

ZIRN  
Interdisziplinärer  
Forschungsschwerpunkt  
Risiko und nachhaltige  
Technikentwicklung

Universität Stuttgart  
Institut für  
Sozialwissenschaften  
Abt. für Technik- und  
Umweltsoziologie

DIALOGIK  
gemeinnützige  
Gesellschaft für  
Kommunikations- und  
Kooperationsforschung

Stuttgarter Beiträge zur Risiko-  
und Nachhaltigkeitsforschung

***Stuttgarter Projektergebnisse  
zum Thema technisch-  
naturwissenschaftliche  
Wissensvermittlung an Kinder  
und Jugendliche.***

**Marlen Schulz (Hrsg.)**

**Nr. 22 / Dezember 2011**



Institut für Sozialwissenschaften  
Abt. für Technik- und Umweltsoziologie  
Prof. Dr. Dr. h.c. O. Renn  
Universität Stuttgart

***Stuttgarter Projektergebnisse  
zum Thema technisch-  
naturwissenschaftliche  
Wissensvermittlung an Kinder  
und Jugendliche.***

**Marlen Schulz (Hrsg.)**

**Nr. 22 / Dezember 2011**

ISSN 1614-3035  
ISBN 978-3-938245-21-7

Institut für Sozialwissenschaften  
Abt. für Technik und Umweltsoziologie  
Universität Stuttgart  
Seidenstraße 36, 70174 Stuttgart  
Tel: 0711/685-83971, Fax: 0711/685-82487  
E-Mail: [ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de](mailto:ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de)  
Internet: <http://www.uni-stuttgart.de/soz/tu>

DIALOGIK gemeinnützige GmbH  
Lerchenstraße 22, 70176 Stuttgart  
Tel: 0711/3585-216 4, Fax: 0711/3585-216 0  
E-Mail: [info@dialogik-expert.de](mailto:info@dialogik-expert.de)  
Internet: [www.dialogik-expert.de/](http://www.dialogik-expert.de/)

#### ZIRN

Internationales Zentrum für Kultur- und  
Technikforschung der Universität Stuttgart  
Interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt  
Risiko und Nachhaltige Technikentwicklung  
Tel: 0711/685-83971, Fax: 0711/685-82487  
E-Mail: [ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de](mailto:ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de)  
Internet: <http://www.zirn-info.de>

Ansprechpartner: Dr. Marlen Schulz  
Tel: 0160 / 1643346  
[marlen.schulz@sowi.uni-stuttgart.de](mailto:marlen.schulz@sowi.uni-stuttgart.de)

# **Inhaltsverzeichnis**

Marlen Schulz

<b>1 Einführung ins Thema .....</b>	<b>1</b>
-------------------------------------	----------

Sylvia Hiller

<b>2 Motivation durch Modellprojekte – Effekte beispielhafter Modellprojekte auf das Interesse an Technik bei Kindern und Jugendlichen .....</b>	<b>5</b>
--	----------

Sylvia Hiller

<b>3 Lernmotivation und Lerneffekte im Vergleich von schulischen und außerschulischen Lernorten .....</b>	<b>45</b>
---	-----------

Marlen Schulz und Verena Keierleber

<b>4 Förderung des technischen und naturwissenschaftlichen Interesses bei Schülern durch außerschulische Erfinderclubs. Ergebnisse einer empirischen Evaluation .....</b>	<b>67</b>
---	-----------

Ortwin Renn und Uwe Pfenning

<b>5 MINT-Bildung im internationalen Vergleich .....</b>	<b>97</b>
--	-----------

Uwe Pfenning

<b>6 MINT-Forschung und Sozialwissenschaften .....</b>	<b>141</b>
--	------------

<b>7 Über die Autoren .....</b>	<b>183</b>
---------------------------------	------------

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schema zur Auswahl der Aktivitätsbereiche von Modellprojekten.....	11
Tabelle 2: Primäre Zielgruppen der Projekte (gruppiert) .....	15
Tabelle 3: Korrelationsmatrix: Zuwachs an Wissen und Erfahrungen mit dem Techniklabor .....	54
Tabelle 4: Überblick über empirische Analysen der Evaluation.....	60
Tabelle 5: Überblick über empirische Analysen der Evaluation „mikromakro“ .....	72
Tabelle 6: Einstellung der Eltern; Modus (häufigste Wert), erste Welle .....	74
Tabelle 7: Einstellung Schüler; Modus (häufigste Wert), erste Welle	76
Tabelle 8: Überblick über die Teilnahme an außerschulischen Veranstaltungen, erste Welle .....	77
Tabelle 9: Leistungen der Schüler in verschiedenen Schulfächern.....	81
Tabelle 10: Leistungen der Schüler in MINT-Fächern.....	82
Tabelle 11: Akteure in der sozialen Arena der MINT-Förderung .....	147
Tabelle 12: Vergleich von Erwartungen an und Erfahrungen in Studium und Beruf .....	158
Tabelle 13: Nutzung technischer Geräte in Alltag, Freizeit und Konsum .....	163
Tabelle 14: Bilanzurteile zur Technikbewertung in Deutschland 1980-2002 (in %) .....	166
Tabelle 15: Effekte eines Technikunterrichts auf das Technikinteresse .....	172
Tabelle 16: Verständnis von Technik bei Schülern (offene Abfrage im Nachwuchsbarometer).....	173
Tabelle 17: Verständnis von Naturwissenschaften bei Schülern (offene Abfrage) .....	175

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stufenmodell zur kognitiven Technikförderung .....	7
Abbildung 2: Besucher-Typologie.....	20
Abbildung 3: Beruf der Eltern über alle drei Erhebungswellen.....	73
Abbildung 4: Eigenschaften verschiedener Berufe aus Sicht der Schüler.....	79
Abbildung 5: Beurteilung der Studienqualität nach Abschlusskohorten 1900-2000.....	154
Abbildung 6: Imageprofile von ausgewählten Berufen bei Schülern .....	156
Abbildung 7: Motivlagen, Ergebnisse einer Faktorenanalyse bei Studierenden .....	160
Abbildung 8: Interesse an ausgewählten Technologien und Naturwissenschaften.....	167
Abbildung 9: Additiver Index zum MINT-Interesse von Schülern	169
Abbildung 10: Interessencuster von Schülern für Naturwissenschaften und Technologien.....	170





# 1 Einführung ins Thema

**Marlen Schulz**

Die Förderung technischer und naturwissenschaftlicher Interessen bei Kindern und Jugendlichen ist eine wichtige gesellschaftliche Aufgabe. Denn der Bundesrepublik droht ein eklatanter Ingenieurmangel. Das Institut der Deutschen Wirtschaft stellt in einer Studie eine Ingenieurslücke von 44.000 offenen Stellen fest (vgl. VDI/IW 2009). Ursächlich hierfür sind geringe Studierendenquoten in wichtigen klassischen technischen Disziplinen, wie Maschinenbau und Elektrotechnik, der demografische Wandel sowie die Altersüberhänge in der Erwerbstätigenstruktur von Ingenieuren<sup>1</sup> in Deutschland (vgl. Arnold et al. 2010: 9).

Die Gründe für die Zurückhaltung junger Menschen, sich für diese Studiengänge einzuschreiben, sind mittlerweile relativ gut erforscht (vgl. Prenzel et al. 2009). Zu den wichtigsten Gründen gehören:

- mangelndes Basiswissen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich
- es gibt in vielen Schulen bislang kein Schulfach Technik
- das Prinzip „learning to the test“ im regulären Schulunterricht erschwert die Kompetenzentwicklung
- Möglichkeit während der Schulzeit vermeintlich schwierige Fächer (oftmals MINT-Fächer) abzuwählen
- Strukturwandel in der Familie („vaterlose Gesellschaft“)
- gesellschaftliches Image von Technik als Männerdomäne

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in allen Beiträgen die männliche Schreibweise verwendet.

- fehlende Kontinuität in der Techniksozialisation
- fehlender Handlungs- und Alltagsbezug bei Projekten
- negatives Image von Technik und der entsprechenden Berufsbilder
- unzureichende und falsche Vorstellungen über technische Ausbildungen und Berufe

Als Reaktion auf den Mangel an technisch-naturwissenschaftlichen Fachkräften sowie auf wahrgenommene Defizite bei der Vermittlung von Technik sind in den letzten Jahren zahlreiche Initiativen und Projekte entstanden. Diese verfolgen das Ziel, das Technikverständnis junger Menschen zu fördern, diese für Technik und entsprechende Studienfächer und Berufswege zu interessieren und zu begeistern.

Nun ist es an der Zeit, die verschiedenen Maßnahmen zu systematisieren, zu analysieren und zu evaluieren. Dieser Aufgabe widmen sich verschiedene Forschungsprojekte von ZIRN und Dialogik gGmbH. Zu erwähnen ist vor allem das Projekt „Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs (MoMoTech)“. MoMoTech ist ein innovatives Projekt zur Evaluation bestehender Modellprojekte in Deutschland, die der besseren Vermittlung von technischem Interesse und erhöhter Attraktivität von Technik bei Jugendlichen dienen. Im Rahmen einer Best Practice Analyse wurden die empfehlenswerten Projekte mit den besten nachhaltigen Effekten und optimalen institutionalisierten Voraussetzungen durch Effektmessungen identifiziert. Dieses Projekt stellt Frau Hiller in ihrem Beitrag „Motivation durch Modellprojekte – Effekte beispielhafter Modellprojekte auf das Interesse an Technik bei Kindern und Jugendlichen“ vor.

