

Uwe Pfenning (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)

**Zur Legitimation von Technikbildung – ein
wissenschaftliches Plädoyer**

Herausgeber

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

Uwe Pfenning - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Zur Legitimation von Technikbildung - ein wissenschaftliches Plädoyer

Zusammenfassung

Technikbildung an allgemeinbildenden Schulen wird zurzeit sehr unter didaktischen Gesichtspunkten der Technikvermittlung diskutiert. Diese Technikvermittlung geschieht in aller Regel sehr fachbezogen. Hingegen sind Module für die Vermittlung der gesellschaftlichen Zusammenhänge von Technik eher rar gesät. Hierzu zählen Technikmündigkeit als modernes Bildungsideal und die Darstellung der Emanzipation der Technik als moderne, den Naturwissenschaften gleichberechtigte Wissenschaft an Hochtechnologiestandorten. In diesem Artikel wird für die wissenschaftliche Erstellung einer solchen Lern- und Lehreinheit als verbindliches Modul einer Technikbildung plädiert und die hierfür notwendige Didaktik am Beispiel der Energiewende in Deutschland erörtert.

Schlüsselwörter: MINT-Bildung, Technikdidaktik, Technikmündigkeit, Energiewende

Towards Legitimation of Technological Education and Literacy – A scientifically Conclusion

Abstract

Technological education in the German school-system is an important topic for pedagogical reforms and also structural innovation. The issue is linked with technological literacy, specific technological knowledge base and societal basics according to linkages between, society and technic, technic and technologies, technologies and engineering and also their societal legitimation, benefits, risks and encouragement.

We argue that technics is a modern science helping people to handle with their daily life challenges, increasing science progress in research, and bringing in economical innovations for higher prosperity. Therefore people need technological literacy for evaluation and acceptance of new technologies. Legitimation faces technological emancipation from being a former appendix of natural science disciplines, and acceptance based on individual technological literacy.

Keywords: Technological literacy, technological emancipation, STEM-Education, renewable energy supply system

1 Zur Legitimation der technischen Bildung als Allgemeinbildung

1.1 Wissenschaftstheoretische Argumente der Legitimation der Technikbildung

1.1.1 Technikbildung zwischen Kulturtechnik und Talentförderung

Die Frage nach dem „Warum“ und „Wozu“ einer Technikbildung als schulische Allgemeinbildung zielt auf deren Legitimation. Die Beantwortung dieser Frage ist offensichtlich entscheidend für ihre allseitige Etablierung im Bildungssystem Deutschlands, ob als Pflichtfach, als Wahlfach oder als freiwilliges Bildungsangebot interessierter Lehrkräfte (z.B. Technik-AG) oder eben auch als gänzliche Fehlanzeige. Damit sind verschiedene Zielgruppen wie auch unterschiedliche, konkrete Bildungsziele im Fokus: Als Teil der Allgemeinbildung sind alle Schüler/innen das Klientel für eine umfassende Vermittlung der Technik wie z.B. nach aktuellen Technologien und der Technikgeschichte, Technikdefinitionen und Technikphilosophien, den Zusammenhängen mit Wirtschaft und Gesellschaft, Risiken und Chancen sowie basalen Anwendungsbezügen zu Alltagstechnologien. Technikbildung als Wahlfach oder als freiwilliges Angebot hingegen richtet sich vor allem an technisch besonders interessierte Schüler/innen, mithin zur Talentförderung. Hierfür sind Vorbildung und Prädisposition wichtig, eine autodidaktische Beschäftigung in Freizeit, Hobby oder Alltag. Resultat sollte eine Stärkung intrinsischer Motivationen pro Technikbildung sein.

Die Ausdifferenzierung des Fächerkanons ist bildungsgeschichtlich eine Tatsache. Von den ursprünglichen Kulturtechniken Lesen, (Grund)Rechnen und Schreiben ausgehend, haben sich die Vermittlung der Muttersprache samt Grammatik, Wortschatz, Orthographie, Interpunktion und als klassisch eingestufte Literatur, etliche Fremdsprachen, ethische Fächer, politische Bildung, Sport, die Vielfalt der Mathematik und natürlich Physik, Chemie und Biologie als Naturwissenschaften etabliert. Sie taten dies, weil sie jungen Menschen die Welt erschlossen. Durch Kommunikationsfähigkeiten und das Beschreiben „ihrer“ Welt, durch Verstehen, Erkennen „der“ Welt sowie durch Eröffnung beruflicher Optionen. Zur Zeit der Etablierung dieses inzwischen klassischen Fächerkanons im 19. Jahrhundert war die Technik gerade im Prozess ihrer beruflichen Etablierung, in Form des damals jungen Ingenieurberufes¹. Technik etablierte sich im Ausbildungsbereich an Berufsschulen und mittels akademischer Berufe. Für die frühen Bildungsphilosophen der Moderne war Technik deshalb keine Allgemein-, sondern - wenn überhaupt - berufliche Bildung. Hinzu kam, dass seinerzeit die Naturwissenschaften mit einem raschen Wissensfortschritt auftrumpfen konnten und schnell dominant wurden. Technik geriet so schnell zum Appendix zur Anwendung der Naturgesetze. Die Legitimation der Technik war der Fortschritt an Bauwerken, Infrastruktur und Maschinen sowie die Umsetzung naturwissenschaftlicher Grundgesetze in die (überwiegend wirtschaftliche) Praxis, nicht aber an Erkenntnissen.

¹ Der im übrigen erst 1961 in Verbindung mit vorgegebenen akademischen Bildungsabschlüssen als Berufstitel geschützt wurde.

1.1.2 Technikemanzipation - Technik als Erkennen und Verstehen der „Welt(en)“

Zeiten wandeln sich, die Technik auch. Heute digitalisiert sie die Welt, schaut in die Hintergründe des Kosmos und die Abgründe kleinster Kernteilchen (Astroteleskope, CERN), macht Atome sichtbar (Rastermikroskop) und Moleküle verschiebbar (Nanotechnologie), entziffert unsere DNA und kann Evolution (Gentechnologie) und biologisches Leben (Biotechnologie) ebenso verändern wie unser Klima (Treibhausgase), erschließt erstmals die industrielle und gesellschaftliche Nutzung exterrestrischer Energiequellen (Solarenergie), ermöglicht Einblicke in die wenig erforschten Lebenswelten der Tiefsee (Tieftauchboote und Kryptozoologie) und in das Erdinnere (Geothermie und Tiefenbohrungen). Diese Aufzählung ließe sich fortsetzen. Längst sind viele naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinne vom technischen Fortschritt bei Messgeräten und Erforschungsmedien abhängig geworden. Dergestalt lässt sich die These formulieren, dass sich „die“ Technik von den Naturwissenschaften emanzipiert hat. Sie ist ebenso eine Wissenschaft zum Erklären und Verstehen der Welt geworden (De Vries 2012, Sjoeborg 2012, Pfenning & Renn 2012) und nicht mehr allein auf ihr Alleinstellungsmerkmal „Gestaltung“ beschränkt. Diese gesellschaftliche Leistung der Technik, Natur nach menschlichen Bedürfnissen und Rohstoffe bzw. Materialien zu sinnvollen Nutzungsobjekten unseres Lebens umzugestalten, bleibt aber Teil ihrer Dualität von Forschung und Anwendung. Im englischen Sprachgebrauch wird deshalb zwischen „Technology“ für Forschung und „Engineering“ für Anwendung(en) unterschieden². In der deutschen Wissenschaftskultur fehlt diese feine Nuance, weil soziokulturell Technik auf die berufsbezogene Ingenieurskunst reduziert und diese gleichsam mit „Technikwissenschaften“ gleichgesetzt wurde. Sie ist weitaus mehr. Leistet Technik Erkennen und Verstehen, gewinnt sie an wissenschaftlicher Legitimation und an Anspruch Teil des Fächerkanons der Allgemeinbildung zu werden.

