgeschält hat, kann mit den Auffüllungen des Begriffs, wie wir sie unter erstens bei der abstrakten Aufzählung der Standards angeschnitten haben, nur ansatzweise beschrieben werden.

Bildung hat ihren Nukleus in der **Person**. Über den Begriff der Person ist die Essenz dessen, was Bildung von jeher ausmachte, sehr gut darstellbar. Nebenbei halte ich diesen Ausgangs- und Kristallisationskern für besonders berechtigt in Verbindung mit dem Thema Technische Bildung, weil Fragen der **Personalität** und **Individualität** mit dem technischen Fortschritt in vorher nicht gekannter Weise aufgeworfen werden. Man denke an die Technik des Klonens einerseits und an die Konstruktion maschineller Denkfähigkeit, die nicht auf Kohlenwasserstoff basierenden Zellprozessen beruht, andererseits (vgl. RAY KURZWEIL)¹.

Person ist der **unteilbare Selbst-Stand eines geistigen Wesens**. Was im Bereich der Natur das Individuum oder ein Exemplar ist, ist im Bereich des Geistigen die Person. Ist die Individuiertheit quasi die noch unpersönliche Vereinzelung aufgrund einer Gestalt und raumzeitlichen Fixiertheit, so gründet Person in der **Freiheit**. Diese ist das Verhältnis der sich selbst besitzenden Person, die damit ein '**Ich**' ist, und der daraus erwachsenden unausweichbaren und unentrinnbaren Aufgabe, dieses Ich selbst zu verwirklichen. Die Person ist also auf **Selbstverwirklichung** angelegt.

Mit der Individualität der **Person** geht einher, dass sie aufgrund der Geistigkeit **offen, ungeschlossen** und **auf Gemeinschaft verwiesen** ist. Ein entscheidender Grundzug des Geistes ist die **Intentionalität**. Der Geist

verwirklicht sich, "*indem er anderes als sich selbst*" HALDER / MÜLLER 1997, S. 230) vergegenwärtigt: im **Denken**, im **Lieben** und im **Tun**. Die Selbstverwirklichung geschieht nicht nur in der Entfaltung subjektiver Anlagen, sondern in der **Wirklichkeit der Werke**, als **Werk des Denkens** (z. B. Wahrheit in der Wissenschaft), als **Werk des Liebens** (z. B. in der Zuwendung zum anderen) und als **Werk des Handelns** (z. B. Herstellung von Gütern, Dienstleistungen). Damit ist die Person aber nicht nur als Individuum wirklich. Erst ihre **Objektivierungen** machen sie gleichsam kenntlich. Gleichermaßen sind aber überindividuelle Werke (Wahrheit, Wissenschaft, Gemeinschaft, Technik, Wirtschaft, Staat usw.) nur als Seinsweisen der Person bzw. mehrerer Personen wirklich. **Subjektivität und Objektivität, Innerlichkeit und Äußerlichkeit sind in der Person überwunden** (ebd.) und kommen zum Ausgleich. Dabei nimmt die Person Gestalt an. So dass Selbstverwirklichung zur Selbst-Gestaltung in möglichst großer Freiheit wird.

Freilich: die **Freiheit**, sich selbst zu verwirklichen, kann nur **als konkreter Mensch** ausgeführt werden, der in eine Welt eingebunden ist, in der es Unabweisliches und Unabänderliches gibt, ohne dass das, was in einem selbst ist, und das sich auch selbst gehört, unzumutbar fremdbestimmt ist oder geschädigt wird (vgl. dazu u. a. HOMMES 1980, S. 93). Besonders die Technik liefert für die Relativität der menschlichen Freiheit eindrucksvolle Lektionen!

Ist diese Überlegung zur personalen Bildung insgesamt zuviel Bildungsidealismus oder sogar –snobismus, schwebt sie gleichsam über aller Realität? Muss man mit solchen grundsätzlichen Erwägungen den bildungspragmatischen Aufbruch belasten, ist vielleicht mit ihnen sogar die Gefahr verbunden, ihn zu hemmen? Müssen wir abermals nach dem Kern von allem, ja nach dem Sinn von Schule fragen?