In dem Forschungsprojekt Lernmotivation im Technikunterricht (kurz LeMoTech) ging es um die Einrichtung und Evaluation eines Techniklabors in einem allgemeinbildenden Gymnasium und dessen Einsatz im Unterricht zum Fach Naturwissenschaft und Technik. Ziel

---

sollte sein, die Effekte, die ein solches Lern- und Lehrlabor auf das Technikinteresse und -verständnis bei den Schülern hat, zu messen und sowohl quantitativ als auch qualitativ zu untersuchen. Die zentralen Ergebnisse dieses Projektes präsentiert Frau Hiller in dem Beitrag „Lernmotivation und Lerneffekte im Vergleich von schulischen und außerschulischen Lernorten“.

Die Baden-Württemberg Stiftung unterstützt im Rahmen verschiedener Programme seit Jahren verschiedene Projekte und Initiativen zur Förderung naturwissenschaftlicher und technischer Interessen bei Kindern und Jugendlichen.<sup>2</sup> Für das Programm „mikromakro“ hat die Baden-Württemberg Stiftung die Dialogik gGmbH mit der Evaluation betraut. Ziel des Programms „mikromakro“ ist es, mit der Einführung und Etablierung von Erfinderclubs das Interesse von Mädchen und Jungen für Technik und Naturwissenschaft zu verbessern. Frau Schulz und Frau Keierleber fassen die Ergebnisse der ersten „mikromakro“-Runde in ihrem Artikel „Förderung des technischen und naturwissenschaftlichen Interesses bei Schülern durch außerschulische Erfinderclubs. Ergebnisse einer empirischen Evaluation“ zusammen.

In dem Beitrag von Herrn Renn und Herr Pfenning werden internationale Forschungsergebnisse aus dem MINT-Forschungsbereich präsentiert. Dazu werden die Ergebnisse einer interdisziplinären Arbeitsgruppe der Berlin Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW) vorgestellt, deren Aufgabe es war, nach Ursachen für den Ingenieurmangel zu suchen, eine umfassende Bestandsaufnahme vorzunehmen und daraus wissenschaftlich fundierte Lösungsstrategien zu entwickeln.

Der Beitrag von Herrn Pfenning „MINT-Forschung und Sozialwissenschaften“ stellt eine Art Synthese aus verschiedenen Forschungsprojekten dar. Er skizziert einen theoretischen Rahmen und konzentriert sich dabei vor allem auf den Stand der Forschung in Sachen

---

<sup>2</sup> Weitere Informationen zu den Programmen unter [www.bwstiftung.de](http://www.bwstiftung.de).

Lerntheorien, Didaktik, sozialpsychologische Ansätze und soziologische Ansätze. Untermauert werden seine Annahmen mit empirischen Daten aus dem Nachwuchsbarometer Technikwissenschaft (kurz NaBaTech).

## 1.1 Literatur

Arnold, Annika/ Hiller, Sylvia/ Weiss, Volker 2010: LeMoTech – Lernmotivation im Technikunterricht. Projektbericht. Stuttgart: Universität Stuttgart.

Prenzel, Manfred/Reiss, Kristina/Hasselhorn, Marcus 2009: Förderung der Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen. In: Milberg, Joachim (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern. acatech diskutiert. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 15-61.

VDI/IW 2009: Ingenieurarbeitsmarkt 2008/2009. Fachkräftelücke, Demografie und Ingenieure 50plus. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft. Wissenschaftsbereich Bildungspolitik und Arbeitsmarktpolitik. Arbeitsbereich Innovationsökonomie.

## **2 Motivation durch Modellprojekte – Effekte beispielhafter Modellprojekte auf das Interesse an Technik bei Kindern und Jugendlichen**

Sylvia Hiller

### **2.1 Zielsetzungen und Projektverlauf**

Das Projekt „Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs“ (MoMoTech) wurde 2007 vor dem Hintergrund eines immer größer werdenden Angebots an MINT (Mathematik-Informatik-Naturwissenschaft-Technik) -Aktivitäten und einer bislang fehlenden umfassenden Untersuchung zur Frage, welche Projektansätze die größte Wirkung erzielen, als breit angelegte Evaluationsstudie im Auftrag von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften gestartet. In der dreijährigen Studie untersuchte die Universität Stuttgart die Wirkung von Angeboten und Aktivitäten zur Förderung des Interesses an Technik und Naturwissenschaften bei Kindern und Jugendlichen. Ziel des MoMoTech-Projektes war es, die Vielfalt der Projekte in Deutschland systematisch zu erfassen und zu untersuchen, mit welchen Ansätzen sich nachweislich das technische Interesse steigern bzw. wecken lässt. Am Anfang stand eine bundesweite Bestandsaufnahme möglichst vieler Projekte, die technisch-naturwissenschaftliches Interesse und eine entsprechende Berufsorientierung bei Kindern und Jugendlichen fördern wollen, und der Aufbau einer Datenbank mit möglichst vielen Projekten als Informa-

tionsbasis für interessierte Träger von Modellprojekten. Darüber hinaus wurden alle Modellprojekttträger der recherchierten Projekte befragt, um eine Detailsicht auf den Projektverlauf bzw. die Projektbiografie zu erhalten und eventuelle organisatorische Hemmnisse und Förderstrukturen aufzudecken. Bei ausgewählten Modellprojekten wurden anschließend Evaluationsstudien durchgeführt und eine zusammenfassende Studien- und Programmevaluation zum Zweck einer Best-Practice-Analyse. Die Forschungsergebnisse wurden als Empfehlungen für die bildungspolitische Debatte zur primären Technikerziehung und sekundären Technikbildung formuliert. Davon sollen Impulse für Politik, Projektträger und -förderer, Bildungseinrichtungen, Lehrpersonal und Personen, die in Projekten aktiv mitwirken, ausgehen.

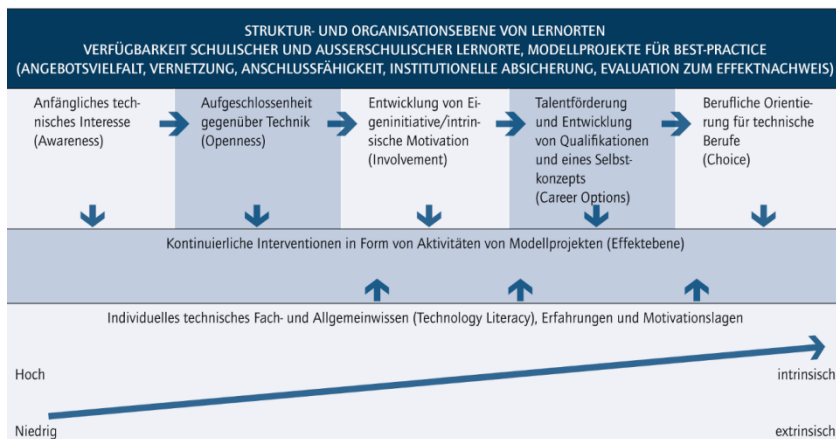
Im April 2011 wurden die Ergebnisse und Empfehlungen der Studie vorgestellt. Zur Veranstaltung erschienen Projektträger aus dem öffentlichen und dem privaten Sektor sowie Experten und Entscheidungsträger aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, um die Ergebnisse zur MINT-Nachwuchsförderung zu diskutieren.

Nach Darstellung des theoretischen Konzepts und Forschungsdesigns in Kapitel 2.2 und 2.3 und der Methodik in Kapitel 2.4 werden in Kapitel 2.5 die Ergebnisse der Modellprojekttträgerbefragung und der Evaluationsstudien in aller Kürze zusammengefasst (ausführliche Ergebnisse: vgl. acatech 2011, Hiller et al. 2008, Hiller 2010). Zuletzt werden die Empfehlungen, die sich aus den Ergebnissen ableiten lassen, aufgeführt.

## 2.2 Sozialwissenschaftliche Bezüge: Techniksozialisation und empirische Bildungsforschung

Die MoMoTech-Studie beruht auf der theoretischen Annahme eines Stufenmodells zur technischen Bildung (vgl. Abbildung 1): Ausgehend von einem anfänglichen Technikinteresse entwickelt sich eine Technikaufgeschlossenheit, die in eine intrinsische Eigeninitiative zur weiteren Beschäftigung mit Technik einmündet. Diese intrinsische Motivation kann über eine gezielte Talentförderung weiterentwickelt und bis zum Wunsch einer technischen Berufsorientierung ausgeweitet werden. Entlang dieses Prozesses vertiefen sich das fachliche und das allgemeine Technikwissen (Technology Literacy). Zudem verlagert sich die individuelle Motivlage von externen, extrinsischen Motiven hin zu einem eigenen intrinsischen Antrieb, sich mit Technik und Naturwissenschaften intensiver zu beschäftigen.