Wissenschaftskategorien	Technik	Technologie	Naturwissenschaften
Verstehen - Logik - kognitiver Sinn	Funktionalitäten Systeme generieren	Funktionsweise Gestaltung	Naturgesetze, Theorien Ontologie
Erkennen - wahrnehmende Sinne - Strukturierung	Vermessung der Welt Typologien, Klassifizierungen	Experimente Forschungsgeräte Apparaturen	Beobachtung der Welt De-,Ab-u. Induktion Erkenntnis
Gestalten - Verändern - Haptik	Natur verändern Stoffe verändern	Artefakte, Maschinen Konstruktionen	Erkenntnisgewinne Experimente

Tab. 1: Versuch einer Systematik zum wissenschaftlichen Verhältnis von Technik- und Naturwissenschaften.

² Der englische Begriff STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ist deshalb nur eingeschränkt ein Pendant zum deutschen MINT-Begriff.

Zudem verdeutlichen die modernen Mischformen von Naturwissenschaften und Technik (Bionik (Randler & Pfenning, 2010), Photonik, Mechatronik, Gentechnik u.a.) wie auch offizielle Berufsbezeichnungen wie Chemieingenieure oder Institutsbezeichnungen wie Technische Thermodynamik, dass zwischen der Definitionswelt der Schulen und den Berufsstrukturen sich Welten auftun. Wächst hier, etwa im Sinne des Sozialphilosophen und Soziologen Norbert Elias³, zusammen was zusammen gehört? Eine durchaus offene Frage mit aktueller Relevanz bezüglich der ausstehenden Entwicklung einer spezifischen, fachübergreifenden MINT-Didaktik?

Folgt man einem liberalen Bildungsverständnis, dass Allgemeinbildung das Ziel haben sollte, alle Talente junger Menschen dauerhaft zu fördern (Humboldt 1997), ist die Konsequenz der hier dokumentierten Interessenlagen eindeutig: Unser Bildungssystem verwehrt ca. ¼ bis 1/3 der Schülerschaft die Umsetzung ihrer Talente und Interessen und - provokant formuliert - zwingt sie in naturwissenschaftliche oder mathematische Fächer und Kurse.

1.1.3 Frühkindliche Bildung und Abstraktionsvermögen

Die Stiftungsinitiative „Haus der kleinen Forscher/innen“ (2009) belegt die Möglichkeiten einer naturwissenschaftlichen Frühbildung bereits im frühen Kindesalter der primären Bildungssozialisation im Kindergarten. In einem Netzwerk mit inzwischen über 20.000 Kindergärten als zertifizierte Bildungsorte frühkindlicher Bildung (Jahnke & Rössler 2012) ist es als außerordentlich erfolgreich, weil bundesweit ein flächendeckendes Bildungsangebot repräsentierend, anzusehen. Aber auch wissenschaftlich ist diese über Deutschlands Grenzen hinaus beachtete Bildungsinitiative bemerkenswert: Und zwar bezüglich der Frage, ab welchem Lernalter Kleinkinder über das Abstraktionsvermögen verfügen technische, mathematische und naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu erlernen. Galten bislang die klassischen Ansätze von Jean Piaget für eine Ausbildung des Abstraktionsvermögen ab den 12-14.Lebensjahr als das wissenschaftliche Maß der Dinge, scheint die moderne Forschung zu belegen, dass dieses Abstraktionsvermögen wesentlich früher, eben im Kindesalter, vorhanden ist (Ziefle & Jakobs 2010, Evanschitzky 2009, Mentzel 2012, Kirshner & Clark 2006, Mammes 2003). Ob dies eine Frage der Definition von Abstraktionsvermögen oder veränderten intellektuellen Lernfähigkeiten in der Moderne ist, verbleibt ein Forschungsbedarf. Die Folge der Ergebnisse von Piagets ausgereiften Experimentalstudien war zudem die Ableitung, dass es der Mathematik als Schlüsselqualifikation für eine naturwissenschaftliche und technische Bildung bedarf, ein entsprechendes Bildungsangebot also frühestens ab der 8.Klassenstufe nach Erlernen mathematischer Grundkonzepte sinnvoll erschien. Bildungshistorisch ist der Einfluss solcher punktueller Forschungsergebnisse von Relevanz, weil daraus Bildungsstrukturen entstanden. Die heutige Evaluationsforschung ermöglicht es, solche Basisannahmen regelmäßig zu überprüfen, weil das Objekt ihrer

³ Norbert Elis prägte den Begriff der Menschenwissenschaften als eine interdisziplinäre Ausrichtung an Natur-, Technik und Sozialwissenschaften, die explizit die bisherigen Fächer in einer neuen Figuration ablösen sollten.

Messungen dynamisch und im wahrsten Sinn des Wortes lernfähig ist. Vielleicht wäre dieses Verständnis von Bildungsevaluation bereits ein neues Lernziel.

1.2 Gesellschaftliche Legitimationsbezüge der Technikbildung

1.2.1 Sozial geteilte Bildungsansprüche: Die kritische Masse der Technikbildung

Neben dieser theoretischen Legitimationsbasis braucht es für diesen Anspruch aber auch noch soziale Legitimationsfaktoren: Wie sehr wird das Interesse an Technik in der Schülerschaft geteilt (Sjoeberg 2012)? Wie sehr sind ihre Themen mit anderen Fächern vernetzt? Nach einigen vorliegenden Studien interessieren sich zwischen 22% (Pfenning & Renn 2010, Bezugsgruppe Schüler/innen der 5.-6.Klasse), 31% (Arnold et al. 2010), und bis zu 33% (acatech/VDI 2009, Bezugsgruppe jeweils 8.-12.Klasse) der Schülerschaft für Technik. Zum Vergleich aus den gleichen Studien: Für Sprachen interessieren sich ca. 30% der Schüler/Innen, für Naturwissenschaften ca. 23-25% und für Sport ca. 45%. Das Interesse der Schüler/innen an Technik bewegt sich insofern auf etwa dem gleichen Niveau wie für Sprachen und Naturwissenschaften. Es ist ein sozial geteiltes Interesse und in seinem Umfang ausreichend legitimiert für einen Bildungsanspruch im sozialen Vergleich mit dem Interesse an den anderen bereits in der Allgemeinbildung etablierten Schulfächern.

1.2.2 Institutionalisierte außerschulische Bildungslandschaften

Hinzu kommt eine Vielzahl außerschulischer Lernorte wie zum Beispiel Science Center, Technikmuseen, Schülerlaboren und Schülerforschungszentren⁴ (DIHK 2013). Für keinen anderen Bildungsbereich ist eine solche außerschulische Verortung nachweisbar. Dieses Ausmaß kann als Defizit und Kritik einer fehlenden Technikbildung an Schulen interpretiert werden. Mit einem gravierenden Effekt, dass sich diese Modellprojekte (acatech diskutiert 2009, 2011) und Angebote oftmals nur auf die technische Talentförderung beziehen, nicht jedoch auf sozio-technische Zusammenhänge.

⁴ In Deutschland sind 28 Science Center als Kooperationspartner des Europäischen Dachverbandes (ECSITE) vermerkt, die Anzahl der Schülerlabore wird auf über 300 geschätzt.

	abs.	in %
Sekundarstufe II - höherer Bildungsbereich mit Hochschulzugang	187	59,9
Sekundarstufe I - mittlerer Bildungsbereich	168	53,8
Lehrpersonal (Erwachsene Allgemein	128	41,0
Frühkindliche Primärbildung	102	32,7
Andere Zielgruppen (undefiniert)	66	21,2
Studierende in der ersten Hälfte des Studiums	41	13,1
Genderfokussierte Projekte	39	12,5
Studierende gegen Ende des Studiums bzw. Absolvent/innen	11	3,5
Fallzahl der Erhebung, in den Spalten die Anzahl gültiger Antworten	312	

Tab. 2: Zielgruppen zur MINT-Bildung bei außerschulischen Lernorten. Quelle. Eigene Berechnungen auf Basis der Befragung von 318 Modellprojekträgern im Jahre 2008 im Rahmen des Projektes „Motivation durch Modellprojekte“ (MoMoTech) an der Universität Stuttgart (acatech 2010), Prozentuierungsbasis ist jeweils n=312.