Ich meine, ja. Bildungsstandards erweisen sich bei dieser Sinnfrage bildungsstrategisch gedacht leider auch als Notnagel, mit dem man behelfsmäßig einen Kanon abzusichern versucht und legitimiert, der nicht mehr in die Zeit passt, weil unsere Kultur/Zivilisation einen Diversifikationsgrad erreicht hat, der schulisch schon lange nicht mehr enzyklopädisch auch nur annähernd abzubilden ist. Es muss dringend ausgeforstet werden. Dabei steht aber zu befürchten, dass man mittelfristig den einfachsten Weg gehen wird und auf die Bereiche wird verzichten wollen, die institutionell kei-

nen starken Unterbau, die keine lange Tradition und die keine Lobby haben.

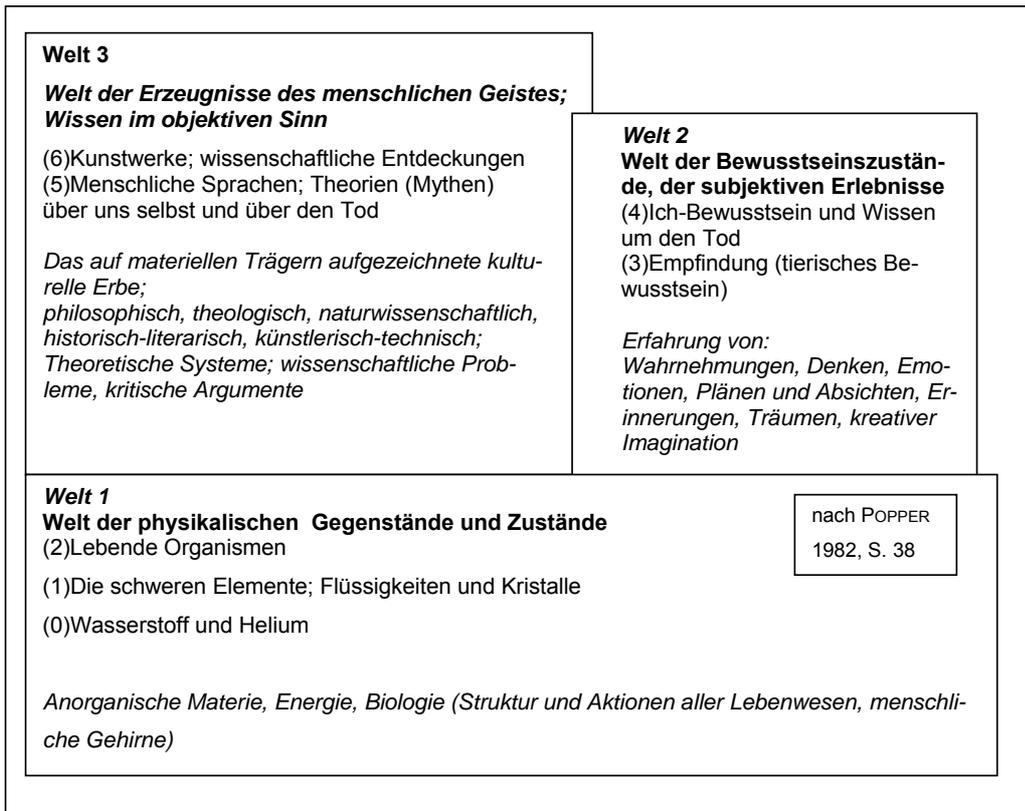
Aus diesem Grunde muss einmal mehr und nachdrücklich die Forderung erhoben werden, dass der Kanon und die Lehrpläne generell neu vermessen werden; es muss die Struktur für ein an den Zielen einer personalen Bildung orientiertes Bildungsangebot geschaffen werden.

