

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

**Technikbildung und Technikdidaktik – ein  
soziologischer Über-, Ein- und Ausblick**

**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))**

## **Technikbildung und Technikdidaktik – ein soziologischer Über-, Ein- und Ausblick**

### **Zusammenfassung**

Der soziologische Blick auf die Technikdidaktik beleuchtet deren zunehmende Relevanz für neue Forschungsthemen und Forschungsfelder. Derzeit beschränkt sich die Didaktik auf Fragen der adäquaten Vermittlung des Fachwissens durch neue attraktive und effektive Lernkonzepte wie das ISBM-Konzept. Der vorliegende Beitrag argumentiert für die Integration von Wissens- und Vermittlungseinheiten über den sozialen Sinn von neuen Technologien, bis hin zum generellen Technikverständnis. Thematisiert werden die Konzepte der individuellen Technikmündigkeit und der wissenschaftstheoretischen Technikemanzipation. Zugleich ist der Beitrag ein Plädoyer für eine umfassende schulische Technikbildung als Teil der Allgemeinbildung, ausgehend von der postulierten Technikemanzipation als erkenntnisorientierte Wissenschaft.

*Schlüsselwörter:* MINT-Bildung, Technikdidaktik, Technikmündigkeit, MINT-Nachwuchsförderung

### **Technology education and technology teaching - a sociological overview, insight and outlook**

#### **Abstract**

Social Sciences like Sociology and Pedagogy prefer different views about associated topics of STEM-professions. Didactic offers some linkages between these views. Besides the traditional research about dissemination of specific knowledge with new pedagogical approaches like ISBM, there is a need for a basic integration of issues towards technological literacy and social technology assessment. New concepts like technological emancipation from natural sciences and individual technology, literacy faced new challenges for research. Technology should be accepted as a cultural value for education in modern societies. In Germany there is also a public debate about technological education in primary and secondary schools for better and improving the opportunities of STEM-interested and talented young professionals.

*Keywords:* STEM-Education, Technological Didactics, Technology Literacy, PUSH

## 1 Versuch eines Überblicks

Ein „Gespenst“ geht um in Deutschland – das „Gespenst“ eines umfassenden akademischen und gewerblichen Fachkräftemangels in vielen Technik- und Ingenieurberufen, in den Naturwissenschaften und in der Medizin. Das MINT-Meter des DIW zu Köln ([www.mintzukunftschaefen.de](http://www.mintzukunftschaefen.de)) illustriert anschaulich das enorme Ausmaß von ca. 200.000 fehlenden MINT-Fachkräften. Studien des VDI schätzen einen volkswirtschaftlichen Verlust von jährlich bis zu 3,4 Milliarden Euro, da mangels verfügbarer Fachkräfte Unternehmen Aufträge ablehnen mussten (VDI, 2007; Winkler et al., 2000). Frühe Studien des PROGNOSE-Instituts im Auftrag des VDMA illustrieren die branchenübergreifenden spezifischen Bedarfe (Stiftung Impuls 2002). Studien der OECD beleuchten die demographischen Effekte der Altersstruktur innerhalb der Erwerbstätigen und innerhalb der Bevölkerung insgesamt hinsichtlich der abnehmenden Anzahl junger Menschen (FEANI, 2010; OECD, 2010)<sup>1</sup>. Es erhoben sich nur wenige Stimmen, die angesichts vermeintlich sinkender Einstiegsgehälter von MINT-Absolventen (Zeit-Magazin Nr.7/2009), zunächst andauernd hohen Arbeitslosenquoten vornehmlich älterer Ingenieure sowie der gut florierenden Wirtschaftskonjunktur hinter dieser Debatte eine taktische Finesse der Arbeitgeber- und Berufsverbände vermuteten<sup>2</sup>. Einige Studien widmeten sich dem Konzept eines „Schweinezyklus“ beim Bedarf der akademischen Fachkräfte (Titzke, 1981). Danach folgt einem Minderbedarf stets ein Überhang, weil zu viele Studierende in die Mangelberufe streben. Demgegenüber weisen Studien der Universität Stuttgart eher auf eine Entkoppelung von Arbeitsmarkt und Ausbildungswünschen hin (Zwick & Renn, 2000; Pfenning, Renn & Mack, 2002).

Bei all diesen Analysen blieben die eigentlichen Studierenden und Absolventen fast vergessen. Letztlich sind die o.g. Entwicklungen nur eine Folge der Kumulation vieler individueller Entscheidungen, sich trotz Interesse, Talent und positivem Selbstbild über antizipierte Technikkompetenzen von MINT-Berufen und Studiengängen nicht inspirieren zu lassen. Das Unterfangen individuelle Einstellungen und Determinanten der Berufswahl PROMINT mit den aggregierten, vorwiegend tabellarischen Daten systematisch abzugleichen, leistete erstmals das Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften vom VDI, acatech und der Universität Stuttgart (acatech; VDI, 2007; Pfenning & Renn, 2012).

Im Vergleich der Erwartungen und Erfahrungen von Schüler/innen, Studierenden, und erwerbstätigen Ingenieur/innen sowie Naturwissenschaftler/innen taten sich erhebliche Diskrepanzen auf. Hohen Erwartungen an extrinsischen und intrinsischen Motivlagen standen oft ernüchternde Erfahrungen aus Studium und Beruf gegenüber. Wo Erwartungen und

---

<sup>1</sup> Danach können in Deutschland nach 2015 nur noch 9 von 10 ausscheidenden Fachkräften ersetzt werden.

<sup>2</sup> Tatsächlich sanken die Einstiegsgehälter für MINT-Berufe im Vergleich zur vorherigen Absolventengeneration ab dem Jahr 2000. Im relativen Vergleich für Absolventen zählen die MINT-Absolventen jedoch nach wie vor zu den Spitzenverdienern. Hier greift das Konzept der relativen Deprivation aus der Sozialpsychologie. Das Argument der hohen Arbeitslosenquote bei Ingenieuren (8-10%) bis ca. 2007 ist triftig und reflektiert den „Jugendwahn“ im Personalmanagement vieler Unternehmen bis nach dem ersten Höhepunkt des Fachkräftemangels auch viele ältere Ingenieure wieder Anstellungen fanden.

Erfahrungen nicht übereinstimmen, ist die Didaktik gefordert. Denn sie stellt die zentrale Frage der adäquaten Vermittlung von Wissen an Interessierte.

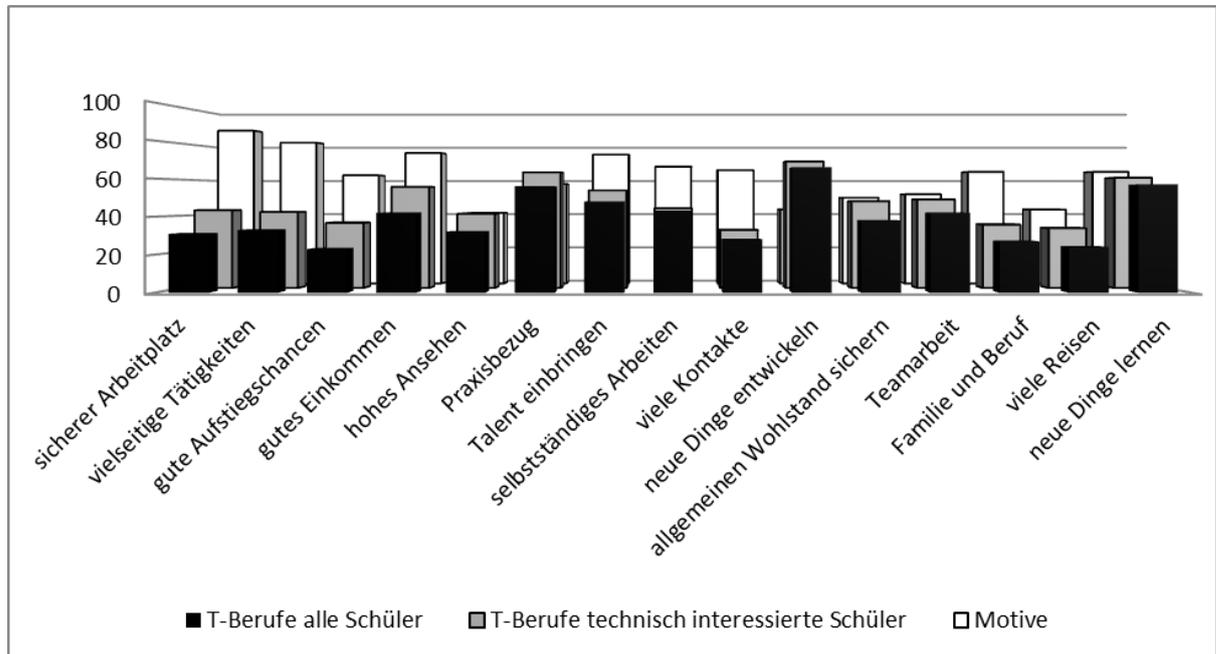


Abb. 1: Vergleich von wahrgenommenen Eigenschaften von MINT-Berufen bei Schülern insgesamt, bei MINT-interessierten Schülern mit der Relevanz von Motiven für die Berufswahl (in %) (Quelle: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 2009, n>3.000)