Die vielen Bildungsträger im außerschulischen wie auch im schulischen Bereich stehen auch für enorme Bildungsinvestitionen. Die Studie „Motivation durch Modellprojekte“ schloss in einer Befragung von Modellprojekträgern (Stiftungen, Verbände und Vereine u.a.) im Jahre 2008 die Erfassung dieser Investitionen ein und ermittelte seit Beginn dieser Initiativen ab dem Jahre 2000 eine knapp dreistellige Millionensumme, im Schnitt jährlich über 10 Millionen Euro (Pfenning & Renn 2010). Einen maßgeblichen Anteil daran haben die Science Center. Diese wiederum kooperieren in ihrer „vierten Generation“ (wie beispielsweise die EXPERIMENTA in Heilbronn) zunehmend mit Schulen in regionalen oder lokalen Bildungsnetzwerken und bieten Workshops und Seminare für Schulklassen in semiprofessionellen Werkstätten an. Im Verein Lernort Labor haben sich viele Träger von Schülerlaboren inzwischen auch organisiert und als kollektive Lobby für die Technikbildung etabliert (LeLa-Magazin 3/2013).

1.2.2 Anerkennung durch Aufnahme der Technikbildung in Lehrpläne

Nach Reformen vieler Bildungspläne der Bundesländer wird der Begriff der Technikbildung inzwischen darin aufgegriffen (LPE 2009, Buhr & Hartmann et al 2008). Eine Verankerung in der Schulbildung zeichnet sich somit zumindest als Wahlangebot ab.

Fachtypus	Schulform			
	Grundschule	Sekundarstufe I (HS und RS*)	Sekundarstufe I (gymnasial)	Sekundarstufe II
Pflichtfach	3	3	1	1
Technikthemen im Wahlpflichtfach	0	6	5	5
Technikthemen im Fächerverbund	12	7	7	3
ohne Technikthemen	1	0	3	7

Tab. 3: Schulische Technikbildung in Bildungsplänen der Länder (Stand 2008 & 2009).
Quelle: LPE 2009. * HS=Hauptschule, RS= Realschule.

Allerdings zeigt eine inhaltliche Analyse der Lehrpläne deutliche Defizite auf. In Baden-Württemberg wird dies bereits im Titel „Naturwissenschaften und Technik“ (NwT) deutlich, mithin fehlt der Technik das Attribut Wissenschaft und den Schulen die Mittel für nötigen Techniklabore (Schäfer & Offermann 2012).

Für den Elementarbereich hat Risch (2006) Lernziele und Themenfelder dokumentiert. Demnach stehen Erfahrungen im Umgang mit Stoffen sowie erste physikalische Operationen wie Messen, Wiegen und Zeiterfassung fast in allen Bundesländern im Mittelpunkt. Auch naturwissenschaftliche Phänomene finden sich bereits in einigen Bundesländern in den Bildungs- bzw. Lehrplänen.

Eine fundierte Textanalyse und Aktualisierung der Dokumentation der Lehrpläne für Technik an allgemeinbildenden Schulen hinsichtlich der didaktischen und inhaltlichen Kriterien ist aus Sicht der Techniksoziologie ein dringlicher Forschungsbedarf. Zu klären ist, welches Technikverständnis diesen Lehrplänen zugrunde liegt und welche Konsequenzen daraus für das Design der Lehrerausbildung und die konkreten Lernziele resultieren. Ein Bst-Practice-Modell sind die Zentren durch Innovation (zdi) in Nordrhein-Westfalen, die sich dort an vielen Schulen als technikdidaktische Zentren mit einem elaborierten Bildungsangebot in der Sekundarstufe II (10 bis 12/13.Klasse) etabliert haben (Kaimann et al 2012).

Bundesland	Elementarbereich (Bildungspläne für Kindergärten)	Primarbereich (Lehrpläne Grundstufe 1-4)
Baden-Württemberg	1,4,5	1,2,8
Bayern	2,3,6	2,3,4
Berlin	4,5,8	2,3,4,5
Brandenburg	2	2,3,4,5
Bremen	2	2,3,4,5
Hamburg	2,4	2,3,4,
Hessen	2,3,4,	2,3,4
Mecklenburg-Vorpommern	2,4	2,3,4
Niedersachsen	2	-
Nordrhein Westfalen	2	2,3,4
Rheinland-Pfalz	3	2,4
Saarland	4,5	-
Sachsen	2,4	1,2,3
Sachsen-Anhalt	1,4	1,2,3,4
Schleswig-Holstein	3,4,8	2,3,4
Thüringen	3,8	-

Tab. 4: Lern- und Bildungsziele im Elementar- und Primärbereich I (Stand 2004). Quelle: nach Risch 2005: 44-46, eigene Systematisierung. Legende: 1=manuell sinnliche Erfahrungen mit Naturphänomenen, 2=Stoff-eigenschaften kennenlernen (fest, flüssig, fluid, gasförmig, Emulsionen), 3=physikalische Größen kennenlernen (Messen, Wiegen, Zeit), 4=physikalische Prozesse kennenlernen (Strom, Magnetismus, Licht und Optik, Akustik, Astronomie u.a.), 5=physikalische Instrumente bzw. Geräte nutzen, 6=chemische Prozesse kennenlernen, 7=biologische Prozesse kennenlernen, (=Spielbezüge didaktisch einsetzen).

1.2.3 Technologien als Alltagskultur und Bildungsgut

Als dritter Legitimationsbereich ist der Bezug von Technologien zur Alltagskultur bedeutsam. Wie sehr durchdringt Technik Alltag, Beruf und Freizeit, so dass der Umgang mit gewissen Allgemeintechnologien geübt und erlernt sein sollte (Nutzungskompetenz)? Elektronische Textverarbeitung, Taschenrechner für mathematische Berechnungen oder Graphen, der Bordcomputer im Auto, das Internet, Smart-Phones u.v.a. dokumentieren diesen umfassenden Alltagsbezug und werfen die Frage zur Nutzungskompetenz von Technologien auf.

	Gesamt	sehr oft	oft	selten	nie
	abs.	in %	in %	in %	in %
PC bzw. Laptop	2826	87,4%	9,4%	1,2%	2,0%
Internet bzw. Email	2822	85,6%	9,3%	2,8%	2,3%
Mobiltelefon / Smartphone / PDA	2824	72,8%	11,5%	5,7%	10,0%
MP3-Player bzw. iPod	2831	68,8%	12,3%	5,8%	13,1%
Moderne technische Haushaltgeräte	2822	62,7%	16,9%	8,2%	12,2%
LCD Bildschirm (Computer / TV)	2821	61,2%	12,4%	3,7%	22,7%
Moderne technische Küchengeräte	2817	52,6%	20,8%	8,9%	17,7%
DVD-Spieler bzw. Blue Ray-Gerät	2821	35,7%	19,9%	14,6%	29,8%
Playstation bzw. Spielekonsole	2827	22,4%	11,3%	13,9%	52,4%
Keyboard bzw. E-Gitarre	2814	10,9%	3,4%	9,2%	76,4%
Bohrmaschine / Akkuschauber	2817	6,4%	6,6%	19,8%	67,1%
Nähmaschine	2822	3,6%	1,3%	5,6%	89,4%

Tab. 5: Technologische Alltagsbezüge von Jugendlichen im Freizeitbereich. Datenquelle Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften, Schülersample, n=3007.