3. Die Grundorientierung für die Neuvermessung

Bildung ist also an der Person auszurichten. Wie unterstützt man deren Bildung am besten? Die Antwort: Im Bildungsakt müssen sich Bildungssubjekt und Welt begegnen (können), in der kategorial zu denkenden Grundstruktur, wie vielfach in der Literatur beschrieben. Die **Welt ist Bildungstoff** für den Menschen.

Damit ist ein großes Problem benannt: Wie ist diese Welt zusammengesetzt? Gibt es eine Vorstellung davon? Aus meiner Sicht werden wir absehbar und vielleicht nie ganz zu erkennen vermögen, was die Welt ist, aber es liegen Annäherungen von Denkern vor, die uns leiten können, die teilweise naturwissenschaftlich untermauert und die nicht indoktrinierend sind. Das sind Weltverständnisse, die freilich zunächst nicht pädagogisch relationiert sind.

Der Ausgangspunkt der hier vorgestellten Denklinie ist die "Drei Welten - Theorie" von SIR KARL POPPER. Er behauptet, dass das Universum in seiner Evolution schöpferisch sei und dass es mit der Evolution empfindender Lebewesen mit bewussten Erlebnissen etwas ganz Neues zutage gebracht habe. Auf diese Weise seien jene Formen des Ich-Bewusstseins und der geistigen Kreativität entstanden, die man beim Menschen finde (vgl. POPPER 1982, S. 36). Damit wäre eine neue objektive Welt geschaffen worden, die Welt der Erzeugnisse des menschlichen Geistes; eine Welt der Mythen, der Märchen und der wissenschaftlichen Theorien, der Dichtung, der Kunst und der Musik. Dies wäre Welt 3, im Gegensatz zur Welt 1 der physikalischen Gegenstände. Gleichsam dazwischen und als Verbindungsglied fungierend existiere Welt 2, die subjektive oder psychologische Welt, die Welt(en) der Bewusstseinszustände der menschlichen Individuen.



Man kann in diese Theorie eine zweite integrieren, die der symbolischen Formen von ERNST CASSIRER. Er sieht die Spezifik des Menschen darin, dass dieser als "Animal symbolicum" Symbolwelten erschafft: Mythos und Religion, Technik und Sprache sowie Kunst, Geschichte und Wissenschaft. Indem der Mensch vom ursprünglichen Ausdruck ausgehend über seine Darstellungsversuche schließlich allem eine Bedeutung zumisst, ergibt sich eine eigenständige Symbolwelt, in der er über das "Deuten" zum Verstehenden wird. In dieser Symbolwelt ist sein Verstand, und damit sein Geist zu Hause. Interessanterweise sah der frühe CASSIRER die Technik als die ursprünglichste, die fundamentalste Form des Verstehens überhaupt, bevor er später zu ihr ein gespaltenes Verhältnis bekam. An dem Problem arbeitet die Cassirerforschung derzeit noch.

Beide Theorien ergänzen sich vor allem im Konstrukt von Welt 3: Die Welt der Erzeugnisse des menschlichen Geistes, zu der "organisch" auch die

Technik gehört. Obwohl POPPER in dieser Frage nicht eindeutig festzulegen ist, erlaubt sein Grundschema diese Integration, wie ich meine.

Nun lassen sich aus all dem noch nicht unmittelbar Fachaufteilung und Stoffextrakte für einen schulischen Kanon und Lehrplan gewinnen, eine Orientierung der Welt als Bildungsstoff für den geistigen Menschen aber scheint gefunden (vgl. auch NICKLIS 1988, S. 62). Diese gilt es nun ins pädagogische Feld zu übersetzen, auch für pädagogische Praxis verwertbar zu machen. Auf dieser Ebene muss in der Vorstellung der Mensch ins Verhältnis zur Welt gesetzt werden, im Kontext der personalen Bildungsaufgabe.