**Abbildung 1: Stufenmodell zur kognitiven Technikförderung**



Eigene Darstellung, Grafik nach acatech (Hrsg.) 2011

Demnach ist eine Technikförderung als ein individueller Prozess im Wechselspiel von externen Förderangeboten und individuellen kognitiven (wissensbedingten) und affektiven (emotionsgeladenen) Effekten zu verstehen. Punktuelle Einflüsse führen vorrangig zu affektiven Effekten und extrinsischen Motivlagen, die in Entscheidungssituationen wirksam werden und intrinsische Motive überlagern können. Der Begriff der Techniksozialisation beschreibt diese Prozesse zur individuellen Förderung langfristiger individueller Wirkungen und deren Verinnerlichung (Internalisierung).

Wichtige Schritte innerhalb dieser individuellen Technikbiografie sind positive Affekte in der Begegnung mit technischen Phänomenen und Objekten. Diese äußeren Anreize setzen kognitive Prozesse in Gang, sich für Technik insgesamt zu interessieren und sich mit ihr begrifflich und eventuell manuell zu beschäftigen. Durch die kognitive und manuelle Beschäftigung mit Technik und den daraus gewonnenen eigenen Erfahrungen kann sich das Interesse zur Motivation vertiefen. Am Ende dieses kognitiven Prozesses steht ein Selbstkonzept über angenommene eigene technische Fähigkeiten und Talente. Für eine Berufswahl entscheidend ist letztlich das Abgleichen dieses Selbstkonzepts mit den Kenntnissen über Berufsanforderungen und Tätigkeitsprofile.

Dieses Wechselspiel von äußeren Rahmenbedingungen und individuellen Wahrnehmungen und Motiven führt Sozialpsychologie, Pädagogik und Soziologie zusammen. Angelpunkt der interdisziplinären Forschung ist der Begriff der Techniksozialisation. Er beschreibt, wie sich durch externe Anreize und Bezugspersonen individuelle Selbstbilder, Normen, Werte und Präferenzen entwickeln. Damit verbindet er die interdisziplinären Bereiche der empirischen Bildungsforschung, der Technikeinstellungsforschung und der Erkundung von gesellschaftlich relevanten Images.



---

## 2.3 Konzeption des Forschungsprojekts

Zur Umsetzung von MoMoTech wurden verschiedene Methoden und Vorgehensweisen kombiniert, um zu validen und aussagekräftigen Ergebnissen zu kommen. Hinzu kamen die Auswertungen aus anderen Studien eines Projektverbundes an der Universität Stuttgart.<sup>3</sup>

Nach Beginn des MoMoTech-Projekts wurden bis Frühjahr 2008 möglichst umfassend Modellprojekte<sup>4</sup> zur Förderung des technisch-naturwissenschaftlichen Interesses recherchiert. Die Recherche basierte auf vorliegenden Literaturquellen, auf Kontakten über Konferenzen und Vorträge, auf Verbindungen zu Verbänden, auf einer Internetsuche in einschlägigen Suchmaschinen, unter anderen den sozialwissenschaftlichen Datenbanken FORIS, SOLIS und den GESIS-Datenkatalogen, sowie auf vorhergehenden Studien für das Ingenieurbarometer 2001/2002 im Rahmen eines Projekts der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg (Pfenning et al. 2002). Aufgrund der Vielfältigkeit der Projektlandschaft kann nicht von einer vollständigen, aber doch sehr weitgehenden Erfassung der thematisch relevanten Projekte ausgegangen werden. Basierend auf diesen Angaben wurden die öffentlich verfügbaren Informationen im Internet oder aus Publikationen systematisch gesucht

---

<sup>3</sup> Einzelprojekte sind unter anderen das Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften (NaBaTech), LeMoTech und EUTENA zum europäischen Vergleich der Situation der Technikbildung und Ingenieurberufe.

<sup>4</sup> Ein Projekt umfasst eine Anzahl von Aktivitäten, um ein definiertes Ziel innerhalb einer bestimmten Zeitspanne und bei den Zielgruppen einen Effekt im Sinne des Projektvorhabens zu erreichen. Modellprojekte erweitern diese Definition um die Aspekte der Generalisierbarkeit und Innovation. Sie sollen Beispiele liefern, die man allgemein übertragen kann und bei denen im Wiederholungsfall gleiche oder ähnliche Effekte zu erwarten sind. Der Modellcharakter eines Projekts kann sich aber auch an der Einführung eines Konzepts, einer neuen Didaktik oder eines neuen Designs im Sinne einer Innovation in die bisherige Projektlandschaft ablesen lassen.

und in eine spezifizierte Eingabemaske der Access-Datenbank übernommen. Insgesamt wurden über 1.000 Projekte, einschließlich Projektnetzwerken, in die Datenbank eingetragen.

Eine Auswahl der Angaben, die für einen Informationsaustausch der Modellprojektträger nützlich erschienen (Kontaktadresse, Anschrift, Zielgruppe(n), Konzept etc.), wurde in einer Online-Datenbank unter [www.motivation-technik-entdecken.de](http://www.motivation-technik-entdecken.de) öffentlich verfügbar gemacht. Modellprojektträger können hier ihre Initiativen eintragen bzw. verändern.

Die öffentlich verfügbaren Angaben von Modellprojektträgern auf deren Homepages oder in vorliegenden Publikationen ergeben nur ein sehr grobes Bild der Bildungslandschaft in Bezug auf Technikbildung. Deshalb war im Projektdesign, ausgehend von den recherchierten Kontaktadressen, eine postalische Umfrage unter den Projektträgern vorgesehen. Die Befragung erfolgte von Frühjahr bis Mitte 2008, wobei 950 Modellprojektträger aus dem Pool der rund 1.000 vorhandenen Adressen erreicht wurden. Davon nahmen 317 (33,4 Prozent) an der Umfrage teil. Inhalte der Erhebung waren die Projektbiografie (Idee, Start, Ende, Probleme und Hindernisse, Unterstützung), die Zielgruppen, die erwarteten Effekte, die angewandten Materialien und Geräte, die Rahmenbedingungen, wie Räume und Erreichbarkeit der Zielgruppen, sowie das Interesse am Erfahrungsaustausch mit anderen Initiatoren.

Um die Effekte der Projekte in der notwendigen Breite zu messen, wurden viele Studien ausgewertet und dann auch eigene Studien in den Vergleich einbezogen (so zum Beispiel das Projekt LeMoTech, vgl. Kapitel 3). Die Auswahl der Modellprojekte für die hier beschriebene Evaluation erfolgte nach dem Grundsatz der Vielfältigkeit und der Relevanz: Ausgesucht wurden Projekte zur Frühförderung, zur Unterstützung von technisch interessierten Schülern, zur Schule als Lernort für Technik und zur geschlechtsspezifischen Ausbildung. Dazu kamen Projekte, die einen besonderen Praxisbezug aufwiesen, und solche, die vor allem das Internet als neues, relevantes Medium

für autodidaktisches Lernen und Informationsquelle über technische Themen und Berufe einsetzen.

**Tabelle 1: Schema zur Auswahl der Aktivitätsbereiche von Modellprojekten**

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE: SCIENCE CENTER/ MUSEEN/MESSEN	KINDERGARTEN/VORSCHULE	SCHULPROJEKTE	INTERNETBASIERTE PROJEKTE/AUTODIDAKTISCHES LERNEN	GENDERSPEZIFISCHE PROJEKTE	PRAXIS UND PRAKTIKA
IdeenPark 2008, Stuttgart	Haus der kleinen Forscher	Schüler-Ingenieur-Akademie (Oberstufe)	Wissens-Floatar (Oberstufe/Studierende)	CampusThüringenTour (10. - 13. Klasse)	Denzlinger Cleverle (ca. 4 - 16 Jahre)
TectoYou, Hannover (15 - 21 Jahre)	MatNat (Stiftung Kinderland BW)	Techniklabor FSG Marbach (5. + 8. - 12. Klasse)	Odeki (Internet-Plattform für Studieninteressierte, Studierende, Absolventen/innen, Unternehmen)	Forscherinnen-Camps 2009 (15 - 18 Jahre)	
Technorama, Winterthur		KiTec (3. - 4. Klasse)		Roberta (ab 10 Jahre)	
		MagicElektro-Koffer (Grundschule)			Projektzentrum Rabutz

Eigene Darstellung, Grafik nach acatech (Hrsg.) 2011

Angestrebt wurde eine Anzahl von drei bis fünf Projekten je Bereich. Dieses Ziel konnte aus Zeit-, Kapazitäts- und Zugangsgründen nicht voll erreicht werden (vgl. Tabelle 1). Zudem waren einige Projektträger auch nicht bereit, die Daten für eine Evaluierung weiterzugeben. Hier wird deutlich, dass Evaluationsstudien ein sensibles Forschungsfeld darstellen, insbesondere wenn sich Akteure in einer Konkurrenzsituation um Fördermittel befinden.

## 2.4 Methodische Vorgehensweise der Evaluationsstudien

Die empirischen Erhebungen beruhen auf quantitativen und qualitativen Befragungen. Für die quantitativen Studien wurden aus statistischen Gründen hohe Fallzahlen angestrebt. Zudem wurden die Teilnehmer zu verschiedenen Projektzeitpunkten – zum Start der Projektphase, während der Projektarbeiten und nach deren Ende – befragt. Um die gewünschte Detailtiefe, gerade bei Studien mit geringen Fallzahlen, zu gewährleisten und um tiefer gehende Argumente und Gründe erforschen zu können, wurden neben den quantitativen Erhebungen qualitative Interviews geführt. Teilweise ergänzen sich quantitative Befragungen und qualitative Interviews, sodass sich relativ robuste Resultate aus der Kombination der beiden Forschungsmethoden ergeben.