Damit nicht genug: Der schnelle Wissensfortschritt lanciert auch eine immer höhere Relevanz technischer Medien zur Wissensvermittlung und zum Zugriff auf Wissensbasen. Von den Schülerlaboren über diverse Technikmedien zur Konstruktion bis zu Wissensplattformen („Wikis“) im Netz reicht diese Palette technischer Medien. Daraus leitet sich durchaus der Anspruch ab, diese Vermittlung zur Nutzung technischer Medien auch in der Schulbildung zu verankern. Im Gegensatz zur eigentlichen Technikbildung hatten deshalb Computerlabore, Beamer oder Touchscreens keinerlei Probleme in Schulen Platz zu greifen.

Und schließlich verdeutlichen die Studien von Svein Sjoeborg (2012), wie sehr das gesellschaftliche Technikverständnis von Erwartungen an ihre wirtschaftliche Funktionalität, Prosperität und Beitrag zu Zivilisation abhängig ist. Diese Soziohistorie scheint geeignet als Thema für sozialwissenschaftliche Bezüge der subjektiven Technikwahrnehmung in Gesellschaften in Abhängigkeit von deren wirtschaftlichen Entwicklungsgrad. Hier kommt erneuerbaren Energien in Schwellenländern eine besondere Bedeutung zu.

1.2.4 Das Nationale MINT-Forum und der Nationale MINT-Gipfel

Eine Besonderheit in der Institutionalisierung der Technikbildung ist das Nationale MINT-Forum (www.nationalesmintforum.de) mit dem alljährlichen Nationalen MINT-Gipfel. Getragen wird es von nationalen Akademien (acatech, Leopoldina), der Wissenschaft und der Politik. Die Aufgaben des Nationalen MINT-Forums zur MINT-Bildung und Berufe sind a) Stand der Forschung und gesicherte Ergebnisse herausfinden und b) zur Umsetzung bringen

sowie c) weitere Forschungsbedarfe zu eruieren. Die wissenschaftlich inter- und transdisziplinäre Zusammenkunft aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verbänden ist eine administrativ-diskursive Innovation. Das MINT-Konzept steht hierbei im Vordergrund und die Rolle der Technik als Element der MINT-Bildung entsprechend im Mittelpunkt. Diese Ausrichtung ist das thematisch-didaktisch innovative Element des nationalen MINT-Gipfels und hat insofern durchaus Verbindungen zum Begriff der Technikemanzipation. Die Entwicklung einer gemeinsamen, fachübergreifenden Fachdidaktik der MINT-Bildung bleibt jedoch die Herausforderung dieser Institution.

1.2.5 Technikbildung als Wirtschaftsförderung

Bei dieser Überschrift wird schnell assoziiert, wie sehr Technikberufe zum gesellschaftlichen Wohlstand und zur Zivilisation beitragen. Bekannt sind die Studien der Verbände zum geschätzten Fachkräftebedarf, den Mangel an Absolventen und daraus resultierenden Problemen der Auftragsannahme namhafter Unternehmen (VDI 2007). Diese Fakten scheinen relativ gut belegt, wenngleich das Ausmaß der entgangenen Auftragssummen sehr variiert und schwer belegbar ist (Pfenning & Renn 2010).

Eine andere, mitunter übersehene Form der Wirtschaftsförderung stellen die erfolgreichen deutschen Didaktik-Unternehmen dar, die technische Medien für eine MINT-Bildung bereitstellen, vertreiben und teilweise auch produzieren. Dazu zählen eine Reihe von Unternehmen aus dem klassischen Spielbereich zur Konstruktion, Modellbahnen zur Digitaltechnologie, ferngesteuerte Modellen zur Funktechnologie, hochmoderne Roboter und elektronische Bausätze zur Vermittlung von Sensorik und Informatik, Simulationen von Bandstraßen für Sensorik und Produktionstechnik (Fräsen, 3-D-Drucker) wie CAD-Systeme ebenso wie Fortbildungsakademien für Lehrkräfte (Pittschellis 2012, LPE 2009). In der Summe bilden diese Angebote die didaktische technische Infrastruktur ab. Deren Verbreitung und Effekte auf die Lernerfolge gilt es genauer zu untersuchen. In einzelnen Bundesländern, oftmals verbunden mit den Firmensitzen, gab es Subventionen für deren Anschaffung an Schulen, die aber - mangels Daten - empirisch geschätzt, als eher gescheitert anzusehen sind. Es wirkt paradox, dass in Deutschland ansässige, weltweit führende Didaktikunternehmen nur sehr begrenzt Zugang ihrer Produkte zum deutschen Schulsystem finden konnten. Vier Ursachen gäbe es hierfür zu untersuchen: a) fehlende finanzielle Mittel der Schulen, b) fehlende Nutzungsbereitschaft der Lehrkräfte und fehlende Nutzungskompetenz und c) schwache Lerneffekte und d) fehlende Abstimmung dieser Unternehmen mit den konkreten Lernmittelbedürfnissen der Lehrkräfte. Hier wären Umfragen bei Techniklehrern sinnvoll.

Gleichwohl liegt auch hier ein Risiko verborgen, nämlich hinsichtlich der Annahme, dass allein eine gute Bildungsinfrastruktur ausreichend bzw. hinreichend erscheint für eine gute Technikbildung. Es ist an Einzelstudien (GEO 2011) belegt, dass vor allem die pädagogische Qualität und die fachliche Kompetenz der Lehrkräfte eine entscheidende Stellschraube für einen guten Bildungserfolg darstellt. Schülerlabore, Sprachlabore, Geräteausstattung und alle technischen Medien wirken eher wie Katalysatoren zur Unterstützung guter Fachlehrer

(Arnold et al 2010). Konkret gilt: Eine qualifizierte Lehrkraft erreicht auch ohne technische Medien gute Lernerfolge und motiviert „seine“ Schüler/innen, mit technischen Medien werden diese positiven Effekte verstärkt. Eine weniger qualifizierte Lehrkraft erreicht auch mit besten technischen Medien keine signifikanten Lerneffekte. Allerdings liegt in ihrer Bereitstellung eine Anerkennung und damit motivationale Symbolkraft für engagierte Lehrkräfte im Bereich der MINT-Bildung.

2 Das Konzept der Technikmündigkeit

Als zentrales pädagogisches Bildungsziel einer allgemeinen Technikbildung lässt sich die individuelle Fähigkeit definieren, spezifische Technologien mit allen ihren gesellschaftlichen Effekten, technikimmanenten Risiken und gesellschaftlichen Funktionalitäten auf fundierten Informationen oder subjektiv empfundenen Wissen beurteilen zu können. Dies umschreibt der Begriff der „Technikmündigkeit“ (Pfenning & Renn 2012), in Anlehnung an das Konzept der Risikomündigkeit (Renn 2014). Technikmündigkeit wird vor allem relevant, wenn a) alternative technologische Innovationen zur Auswahl stehen, b) bei Systemwechseln von Technologien der Daseinsvorsorge (z.B. Energieversorgung), c) wenn neben individueller Akzeptanz qua Nutzung auch Akzeptabilität bedeutsam ist für die Legitimation der Technologie (Duldung aufgrund gesellschaftlicher Funktionalität trotz individuellen Vorbehalten oder Ablehnung) d) signifikante Chancen und Risiken bestehen sowie e) eigene Betroffenheitslagen anzunehmen sind. Zur Technikmündigkeit bestehen Parallelen zum Begriff der „technology literacy“, wobei diese allerdings mehr auf Aufklärung und Informiertheit abzielt (ITAE 2003, De Vries 2012).

Technikmündigkeit beinhaltet insofern neben Wissenbasen zur Funktionsweise und Fakten zur entsprechenden Technologie auch Aspekte der Techniksoziologie, der Sozio-Technik (nach Günther Ropohl) und des kulturellen Technikverständnisses. Sie ist damit inter- und transdisziplinär. Für die Schüler/innen stellt sie den Alltagsbezug des erlernten Fachwissens her sowie den Transfer zur gesellschaftlichen Nutzungsweise und Sinnbezug der Technik.