Auch die Sozialisierungseinflüsse durch frühkindliche Spielbezüge und die partielle Förderung in Schule und Kindergarten wurden erforscht (Ziefle & Jakobs, 2009; acatech, Pfenning, Hiller, Renn, 2011). Die Sozialisierungstheorien beschäftigen sich mit dem Wechselspiel der individuellen Selbstfindung durch Identifikation von Fähigkeiten und Talenten, sozialen Rollen, wie z.B. Berufe, sowie der Internalisierung von Werten und Normen im Rahmen institutioneller Einbindungen wie Elternhaus, Schule, Hochschule, Ausbildungsbetrieb, Freundeskreis, usw. Es stellt sich hier die zentrale Frage nach der Existenz einer „technischen Persönlichkeit“, d.h. nach den prototypischen Sozialisierungsverläufen, die mit einem gewissen Determinismus zum Ergreifen entsprechender Berufe führen. Analysen über die Korrelationen von Elternberufen im MINT-Sektor und Berufswahlen ihrer erwachsenen Kinder lassen jedoch nicht erkennen, dass die Berufswahl gewissermaßen sozial „vererbt“ erscheint<sup>3</sup>. Auch hier kommt der Didaktikforschung eine zentrale Bedeutung zu, denn sie stellt die Frage nach der institutionellen, zielgruppengerechten, adäquaten und probaten Talentförderung in den Bildungsinstitutionen unserer Gesellschaft.

<sup>3</sup> Korrelationen < .15 und nicht signifikant (Analysen mit dem Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften).

### **1.1 Reaktionen der Wirtschaft: Zur Didaktik einer Nachwuchsförderung**

Zunächst reagierten Wirtschaft und Wissenschaft auf den Fachkräftemangel. Über Unternehmensstiftungen etablierten sich in Deutschland in kurzer Zeit über 30 Science-Center ([www.ecsite.eu](http://www.ecsite.eu)) und eine Vielzahl von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren (Lernort Labor 2013); hier wurden Modellprojekte und Förderprogramme wie NatWorking von der Robert-Bosch-Stiftung auf dem Weg gebracht, evaluiert und propagiert. Hierbei spielte im Nachgang zum sogenannten PISA-Schocks auch die Erkenntnis eine Rolle, dass die Qualität der MINT-Bildung in Deutschland im internationalen Vergleich sehr zu wünschen übrig ließ (Prenzel, 2009; OECD, 2007). Es erfolgte eine wichtige Weichenstellung, die neben der Analyse des aktuellen Fachkräftemangels auch die mittelfristige pädagogische und didaktische Nachwuchsförderung in MINT-Disziplinen auf die Agenda setzte.

Soziologisch gesehen ließen sich all diese Fördermaßnahmen zur MINT-Bildung als Kritik an der schulischen MINT-Bildung interpretieren. Die semiprofessionelle Ausstattung der Labore und Science Center, die fachliche Betreuung, der Projektcharakter und vor allem die Möglichkeit zum selbständigen Forschen und Experimentieren kontrastierten das konventionelle Schulsystem mit neuen pädagogischen Konzepten, wie dem forschungsorientierten Lernen (ISBM, vgl. u.a. Randler & Pfenning, 2010; Randler & Hulde 2007; European Commission, 2007; OECD, 2009) und den oftmals fehlenden Technikunterricht. Dies ist der didaktische Aspekt und Akzent der außerschulischen Lernorte, verbunden mit der Frage, ob es um falsche Inhalte oder „nur“ um die falsche Methodik geht.

### **1.2 Reaktionen der Wissenschaft: Didaktischer Narzissmus?**

Frühe Forschungserkenntnisse zur MINT-Vermittlung verdankt die Wissenschaft den Studien der Universität Kassel (BMBW & Teichler et al., 1987, 1990), dem IPN zu Kiel (2007), den ZNL in Ulm (Evanschitzki, 2009), dem HIS in Hannover (Minks, 2005) oder einfach dem intellektuellen, wissenschaftlichen Interesse an Lerntheorien (Baumert, 1991a/b; Risch, 2006; Zinn, 2013), der Entwicklungspsychologie oder der Bildungssoziologie. Der Datenfundus ist inzwischen umfangreich, wenngleich auch nicht im vollen Maße öffentlich zugänglich für eine eigentlich überfällige Meta-Analyse. Schließlich sind für die Bildungssoziologie die Determinanten der Berufswahl eine klassische Fragestellung. Die speziellen, vergangenen und gegenwärtigen Konstellationen zur MINT-(Aus-)Bildung im Bildungssystem wurden hierbei jedoch wenig fokussiert. Dies gilt für soziohistorische Analysen zum Verständnis der technischen Elite (Hortleder, 1970), zur Genderasymmetrie, wie auch für soziotechnische und philosophische Aspekte der Technikbildung (Karafyllis, 2009) und Belange der Technikdidaktik angesichts der Fortschritte in den modernen Lerntheorien (Zinn, 2013, S. 34-65; GEO, 2011; Bertelsmann Stiftung, 2010; Kirschner et al., 2006; Lück, 2006; ITEA, 2003).

Es verbleiben ungeklärte Fragen zum Verhältnis individueller und institutioneller Förderung, z.B. durch einen Technikunterricht an Schulen, zur Effektfolge im Verlauf der primären, sekundären und tertiären und neuerdings auch medialen Sozialisation von Kindern, Jugendlichen, Schüler/innen und Student/innen sowie zum Erreichen bisher nur ungenügend

erfasster Potenziale, wie technisch-talenterter Mädchen und Schülerinnen (vgl. Wentzel et al., 2012). Auch hier finden sich Verbindungen zur Didaktik (Effekte der Mono-Eduktion).

Die Reaktion der Wissenschaft zu den Ursachen des Fachkräftemangels und zur Ausgestaltung einer effektiven Nachwuchsförderung fiel sehr unterschiedlich aus. So wird die Einigung über Empfehlungen der Wissenschaft an die Politik für eine nachhaltige MINT-Förderung – inhaltlich wie didaktisch - zu einer eigenen Aufgabe. In der wissenschaftlichen Politikberatung sind hier Nationale Konferenzen, Zusammenschlüsse von Stakeholdern und die nationalen Akademien, acatech, BBAW und Leopoldina, engagiert. Noch erscheinen solche Konventionen allerdings in weiter Ferne. So mangelt es an der didaktischen Umsetzung neuer Erkenntnisse der Lernforschung in die Lehrerbildung, wie auch an der notwendigen Bildungsinfrastruktur für eine erfolgreiche Technikbildung oder gar an der Entwicklung einer gemeinsamen MINT-Fachdidaktik<sup>4</sup>. Dies intendiert einen weiterhin hohen Forschungsbedarf, allerdings unter der Prämisse einer Koordination der Forschungsvorhaben. Der Didaktik kommt hierbei eine größere Bedeutung als bisher zu, weil theorieorientiert und aus Modellprojekten viele Erkenntnisse vorliegen und diese einer Evaluation durch ihre Anwendung bedürfen (Zinn, 2013; Pfenning, 2010). Mit dem Haus der kleinen Forscher für eine naturwissenschaftliche Frühbildung im Vorschulalter (Stiftung Haus der kleinen Forscher, 2009; Pahnke & Rösner, 2012), dem Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften<sup>5</sup>, den Science Centern der 4. Generation und dem Verein „Lernort Labor“ verfügt Deutschland inzwischen wieder über MINT-Bildungskonzepte, die auch international Beachtung und Anklang fanden. Allerdings fokussiert die Forschung zur MINT-Nachwuchsförderung sehr stark auf den akademischen Berufen der Ingenieur- und Naturwissenschaftler/innen. Der gewerblich-technische Bereich ist deutlich unterrepräsentiert (Zinn, 2013; Hampel et al., 2003), allerdings wohl nicht weniger prägnant und vakant.