Die statistischen Anforderungen an eine Evaluation von Projekten und Programmen sind komplex und lassen sich nicht immer eins zu eins umsetzen. Auch im Rahmen von MoMoTech mussten Kompromisse eingegangen werden. Folgende statistische Methoden wurden angewandt:

- **Panelerhebungen** bei den befragten Zielgruppen, bestehend aus zumindest einer Messung beim Beginn einer Intervention bzw. eines Modellprojekts (Nullmessung), einer Interventionsmessung während der Projektarbeiten und einer Messung nach Abschluss. Empfehlenswert ist zudem eine zweite Nachmessung im weiteren zeitlichen Abstand, um die Nachhaltigkeit der Effekte zu kontrollieren. Dies ist der empirische Idealfall. Teilweise beschränken sich Panelerhebungen aus pragmatischen Gründen (knappe Erhebungsmittel, schwere Erreichbarkeit der Zieladressaten nach Beendigung des Projekts usw.) lediglich auf eine Null- und Nachmessung.

- **Inhaltsanalytische Auswertungen** von schriftlich vorliegenden Projektkonzepten und Dokumenten, um die Metaziele der Projekte benennen und belegen zu können. Da diese sehr aufwendig sind, wurden sie lediglich bei der Evaluation des IdeenParks 2008 und des „Hauses der kleinen Forscher“ ausführlich durchgeführt.
- Parallele **Erhebungen bei Kontrollgruppen**, soweit dies zeitlich und pragmatisch möglich war. Hilfsweise dienten die Ergebnisse aus den umfangreichen Erhebungen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften mit ihren Kontrollgruppen bei Schülern (n = 3500) und Studierenden (n = 6400) als Referenzpunkt für die Einschätzung und Interpretation gefundener Effekte von Modellprojekten.

Zusätzlich wurden die subjektiven Eindrücke der Teilnehmer an den Projekten gemessen. Dabei kamen quantitative wie auch qualitative Instrumente zum Einsatz. Vor allem aus den qualitativen Verfahren lassen sich die tiefer gehenden Motivationen und Bewertungsprozesse besser ableiten als aus den quantitativen Erhebungen. Zudem lassen sich damit auch eher nicht intendierte Effekte identifizieren.

Die in Relation zu allen Projekten geringe – für die wissenschaftliche Praxis gleichwohl hohe – Anzahl von 16 Evaluationsstudien verdeutlicht, dass im Rahmen von MoMoTech keine repräsentativen Aussagen zur Qualität von Modellprojekten getroffen werden können. Die Evaluationen beziehen sich auf eine größere Anzahl von Fallstudien, deren Ergebnisse sich vergleichend betrachten lassen.

## 2.5 Ergebnisse

### 2.5.1 Befragung der Modellprojekttträger

Insgesamt ist eine relative Zunahme der Initiativen zur Förderung des technisch-naturwissenschaftlichen Interesses zwischen den ersten Projekten von Mitte der 1960er Jahre bis heute zu verzeichnen. Hauptsächlich nach 2000 entstanden viele neue Projekte. Die zwischenzeitlichen Schwankungen, insbesondere zwischen 2002 und 2003, zeigen auf, dass dieser Trend keineswegs stabil ist. Inzwischen erscheint eine Phase der Konsolidierung erreicht. Dies belegt auch die geringe Zahl der Neueinträge in der Online-Datenbank nach 2008 bis heute.

Die durchschnittliche Laufzeit der Projekte beträgt 4,2 Jahre, wobei die durchschnittliche Vorlaufzeit von der Projektidee bis zu deren Umsetzung bei circa 80 Prozent der Initiativen weitere ein bis zwei Jahre in Anspruch nimmt. Als größtes Hindernis wird die laufende Finanzierung mit einem Anteil von circa 45 Prozent gesehen. Es ist also leichter, ein Projekt anzustoßen, als es für die Laufzeit dauerhaft am Leben zu erhalten. Dies ist ein schwacher Indikator für deren (mangelnde) Nachhaltigkeit.

Der Großteil der Projekte (89 Prozent) sollte gemäß Angaben der Projekttträger nach deren Ablauf kontinuierlich fortgesetzt werden. Die realen Zahlen zeigen jedoch, dass nur noch circa 75 Prozent der recherchierten Projekte weiterhin aktiv tätig sind, während die restlichen 25 Prozent ausgelaufen sind. Vor diesem Hintergrund schätzen einige der Projekttträger die Möglichkeit einer Anschlussfinanzierung also zu optimistisch ein.

Im Zeitverlauf zeigt sich ein thematischer Wandel. Zunehmend kommt es nach 2003/2004 zur Gründung von Projekten, die sich der

aktiven Nachwuchsförderung widmen, während die Anzahl von Projekten zur unmittelbaren Berufsorientierung und Rekrutierung von Nachwuchskräften für Unternehmen stagniert. Die Zielgruppen variieren nach Geschlecht, Gruppengröße und Alter. Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Modellprojekte nach Zielgruppen. Überwiegend findet man Projekte im Oberstufen- und höheren Mittelstufenbereich, also bezogen auf eine Phase, in der Jugendliche ihre Studienwünsche festlegen oder sich für eine bestimmte gewerblich-berufliche Laufbahn entscheiden. Diese Projekte legen Talentförderung als direktes Ziel nahe, weil sie für eine Interessenförderung zu spät einsetzen und strategisch am Abschluss der Schulzeit platziert sind.

Angebote zur Schulung von Lehrkräften und ehrenamtlichen Bildungskräften, die als Vermittler einer attraktiven und sachgerechten Technikvermittlung dienen sollen, haben kontinuierlich an Bedeutung und Zahl gewonnen. Dies hängt mit dem Institutionalisierungsgrad der Initiativen und dem Wunsch nach einem flächendeckenden technikbezogenen Bildungsangebot zusammen.

**Tabelle 2: Primäre Zielgruppen der Projekte (gruppiert)**

	ANZAHL	IN %
Sekundarstufe II – höherer Bildungsbereich mit Hochschulzugang	187	59,9 %
Sekundarstufe I – mittlerer Bildungsbereich	168	53,8 %
Lehrpersonal/Erwachsene allgemein	128	41,0 %
Frühkindliche/Primarbildung	102	32,7 %
Andere Zielgruppen	66	21,2 %
Studierende während erster Hälfte des Studiums	41	13,1 %
Genderfokussierte Projekte	39	12,5 %
Studierende gegen Ende des Studiums bzw. Absolventen/innen	11	3,5 %
<b>FALLZAHL (GÜLTIGE ANGABEN)</b>	<b>312</b>	

Mehrfachangaben möglich, Befragung Modellprojektträger

Die Betrachtung der Zielgruppen legt nahe, dass die Beeinflussung der Studien- und Berufswahl ein zentrales Anliegen vieler Projekte ist. Entsprechend nennen 51 Prozent der Projektträger das Ziel, mehr naturwissenschaftliche bzw. technische Fachkräfte zu gewinnen. Ein ebenso hoher Anteil von Projekten verschreibt sich der frühen Förde-

rung des Technikinteresses. Klein- und Grundschul Kinder werden allerdings nur zu gut einem Drittel als Zielgruppe angegeben. Hier ist also eine beträchtliche Diskrepanz zwischen dem eigenen Anspruch und dessen Verwirklichung zu verzeichnen: 160 Modellprojekte wollen das frühe Technikinteresse fördern, aber nur 32 (20 Prozent) von ihnen geben Kindergärten als Zielgruppe an. Weitere Ziele, die von annähernd der Hälfte der Projekte verfolgt werden, sind die Vermittlung von mehr Fachwissen über Technik bzw. Naturwissenschaften (47,9 Prozent) und die Förderung des Technikinteresses von Mädchen (40,7 Prozent). Auch hier finden sich gravierende Unterschiede zwischen den selbst aufgestellten Zielen und den tatsächlich erreichten Zielgruppen.

Diese Diskrepanz lässt auf eine Fehlspezifikation von Zielsetzung und Zielgruppenauswahl schließen. Die grundlegende Unterscheidung zwischen der Förderung eines allgemeinen Technikinteresses und der Talentförderung im Sinne einer beruflichen technischen Orientierung wird von den Projektträgern offenkundig nicht nachvollzogen. Dies kann zur Folge haben, dass zu hoch gesteckte Erwartungen formuliert werden, die durch punktuelle oder nicht zielgruppenadäquate Didaktik gar nicht erreicht werden können.

## **2.5.2 Evaluationsstudien**

### **2.5.2.1 Außerschulische Lernorte/Science Center**

#### **Sach- und Forschungsstand**

Die Erhebungen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften haben aufgezeigt, dass Technikunterricht an Schulen in Deutschland nach wie vor eine Ausnahme bildet und dieser, sofern vorhanden, eher schlecht bewertet wird. Gründe dafür sind die mangelnde didaktische Ausbildung der Fachlehrkräfte sowie der Mangel an Fachräumen, Geräten und Materialien (vgl. acatech/VDI 2009). Teilweise gilt dies auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Da Tech-



nikbildung an Schulen häufig als ein Randthema der Bildungspolitik behandelt wurde, blieb vielen Projektträgern nur der Weg, außerschulische Lernorte zu schaffen oder einen Technikunterricht als freiwilliges Angebot für interessierte Schüler nachzubilden. Die Palette dieser Angebote reicht vom Mitmachlabor über Science Center bis hin zu Ausstellungen, wie dem IdeenPark von ThyssenKrupp, Wettbewerben und Vorträgen.