Die Entwicklung einer Lerneinheit Technikmündigkeit ist insofern eine weitere Herausforderung an die Forschungsdisziplinen der Techniksoziologie, der Technikdidaktik und der Technikphilosophie (Pfenning 2010).

3 Das Fallbeispiel „Energiewende“

Die „Energiewende“ bezeichnet die gänzliche oder weitgehende Transformation des gesamten gesellschaftlichen Energieversorgungssystems (EVS) von fossil-nuklearen auf erneuerbare Energieressourcen (EE-EVS) mit Bezügen zur Energieeffizienz und möglicher Suffizienz im Energiekonsum als individuelle Verhaltenskomponente. Relevante Zeitmarke ist das Jahr 2050 mit der politischen Maßgabe von 80% Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtstrombedarf und von 60% am Gesamtenergiebedarf (Trieb et. al 2012, Hess 2013).

Dies indiziert einen intergenerativen Prozess, dessen lange Zeitspanne eine Verankerung im Bildungssystem für mehrere Schüलगenerationen ermöglicht.

3.1 Bildungsbezogene Legitimationsbezüge der „Energiewende“

Die Energieversorgung zählt in vielen Staaten zur staatlich garantierten Daseinsvorsorge und damit zu den Systemtechnologien. Neu an einem EE-EVS ist jedoch eine Individualisierung der Systemtechnologie hinsichtlich dezentraler Stromerzeugung, weit verteilten Eigentum (z.B. Bürgerenergiegenossenschaften und Investmentfonds) und impliziten individuellen Verhaltensanforderungen. Dadurch können technische Systembezüge wie Ressourcenlagen, Versorgungssicherheit, Energienachhaltigkeit, und verfügbare EE-Technologien mit soziotechnischen Alltagsbezügen zum Energieverbrauch, individueller Systemakzeptanz und Akzeptabilität gekoppelt werden.

3.2 Techniksozialisation und Technikmündigkeit als Metaziele

Die Verhaltenskomponente eines sparsamen, nachhaltigen und bewussten Umgangs mit Strom und Wärme in Haushalt, Beruf und Freizeit zielt auf eine erlernte, internalisierte Verantwortlichkeit. Verantwortung ist als sozialer Wert Sozialisationsprozessen zugänglich. Diese wiederum können Gegenstand eines Bildungsprozesses sein (gewissermaßen ein EE-MINT), dessen Lernziele sich an den Zielen der Energiewende orientieren. Als Detailziele lassen sich konkretisieren: Suffizienz als Verzicht auf Konsum aus Komfortgründen, Effizienz als Einsatz verbrauchsminimierter Technologien im eigenen Verantwortungs- und Handlungsbereich von der LED-Lampe bis zum Elektro-PKW, Einsatz eigener Mittel und Ressourcen zur Steigerung von Effizienz sowie sämtliche Aspekte einer Akzeptanz für Informationen, Maßnahmen- und Systeme für EE-Anlagen. In der Summe bilden diese Lernziele Technikmündigkeit ab.

Ziel wäre hier die Internalisierung systemadäquater Energieverhaltensweisen als persönliche Verhaltensnorm und Überzeugungsmuster zur Systemakzeptanz. Bildung als „Manipulation“ der Individuen nach gesellschaftlichen Werten und Normen ist nur dann legitimiert, wenn sich die Gesellschaft über diese Werte und Normen einig ist und möglichst viele daran mitbestimmen können. Bildung darf keine Akzeptanzbeschaffung für das System sein. Zugleich geht es aber auch um die „alte“ philosophische Thematik Allgemeinwohl versus individuellen Egoismus (Thomas Hobbes, Adam Smith, David Ricardo, John Locke u.a.), die gerade bei der Energiewende stets um die Ecke lugt.

3.3 Akzeptanz durch Nutzung und Akzeptabilität durch Partizipation

Als Techniksystem mit verschiedenen Technologien zur Energieversorgung bedarf ein EE-EVS aber auch der Akzeptabilität und der Partizipation zur Bestimmung der spezifischen EE-Technologie aus dem Portfolio aller EE-Technologien. Deshalb bedarf es einer a) technologischen Bildungseinheit zur Darstellung der physikalischen, chemischen und

technischen Eigenschaften der jeweiligen Technologien, b) einer ökonomischen Bildungseinheit zur Bestimmung deren Kosten (einschließlich externalisierter Kosten für Folgen, Umwelt und Natur), c) einer ökologischen Bildungseinheit zur Erklärung, warum das bestehende fossil-nukleare Energieversorgungssystem abgelöst werden sollte durch ein klimafreundlicheres, auf einem Ressourcenkreislauf bezogenes EE-EVS. Hier geht es um die Vermittlung von Systemakzeptanz auf Basis einer Informationsakzeptanz, die zur Maßnahmenakzeptanz (Installation von EE-Anlagen) führen soll, und d) einer sozio-technischen Bildungseinheit (nach Günther Ropohl), in der die individuellen Betroffenheitslagen vermittelt werden und um eine Toleranz gegenüber systemimmanenten Umsetzungsfunktionalitäten wie Verteilungsnetzen und Speicheranlagen bzw. der EE-EVS-Infrastruktur insgesamt. Diese individuelle Toleranz kann von der Gesellschaft nur eingefordert werden, wenn die Mitwirkung an der Ausgestaltung und eine umfassende Information über diese Funktionalitäten angeboten wird. Dies bedingt die Einbeziehung einer Bildungseinheit zur Partizipation in Zivilgesellschaften.

Die Schüler/innen sollen ihre eigene Entscheidung auf Basis umfassender individueller Informiertheit treffen können und um die Beeinflussung durch Medien, Politik, Moral, Wirtschaft und Gesellschaft für ein gemeinsames Energieversorgungssystem wissen, einschließlich ihres eigenen ökologischen „Fingerprint“. Eine ökologische Identitätsfindung und Individuation wird somit zum Bildungsideal einer modernen Wissensgesellschaft.

3.3 EE-Techniksystem und EE-Technologien als Bildungsaufgabe (MINT-EE)

Inzwischen finden sich erste Ansätze für eine technische Vermittlung von Energietechnologien, so u.a. hat das DLR ein Lernheft für Schüler und Lehrkräfte erstellt, einige (allerdings wenige) MINT-Projekte haben die Energiewende zum Projektthema gemacht⁵. Ob dies angesichts der systemischen Relevanz und Vehemenz der politischen Umsetzung viel oder wenig ist, bleibt eine normative Frage. Aber argumentativ ist gut begründet, warum die Energiewende eigentlich an allen Schulen Thema sein sollte.

Eine Lücke zeigt sich jedoch: Die Vermittlung des EE-EVS in seinen Funktionalitäten aus Strom- und Wärmeerzeugung, deren Verteilung und deren Speicherung, sowie der Sicherungstechnik bzgl. der Versorgungssicherheit und den Möglichkeiten Stromüberschüsse in andere Energieformen und -zwecke zu transformieren (Power-to-X-Technologien).

Die Dezentralisierung der Energieversorgung durch viele kleinere und mittlere Anlagen zur Stromerzeugung ist eine weitere technologische Spezifität und Herausforderung zur Vermittlung im Bildungssystem. Wie können sich Wind- und Solarenergien ergänzen zur beständigen minütlichen Deckung des Strombedarfs, weshalb sollten hierbei Peaks als Bedarfsspitzen vermieden werden? Diese Fragen lassen sich mathematisch modellieren. Technische Alternativen sind der Ausbau regelbarer tradierter EE-Anlagen oder Importe

⁵ Ca. 4% der bei Projekt „Motivation durch Modellprojekte“ erfassten Modellprojekte hatten EE-Technologien zum Thema gehabt (acatech 2010), absolut bedeutet dies weniger als 15 von über 318 Projekten.

ökologischen Strom von regelbaren Anlagen. Dies sind Biogaskraftwerke oder mit Biogas betriebene konventionelle Gaskraftwerke, aber auch innovative regelbare solarthermische Kraftwerke mit Speicherkapazitäten. Die Unterscheidung von fluktuierender Stromerzeugung und regelbaren Stromzufuhren ist insofern wichtig für das Grundverständnis eines EE-EVS.