### 1.3 Reaktionen der Politik

Dieser Abschnitt lässt sich kurz fassen. Viele Bundesländer haben formal Maßnahmen zur Einführung eines Technikunterrichts beschlossen, so z.B. das Fach Naturwissenschaften und Technik in Baden-Württemberg, die zdi-Zentren in Nordrhein-Westfalen oder der Technikunterricht in Sachsen und Bayern (vgl. die Beiträge von Offermann & Schäfer, 2012; Kaimann et al., 2012; Jahnke & Rösler 2012), Bayer. Bildungsministerium (2007). Eine kritische Übersicht geben Schiffers (LPE, 2009) und Hartmann (VDI Report 38/2008).

Generell folgen die Schulmodelle zur MINT-Bildung den tradierten und nicht den modernen Erkenntnisfortschritten, wonach auch bereits in frühen Jahren Kinder zu Abstraktionen für das Lernen von Natur- und Technikwissenschaften befähigt sind (Evanschitzki & ZNL, 2009)<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Der Soziologe und Sozialphilosoph Norbert Elias proklamierte bereits in der 70er Jahren die These der Verschmelzung von Natur- und Sozialwissenschaften zu den „Menschenwissenschaften“.

<sup>5</sup> Der Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften wurde 2011 von der Schweizerischen Akademie der Technikwissenschaften (SAWT) übernommen. Acatech realisiert ab 2013 eine verkürzte Form des Konzeptes.

<sup>6</sup> Dies ist eine Abkehr der frühen und beeindruckenden Studien von Piaget und zugleich ein Beispiel wie Lerntheorien über politische Rahmensetzungen lange Zeit die Bildungspläne prägten ohne rechtzeitig evaluiert und auf den neuesten Stand der Lern- und Didaktikforschung angepasst wurden.

Zudem wird oftmals eine Talentförderung fokussiert und nicht eine Breitenbildung, im Sinne basaler sozialer Sinnbezüge von Technik und Gesellschaft angestrebt. In einer qualitativen Analyse lesen sich viele Lehrpläne sowohl als Anleitungen klassischer Bildungsinhalte zum Werken, als auch als Anleitung für Polytechnik, für phänomenologische Experimente (z.B. Magnetismus), und der Technik als Appendix der Naturwissenschaften. Unabhängig von inzwischen weiteren Schulreformen der Pro-MINT-Bildung wird erkennbar, dass kaum ein Bundesland eine durchgängige Technikbildung für interessierte Schüler bietet. Damit sind systemische Brüche in der individuellen Techniksozialisation vorprogrammiert.

Bundesland		Grundschule	Hauptschule	Realschule	Gymnasium Sk I	Gym. Sk II
Baden-Württemberg	PF	■	■	●	○	○
	WF	○	○	●	◆	○
Bayern	PF	■	◆●	●	○	○
	WF	○	◆●	■	○	○
Berlin	PF	■	◆	◆	○	■ (Gesamtsch.)
	WF	○	◆	◆	○	◆
Brandenburg	PF	■◆	○	◆	◆	○
	WF	○	○	◆	◆	●
Bremen	PF	◆	◆	◆	○	◆ (Gesamtsch.)
	WF	○	○	◆	○	◆
Hamburg	PF	■	■◆	◆	■	○
	WF	○	◆	◆	○	○
Hessen	PF	■	◆	◆	◆ (Int. GS)	◆ (Int. GS)
	WF	○	◆	◆	◆	◆
Mecklenburg.-Vorpommern.	PF	■●	○	●◆	○	○
	WF	○	○	◆ (reg. Schule)	○	◆ (Int.. GS)
Niedersachsen	PF	■	●	○	● (Int. GS)	● (Int.. GS)
	WF	○	●	●	●	●
Nordrhein-Westfalen	PF	■	●	○	○	○
	WF	○	●	●	●	●
Rheinland-Pfalz	PF	■	◆	◆ (reg. Schule)	○	○
	WF	○	◆	■◆ (reg. Sch.)	○	◆ (Gesamtsch.)
Saarland	PF	■	○	◆	○	◆ (Gesamtsch.)
	WF	○	○	◆	○	○
Sachsen	PF	○	○	●◆	●	○
	WF	○	○	●◆	○	○
Sachsen-Anhalt	PF	◆	○	●	●	●
	WF	○	○	◆	●	●◆
Schleswig-	PF	■●	●	●	○	○

Holstein	WF	○	●	●	●	●
Thüringen	PF	●	◆	◆	● ◆ (Int. GS)	○
	WF	●	○	■	■ (Int. GS)	■ (Int. GS)

Quelle: VDI Report 38, 2009: 37-49, eigene vereinfachte Darstellung zur besseren Übersichtlichkeit, Stand 2006/2007

Legende: int. GS = integrierte Gesamtschule, Gesamtsch. = Gesamtschule, reg. Schule = regionale Schule, WF = Wahlfach, PF = Pflichtfach; ● = Integrierter Technikunterricht, ◆ = Lernbereich, ■ = eigenständiges Schulfach, ○ = kein Technikunterricht.

Tab. 1: Übersicht der Lehrpläne der Bundesländer zur Technikbildung an Schulen (Stand 2006/2007)

#### 1.4 Individuelle und gesellschaftliche Reaktionen

Bisherige Analysen von Umfragen bei den Zielgruppen zeigten ein disparates Bild: So fußt das allgemeine Verständnis von Technik und Naturwissenschaften sehr auf der institutionellen schulischen Vermittlung (Technik = Maschinen, Kraftfahrzeuge, Elektrik, Naturwissenschaften = Chemie, Physik, Biologie) und nur in Ausnahmen (ca. 12%) auf dem wissenschaftlichen Prozess von Erkenntnisgewinnung, Fortschritt und Veränderbarkeit der Natur in Umwelt zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse durch Technik. Hier zeigen sich neben der weitgehend fehlenden Vermittlung gesellschaftlicher Sinnbezüge auch deutliche Vermittlungsdefizite in der eigentlichen wissenschaftlichen Sinnstiftung von Technik- und Naturwissenschaften, da diese als jeweils eigenständige wissenschaftliche Disziplin zum grundlegenden Erkenntnisgewinn und zur Veränderung der Welt nach menschlichen Bedürfnissen oder zivilisatorischen Anforderungen angesehen werden.

Spaltenprozente, Mehrfachnennungen möglich, multiple Response-Auswertung. Datenbasis: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 2009, Schüler Sample n=3.024

inhaltliche Nennungen, Themen und Bezüge (Auswahl)	weiblich		männlich		Gesamt	
	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %
Wissenschaft, wissenschaftliches Arbeiten (Experimente, Forschung, Logik etc.)	419	28,7	238	23,5	657	27,2
Natur (Naturgewalten / -gesetze, Pflanzen, Tiere etc.)	687	47,1	519	51,3	1206	49,9
Physik	765	59,9	547	55,4	1312	59,4
Chemie	874	59,9	561	55,4	1435	59,4
Biologie	1004	68,8	640	63,2	1644	68,0
<b>Konsum und Alltag, gesellschaftliche Bezüge</b>						
Umwelt- / Klimaschutz (Artenerhaltung / -vielfalt, Nachhaltigkeit etc.)	92	6,3	50	4,9	142	5,9
Sonstiges	306	21,0	233	23,0	539	22,3
Anzahl Befragte mit Angaben / Mehrfachantworten möglich	1459		1012		2471	
Schüler/innen ohne Angabe n=264	8,8%					

Tab. 2a: Freie Assoziationen bei Schüler/innen zur Verständnis von Naturwissenschaften

inhaltliche Nennungen, Themen und Bezüge (Auswahl)	weiblich		männlich		Gesamt	
	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %
<b>Objekte und technische Artefakte</b>						
Baustoffe (Holz, Metall etc.)	135	9,2	121	11,8	256	10,3
Auto / Fahrzeuge auf Straße (KfZ, PkW)	277	18,9	275	26,8	552	22,2
Maschinen / -bau, Motoren, Roboter	408	27,9	351	34,2	759	30,5
elektronische Geräte (PC, MP3, TV, Handy)	1159	79,2	883	86,2	2042	82,1
<b>Technologien</b>						
Energien	133	9,1	83	8,11	216	8,6
<b>Wissenschaft</b>						
Mathe	57	3,9	21	2,05	78	3,1
Informatik	78	5,3	76	7,42	154	6,1
Wissenschaft, wissenschaftliches Arbeiten (Experimente, Forschung, Logik etc.)	177	12,1	93	9,08	270	10,8
Physik	322	22,0	194	18,9	516	20,7
<b>Wirtschaft und Berufe</b>						
Industrie, Handel, Globalisierung, Geld (Wirtschaft allgemein)	75	5,1	41	4,00	116	4,6
<b>Konsum und Alltag, gesellschaftliche Bezüge</b>						
Erleichterung für den Menschen im Alltag / Leben (hilfreich, nützlich, Lebensqualität)	72	4,9	47	4,59	119	4,7
Anzahl Befragte mit Angaben / Mehrfachantworten möglich	1462		1024		2486	
Schüler ohne Angabe einer Assoziation, n=244	8,8%					
durchschnittliche Anzahl von Nennungen:						
Naturwissenschaften	2,9					
Technik	2,7					

Mehrfachnennungen möglich, Multiple Response-Auswertung, Spaltenprozent.