In einigen wissenschaftlichen Aufsätzen werden punktuelle Angebote aufgrund von Erkenntnissen der neurologischen Lerntheorien eher kritisch bewertet und als ineffizient eingestuft (vgl. Kirschner et al. 2006). Diese punktuellen Angebote sind meist jedoch als Einzelveranstaltungen geplant und nicht als fortlaufendes Projekt. Die Kritik am Veranstaltungscharakter vieler Initiativen beruft sich auf den Ansatz der Instruktionstheorie, wonach eine zumindest minimale Anleitung vorhanden sein muss, damit sich das individuelle Lernen sukzessiv verfestigen kann (vgl. zusammenfassend Kirschner et al. 2006, POLLEN 2007). Ein einmaliger Besuch einer Veranstaltung kann dieses Lernen nicht auslösen. Grundlagen der Instruktionstheorie sind neurologische Erkenntnisse zur Speicherkapazität des menschlichen Gehirns (Reizüberflutung) sowie ein Verständnis vom Lernen als einen iterativen Prozess unter Anleitung. Vor diesem Hintergrund zielen neuere Initiativen auf die Einrichtung von Techniklaboren an Schulen, die eine zielgerichtete Umsetzung von Lernprozessen und ganzheitlicher Technikvermittlung (Technik und Gesellschaft, soziale Folgen, ethische Bezüge, Risiken und Chancen) unter sachkundiger pädagogisch-didaktischer Anleitung ermöglichen. Unterstützt werden diese Initiativen durch neue didaktische Konzepte des informellen, projektbasierten und kokonstruktiven Lernens. Einige OECD-Studien (vgl. OECD 2009) weisen nach, dass die in PISA-Tests erfolgreichen Staaten vorwiegend auf diese Lernmethoden setzen. Die Debatte über die besten didaktischen Konzepte der Technikbildung in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Begabung und Interesse ist aber bei Weitem nicht abgeschlossen. Auf diesem Feld besteht weiterhin ein großer Forschungsbedarf. Für

Deutschland wird dieser Frage im Rahmen eines Projekts an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW) in einer international vergleichenden Studie nachgegangen (vgl. auch POLLEN 2007, FEANI 2001, FEANI 2010).

## **Ergebnisse**

Die Ergebnisse der im Rahmen von MoMoTech durchgeführten Untersuchungen legen einen Erfolg der außerschulischen Lernorte nahe. Die Besuchszahlen von Science Centern sind hoch, sie haben sich meist dauerhaft etabliert. Die Resonanz auf Mitmachlabore ist ebenfalls sehr positiv. Diese hohe Nutzungsrate basiert auf den oftmals professionellen Ausstattungen der außerschulischen Lernorte, die ein eigenständiges Experimentieren ermöglichen, sowie auf der guten fachlichen Betreuung und der Präsentation außergewöhnlicher Experimente und Phänomene, die beide dazu beitragen, Neugierde an Technik zu entwickeln.

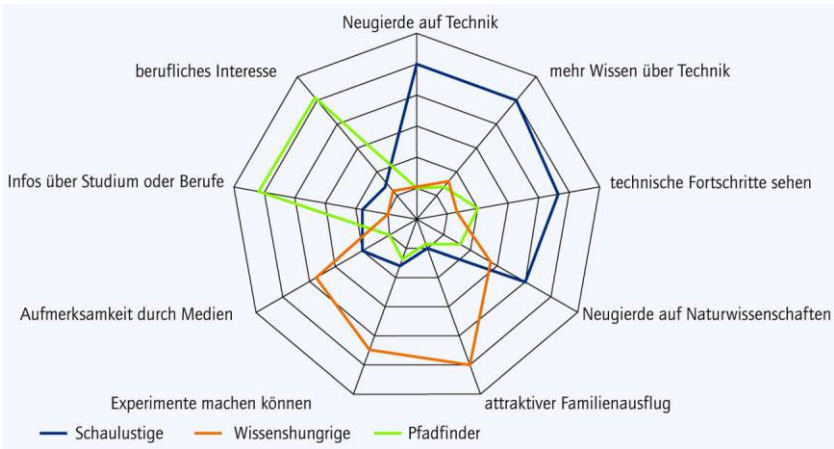
Der evaluierte IdeenPark 2008 erreichte mit geschätzten Kosten von über 15 Millionen Euro circa 300.000 Besucher innerhalb von neun Veranstaltungstagen. Für die IdeenParks 2004 und 2006 wurden 60.000 bzw. 200.000 Besucher angegeben. Damit ist er eine ideelle und reale Konkurrenz zu den stationären Science Centern. Aus der Sicht von MoMoTech zeigt der IdeenPark auf, dass solche Veranstaltungen auch bisher technisch eher desinteressierte Personen in beträchtlichem Umfang (etwa ein Drittel aller Besucher) anziehen und bei diesen einen positiven primären Eindruck hinterlassen können. Ein zusätzlicher Effekt ist, dass bereits technisch interessierte Schüler durch den IdeenPark über neue Technologien (z.B. moderne Bio- oder Nanotechnologie) informiert wurden, die selbst ihnen bisher unbekannt waren. Er vermittelt für technisch Interessierte den interdisziplinären Charakter der Technik. Interessant ist auch, dass circa sieben Prozent der Besucher auf der Basis ihrer Berufsangabe (Lehrkraft/Dozent) als Multiplikatoren anzusehen sind, die sich auf dem IdeenPark mit Informationen, aber auch Praxisbeispielen und

didaktischen Materialien versorgen konnten. Dies kann – sofern es sich in Unterricht und Lehre niederschlägt – als nachhaltiger Effekt bewertet werden. Kritisch gesehen wurden das Fehlen sozialer Bezüge der Technik und die Angebote zur Berufsorientierung.

Statistisch sind drei typische Gruppen von Besuchern zu konstatieren: „Wissenshungrige“, „Schaulustige“, und „Pfadfinder“ (vgl. Abbildung 2). „Wissenshungrige“ (die sich aus Neugierde über Innovation und Fortschritt informieren wollten) beurteilten den IdeenPark positiv, äußerten aber mitunter Kritik am wissenschaftlichen Niveau. „Schaulustige“ (die den IdeenPark als konsumtive Veranstaltung empfanden, sich umsehen, beobachten und auch beteiligen wollten und durch mediale Werbung angesprochen und spontan zum Besuch motiviert wurden) nutzten den IdeenPark als attraktiven Familienausflug, ließen sich weniger in Aktivitäten einbinden und versuchten, möglichst viele Eindrücke zu sammeln. „Pfadfinder“ (die konkreten Bedarf an spezifischen beruflichen, ausbildungs- oder studiumsbezogenen Informationen hatten) suchten nach Berufsinformationen und wurden nur teilweise fündig.

Insgesamt dominierte der „Mischtyp“, der seine Motivation zum Besuch aus allen drei Quellen schöpfte und deshalb bereit war, spontan auf Angebote einzugehen.

## Abbildung 2: Besucher-Typologie



Eigene Darstellung, Grafik nach acatech (Hrsg.) 2011

Der gesellschaftliche Bildungsbeitrag der Science Center ist, trotz der immer häufigeren Angebote in Form von Workshops und in Laboren, technische Innovationen zu vermitteln, also sozioökonomische Kontexte aufzuzeigen. Dabei ist vor einer einseitigen Vermittlung alleiniger positiver oder ökonomischer Funktionen zu warnen. Dies setzt die Science Center dem Ideologieverdacht einer Technikbeschönigung aus. Nicht umsonst wurde beim IdeenPark die fehlende Präsentation sozialer Folgen bemängelt, beim Mercedes-Benz-Museum in Stuttgart hingegen wurden die soziohistorischen Bezüge gelobt.

Der individuelle Beitrag zur Technikvermittlung zeigt sich vor allem in affektuellen Effekten: Spaß am Erleben von Technik und Naturwissenschaften, Lust auf freies kurzzeitiges Ausprobieren an attraktiven und einfachen Exponaten, Neugierde auf extraordinary Phänomene. Die weitergehende Vertiefung dieses affektuellen Anstoßes in einen kognitiven Prozess von Informationsbedürfnissen, Nachfragen und Erklärungen können Science Center erst dann leisten, wenn das Angebot im Laborbereich mit fachlicher Betreuung ausgeweitet wird.

Neuere Science Center erfüllen diese Anforderung bereits. Zudem konnte gezeigt werden, dass außerschulische Lernangebote ohne Vor- und Nachbereitung keine messbaren Effekte auf das schulische Interesse an Technik und Naturwissenschaften erbringen.

Eine problemlösungsorientierte Technikvermittlung erfordert kontinuierliches Lernen und geduldiges Experimentieren. Punktuelle Projekte der Technikvermittlung greifen dort zu kurz. Zum Lernerfolg gehört darüber hinaus Einarbeitungszeit in die Handhabung von Geräten, Werkzeugen und Apparaturen. Auch da schneiden Einzelveranstaltungen schlechter ab als Projekte, die auf eine längere Zeitdauer ausgerichtet sind. Hingegen punkten Veranstaltungsprojekte dort, wo außergewöhnliche Phänomene präsentiert und Technikbildung als soziales Ereignis inszeniert wird. Dieser Eventeffekt verpufft aber schnell, sofern die Jugendlichen das Thema in der Schule nicht vertiefen können.