Für die Einschätzung der Wirkungsgrade wiederum sind Techniksysteme wie eine Kraftwärmekopplung (bei Biogas-Anlagen), Abwärmenutzung in Nah- und Fernwärmenetzen sowie Power-to-X-Technologien relevant für die Einschätzung ihrer Anwendung. Strom-Wärme-Strom-Wandler zählen ebenso dazu wie die Wasserstoffgewinnung durch Elektrolyse, die Methanisierung von Biogas und die Synthetisierung von Kohlenwasserstoffen zu effektiven Kraftstoffen mit hoher Energiedichte (Liquid Solar Fuels). Hier kommen chemische Prozesse zur Entfaltung in einem EE-MINT-Bildungsmodul. Grundlegend ist hierbei die Annahme, hierfür genügend Strom aus EE-Anlagen außerhalb der eigentlichen Strombedarfe zur Verfügung zu haben. Dies tangiert Kapazitätsfragen eines EE-EVS, ob ein ungebremster Ausbau mit Überkapazitäten im Strombereich sinnvoll wird durch den Einsatz solcher Technologien zur Nutzung überzähligen Stroms für o.g. Zwecke durch Transformationstechnologien. Erst bei Betrachtung des gesamten EE-EVS mit seiner dazugehörigen Infrastruktur werden diese Funktionalitäten, Innovationsbedürfnisse, Kopplungstechnologien und auch Versorgungsrisiken deutlich.

3.4 Die Sozio-Technik im EE-MINT

Daneben mangelt es jedoch auch an der Vermittlung der gesellschaftlichen Zusammenhänge EE-EVS. Worin liegen diese? Zum einen in den Begründungszusammenhängen des EE-EVS. Oftmals wird seine Legitimation mit dem Klimaschutz verbunden, also wertorientiert bzw. wertrational (nach Max Weber) begründet, mitunter bis hin zur moralischen Verantwortung für nachfolgende Generationen. Ein weiterer ökologischer und ökonomischer Aspekt ist Nachhaltigkeit durch die Schaffung eines Kreislaufsystems für bestehende irdische Ressourcen bei gleichzeitiger Schonung wertvoller fossiler Ressourcen für produktive Nutzungen mit hoher Recycling-Quote (z.B. Kunststoffe). Im ökonomischen Sinne vermeidet die Nutzung von erneuerbaren Energien zudem langfristig die Knappheit und damit steigende Preise bei fossilen Energieträgern, die eben begrenzt verfügbar sind und deren Gewinnung zunehmend schwieriger und teurer wird. Und schließlich die technische Argumentation, dass EE-Anlagen unter Bezug auf Wirkungsgrad, flexible Einsatzmöglichkeiten, Kombination von Energieträgern, Emissionen und niedrige Komplexität eine effektive Lösung darstellen. In Verbindung mit der möglichen Nutzung von Wasserstoff durch Elektrolyse mit erneuerbarem Strom kommen sie an die Energiedichte fossiler Kraftstoffe heran. In diesem Sinne sind EE-Nutzungen eine technische Innovation.

Damit sind zwei soziale Aspekte verbunden: Erstens die Entstehung einer „All Electric Society“, in der immer mehr Nutzungen systemisch wie individuell auf Strom als relativ saubere Energieform mit geringen Emissionen fußen. Eine andere Argumentationslinie

bezieht sich auf die Autonomie von Gemeinden oder anderen räumlichen Einheiten in der Energieversorgung bzw. auf eine größere Unabhängigkeit von externen Ressourcen.

Mit all diesen Argumentationen zur Nutzung von erneuerbaren Energien sind auch Risiken verbunden: Eine lokale Energieautonomie ist bei energieintensiven urbanen Zentren, Ballungsgebieten und industriellen Agglomerationsräumen technisch nur schwierig bis kaum darstellbar. Sie gerät dann zum Mythos und Ideologie und steht der Akzeptanz ökologischer Stromimporte im Wege. Für einige EE-Anlagen wie PV-Zellen und für einige Speicherarten werden seltene Erden (u.a. Lithium) benötigt, die ebenso wie die fossilen Ressourcen der Marktlogik stark steigender Preise bei knappen Ressourcen und wachsenden Bedarfen folgen. Hinsichtlich der Emission von klimaschädlichen Treibhausgasen stehen Atomkraftwerke EE-Anlagen nur wenig nach, allerdings bei deutlich höheren Risiken und ungeklärter Entsorgungsproblematik. Die Einführung von Smart-Meter und Smart-Grid-Technologien bedingt komplexe Steuerungstechnologien, deren Funktionalitätsnachweis noch aussteht wie auch die Frage der Akzeptanz der Einbindung individueller Güter in Systemtechnologien (z.B. Elektroautos als dezentrale Batteriekleinspeicher). Diese Risiken wären zu vermitteln und zu verdeutlichen, um für eine Technikmündigkeit Pro & Contra abwägen zu können.

Das bisherige Plädoyer für eine umfassende (fächerübergreifende) und kontinuierliche Technikbildung an allgemeinbildenden Schulen kann am Beispiel der Energiewende konkretisiert werden. Die Energiewende ist hierbei wie auch die Gen- und Biotechnologie ein sehr umfassendes Thema und Bildungsobjekt. Es scheint kein Zufall zu sein, dass es sich hier eher um Life Science handelt. Life Science weisen gegenüber dem fachspezifisch voneinander abgegrenzten naturwissenschaftlichen Fächerkanon eine Interdisziplinarität und einen Alltagsbezug auf. Deshalb können sie einer interdisziplinären MINT-Bildung die Tür öffnen und didaktisches Neuland betreten. Denn bisher fehlt es an guten Beispielen für eine wirklich fachübergreifende MINT-Didaktik. Normativ mag es zudem überraschen, dass die Energiewende seitens der Politik wie auch seitens der Forschung bisher nicht als Bildungsaufgabe definiert wurde.

Lernziele	EE-Technik(system)	EE-Technologien	Soziotechnische Zusammenhänge	Individuelle Implikationen
	Darstellung Energiewende: - Definit. erneuerbar - ökon. Innovation - ökol. Innovation - Strombedarf - Wärmebedarf - fluktuierende Erzeugung v. Strom - Regelbare Energie	Darstellung der EE-Einzeltechnologien nach Funktionsweise, Effizienz und Stand der Forschung: - Photovoltaik - Solarthermie - Windenergie - Biomasse /-gas - Wasser - Geothermie	Darstellung der politischen Ziele der Energiewende - Definition. Energiewende - Diskussion Energieautonomie - Förderinstrument Darstellung Energiebiographie Deutschlands	Aufzeigen der individuellen Abhängigkeit von Stromversorgung Aufzeigen des individuellen Energiekonsums Diskussion Verbrauch vs. Konsum