Tab. 2b: Freie Assoziationen bei Schüler/innen zum Verständnis von Technik

Bevölkerungsumfragen (TAB, 2000) und demoskopische Erhebungen mit Bilanzitems zur Technikbewertung zeigen auf, dass es in Deutschland keine generelle Technikfeindlichkeit gibt. Allerdings sind Phasen einer Technikskepsis zu verzeichnen, wenn Technologien Katastrophen (z.B. Tschernobyl 1986, Fukushima 2011) verursachen oder un intendierte negative Folgen technikbasierter anthropogener Effekte Ökosysteme beeinträchtigen und diese aus ihrer natürlichen Balance geraten (Klimawandel, Ozonloch u.v.a.).

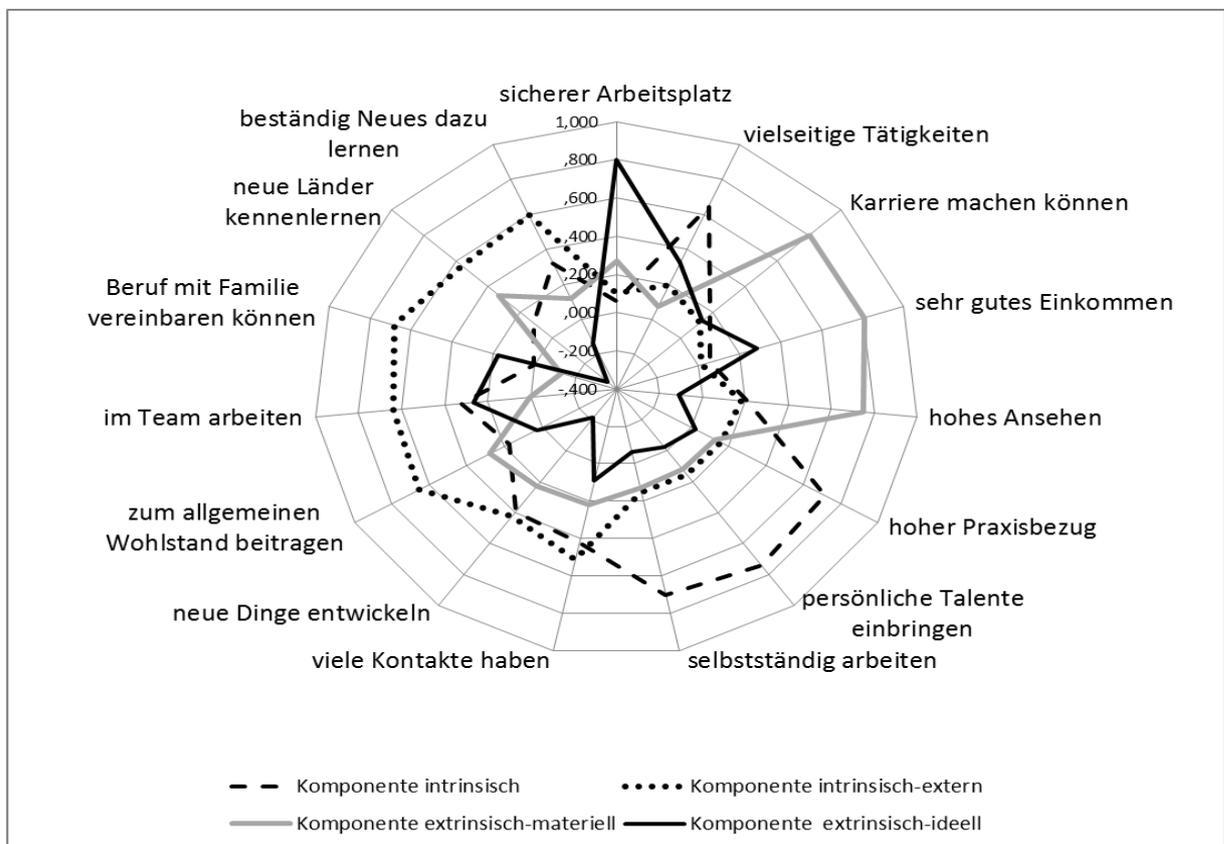
Technikeinstellung	1980	1982	1985	1992	1997*	2002*
negativ	16	27	28	21	9	5
ambivalent	7	14	14	11	29	28
positiv	63	47	48	47	62	67

Quelle: TAB 2002, 1997: 21, \* veränderte Skalenabfrage mit fünf Antwortvorgaben, zuvor Angaben auf einer 7er Skala.

Tab. 3: Bilanzierende Bewertungen von Technik im Zeitverlauf (in %)

Diese negativen Folgen von Technik zählen zum Bildungsinventar einer offenen Technikbildung, beispielsweise in Bezug auf eine diskursive Risikokommunikation und Legitimation durch Beteiligung (Renn, 2007). Und didaktisch können sie Anlass für die Vermittlung der Zusammenhänge von Technik und Gesellschaft sein (Böhret, 1990). Solche Ereignisse generieren im Positiven wie im Negativen Technikleitbilder und sind oftmals auch medial vermittelbar.

Auf der individuellen Seite haben intrinsische Motivlagen an Bedeutung gewonnen und mit extrinsischen Motiven annähernd gleichgezogen. Damit geht eine stärkere Orientierung am Selbstbild über die eigenen MINT-Kompetenzen einher als eine Orientierung an äußeren Rahmenbedingungen, wie die Lage am Arbeitsmarkt, Einkommenshöhe, usw. Auch gibt es keine einheitliche Motivlage, sondern zumindest vier Gruppen mit den maßgeblichen Orientierungen an materiellen extrinsischen, ideell extrinsischen, intrinsischen und gemischten Berufseigenschaften.



Faktorenanalyse, PCA, Varimax-Rotation,  $KMO = p < .0001$ , erklärte Varianz 58%, alle Kommunalitätswerte größer .50. Datenquelle: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften, Studierenden-Sample,  $n=6.102$ . Datenquelle: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften, Studierenden-Sample,  $n=6.102$

Abb. 2: Cluster von Motivlagen für Berufe bei der Studienwahl

HIS-Studien aus den 90er Jahren indizieren noch einen deutlichen Vorrang materieller extrinsischer Motive für die Studienwahl. Insofern ist hier eine veränderte Gewichtung eingetreten, die intrinsische und ideelle extrinsische Motive auf Augenhöhe mit den

klassischen Motiven sieht. Als extrinsisch werden hierbei alle Eigenschaften bezeichnet, die eher von der Unternehmensstruktur vorgegeben sind.

Um Effekte der Ausweitung der außerschulischen und der schulischen MINT-Bildungsangebote zu prüfen, ist die vergangene Zeitspanne seit deren Einführung noch zu kurz. Es sind aber erste Rückschlüsse aus den bisherigen retrospektiven Angaben zur frühkindlichen MINT-Bildung möglich. Danach haben diese Angebote nur für einen kleineren Teil der Student/innen in MINT-Studiengängen eine größere Bedeutung (Pfenning & Renn, 2012: ca. 5-6% der Studierenden geben an, außerschulische Lernorte vor Beginn des Studiums besucht zu haben).