### **2.5.2.2 Kindergarten/Vorschule**

#### **Sach- und Forschungsstand**

Trotz einer Zunahme der Projekte für Kindergartenkinder haben derzeit nur wenige der Modellprojekte diese Zielgruppe im Fokus. Die meisten Modellprojekte richten sich an Schüler. Die Lern- und Motivationseffekte einer frühzeitigen Förderung von Kindern sind in der Wissenschaft noch nicht ganz geklärt. Studien belegen, dass frühzeitiges Techniklernen mit viel Spaß, Affekt und Neugierde verbunden ist. Im Vordergrund steht oftmals die affektive Technikvermittlung, weniger die Vermittlung von Wissen. Gleichwohl betonen einige Studien, dass auch Kinder im Kindergartenalter bereits basale technische Kompetenzen entwickeln und problemorientiert an technische Aufgaben herangehen (Stiftung HdKf 2008, 2009a, 2009b; Bertelsmann-Stiftung 2010). Noch ungeklärt ist die Frage, inwieweit dadurch bereits in frühen Kinderjahren ein Selbstkonzept zum Umgang mit Technik und Naturwissenschaften entsteht. Blickt man auf die Entwicklung der technikrelevanten Einstellungen und bezieht

man erste Erfolgserlebnisse im Umgang mit Technik und die Faszination technischen Spielzeugs (zum Beispiel Computerspiele, Modellbahn) mit ein, dann zeigt sich, dass bereits im Vorschulalter Grundkomponenten einer Technikeinstellung ausgebildet werden. Im Alter von zehn bis zwölf Jahren verfügen die Kinder bereits über eine grundsätzliche Haltung für oder gegen Technik (vgl. Ziefle/Jakobs 2009: 9-11).

Zentraler Ort der frühkindlichen Bildung ist neben dem Elternhaus der Kindergarten. Dort können punktuelle Einflüsse das Interesse und die Aufgeschlossenheit für Technik positiv wie negativ beeinflussen (vgl. acatech/VDI 2009). Die aktuelle Bildungsforschung unterstreicht die Bedeutung einer früh einsetzenden Bildung im Elternhaus, im Kindergarten sowie in der Vor- und Grundschule. Nach Ergebnissen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften haben nur etwa ein Drittel der Schüler und Studierenden im Elternhaus eine Förderung erfahren, bei der naturwissenschaftlichen Förderung ist dieser Anteil sogar noch geringer (vgl. acatech/VDI 2009).

Neue Ergebnisse der neurologischen Lernforschung widerlegen zudem eine zentrale Prämisse der tradierten Pädagogik über eine späte Lernkompetenz für Technik und Naturwissenschaften aufgrund der vermuteten altersmäßig späten Ausbildung des abstrakten Denkvermögens. Dies ist auch der Grund, warum Mathematik als Vorstufe der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung gilt. Diese Prämisse kann heute als widerlegt gelten. Denn neue Studien weisen nach, dass das Abstraktionsvermögen wesentlich früher einsetzt und bereits bei Kindern in der Vorschulzeit vorhanden ist. Diese neuen Erkenntnisse sind gerade für die Technikbildung bedeutsam und weisen erneut auf den zentralen Stellenwert einer frühen Förderung des Technikinteresses hin.

Die „Frontlinie“ bei der frühkindlichen Didaktikdebatte verläuft entlang den Auseinandersetzungen zwischen instruktionstheoretischen und informellen Lerntheorien (vgl. POLLEN 2007; OECD 2009). Wahrscheinlich ist eine Kombination von anleitungsorientierten Phasen und Selbstlernphasen die optimale Lernstrategie. Doch an

deutschen Schulen werden diese neuen Erkenntnisse nur zum Teil berücksichtigt. Das liegt weniger daran, dass es keine verfügbaren Handlungsleitfäden und Materialien gäbe (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus/IKIT 2007, LPE Technische Medien 2009a.), sondern eher daran, dass diese Leitfäden und Orientierungen in der Praxis der Bildungsinstitutionen nicht eingesetzt werden. Das Problem liegt bei der Implementierung, nicht bei der Herstellung von entsprechenden Materialien und Anleitungen. Zu fördern ist daher in besonderem Maße auch die Lern- und pädagogische Innovationsbereitschaft der Erzieher und Lehrer.

## **Ergebnisse**

Außerschulische Lernorte sind gerade für die frühkindliche Förderung besonders bedeutsam, zumal in dieser Altersphase die Schule noch nicht präsent ist und man den Schwerpunkt der Förderung auf affektive Effekte (Wecken von Neugier) beschränken kann und nicht vorwiegend Wissen vermitteln muss. Die Ergebnisse zeigen auf, dass in den untersuchten Projekten bei den Kindern Interesse an Naturwissenschaft und Technik geweckt werden konnte. Dies äußerte sich in der Neugierde beim Umgang mit technischen Dingen und am Spaß beim freien Experimentieren. Das Verständnis der Kinder orientiert sich hierbei an einem eigenen Forschungsbegriff: Forschen wird als selbstverständlicher Teil ihrer Lebenswelt gesehen.

Bei den beobachteten Experimentiereinheiten der Initiativen „Haus der kleinen Forscher“ und MatNat zeigte sich, dass die Kindergartenkinder sich auf die „Arbeiten“ im Forscherteam freuten und ausdauernd und hoch konzentriert daran teilnahmen. Dies ist eine wichtige Unterscheidung zu den eher kurzen Verweilzeiten bei Science Centern. Die motivierende Unterstützung von erfahrenen und am Thema interessierten Erziehern erwies sich als sehr hilfreich. Die Kinder zeigten ein großes Interesse an technischen und mathematischen Dingen, die sie selbst tun, anfassen und ausprobieren konn-

ten. Immer wieder zeigten sich ihre Fähigkeiten, abstrakt zu denken und Zusammenhänge zu erkennen.

Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass sich durch das gemeinsame Experimentieren sowohl die sozialen als auch die sprachlichen Kompetenzen verbessern. Sie müssen Absprachen mit ihren Versuchspartnern treffen, Rücksicht auf die anderen Kinder nehmen und versuchen, ihre Beobachtungen verbal auszudrücken. Mit einer technischen Früherziehung lassen sich auch pädagogische Zielsetzungen, wie individuelle Sozialkompetenz durch Teamorientierung, und allgemeine individuelle Kompetenzen, wie Sprachgefühl, fördern.

Die qualitativen Studien verdeutlichen, wie leicht sich Kinder in eine Forscherrolle hineinversetzen und zu experimentieren beginnen. Bedeutsam sind hierbei die Interaktionseffekte mit den Betreuern und anderen Kindern. Der „kleine Forscher“ erlebt und erfährt Naturwissenschaften und Technik als Teamprozess. Die pädagogische Kunst der Betreuer und Erzieher ist darin zu sehen, möglichst wenig zu instruieren und maximalen Freiraum für die freie Entfaltung der kindlichen Kreativität im Umgang mit Technik und Naturwissenschaften zu lassen. Dazu sind Kleingruppen, räumliche Rückzugsmöglichkeiten und einfache Experimentanordnungen nötig.

Erkennbar wird ein nachhaltiges Interesse an Technik und Naturwissenschaften, weil nach den Schilderungen von Eltern die Neugierde der Kinder an diesen neuen Themen auch im häuslichen Alltag weiter gepflegt und oft auch vertieft wird. Dies führt zu einer Anschlussfähigkeit der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung mit dem Alltagsleben, sofern sich die Eltern dieser Herausforderung stellen. Hierzu sind weitere Untersuchungen nötig.



### 2.5.2.3 Schulprojekte

#### Sach- und Forschungsstand

In Deutschland gibt es nur begrenzt technischen Fachunterricht. Selbst in den Bundesländern mit reformierten Lehrplänen, in die Technikunterricht aufgenommen wurde, hinkt deren Umsetzung vor allem mangels Fachlehrer und Fachräumen deutlich hinter den gesetzten Zeitplänen her. Je nach Schultyp sind die Schwerpunkte der Projekte anders ausgerichtet: Im Rahmen der Grundschule geht es meist um die Erkundung von Naturphänomenen und technischen Geräten. Hier ist die Anschlussfähigkeit an außerschulische Lernorte in besonderem Maße gegeben. Projekte in der Sekundarstufe I beziehen sich zumeist auf Praktika und bieten häufig einen technischen Fachunterricht auf freiwilliger Basis (Wahlpflichtfach, Arbeitsgemeinschaft) an. Projekte in der Sekundarstufe II fokussieren mehr auf die Aspekte Berufsorientierung, Wahl der Leistungskurse und Wissensvermittlung sowie Talentförderung.