Es gibt nicht sehr viele Versuche dazu, zu sehr war man die letzten Jahrzehnte mit der Subjektivierung und Lern-Subjekt-Orientierung des pädagogischen Bezirks befasst. So müssen wir ein Stück zurückgehen, finden Mitte des vergangenen Jahrhunderts aber dafür einen sehr grundlegenden Versuch der Vermessung des Lehrgefüges. Dreh- und Angelpunkt ist die Geistbegabung und Geistestätigkeit des Menschen.

Es handelt sich bei unserem Gewährsmann um WILHELM FLITNER, der in verschiedenen Varianten geistige Grundrichtungen benannt hat, auf die das gesamte Lernen Bezug nimmt: Erstens ist da der Leib als Ganzes, zweitens das tätige Verhalten, drittens die Werkstätigkeit und viertens die freien Geistesbeschäftigungen (FLITNER 1997, S. 118).

Alle vier Richtungen sind an der Geistesbildung beteiligt, auch die ersten drei, die so eng mit der grundlegenden Lebensbewältigung und den Lebenszwecken in Verbindung stehen, die mit Alltagsroutine und Handfestem zu tun haben. FLITNER ist jemand, der wie wenige erkannt hat, wie wichtig Erziehung und Bildung in genau diesen Bereichen für den Geist des Lernsubjektes sind. Sport, Werken, Handarbeit, Tagesverrichtungen verschiedenster Art also wirken an der geistigen Aufbauarbeit mit. Und dazu dürften sie nicht, wie manche fälschlicherweise gefordert und es in die Tat umgesetzt haben, in der Schule einseitig theoretisiert werden, damit sie in einer der Wissenschaft entsprechenden Schule Anerkennung und Berechtigung finden können. Wie überhaupt FLITNER ein Pädagoge ist, der sich gegen ein Hereinholen der Wissenschaft und ihrer strengen Methodik in die Allgemeinbildende Schule ausspricht. In dieser Schulart geht es nach ihm **um**

die Sachen selbst, denen die Schüler in bildender Weise vieldimensional begegnen sollen, um geistig wachsen zu können.

Dieser Hinweis muss an der Stelle genügen, obwohl man heftigst darüber diskutieren könnte, wie hoch z.B. dann die theoretischen Anteile in einem Technikunterricht sein müssen? Der Verdacht eines geistlosen Manualismus haftet ja oftmals gerade dem Technikunterricht an.

Um der hier gestellten Aufgabe gerecht zu werden, müssen wir uns jetzt allerdings der Konkretion eines Kanons zuwenden, der der Bildung des Menschen als gesamter Mensch (als Einheit von Körper, Seele und Geist) entspricht. Dieser könnte im Anschluss an Flitner in der Grundstruktur so aussehen: 1. Leibesübungen, 2. Technische Künste (artes illiberales), 3. Schöne Künste (verschmelzend mit den Technischen Künsten), 4. Poesie, Sprache, Sprachlehre, Sprachkunde, litterae, Muttersprache, Fremdsprachen, 5. Geschichte, 6. Artes reales bzw. scientiae (Weltkunde), 7. Abstraktion (Mathematik und Logik) (FLITNER 1997, S. 106f).

Wie darin die bisher tradierten Fächer zu verorten wären, wäre eine interessante Frage. Fest steht, dass das eine oder andere, das über die Wissenschaftsorientierung bzw. –propädeutik in erster Linie einen starken Stand hat oder sich vor allem institutionell verdankt, seine pädagogische Begründung zu präzisieren hätte. Diese Prüfung ist nicht Gegenstand dieses Zwischenrufes. Sein letzter Punkt ist die Akzentsetzung in der Technikdidaktik.

4. Die Technik und ihre Didaktik – Akzentuierungen

Wenn wir bei FLITNERS Vorschlag bleiben, dann hat die Technik schulisch ihren ganz eigenen Ort in einem Bezirk, den wir die artes illiberales nennen könnten. Hieraus ließe sich auch das eigene Fach ableiten und legitimieren. Für dieses Fach gibt es schon recht fortgeschrittene, wenngleich sicherlich noch nicht optimale Systematiken: Beispielsweise sei hier die angeführt, die der mehrperspektivische Ansatz des Technikunterrichts zu Grunde legt: Produktion und Gebrauchsgegenstände, Bauen und gebaute Umwelt, Versorgung und Entsorgung, Transport und Verkehr, Information und Kommunikation (vgl. BIENHAUS 1995, S. 143). Nicht widerspruchsfrei unterzubringen darin sind sicherlich Bereiche wie z.B. Gesundheit, Lebenssicherung oder Friedenssicherung, die wachsend ebenfalls technifiziert werden.