Das Interesse an MINT-Themen ist auf gleichem Niveau wie für Sprachen angesiedelt, was wiederum auch eine gleiche Legitimationsbasis für den Anspruch als Teil der Allgemeinbildung impliziert. Unterstützt wird dies durch die Emanzipation der Technik von den Naturwissenschaften. Immer mehr verweben sich naturwissenschaftlicher und technologischer Fortschritt zu gemeinsamen Erkenntnissen und eine Technisierung findet nicht nur im Alltag, in der Freizeit und im Beruf statt, sondern auch in den Naturwissenschaften. Immer mehr werden naturwissenschaftliche Forschungen von komplexen technischen Großanlagen abhängig.<sup>7</sup>

Kurswahl	NwT (n = 39-40)	Fremdsprache (n=153-155)	Insgesamt n=195)
Wichtige Ziele und Interesse			
viele Sprachen zu können ist heute wichtig	2,38	1,84	1,95
viele Sprachen zu können macht mir Spaß	3,54	2,14	2,42
technische Dinge interessieren mich sehr	1,40	2,97	2,65
naturwissenschaftliche Phänomene sind toll	2,03	3,28	3,02
Technik wird in unserem Leben immer wichtiger	1,23	2,32	2,10
Naturwissenschaften und Technik sind wichtig für unsere Zukunft	1,33	2,43	2,21

Datenquelle LeMoTech-Fallstudie II (Arnold, Hiller & Weiss, 2010; acatech, Pfenning, 2011), Mittelwerte, Skala 1 = +++, 6 = ---

Tab. 4: Bewertung von Fremdsprachen und Naturwissenschaften (NwT) nach Kurswahlen

<sup>7</sup> So z.B. die Kernphysik vom CERN, die Astronomie vom Hubble-Teleskop, die Atomphysik vom Raster-Elektronenmikroskop, die Biomolekular- und Gentechnologie von technischen Feingeräten und ebenso die Meteorologie von Computersimulationen und -kapazitäten

## 2 Soziologische Einblicke in die innere Welt der Technikbildung

### 2.1 Der Idealfall der Techniksozialisation

Wie lernen Schüler/innen Technik? Nun, aus Sicht der Techniksozialisation wäre ein früher Beginn mit kontinuierlich und inhaltlich anschließenden Bildungsangeboten bis zum Studiums- oder Ausbildungsende ideal, um eine hohe intrinsische Motivation mit wiederum hohen Anteilen autodidaktischen Lernens und frei gewählten außerschulischen MINT-Angeboten zu bewirken. Kognitiv würde dies zu einem hohen Lernniveau führen und mental zu einem hohem Selbstkonzept über die antizipierten eigenen MINT-Qualifikationen und Kompetenzen.

Förderung technisches / naturwissenschaftliches Interesse in der Familie			
	Schüler/innen n=2380	Studierende n=5727	T+N-Berufe n=3265
außerordentlich stark gefördert	7,8 / 6,3	8,3 / 5,1	6,8 / 6,3
sehr stark gefördert	20,2 / 17,6	26,8 / 18,9	25,4 / 22,2
eher stark gefördert	35,8 / 34,4	35,0 / 36,7	34,6 / 35,3
eher wenig gefördert	36,1 / 41,8	29,9 / 39,2	33,2 / 36,2
Förderung technisches / naturwissenschaftliches Interesse in der Schule			
	Schüler/innen	Studierende	T+N-Berufe
außerordentlich stark gefördert	5,1 / 4,8	4,0 / 5,5	4,6 / 8,4
sehr stark gefördert	12,7 / 15,6	13,9 / 19,9	16,2 / 23,0
eher stark gefördert	29,3 / 36,9	30,2 / 36,6	29,9 / 33,9
eher wenig gefördert	52,9 / 42,8	51,9 / 38,0	49,4 / 34,7

Quelle: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften

Tab. 5: technisch-naturwissenschaftliche Frühbildung im Elternhaus (in %)

Dazu zählt eine frühe Förderung im Elternhaus, eine Vermittlung basaler, naturwissenschaftlicher und technischer Phänomene im Kindergarten durch entsprechend zertifiziertes Personal und eine von der Grundschule bis zur Sekundarstufe II fortwährende Technikbildung, die neben allgemeinen Wissensbeständen auch eine Talentförderung einschließt. In den Untersuchungen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften treffen weniger als 5% aller MINT-interessierten Schüler/innen und weniger als 10% der Studierenden entsprechender Studiengänge auf diese idealen Förderbedingungen (Pfenning & Renn, 2012; Pfenning, 2010).

Was steckt konkret hinter der Förderung im Elternhaus? In verschiedenen Studien operationalisierte das Forschungsteam der Universität Stuttgart dieses Konstrukt durch die Abfrage von konkreten Spielbezügen für Technik, Naturwissenschaften und kulturellen Objekten. Mittels einer einfachen Faktorenanalyse lassen sich auch hier Gruppen mit gemeinsamen Spielbedürfnissen klassifizieren: Am häufigsten ist der Typus Spiel- und

Heimwerker anzutreffen, dessen Bandbreite sich vom Spielen mit der Modellbahn bis hin zu praktischen Reparaturen am Haus bzw. in der Wohnung erstreckt.

Hier kommen haptische und kognitive Aspekte zusammen. Der Kreativ-Typus hingegen nimmt kulturelle Angebote wie Museen und ggf. Science Center verstärkt wahr, spielt mit den klassischen bunten Bausteinen zum Bau eigener Kreationen und Maschinen, nutzt Fernrohr und Mikroskop, spielt für Einblicke in kleine Welten und unendliche Weiten, spielt mitunter auch mit Puppen oder Marionetten und lässt sich eingeschränkt für Science Fiction und technische Abenteuerromane begeistern. Dazu zählt vor allen auch ein großer Anteil der technisch-naturwissenschaftlich interessierten Schülerinnen. Und der dritte Typus ist eindeutig auf naturwissenschaftliche Spielbezüge fokussiert, wie die bekannten Experimentierkästen für den Heimgebrauch. Die Überlappung zwischen dem Typus Spiel- und Heimwerker und Kreativität sind wesentlich höher als mit dem mehr separaten Typus naturwissenschaftliche Spieltriebe.

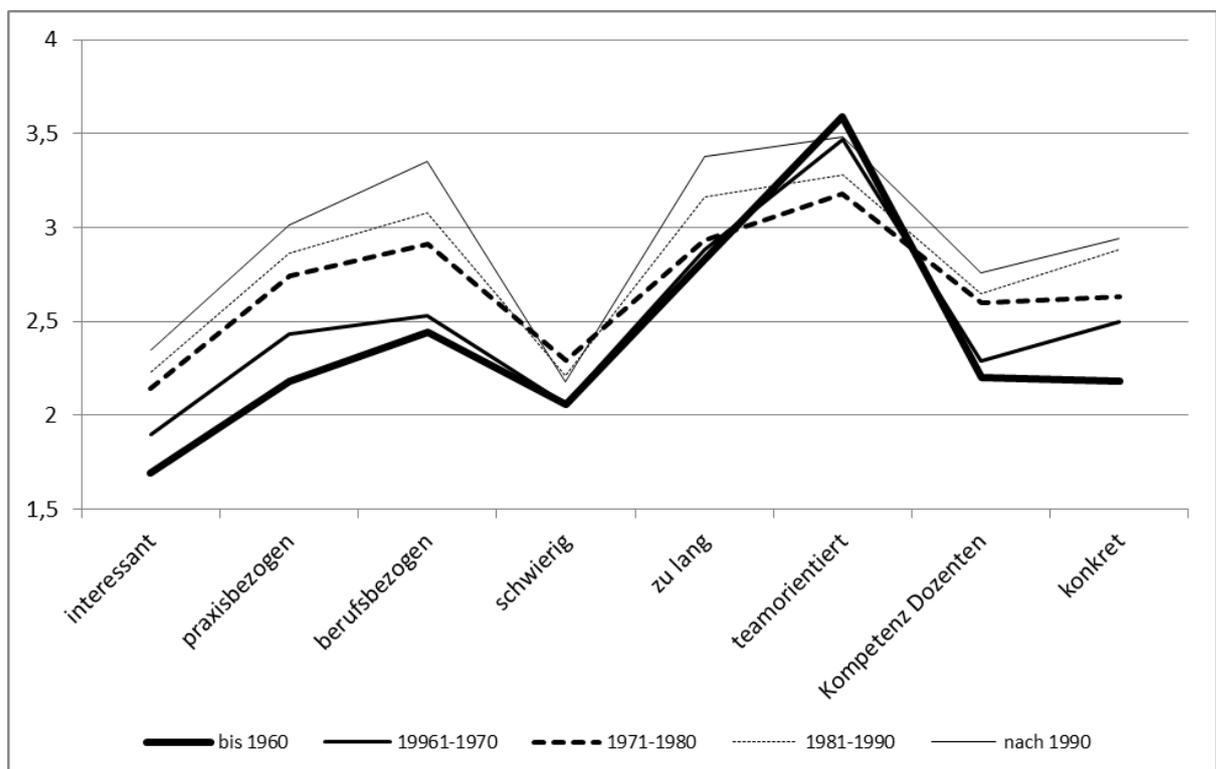
● Hohe und starke Förderung der Interessen in ... / ○ durchschnittliche und geringe Förderung in ...						
0 = Bruch + = Kontinuität	Elternhaus Technik	Elternhaus Naturwissenschaft	Schule Technik	Schule Naturwissenschaft	abs.	in %
000	○	○	○	○	1791	<b>59,1</b>
++	○	●	●	●	23	0,7
+	○	○	●	●	42	1,4
0	○	○	○	●	218	<b>7,2</b>
0	○	○	●	○	73	2,4
+	○	●	●	○	14	0,5
0	○	●	○	○	163	<b>5,4</b>
0	○	●	○	●	76	2,5
0	○	○	○	●	159	<b>5,3</b>
++	●	●	●	○	21	0,7
+0	●	○	●	●	27	0,9
0+	●	○	○	●	26	0,9
+0	●	●	○	●	53	1,8
00	●	○	●	○	79	2,6
+	●	●	○	○	167	<b>5,6</b>
+++	●	●	●	●	74	2,4
Gesamt						100