Prominente Modellprojekte sind die Junior-Ingenieur-Akademie (JIA) in Trägerschaft der Telekom Stiftung und die Schüler-Ingenieur-Akademie (SIA) von BBQ/Südwestmetall. Beide bieten über ein Schuljahr hinweg Technikunterricht mit hohem Praxisanteil durch Betriebspraktika an. Eine andere Projektform sind Kooperationen mit Unternehmen, bei denen Jugendlichen Praxis- und Berufsbezüge (Praktika) und damit auch Erfahrungswerte für die Berufsorientierung vermittelt werden. Die Analysen des Nachwuchsbarometers haben aufgezeigt, dass Technikunterricht einen signifikant positiven Einfluss auf das individuelle Technikinteresse der Schüler ausübt (vgl. acatech/VDI 2009). Auch nach Analysen der OECD haben Staaten mit einem regelmäßigen Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen weniger Akzeptanzprobleme bei technischen Berufen (vgl. OECD 2009).

Mängel in der Ausstattung mit Fachräumen und Fachlehrern sind die vorrangigen Probleme in der schulischen Technikbildung. Eine akademische Ausbildung von Technikfachlehrern wird nur vereinzelt angeboten, in der Regel qualifizieren sich naturwissenschaftlich ausgebildete Lehrer über Fortbildungskurse zu Fachkräften der Technikbildung. Die Bereitschaft zur Fortbildung ist jedoch nur gering ausgeprägt.

### **Ergebnisse**

Je mehr Technikbildung an Schulen eingeführt wird, desto mehr verlieren Projekte zur Nachbildung eines Technikunterrichts (SIA/JIA) an Bedeutung. Allerdings erfüllen diese Projekte zurzeit eine wichtige Komplementärfunktion, da der Technikunterricht an Schulen noch große Defizite aufweist. Analytisch wichtig ist bei diesen Projekten die Zielsetzung: Geht es primär um Förderung des allgemeinen Technikinteresses oder primär um Talentförderung? Im Hinblick auf das konzeptuelle Design der SIA zeigen sich die Stärken im Bereich Praxisvermittlung und Information zur beruflichen Orientierung durch Einblicke in die Studien- und Berufspraxis und individuelles Mentoring. Dies äußert sich nicht in einem direkten Effekt auf die Berufswahl, sondern in einem Abgleich der eigenen Talente und Fähigkeiten mit den – durch Praktika in Betrieben, Teilnahme an Hochschulseminaren und Erfahrungen bei Experimenten und Projekten im Unterricht wahrgenommenen – externen Anforderungen und beruflichen Bedingungen. Die Projektarbeit und die Praktika erlauben den Vergleich der individuellen technischen Fertigkeiten und Fähigkeiten mit den Anforderungen in Studium und Beruf. Hierin liegt die Stärke der SIA als Ergänzung des schulischen Technikunterrichts. Ein solcher Schwerpunkt der Talentförderung würde aber ein früheres Beginnen erfordern, idealerweise bereits ab der achten Klasse.

Die größte Lernwirkung wird durch den intensiven Austausch zwischen qualifizierten Fachkräften und den Schülern in Kombination

mit geeignetem Fachmaterial und ansprechenden Fachräumen erzeugt. Die Evaluationen zu den Lernerfolgen bei Themen, wie Optik, Sensorik, Konstruktion und Automatisierung, zeigen unterschiedliche Abhängigkeiten vom Grad der Ausstattung: Einige Themen sind darauf kaum angewiesen, andere in besonderem Maße.

### **2.5.2.4 Internetbasierte Projekte/Autodidaktisches Lernen**

#### **Sach- und Forschungsstand**

Für Kinder und Jugendliche ist das Internet eine wichtige Informationsquelle und Wissensressource (vgl. Ziefle/Jakobs 2009: 9-11, acatech/VDI 2009). Zudem ist es eine wichtige Komponente, mitunter sogar Träger des technischen Fortschritts im Alltag vieler Kinder und Jugendlicher. Internetangebote im Bereich der Wissensvermittlung umfassen vor allem audiovisuelle, animierte Präsentationen von technischen Fachthemen. Diese Angebote sollen Jugendlichen Themen aus der technischen Produktion näherbringen oder sie dienen als flankierende Angebote zu Seminaren und Vorlesungen. Im Gegensatz zur traditionellen Technikvermittlung in „Kollektiven“, wie der Schulklasse oder in Seminaren, besteht hier ein Anreiz zum autodidaktischen Lernen. Somit fungiert das Internet als externe Wissensbasis, in der audiovisuell aufbereitete Lernmaterialien den individuellen Präferenzen entsprechend genutzt werden können. Bei der Gestaltung der Webseiten wird viel Wert auf attraktives Präsentationsdesign, ansprechendes Layout und anschauliche Animation gelegt. Das autodidaktische Lernen kann durch das Erfolgserlebnis, Erlerntes zu verstehen, auch als Initialzündung für intrinsische Motivation dienen. Studien über die Wirkungen von Internetangeboten zur technischen Bildung und Förderung des technischen Interesses liegen kaum vor. Die autodidaktische Komponente verbunden mit einer intrinsischen Motivation kann viel dazu beitragen, die Attraktivität eines Technikstudiums zu erhöhen.

Eine wichtige Voraussetzung für die adäquate Studien- und Berufswahl ist eine detaillierte und zutreffende Information über Anforderungen und Tätigkeitsprofile. Um sich über komplexe Berufsbilder – wie das der Ingenieure mit seinen ausdifferenzierten Spezialisierungen – zu informieren, ist das Internet mit seinen Suchroutinen, zugänglichen Datenquellen, Kontaktforen und hoher Detailtiefe bei gleichzeitig weitgehend vollständiger Informationsbreite das ideale Medium. Die Vielfalt der Berufe ist dort abgebildet, und jeder kann sich ein den eigenen Neigungen und Fähigkeiten angepasstes Berufsbild herausuchen. Laut Analysen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften (vgl. acatech/VDI 2009) sehen Schüler die Berufsinformation an Schulen als ungenügend an. Selbst bei Programmen, wie zum Beispiel BOGY (Berufs- und Studienorientierung am Gymnasium) in Baden-Württemberg, wird das differenzierte Informationsbedürfnis junger Menschen nur zum Teil befriedigt. Es ist für Jugendliche offensichtlich schwierig, Informationen über konkrete berufliche Tätigkeiten einzuholen. Die schulische Beratung vor Ort beschränkt sich ebenso wie die Studien- und Berufsberatung der Bundesagentur für Arbeit darauf, das Erkennen der eigenen Qualifikationen zu unterstützen. Darüber hinaus geben sie meist reine Funktionsbeschreibungen der Berufe wieder. Die Berufsfindung und Berufswahlentscheidung erfordern jedoch eher einen Erfahrungsbereich aus der Praxis der jeweiligen Berufsfelder sowie einen Abgleich zwischen dem Selbstbild der wahrgenommenen technischen Talente und Fertigkeiten mit den realen beruflichen Anforderungen.

Interaktive Lernmedien und Lehrformen im Internet bilden eine Ausnahme im Bildungsangebot, nicht zuletzt, weil in Pädagogik und Didaktik die persönlichen Bezüge als wichtig erachtet werden. Insofern stellt sich die Frage, wie sich autodidaktische Lernweisen mit angeleiteten interaktiven Lernsituationen am besten verbinden lassen.

## Ergebnisse

Das Internet als „Ort“ autodidaktischen Lernens und eines umfassenden Informationspools hält für technisch interessierte Jugendliche viele Optionen parat, kann aber interpersonale Lernformen stets nur ergänzen. Durch die Anknüpfung an vorherige individuelle Prädispositionen, wie zum Beispiel ein spezielles thematisches Interesse oder ein Interesse an technischen Berufen, weisen sie eher Effekte bei der Information als bei der Motivation auf. Das Internet ist selbst eines der wichtigsten technischen Medien bei der Technikvermittlung und seine Nutzung ist bei Kindern und Jugendlichen mit steigender Tendenz weit verbreitet.

Die evaluierten Wissens-Floater (audiovisuelle, internetbasierte Lernmaterialien) sind ein positives Beispiel für eine gute audiovisuelle Aufbereitung komplexer technischer Sachverhalte. Die Kritik richtet sich vornehmlich an die Inhalte, nicht aber die Form und Präsentation. Sie haben jedoch nur eine geringe Eigendynamik. Ihre Effizienz entfalten sie vor allem im interpersonalem Kontext durch Einbindung in den Unterricht oder die Lehre und über die Empfehlung der Lehrer oder Dozenten. ODEKI zeigt auf, dass sich über das Internet die komplexe Welt der technischen Berufe und Ausbildungsgänge durch Filter- und Suchroutinen am besten auf die eigenen Bedürfnisse spezifisch technisch interessierter Jugendlicher reduzieren lässt. Es ist ein innovatives Projekt, um sich an der relevanten Schnittstelle durch das Internet über das komplexe Studien- und Berufsangebot adäquat informieren zu können. Solche Projekte sind wichtig, um antizipierte Selbstkonzepte über individuelle Talente mit den realen Anforderungsprofilen abgleichen zu können.

Auch im Projekt „Denzlinger Cleverle“ (vgl. Kapitel 2.5.2.6) ist das Internet Hilfsmittel zur Dokumentation der Erfolgserlebnisse der Kinder und Jugendlichen. Hier zeigt sich seine Bedeutung als Medium der Technikbildung und -vermittlung mit ersten motivationalen Bezügen.