Dessen ungeachtet ließen sich orientiert an einer Inhaltssystematik auch Standardisierungen formulieren, bei denen an keiner Stelle der Verdacht auftauchen sollte, sie wären in technoider oder utilitaristischer Absicht aufgestellt worden und das Bildungssubjekt würde dem Technotop in plumper Weise eingepasst. Auch wird durch die Ausrichtung auf den Menschen hin eine bloße Addition sachtechnischer Bereiche verhindert.

Der Zwischenruf allerdings wollte ja eine radikalere Infragestellung. Dafür wurde eine Präzisierung beim Bildungsbegriff und vor allem eine Neuvermessung des Kanons eingefordert, bei der die Welt als Ganzes, letztlich als Sinngefüge für den Menschen erkennbar werden sollte; deshalb die Weltmodelle, die wir vorstellten, deshalb auch FLITNERS grundlegende Einteilung geistiger Hauptrichtungen.

Über die Systematik hinaus sind wir also auf der Suche nach einem Sinn dessen, was wir in der Schule in bildender Absicht tun. Knapp, vereinfacht und anderes zurückstellend geht es darum, eine angemessene Positivität dieser Welt zu vermitteln, so dass das personale Ich **ja zu sich** selbst in dieser Welt und **ja zur Welt** selbst und den Mitmenschen sagen kann. Neben der Fähigkeit zum Kritisch-Konstruktiven, die erforderlich, ja notwendig ist, muss endlich auch die **positive Sichtweise** des Daseins wieder gleichberechtigt in das Denken junger Menschen eingeführt werden. Mit einer vorwiegend skeptizistischen, permanent hinterfragenden Haltung lässt sich diese Welt nicht gestalten. Junge Menschen brauchen Leitbilder, Leitthemen, die zeigen: So weit haben wir es ganz annehmbar geschafft, so könnten wir weitermachen. Auch hier ist die Technik eine Lehrmeisterin. Technische Meisterwerke und Fehlleistungen sind anschauliche und historisch gut belegbare Beispiele für die Aufstiege und Abstiege des Menschen.

Das Stichwort zu den Leitbildern wäre: **Menschheitsthemen**. Aufmerksam habe ich vor kurzem einen im Internet etwas versteckten Beitrag von **WOLFGANG KLAFKI** gelesen, 2002 oder 2003 verfasst, in dem er vier bzw. fünf Sinndimensionen allgemeiner Bildung darlegt: 1. eine pragmatische Dimension, 2. die Dimension der Handlungsbereitschaft und –fähigkeit im Zusammenhang mit den Schlüsselproblemen, 3. die ästhetische Wahrnehmungs- und Gestaltungsfähigkeit, 4. **Menschheitsthemen** und 5. Bewegung, Sport und Spiel. Endlich, so konnte ich für mich feststellen, gibt es bei diesem vielbeachteten Bildungstheoretiker als Ergänzung zu den

Schlüsselproblemen, die ich natürlich nicht verniedlichen möchte, einen Antipoden im Sinne der Besinnung auf das **positive "Menschenwerk"**.