000 = vollkommen fehlende Unterstützung, 00 = zweifache Unterbrechung, 0 = einfache Unterbrechung, +++ = vollkommene Unterstützung, ++ = teilweise kontinuierliche Unterstützung, + = geringe intensive Förderung, fett gedruckt hervorgehoben sind Fallzahlen > 100 Personen. Quelle Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften, 2009

Tab. 6: Übersicht über Brüche in der institutionellen Techniksozialisation

## 2.2 Kritiken der Zielgruppen an der bisherigen MINT-Bildung

Die Technik-Bildungswelt sieht indes anders aus! Oftmals fehlen gerade für die Technik die Bildungselemente innerhalb des MINT-Sektors, derweil Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften zum etablierten und tradierten Kanon der Allgemeinbildung zählen. Was taugt jedoch MINT ohne Technik? Wird es dann eher zum „MIN“imum und verharrt in den einzelnen Fachdidaktiken und Inhalten? Derzeit ist nicht erkennbar, dass sich eine eigenständige, interdisziplinäre MINT-Didaktik entwickelt. Darin liegt aber die Innovation der MINT-Bildung und dadurch würde auch a) der zunehmenden Interdisziplinarität in Wissenschaft und Beruf Rechnung getragen, b) vor allem Theorie und Praxis besser und nachvollziehbarer miteinander verbunden und c) der soziale Sinn oder die gesellschaftliche Funktionalität der einzelnen Disziplinen deutlicher für die Zielgruppen. Aus Sicht der Studierenden und Schüler ist die maßgebliche Kritik am Bildungssystem der mangelnde Praxisbezug (Pfenning, Renn & Mack, 2002; Pfenning & Renn, 2012; de Vries, 2012). Im Vergleich von Abschlusskohorten mit einer 10-Jahresperiodizität wird mit zunehmend jüngeren Abschlusskohorten diese Kritik am fehlenden Praxisbezug immer vehementer und signifikanter. Dies deckt sich auch mit den qualitativen Analysen der Angebote von außerschulischen Lernorten, die sich explizit über bessere Experimentierangebote für Schüler/innen definieren (acatech, 2011).



Mittelwerte, Skala 1 = sehr gut - 5 = sehr schlecht, n = 1053 Ingenieure und Naturwissenschaftler.

Quelle: Eigene Berechnungen, Ingenieurbarometer 2001, Pfenning, Renn & Mack, 2002.

Abb. 3: Subjektive Studienzufriedenheit nach Abschlusskohorten

Analysen zur Bedeutung von Praktikum und Modellprojekten mit hohen Praxisbezügen, wie z.B. THEOPRAX, unterstreichen diese Kritik. In den Modellprojekten suchen und wünschen sich die Zielgruppen, wie Schüler/innen oder Studierende, vor allem Experimente und Praxisbezüge. Dies erscheint auch durchaus schlüssig, weil sie damit die Möglichkeit erhalten ihr Selbstbild und Selbstkonzept über antizipierte MINT-Qualifikationen in der Praxis und an den externen Anforderungen von Betrieben oder Hochschulen zu überprüfen. Dies ist die maßgeblich didaktische Funktion von Praktika.

### **2.3 Von OHA und AHA-Effekten**

Jegliches MINT-Interesse beginnt eines Tages mit einem Schritt zur Weckung von Aufmerksamkeit und Neugierde als überraschende Oha-Effekte. Ist diese erste kognitive Hemmschwelle überwunden, schließen sich Autointeresse und kognitive Vertiefung durch mehr Informationen und Bemühungen zum Verstehen, Erkennen und Abspeichern als Wissen an, die Aha-Effekte. Aus Interesse wird Motivation. Dieser kognitive Prozess verläuft entlang vieler praktischer Referenz-, Vergleichs- und Erfolgserlebnisse, die diese Motivation verstärken oder abschwächen.

Diese Oha-Effekte zu generieren, ist eine primäre didaktische Aufgabe. Sie wird durch Darstellung naturwissenschaftlicher Phänomene, durch attraktive technische Artefakte oder durch einfache Experimente zu leisten versucht. Evaluationen von Science Centern, dem Ideen Park von ThyssenKrupp oder von Schülerlaboratorien (acatech, 2009, 2011; Pfenning & Renn, 2012) weisen nach, dass das Interesse im Vergleich von einfachen oder retrospektiven Vorher-Nachher-Erhebungen ansteigt, teilweise bei aktuellen Themen sogar in signifikanter Weise. Aus „Schaulustigen“ werden Interessierte. Inwieweit und wie schnell diese affektiven Eindrücke schwinden, ist ein offener Streitpunkt in der Begleitforschung. Es ist jedoch zu vermuten, dass selbst beim Vergessen des konkreten Wissenstransfers ein affektives Muster, wie z.B. „Technik macht Spaß“, haften bleibt - eine Art Metakognition, wie sie auch aus der Einstellungsforschung zu Modellen der „Theory of Planned Behaviour“ (TPB) nach Fishbein, Azjen, Fazio, Borgatti et al. gefunden wurden.

Die Vertiefung zu Aha-Effekten gestaltet sich schwieriger und aufwendiger, weil hier Lernprozesse von Nöten sind, in die sich der Lernende begibt oder begeben muss, so die Teilnahme an einem Technikunterricht während eines Schuljahres oder an einem MINT-Projekt an schulischen oder außerschulischen Lernorten. Die Frage, inwiefern Teilnahmezwang sich hier über Reaktanz kontraproduktiv auf mögliche Lernerfolge auswirkt, ist ebenfalls strittig. Analysen mit dem Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften konnten aufzeigen, dass an Schulen mit einem Technikunterricht bei fast allen Schülern unabhängig von deren Intention zu MINT-Disziplinen das Interesse an diesen MINT-Disziplinen gestiegen ist. Vielleicht ist dies sogar dessen zentrales Ergebnis? Denn dies spricht eindeutig für eine institutionelle Verankerung der Technikbildung als Teil der Allgemeinbildung und damit für eine Parität des Bildungsstatus aller vier MINT-Disziplinen. Dadurch würde eine zumindest basale Technikbildung erfolgen. Die konkreten Inhalte dieser basalen Technikbildung wären jedoch noch auszuarbeiten, auch wiederum eine Aufgabe der Didaktik. Denkbar wäre eine Unterrichtseinheit zu den Zusammenhängen von Technik und

Gesellschaft, Zivilisation und Wohlstand. Mithin wären dies Themen der Chancen- und Risikokommunikation, die Darstellung des sozialen Sinns der einzelnen Technologien und das Aufzeigen individueller Betroffenheiten durch Nutzung, Konsum, Akzeptanz und Toleranz, Risiken und Chancen sowie möglicher Restriktionen als staatliche Kontrollaufgabe (z.B. im Datenschutz).