Technikmündigkeit	<p>Effizienzvergleich EE-EVS mit fossil-nukleares EVS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nachhaltigkeit - Ressourcenkreislf. - Ökobilanzierung - Volalität - Kosten - Versorgungssicherheit <p>Darstellung des EE-Systems aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - EE-Technologien - Netzausbau - Speicherbedarfe - Transformations-technologien - Dezentralisierung <p>Darstellung Ausbau-szenarien</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Power-to-X-Techn. - Speichertechnolog. - Netztechnologien <p>Darstellung der technischen Zusammenhänge zwischen der Anwendung der verschiedenen EE-Technologien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regelenergie und fluktuierende-Erzeugung v. Strom. - EE-Grundlast und Peaks im Verbrauch - Bedarfsgerechte Deckung (Demand-Size-Management) - Folgen für Umwelt - Folgen für Naturschutz 	<ul style="list-style-type: none"> - Kohle > Öl - Öl > Kernkraft - Kernkraft > EEs <p>Darstellung wissenschaftlicher Konzepte d. EW:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definit. Technik - All Electric Society (Omnipräsenz Technik) - Soziotechnische Systeme <p>Aspekte der intergenerativen Planung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kreislaufsystem - Partizipation <p>Diskus. v. Risiken</p>	<p>Diskussion Bewertung neuer Technologien:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T-Mündigkeit - T-Sozialisation <p>Aufzeigen von Optionen für individuelle Suffizienz und Effizienz</p> <p>Akzeptanz und Akzeptabilität</p> <p>Beteiligungs-Optionen</p> <ul style="list-style-type: none"> - räumlich - politisch - finanziell
Techniksozialisation	<p>Darstellung des Zusammenhangs von EE-EVS-System und individueller Verantwortung für:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ressourcen - Verbrauch - Klima und Umwelt - Emissionen - Gesellschaft - Maßnahmenakzeptanz - Systemakzeptanz 	<p>Darstellung der individuellen Nutzungsmöglichkeiten v. EE-Technologien und assoziierten Verhaltensanforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Normen - tradierte Habits - innovative Habits 	<p>Darstellung individueller soz. Handlungsräume zur Energienutzung und Akteure als Bezugspersonen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Haushalt - Mobilität - Freizeit - Beruf <p>Rolle der Schule als sekundäre Sozialisationsagentur</p>	<p>Darstellung der mit Energienutzungen verbundenen Werte und Normen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verantwortung - Folgenbewußtn. - Kostenbewußtn. - Zeithorizonte - Akzeptanz - Akzeptabilität - indi. Autonomie

Fachwissen Informiertheit	Darstellung der interdisziplinären Zusammenhänge mit: - Naturwissenschaft. - Techniksoziologie - Technikphilosophie	Diskussion des Einflusses der Informationsmedien auf die eigene Urteilsbildung - Meinungs“führer“ - Lobbygruppen - Stakeholder / NGOs	Darstellung des Prinzips der staatlichen Daseinsvorsorge in Bezug auf Energieversorgung	Aufzeigen möglicher Informationsquellen und Medien - Liste - Zugriff - Neutralität - Objektivität
Didaktische Ansätze	Literaturrecherche Diskuss. mit Experten Besuch ScienceCenter	Fachbücher, Zeitschriften, Besuche von Anlagen	Erstellung EE-EVS Konzept, Simulationen	Projektarbeiten, Berufsoptionen Haushaltsstudien

Tab. 6.: Skizze zur Lehreinheit Energiewende an allgemeinbildenden Schulen (Sek. II)

Denn sie beinhaltet massiv sozio-technische Bezüge zu Verhaltensänderungen durch eine Techniksozialisation, Bedarfe zur Bürgerbeteiligung beim Infrastrukturausbau und zur Partizipation bezüglich der Auswahl alternativer EE-Technologien und politischer Konventionen, beispielsweise zur Energieautonomie von Regionen und Gemeinden und gewünschten Ausbaupfaden, die durchaus vom Optimum der technischen Systemanalyse abweichen können. Zur Darstellung des EE-Techniksystems zählen die Effizienz, Innovation und Funktionalitäten wie Versorgungssicherheit und Ressourcenkreisläufe. Es soll erkennbar werden, was ein EE-EVS vom bisherigen Energieversorgungssystem unterscheidet, warum ein Wechsel unter Bezug auf das Konzept der Nachhaltigkeit Sinn macht und wie sich die Funktionalitäten von Produktion, Verteilung und Speicherung aufeinander beziehen.

Für die einzelnen EE-Technologien geht es um die Vermittlung ihrer physikalischen und technischen Funktionsweise und deren Effekte auf das technische Gesamtsystem. Wichtig ist die Information der Effekte der fluktuierenden Stromerzeugung und Anteile regelbarer EE-Anlagen auf die Netzstabilität und die Kapazitätsplanungen. Es finden sich Bezüge zur Mathematik für die Bestimmung des Optimums aus fluktuierenden und regelbaren EE-Anlagen und bei den Ausbauszenarien durch variierende Anteile der einzelnen Technologien. Einfache Simulationen, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kombinatorik sind die konkreten mathematischen Anwendungen, die hierzu benötigt werden.

4 Zusammenfassung und Diskussion

Zusammenfassend erscheint heute eine umfassende Legitimation der Technik als Teil der Allgemeinbildung erreicht zu sein: kulturell (allgemeines Bildungsgut), institutionell (externe Bildungslandschaft und Modellschulen), individuell (Technikmündigkeit), nachfrageseitig (hoher Anteil interessierter Schüler/innen), alltagsbezogen (Technik allseitig in Alltag, in Freizeit und Beruf verankert, Techniksozialisation) und bildungsphilosophisch (Technikemanzipation). Auch der Stand der technischen Medien scheint mehr als ausreichend

für eine probate Vermittlung von Technologien. Allein es fehlt die Vermittlung der Zusammenhänge von Technik und Gesellschaft.

Die Energiewende erscheint als geeignetes Bildungsthema hierfür. Die Energieversorgung zählt heutzutage zur staatlichen Daseinsfürsorge, mithin Kulturtechnik. Sie transformiert eine ehemalige Systemtechnologie über dezentrale Technologiekonzepte hin zu einer individuellen Nutzungstechnologie. Sie evoziert dadurch Akzeptanz und Akzeptabilität als Grundlage einer individuellen Legitimation. Sie beinhaltet maßgebliche Verhaltensänderungen im Energiekonsum und Verantwortung im Umgang mit Energie. Diese lassen sich als Ziele einer durch ihre Nachhaltigkeit demokratisch legitimierten Techniksozialisation fassen hin zu Effizienz und Suffizienz. Dazu zählt auch das Bildungsideal Technikmündigkeit, um als aufgeklärter Bürger aus technologischen Alternativen fundiert auswählen zu können sowie Folgen und Chancen zu berücksichtigen.

Anhand der Technikbildung lässt sich nachzeichnen, wie die in modernen Wissensgesellschaften die sich wahrscheinlich häufiger werdende Setzung neuer Bildungsziele und neuer Bildungsthemen in die Unterrichtspraxis geschieht. Dies ist eine seltene empirische Gelegenheit der Bildungsforschung. Zudem wird durch die Bedeutung technischer Medien für die Vermittlung der Technikbildung, aber auch anderer Fächer, die didaktische Frage gestellt, welche Lehrmittel und welche Infrastruktur eine moderne Technikbildung bedarf. Hier besteht vehementer bildungspolitischer Forschungsbedarf einer sozialwissenschaftlichen Begleitforschung zur Einführung der verschiedenen Formate der Technikbildung.

Die Legitimation eines neuen Schulfaches ist ein komplexer gesellschaftlicher Prozess, an dem viele Akteure beteiligt sind. Für die Technikbildung ist dies angesichts der bestehenden beruflichen technischen Bildung keinesfalls eindeutig gelöst. Vielmehr scheinen sich von Bundesland zu Bundesland verschiedene Ansätze und Konzepte zu etablieren, von einer Allgemeinbildung bis zur Talentförderung an den allgemeinbildenden Schulen. Ein einheitliches Kerncurriculum wäre deshalb sinnvoll, denn Technikbildung als Kulturgut kann nur in einem einheitlichen Sinne definiert sein. Nur in der Umsetzung sind Varianzen denkbar und möglich. Die allgemeinen Bildungsziele Techniksozialisation und Technikmündigkeit sind zudem normative Setzungen, die sowohl in der wissenschaftlichen Community als auch in der Politik und betroffenen Akteuren Widerspruch hervorrufen können. Zunächst gilt es deren Bedeutung und Inhalte zu klären. Hier hat die Wissenschaft internen Forschungsbedarf.