Der Begriff Menschheitsthemen ist pädagogisch nicht verpachtet, er kommt aber derzeit in erster Linie aus der Gruppe um die Lehrkustdidaktik, die sich aufbauend auf WAGENSCHNEIDER um H. CH. BERG und THEODOR SCHULZE gebildet hat, und die mit ihren Lehrkunstbeispielen in der bekannten **genetisch-sokratisch-exemplarischen** Methode Möglichkeiten von **Weltaufschlüssen** für das Bildungssubjekt schafft. Bei solchen Menschheitsthemen, so wiederum **KLAFKI**, handelt es sich um epochenübergreifende Grundfragen des Mensch-Welt-Verhältnisses; im Unterschied zu den Schlüsselproblemen allerdings entscheidungsentlastet. Damit sind sie schulisch aus meiner Sicht sogar relevanter als die Schlüsselprobleme, weil unpolitisch und nicht ideologisch geprägt. Ob **KLAFKI** dem zustimmen würde, müsste man erst herausfinden. Vom Zeitaufwand übrigens schlagen die Verfechter der Lehrkustdidaktik etwa 10 % der Unterrichtszeit für Lehrkunststücke vor.

Meines Wissens gibt es bisher noch kein Lehrkunststück, bei dem die Technik im Mittelpunkt steht. Wären aber nicht gerade bei der Technik grundlegende Menschheitsthemen zu finden: Der Mensch wandelt Energie, der Mensch - ein Beweger, der Werkzeugmensch, der Mensch erfindet das Rad, der Prothesengott... ? Derartige Themen kennzeichnen in hervorragender Weise das geistige Werden der Gattung Mensch; es sind Themen, die in der Technik ihren Kern haben und gleichermaßen geistige Wegmarken darstellen, die von hoher Anschaulichkeit sind, weil sie in materialisierter Form vorliegen.

Bildungsstandards – Notnagel oder Königsweg? war das Thema. Mein Resümee ist: weder - noch. Möglicherweise brauchen wir solche Standards, die ich allerdings anders benennen wollte: z.B. Schulstandards, Lernstandards, Wissensstandards. Die entscheidende Herausforderung für das deutsche Bildungssystem wird allerdings die Frage sein, inwieweit man seiner eigenen großen geisteswissenschaftlichen Tradition wieder mehr folgt, d.h., sich dessen versichert, was Bildung bedeutet und der Schule jenseits der Aktualität einen Sinn zu geben versucht. Mein Plädoyer gilt der Vermittlung einiger großer Themen der Menschheit, mit denen man die Inhalte, die in bildungstheoretisch begründeten Fächern nach wie vor systematisch gelernt werden, zu verknüpfen versucht. Die Technikdidaktik kann

sich m. E. auf diesem Feld, das relativ neu ist, in eine gute Position bringen. Es geht um **Weltaufschlüsse**, darum die Welt zu verstehen; und im Anschluss an **CASSIRER** dürfen wir sagen: Technik ist die vielleicht ursprünglichste Form des Verstehens. Dem muss die Schule der Zukunft mehr Rechnung tragen als sie es bisher getan hat. Dass es in meiner Projektion ein starkes Fach Technik an allen allgemeinbildenden Schulen geben sollte, mit großer Strahlkraft über die eigene Fachlichkeit hinweg und mit einer Integrationsfähigkeit u.a. hinsichtlich der angeschnittenen Lehrkunststücke, sollte deutlich geworden sein. Darin liegt die Herausforderung über die Formulierung von Bildungsstandards hinaus.

Anmerkung:

¹ In wie weit Gedanken eines RAY KURZWEIL Realität werden könnten, vermag ich nicht einzuschätzen. Seine Bücher stellen allerdings eine interessante Herausforderung dar, der sich die Bildungstheorie stellen können muss. D. h., man muss sich mit den Thesen und Visionen auseinandersetzen. z. B. Age Of Spiritual Machines. How we will live, work and think in the new age of intelligent machines. 1999

Literatur:

- BIENHAUS, WOLF: Inhalte. In: SCHMAYL/WILKENING: Technikunterricht. Bad Heilbrunn 1995, S. 143)
- CASSIRER, ERNST: Symbol, Technik und Sprache. Herausgegeben von Orth, E.W., Krois, J.M. und Werle, J.M.. Hamburg 1995
- ERHARD, JOSEF: Erstmals bundesweite Bildungsstandards. In: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hg.): Lehrerinfo 3/03. München 2003
- FLITNER, WILHELM: Gymnasium und Universität. Band X seiner gesammelten Schriften. Paderborn 1997
- HALDER/MÜLLER: Philosophisches Wörterbuch. Freiburg im Breisgau 1997
- HOMMES, ULRICH: Freiheit heute – Die Frage nach den Inhalten: In IBM Nachrichten (Hg.): Technik und Gesellschaft: Fortschritt für den Menschen. Stuttgart 1980
- KLAFKI, WOLFGANG: Bildungskonzeption. Internetrecherche unter dem Stichwort "Menschheitsthemen" (August 2003)
- NICKLIS, WERNER S.: Versuch einer Theorie der Lehrerbildung und der Gestaltwandel der Universität. Frankfurt a.M. 1988
- POPPER, KARL R. / ECCLES, JOHN C.: Das Ich und sein Gehirn. München/Zürich 1982

Autorenverzeichnis

Bienhaus, Wolf, Prof., Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Fach Technik und ihre Didaktik

Email: wolf.bienhaus@ph-karlsruhe.de

Bresges, André, Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Fach Technologie und Didaktik der Technik,

Email: bresges@uni-duisburg.de

Brockmann, Uwe, Dipl.-Ing., Oberstudienrat, Lehrer an einer Gesamtschule für Technik, Mathematik und Informatik

Email: Uwe.Brockmann@uni-duisburg.de

Busse, Alexander, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Duisburg-Essen, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Fach Technologie und Didaktik der Technik,

Email: Alex.Busse@uni-duisburg.de

Fercho, Matthias, Lehrer am Albert-Schweitzer-Gymnasium, Marl für Physik und Musik

Email: M.Fercho@t-online.de oder Webmaster@RoboWelt.de

Fislake, Martin, Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Koblenz-Landau, Campus Koblenz, Institut für Wirtschaftswissenschaften, Fachgebiet Techniklehre

Email: fislake@uni-koblenz.de

Geukes, Matthias, Student im Fach Technik, Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Fach Technik und ihre Didaktik

Email: geukes@web.de

Autorenverzeichnis

Hill, Bernd, Prof. Dr., Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Fach
Technik und ihre Didaktik
Email: hillb@nwz.uni-muenster.de

Höpken, Gerd, Dr.: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Flensburg,
Institut für Technik und ihre Didaktik
Email: hoepken@uni-flensburg.de

Kövári, Elisabeth, Dr., Dozentin an der Berzsenyi Dániel Főiskola, Technika
Tanszék, Szombathely (Ungarn)
Email: kerzi@deimos.bdtf.hu

Schönbohm-Wilke, Wiebke, Dr., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Universi-
tät Oldenburg, Institut für Technische Bildung,
Email: wiebke.schoenbohm@uni-oldenburg.de

Sachs, Burkhard, Prof., Pädagogischen Hochschule Freiburg, Fach Tech-
nik und ihre Didaktik
Email: sachs@ph-freiburg.de

Schmayl, Winfried, Prof. Dr. habil., Pädagogischen Hochschule Karlsruhe,
Fach Technik und ihre Didaktik
Email: winfried.schmayl@ph-karlsruhe.de

Schlagenhauf, Wilfried, Prof. Dr., Pädagogischen Hochschule Freiburg,
Fach Technik und ihre Didaktik
Email: schlagenhauf@ph-freiburg.de

Sellin, Hartmut, Prof. em. Universität Oldenburg, Institut für Technische Bil-
dung

Tyrchan, Gregor, Prof. Dr., Bergische Universität Wuppertal, Fachbereich
G/Technologie und Didaktik der Technik,
Email: tyrchan@uni-wuppertal.de

Autorenverzeichnis

Wiesmüller, Christian, Dr. phil., Wissenschaftlicher Assistent, Pädagogischen Hochschule Karlsruhe, Fachgebiete Schulpädagogik sowie Technik und ihre Didaktik.

Email: cwiesmueller@aol.com