#### **2.4 Institutionelle Effekte auf das individuelle Interesse an MINT-Fächern**

Obschon Alltag, Freizeit und Beruf zunehmend „technisiert“ daherkommen, hält sich das Interesse an Technik und Naturwissenschaften in der Schülerschaft in engen Grenzen: Von maximal ca. 30-35% für aktuelle Technologien wie zur Energiewende und Umwelttechnologien bis zu minimal unter 5% für die im Hochschulsystem dominanten klassischen Technologien wie Maschinenbau und Elektrotechnik. Die Gründe für diese Diskrepanz zwischen alltäglicher Technikinterpretation und gleichzeitiger Abstinenz individueller Interessen sind sicherlich vielseitig und noch nicht ausreichend erforscht: zunehmende Komplexität der Technologien und damit verbundene kognitive Zurückhaltung, Verlust des Haptischen durch Verkapselung und Miniaturisierung der modularen Bauteile, fehlende Vermittlung der epistemologischen Überzeugungen (Zinn, 2013, S. 11, 78f.), Technisierung der Didaktik und ein defizitärer sozialer Sinnbezug sind einige der in der Wissenschaft diskutierten Gründe. Technik als gesellschaftliches Element und Technologien als deren konkrete Verwirklichung erscheinen losgelöst von gesellschaftlichen Alltagsbezügen und sehr auf die ökonomische Funktionalität von wenigen Systemtechnologien bezogen. Dies ist letztlich ein Verständnisproblem. Veränderungen in dieser Perzeption können sich ergeben, wenn nicht nur individuelle Konsumtechnologien, sondern auch individuell bezogene Systemtechnologien, wie die Energieversorgung und Mobilitätstechnologien einen qualitativen Sprung vollziehen. Dies trifft zukünftig für beide genannten individuelle Systemtechnologien zu: die „deutsche“ Energiewende hin zu erneuerbaren Energien und das Aufkommen der Hybridtechnologien bei Kraftfahrzeugen bergen in sich die Chance, auch das gesellschaftliche Technikverständnis zu verändern. Die „All-Electric Society“ mit einem weitgehenden Abschied von Verbrennungsmotoren stellt für Elektrotechnik eine enorme Chance zur besseren Sinnvermittlung über Wertebezüge wie Nachhaltigkeit, Umweltschutz und Lärminderung dar, die bislang kaum genutzt wird.

Studien zur schulischen Technikbildung indizieren ebenso solche Streueffekte. In Schulen mit einem obligatorischen Technikunterricht steigt generell das Interesse an MINT-Disziplinen insgesamt wie auch das Interesse an spezifischen Technologien. Das Interesse erschließt sich hierbei vermutlich kognitiv aus der Vermittlung der Sinn- und Alltagsbezügen.

Fachrichtung	Schüler an Schulen mit Technikunterricht	Schüler an Schulen ohne Technikunterricht
Mathematik	2,66	1,89
Physik	2,31	1,75
Biologie	2,46	1,87
Chemie	2,27	1,76
Informatik	2,44	1,87
Computertechnologie	2,76	1,92
Elektrotechnik / Elektronik	2,54	1,85
Maschinenbau	2,29	1,84
Erneuerbare Energien	2,24	1,78
Gentechnik	2,09	1,75
Luft- und Raumfahrttechnik	2,05	1,82

Quelle: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 2009, n = 188 bis 836, Mittelwertvergleich: 1=sehr geringes Interesse, 5=außerordentlich hohes Interesse

Tab. 7: Ausstrahlungseffekte schulischer Technikbildung

Diese Effekte generieren sich aus einer prozessualen Vermittlung und nicht aus punktuellen Angeboten. Insofern sind diese Effekte auch gewissermaßen ein Plädoyer für einen umfassenden Technikunterricht als allgemeine Bildungsaufgabe und Kulturtechnik zum Umgang mit Technologien im Alltag, in der Freizeit und im Beruf sowie zur Legitimation von Technik in der Gesellschaft für Systemtechnologien im Infrastrukturbereich.

### 3 Ein soziologischer Ausblick – Technikmündigkeit und Technikemanzipation

Aus soziologischer Perspektive sind für die MINT-Didaktik drei wichtige Ziele zu benennen. Zunächst ist dies auf individueller Ebene die inhaltliche Verankerung und institutionelle Etablierung des Ziels einer individuellen Technikmündigkeit im Bildungskanon. Technikmündigkeit meint die individuelle Fähigkeit, sich über neue Technologien fachgerecht zu informieren, ihre gesellschaftlichen Chancen und Risiken zu erkennen, diese zu bewerten und sie auf dieser Basis zu nutzen, zu akzeptieren, zu tolerieren oder abzulehnen. Technikmündigkeit zielt auf gesellschaftliche Technikdiskurse und den individuellen Beitrag hierzu. Je mehr gesellschaftliche Diskurse sich ergeben, umso höher wird die Bedeutung von Technikmündigkeit als neues Bildungsziel. Aus neueren Entwicklungen zählen dazu beispielsweise Belange des Datenschutzes mit entsprechenden Programmen und Nutzerverhalten ebenso wie die Energiewende und Belange der Energieeffizienz von Geräten, die Umstellung der Beleuchtungstechnik auf LED-Technologie, u.v.a. Technikmündigkeit zählt damit zu einem zentralen Konstrukt der Sinnvermittlung von Technik. Die didaktischen Probleme sind hierbei, a) welcher Umfang an basalem Fachwissen über eine jeweilige

Technologie hierfür notwendig ist und b) die konkrete Ausgestaltung einer solchen Unterrichtseinheit für alle Schüler/innen.

Daraus ergibt sich die zweite Zielsetzung der Vermittlung sozialer Sinnbezüge von Technik und assoziierten Detailtechnologien. Dazu zählen die Vermittlung der Einflüsse anthropogener Effekte auf Ökosysteme (Ozonloch, Klimawandel, radioaktive Abfälle u.v.a.), die Vermittlung des individuellen Fingerprints durch Techniknutzung im Alltag und in der Freizeit, die Bedeutung von Kommunikations- und Officetechnologien für den Beruf (z.B. die Nutzung von Computer und Internet), die Vermittlung der basalen wissenschaftlichen Definitionen und Aufgaben von Technik- und Naturwissenschaften hinsichtlich Erklären, Verstehen und Verändern der Welt sowie die Vermittlung der Berufe und deren Tätigkeits- und Qualifikationsprofile sowie die Angebote der Talentförderung für MINT-interessierte Jugendliche.

Das dritte Ziel ist „wissenschaftstheoretischer Natur“ und soll mit dem Begriff der Technikemanzipation titulierte sein. Technikemanzipation bezieht sich auf das Verhältnis von Natur- und Technikwissenschaften und soll Technik als eigenständige wissenschaftliche Fachdisziplin darstellen. Dies betrifft deren Beitrag zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt durch Geräte, Apparate und andere technische Artefakte sowie den eigenen Erkenntnisfortschritt durch Optimierung vorhandener und die Einführung neuer Technologien. Technikemanzipation greift damit die tradierte Diskussion auf, inwieweit Technik und die damit assoziierten Berufe auf ein Verständnis als Appendix oder auf die Umsetzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse reduziert werden können, oder eben als eigenständige Wissenschaftsdisziplin auch mit Erkenntnisgewinnen anzusehen sind. Damit verbunden ist die zuvor erörterte zentrale Frage, Technikbildung als Allgemeinbildung im Rahmen der generellen humanistischen Grundbildung anzusehen. Erst mit diesem Status legitimiert sie sich als Bildungsziel für alle Schulpflichtigen mit den ebenfalls zuvor erwähnten Ausstrahlungseffekten.

Damit ist sowohl die Fachdidaktik gefordert wie auch eine neue MINT-Didaktik, die interdisziplinär die vier MINT-Disziplinen durch geeignete Wissensvermittlung in Einklang bringt und transdisziplinär auch den sozialen Sinn und die Zusammenhänge von Technik und Gesellschaft berücksichtigt. Damit gilt es, den Spagat zwischen Talentförderung und MINT-Breitenbildung und Breitenvermittlung zu schaffen. Dies geht nicht ohne weitere Forschung zu Best-Practice-Modellen und einer andauernden Evaluation der Umsetzung neuer Erkenntnisse der Lerntheorien in die Schulpraxis durch eine adäquate Lehrerausbildung.