Zudem bleibt die Frage offen, wie die Forderung nach einer kontinuierlichen und für eine erfolgreiche Techniksozialisation letztlich nötige Bildungskette umgesetzt werden sollte. Welche Themen zählen zur technischen Allgemeinbildung, welche zur Talentförderung und Fachwissen? Ein anhaltender gesellschaftlich-technischer Innovationsprozess wie die Energiewende hat eine genügende thematische Vielfalt. Gibt es darüber hinaus weitere Themenfelder, die eine solche Vielfalt für eine kontinuierliche Technikbildung haben?

Die Argumente in diesem Artikel sind ein Plädoyer für eine Technikbildung an allgemeinbildenden Schulen, basierend auf etlichen Schulstudien und empirischen Erhebungen bei Schüler/innen. Jedoch keinesfalls mit dem Anspruch eines validen Evaluationsdesigns, um eindeutig und kausal für diese Technikbildung plädieren zu können. Genau diese exakte empirische Bestandsaufnahme steht aus und macht am meisten Sinn um in der Debatte über die Einführung der Technikbildung als Allgemeinbildung voran zu kommen.

5 Literaturverzeichnis

acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2011). Monitoring von Motivationskonzepten für den Technicznachwuchs (MoMoTech). Reihe „acatech berichtet und empfiehlt“ Nr.5. München/Berlin. Springer Verlag Heidelberg.

acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften / VDI (2009). Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Ergebnisbericht. München/ Düsseldorf.

acatech DISKUTIERT (2009). Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaften. Beiträge zu zentralen Handlungsfeldern. Hrsg. von Milberg, Joachim. München. Berlin. Springer Verlag.

Arnold, A., Hiller, S. & Weiss, V. (2010). LeMoTech – Lernmotivation im Technikunterricht. Projektbericht. Stuttgart: Universität Stuttgart.

Buhr, R. & Hartmann E. A. (Hrsg. 2008). Technikbildung für Alle - Ein vernachlässigtes Schlüsselement der Innovationspolitik. Institut für Innovation und Technik. Berlin.

De Vries, M., J. (2012). Teaching for Science and Technological Literacy: An International Comparison. S. 93-110 in Pfenning, U., Renn, O. (2012, Hrsg.). Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.

Deutscher Industrie- und Handelstag (DIHK) (Hrsg. 2013). Aufbau von regionalen Schülerforschungszentren. Berichte und Praxisempfehlungen. Verlag Klett-MINT. Stuttgart.

Evanschitzky, P. (2009). Forschendes Lernen – selbstbestimmt und interessengeleitet. Vortrag im Rahmen der internationalen Fachtagung Sprache 2009. Heidenheim. www.heidenheim.de/fileadmin/gb50/fachtagung2009/Evanschitzky_Kernfolien_HDH.pdf, Zugriff am 10.02.2010.

GEO (2011). Die guten Lehrer: Es gibt sie doch! S. 24-48 in Heft 02/2011 (Februar). Verlag Gruner+Jahr. Hamburg.

Hess, D. (2013). Fernübertragung regelbarer Solarenergie von Nordafrika nach Mitteleuropa. Diplomarbeit, Universität Stuttgart und DLR, 2013

Humboldt, W. v. (1997). Bildung und Sprache, Paderborn: Schöningh, 5. Auflage. Paderborn

International Technology Education Association (ITEA) (2003). *Advancing Excellence for Technology Literacy. Students Assessment, Professional Development, and Program Standards. Standards for a Technology Literacy.* Reston. Virginia.

Kaimann, A., Bröscher, J., Trimborn, K. & Angermund, R. (2012). *zdi - Zukunft durch Innovation.NRW.* S: 173-183 in: Pfenning, U., Renn, O. (2012, Hrsg.). *Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich.* Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.

Kirshner, P.A., Sweller, J. & Clark, R.E. (2006). *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experimental, and Inquiry-Based Teaching.* S. 75-86 in: *Educational Psychologist* Nr. 41(2). Lawrence Erlbaum Associates Inc.

LeLa-Magazin (2013). *Schülerlabor - Begriffsbildung und Kategorisierung.* Autorenteam: Haupt, O.J., Damjahn, N., Martin, U., Skriebe-Carette, P. & Vorst, S., Hempelmann, R. (No.5). Bundesverband der Schülerlabore. Klett-MINT-Verlag. Stuttgart.

LPE Technische Medien GmbH (Hrsg. 2009). *Die LPE Technik-Akademie - ein außerschulischer Lernort für Technik nach einem Konzept von LPE.* Eberbach (Baden-Württemberg).

Mammes, I. (2003). *Zur Förderung des Interesses an Technik durch technischen Sachunterricht,* S. 62-81, in: Heinrich, E. und Rentschler, M. (Hrsg.), *Frauen studieren Technik- Bedingungen- Kontext- Perspektiven,* Band 41, Shaker Verlag, Aachen.

Menzel, R. (2012). *Zweitausend Jahre Regeln des Wissenserwerbes im Licht der Neurowissenschaft.* S. 61-74 in: Pfenning, U., Renn, O. (2012 Hrsg.). *Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich.* Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.

Offermann, G. & Schäfer, A. (2012). *Zur Ideen- und Entstehungsgeschichte des Faches Naturwissenschaften und Technik (NwT) in Baden-Württemberg.* S: 183-199 in: Pfenning, U., Renn, O. (2012, Hrsg.). *Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich.* Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.

Pahnke, J. & Rösner, P. (2012). *Frühe MINT-Bildung für alle Kinder - die Initiative „Haus der kleinen Forscher“.* S: 233-248 in: Pfenning, U., Renn, O. (2012, Hrsg.). *Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich.* Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.

Pfenning, U. & Renn, O. (2012, Hrsg.). *Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich.* Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.

- Pfenning, U. (2010). Mehr Technikbildung, bitte! S. 7-14. in DIDACTA: Das Magazin für lebenslanges Lernen, Heft 3 (September/Oktober).
- Pfenning, U. & Renn, O. (2010). Wissenschaftlicher Abschlussbericht zum Projekt „Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Universität Stuttgart. Lehrstuhl für Umwelt- und Techniksoziologie. Stuttgart.
- Pittschellis, R. (2012). Der Beitrag von FESTO für die didaktische Strukturierung der Technikbildung. S. 223-233 in: Pfenning, U. & Renn, O. (2012 Hrsg.). Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.
- Randler, C. & Pfenning, U. (2010). Fallstudie Fachdidaktik Bionik im Modellversuch LeMoTech. Interner Ergebnisbericht. Universität Stuttgart/PH Heidelberg.
- Renn, O. (2014). Das Risikoparadox: Warum wir uns vor dem Falschen fürchten (hrsg. Von Klaus Wiegandt) Fischer Taschenbuch. Frankfurt am Main.
- Risch, B. (2006). Entwicklung eines an den Elementarbereich anschlussfähigen Sachunterrichts mit Themen der unbelebten Natur. 1. Aufl. Göttingen.
- Sjoeberg, S. (2012). Young People's attitudes to science - Results and Perspectives from the ROSE-study. S.111-129 in Pfenning, U., Renn, O.): Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2009). Philosophie, pädagogischer Ansatz und praktische Hinweise zur Umsetzung. Berlin. Stiftung Haus der kleinen Forscher.
- Trieb, F., Schillings, C., Pregger, T. & O'Sullivan, M. (2012). Solar electricity imports from the Middle East and North Africa to Europe. Energy Policy 42.
- Vereine Deutscher Ingenieure (VDI) (Hrsg. 2007. Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmaß und wirtschaftliche Konsequenzen, erstellt vom Institut der Deutschen Wirtschaft im Auftrag des VDI. Düsseldorf.
- Ziefle, M. & Jakobs E.-M. (2009). Wege zur Technikfaszination – Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte. Berlin. Springer Verlag.

Autor

Dr. Uwe Pfenning

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung

uwe.pfenning@dlr.de

www.dlr.de

Zitieren dieses Beitrages:

Pfenning, U. (2014). Zur Legitimation von Technikbildung – ein wissenschaftliches Plädoyer. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 2 (Heft 2), S. 48-69.