## 4 Literaturverzeichnis

acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2009). Strategie zur Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Handlungsempfehlungen für die Gegenwart, Forschungsbedarf für die Zukunft. Berlin und Heidelberg: Springer Verlag.

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

acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften/VDI (2009). Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Ergebnisbericht - Kurzfassung. Autoren: Pfenning U.,Hiller S.,Renn O.,Brennecke, V. & Lohe, V. München/Düsseldorf.

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

Baumert J. (1991a). Längerfristige Auswirkungen der Bildungsexpansion. In: Unterrichtswissenschaft, Zeitschrift für Lernforschung, 19. Jg. / Heft 4. Kiel. 333-349.

Baumert, J. (1991b). Thema: Schule und danach. In: Unterrichtswissenschaft, Zeitschrift für Lernforschung, 19. Jg. / Heft 4. Kiel. 290-292.

Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (Hrsg. unter Mitwirkung vom Arbeitskreis IKIT 2007). Technik erleben – Materialien für einen schülerzentrierten Unterricht. Ludwig Auer Verlag. Donauwörth.

Bertelsmann Stiftung Bildung (Hrsg. 2010). Change 2/2010. Schwerpunkt: Lernen – Glück ein Leben lang. Gütersloh. Bertelsmann Stiftung.

Böhret, C. (1990). Folgen - Entwurf für eine aktive Politik gegen schleichende Katastrophen. Verlag Leske+Budrich. Opladen.

Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BMBW) (Hrsg. 1987). Hochschule – Studium – Berufsvorstellungen: Eine empirische Untersuchung zur Vielfalt von Hochschulen und deren Auswirkungen, Bd. 50. Autoren: Teichler, Buttgerit, Baldauf, Hermanns, Krüger, Maiworm, Oehler, Schomburg, Winkler. Bonn.

Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft (BMBW) (Hrsg., 1990). Hochschule – Studium – Berufsvorstellungen: Der Berufsstart von Hochschulabsolventen. Bd. 87. Autoren: Teichler, Winkler, Baldauf, Buttgerit, Maiworm & Schomburg. Bonn.

European Commission (EC, 2007). Community Research: Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe. Brüssel.

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](http://www.heidenheim.de/fileadmin/gb50/fachtagung2009/Evanschitzky_Kernfolien_HDH.pdf), Zugriff am 10.02.2010.

Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs (FEANI 2010). The European Engineers Publication. Issue 7 (Sept.). New Approaches to Learning, Brüssel. 18-20.

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

Hampel, J., Schneider, M., Spurks, A. & Sautter (2003). Nachwuchsmangel im baden-württembergischen Handwerk, TA-Akademie. Stuttgart.

Hartmann, E., Kussmann, M. & Scherweit, S. (Hrsg. VDI Report Nr. 38, 2008). Technik und Bildung in Deutschland. Technikunterricht in den Lehrplänen allgemeinbildender Schulen. Eine Dokumentation und Analyse. VDI-Verlag. Düsseldorf.

Hortleder, G. (1970). Das Gesellschaftsbild des Ingenieurs. Zum politischen Verhalten der Technischen Intelligenz in Deutschland. Edition Suhrkamp. Frankfurt.

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.

IPN-Blätter (2007). Informationen aus dem Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften. 3/07, September 2007, 24. Jg.. Kiel.

Karafyllis, C. N. (2009). Homo Faber / Technik. In: E. Bohlken & C. Thies (Hrsg.): Handbuch für Anthropologie. Der Mensch zwischen Natur, Kultur und Technik. Verlag J. B. Metzler, Stuttgart. 340-344.

Kirschner, 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. In: Educational Psychologist Nr. 41(2). Lawrence Erlbaum Associates Inc. 75-86.

LeLa-Magazin (2013). Herausgegeben vom Bundesverband der Schülerlabore & Haupt, O. Ausgabe 5/2013 (März). Verlag Klett MINT. Stuttgart.

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

Lück, G. (2006). Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung - Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen. 5. Auflage. Freiburg, Basel, Wien: Herder.

Minks, K.-H. (2005): Kompetenzen für den globalen Arbeitsmarkt: Was wird vermittelt, was wird vermisst? In: Grüneberg, K./Wenke, I. 2005, Arbeitsmarkt – Elektrotechnik – Informationstechnik, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach.

OECD (2007). PISA 2006. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen. Kurzfassung.

OECD (2009). Education Today – The OECD Perspective. Paris, New York: OECD Publishing.

OECD (2010). Education at a Glance. Paris, New York: OECD Publishing.

Offermann, G. & Schäfer, A. (2012). Zur Ideen- und Entstehungsgeschichte des Faches „Naturwissenschaften und Technik“ (NwT) in Baden-Württemberg. In: U. Pfenning & O. Renn, (Hrsg.): Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen

Vergleich (184-199). 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”. In: U. Pfenning & O. Renn, (Hrsg.): Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich (224-233). Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.

Pfenning, U., Renn, O. & Mack, U. (2002). Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe. TA-Akademie. Stuttgart.

Pfenning, U. (2010). Mehr Technikbildung, bitte! In: DIDACTA Das Magazin für lebenslanges Lernen, Heft 3/2010 (Ausgabe September/Oktober). Darmstadt. 7-14.

Pfenning, U. & Renn, O. (2012). 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.

Prenzel, M. & Stadler, M. (2009). Von SINUS lernen! In: bildung SPEZIAL Nr. 4(1). Im Brande. 26-27.

Randler, C. & Hulde, M. (2007). Hands-on versus Teacher-centred experiments in soil ecology. In: Research in Science and Technological Education, Vol. 25 vom 03. November 2007. 329-338.

Randler, C. & Pfenning, U. (2010). Fallstudie Fachdidaktik Bionik im Modellversuch LeMoTech. Interner Ergebnisbericht. Universität Stuttgart/PH Heidelberg.

Renn, O. (2007). Risiko. Über den gesellschaftlichen Umgang mit Unsicherheit, Oekom Verlag. München

Risch, B. (2006). Entwicklung eines an den Elementarbereich anschlussfähigen Sachunterrichts mit Themen der unbelebten Natur. Cuvillier Verlag. Göttingen.

Stiftung Haus der kleinen Forscher (2009). Philosophie, pädagogischer Ansatz und praktische Hinweise zur Umsetzung. Berlin: Haus der kleinen Forscher.

Titzke, H. (1981). Überfüllungskrisen in akademischen Karrieren: eine Zyklustheorie. In Zeitschrift für Pädagogik, Jg. 27, Heft 2. 187-224.

Kaimann, A./Bröscher, J./Trimborn, K./Angermund, R. (2012). zdi- Zukunft durch Innovation. NRW. In: U. Pfenning, U. & O. Renn. (Hrsg.): Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und –Berufe im europäischen Vergleich (199-213). Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW). Verlag Nomos.

VDI, Verein Deutscher Ingenieure (2007). Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmaß und wirtschaftliche Konsequenzen, erstellt vom Institut der Deutschen Wirtschaft im Auftrag des VDI. Düsseldorf.

VDMA/Impuls-Stiftung – Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik, erstellt von der Prognos AG Basel (2002). Mittel- bis langfristiger Bedarf an Ingenieuren im deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Basel/Stuttgart.

Wentzel, W., Mellies, S. & Schwarze B. (Hrsg. 2011). Generation Girls' Day. Verlag Budrich. UniPress. Opladen. Berlin.

Winkler, H., Schleef, M. & Störmer, A. (2000). Fazit. Ingenieurbedarf-eine Studie des VDI. VDI Nachrichten, Sonderausgabe und Beilage. Düsseldorf,

Ziefle, M. & Jakobs E.-M. (2009). Wege zur Technikfaszination – Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte. Berlin: Springer Verlag.

Zinn, B. (2013). Überzeugungen zu Wissen und Wissenserwerb von Auszubildenden. Reihe Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Hrsg. von D.H. Rost. Verlag Waxmann.

Zwick, M.M. & Renn, O. (2000). Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (Hrsg.). Stuttgart.

### **Autor:**

Dr. Uwe Pfenning

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt in der Helmholtz Gemeinschaft e.V.

Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung

STEP – Wankelstraße 5, 70563 Stuttgart

uwe.pfenning@dlr.de

---

Zitieren dieses Beitrages:

Pfenning, U. (2013): Technikbildung und Technikdidaktik – ein soziologischer Über-, Ein- und Ausblick. Journal of Technical Education (JOTED), 1(1), S. 111-131.