### 2.5.2.5 Genderspezifische Projekte

#### Sach- und Forschungsstand

Der Unterschied bei der geschlechtsspezifischen Aufteilung der Berufe und der damit verbundenen Studienwahl ist ein Faktum, wobei die Frauenanteile in technischen akademischen Berufen in Deutschland im internationalen Vergleich unterdurchschnittlich ausfallen. Dies gilt nicht für gewerblich-technische Berufe, wie MTA der PTA, und auch nicht für kleinere Studiengänge in den Bereichen Gesundheitstechnik und Umwelttechnik (vgl. acatech/VDI 2009). Die zahlenmäßige Dominanz der männlichen Erwerbstätigen im Maschinenbau und in der Elektro(nik)industrie verstellt den Blick darauf, dass sich Abiturientinnen mit technischem Interesse auf die Nischendisziplinen im Gesundheits- und Umweltbereich fokussieren. Verallgemeinernd lässt sich sagen, je mehr „sozialer Sinn“ (Minks 2004a und 2004b) in technischen Berufen erkennbar wird und je interdisziplinärer das Tätigkeitsbild, desto höher der Frauenanteil. „Sozialer Sinn“ im Sinne von Karl-Heinz Minks meint Motivlagen, wie zum allgemeinen Wohlstand durch den eigenen Beruf beitragen zu können, bei Fortschritt und Innovation mitzuhelfen und sich dabei im Einklang mit gesellschaftlichen Bedürfnissen zu befinden.

Als Ursachen der Genderasymmetrie benennt die Wissenschaft den Mangel an motivationalen Anreizen für Frauen, einen Ingenieurberuf zu ergreifen, Zweifel an der eigenen Technikkompetenz, ein gesellschaftlich vermitteltes, geringes individuelles technisches Selbstkonzept sowie die individuelle Wahrnehmung struktureller Diskriminierung (Einkommensschere, schlechtere Aufstiegschancen) (vgl. acatech/VDI 2009). Die Ergebnisse des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften belegen, dass besonders technikinteressierte Jungen eine hohe Zustimmung zum Vorurteil „Frauen und Mädchen verstehen nichts von Technik“ aufweisen. Diese Vorurteile bilden den Nährboden für reale Diskriminierungen von Frauen in technischen Studienfächern und Berufen. Um der geschlechtsspezifischen Berufswahl entgegenzuwirken und Mädchen und junge Frauen zu

bestärken, einen technischen Beruf zu wählen, sind zahlreiche Projekte und Initiativen entstanden. Weitgehend bekannt ist der „Girls’ Day“. An dem größten Berufsorientierungsprojekt haben seit 2001 bereits über 900.000 Schülerinnen teilgenommen. Auf Basis der bekannten Befunde setzen aber noch weitere zahlreiche Projekte und Programme an. Das Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit e.V. hat dazu rund 600 Aktivitäten in ganz Deutschland zusammengetragen, die sich an Schülerinnen, Studentinnen und MINT-Beschäftigte richten. Im pädagogischen Bereich werden Projekte zu den Effekten der Monoedukation konzipiert. Zunehmend wird auch bei Mädchen auf eine nachhaltige, früh beginnende Förderung zum Aufbau von technikbezogener Selbstwirksamkeit und Kontrollüberzeugung gesetzt. Eine wichtige Rolle spielen Mentoring-Programme. Ursprünglich für Berufseinsteigerinnen und Studentinnen konzipiert, um diese zum Abschluss ihres Studiums zu motivieren, gibt es mittlerweile auch Mentoring-Angebote für Schülerinnen, bei denen Studentinnen oder Ingenieurinnen talentierte Mädchen auf ihrem Bildungsweg begleiten (vgl. Ziefle/Jakobs 2009: 9-11). Auf diese Weise wird zum einen Kontinuität, zum anderen eine Rollenidentität (Vorbildfunktion) mit der Ingenieurin geschaffen. Die politische Bedeutung der spezifischen Förderung und Gewinnung von Frauen für Ingenieurberufe zeigt unter anderem der 2008 vom BMBF ins Leben gerufene Nationale Pakt für Frauen in MINT-Berufen. Ähnlich wie beim Fachkräftemangel allgemein hat sich die Diskussion von der reinen Gewinnung neuer „Humanressourcen“ für technische Berufe hin zu einer Diskussion über Techniksozialisation und Technikbildung für Mädchen entwickelt.

## **Ergebnisse**

Die empirischen Ergebnisse zu diesen Geschlechterunterschieden beim Umgang mit Technik lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- In der Früherziehung beschäftigen sich Mädchen ebenso intensiv mit technischen Spielbezügen wie Jungen, pflegen aber einen anderen Umgang damit.
- Mädchen werden im Elternhaus bezüglich ihrer technischen Fähigkeiten weniger intensiv gefördert.
- Die statistischen Effekte auf das Technikinteresse sind bei Mädchen und Schülerinnen in durchweg allen MoMoTech-Evaluationsstudien höher als bei Jungen.
- Bei Schülerinnen sind für die Studien- und Berufswahl Motive mit sozialen Bezügen (eigener Beitrag zum gesellschaftlichen Wohlstand, anderen helfen können, Umwelt schützen) bedeutsamer als bei Jungen.

In punktuellen Angeboten, wie dem bundesweit durchgeführten „Girls' Day“, erhalten Mädchen und junge Frauen mit teilweise spezifischen Informationsangeboten erste Eindrücke über technische Berufe. Äußerungen von Mädchen aus qualitativen Interviews der Evaluationsstudien legen jedoch den Schluss nahe, dass technikinteressierten Mädchen und Schülerinnen oftmals basale und einfachste Technikqualifikationen abgesprochen werden. In monoedukativen Angeboten mit längeren Laufzeiten werden Mädchen intensiver mit ihren technischen Fähigkeiten und mit technischen Berufen vertraut gemacht.

Die erste zentrale Botschaft der genderspezifischen Projekte ist somit eindeutig: Monoedukative Technikbildung wird von den Teilnehmerinnen der Projekte eindeutig präferiert (Hiller 2010: 52)<sup>5</sup>. Die zweite zentrale Botschaft lautet: Mädchen haben keinerlei Problem im Um-

---

<sup>5</sup>„Weil man sich dann frei bewegen kann und nicht Angst haben muss, sich zu blamieren oder so. Ich finde, wenn Jungs dabei sind, vielleicht traut man sich dann weniger, manche Fragen zu stellen. So, wie das dann [...] mit Kind und Karriere vereinbar ist. Oder wie da die Chancen sind als Frau. Ich weiß nicht, die Jungs reagieren da seltsam drauf, glaube ich, wenn ein Mädchen in so einen Beruf einsteigen möchte.“



---

gang mit Technik, ihre angebliche Technikferne ist ein sozial und gesellschaftlich vermittelter Artefakt. In allen Studien finden sich bei technisch interessierten Jungen und Männern höhere Anteile, die diskriminierenden Vorurteilen über die angebliche Inkompetenz von Mädchen und Frauen in Bezug auf Technik zustimmen, als dies in der Gesamtheit der Jugendlichen und jungen Erwachsenen zutrifft. Technisch interessierte Frauen und Mädchen treffen, auf ein soziales Umfeld, das ihre Kompetenz infrage stellt und überwiegend negative Anreize bietet, sich mit Technik näher zu beschäftigen. Dies begründet den subjektiven Erfolg der monoedukativen Lernorte.

Die Unterschiede scheinen sich in einer Altersphase zu manifestieren, in der Projekte wie „Roberta“ oder auch das „Haus der kleinen Forscher“ ansetzen und damit zum richtigen Zeitpunkt das individuelle Selbstkonzept der Mädchen stützen. Diese Projekte sind daher besonders geeignet, die Teilnehmerinnen vor den genannten Vorbehalten und Vorurteilen der männlich dominierten Technikdisziplinen in Schulen und Hochschulen zu schützen.

Die Forscherinnen-Camps (Schülerinnen in der gymnasialen Oberstufe) verstärken vor allem das individuelle Selbstkonzept der Schülerinnen durch das erfolgreiche Abgleichen von antizipierten technischen Fähigkeiten und gelungener Lösung für die gegebene Fragestellung (vgl. Hiller 2010)<sup>6</sup>. Das Forscherinnen-Camp verdeutlicht den Doppeleffekt von monoedukativen Projekten in einem Mentoring-Konzept. Die Schülerinnen festigen ihr Selbstkonzept durch den Abgleich von antizipierten Tätigkeiten und den Erfolg bei der Bewältigung einer realen Aufgabenstellung sowie auch durch den Abgleich von diesen Qualifikationen mit dem externen Tätigkeitsprofil des Ingenieurberufs, verbunden mit den Erfahrungen, sich in einer Männerdomäne zu behaupten.

---

<sup>6</sup> Die ausführlichen Ergebnisse sind im Abschlussbericht der Evaluationsstudie dargestellt.

Außerdem tragen die Camps dazu bei, dass gängige Vorurteile bezüglich Frauen und Technik abgebaut werden. Dafür steht beispielhaft folgende Aussage einer Teilnehmerin:

*„Und man hat auch gemerkt, dass man es kann. Und Technik, das ist ein Vorurteil, dass Frauen es nicht kapieren, und jetzt weiß man halt, dass man es kann und sich das auch zutraut.“*

### **2.5.2.6 Praxis/Praktika**

#### **Sach- und Forschungsstand**

Der Praxisbegriff spielt in der Literatur zur technischen Bildung eine zentrale Rolle, ohne allerdings eindeutig definiert zu sein. Es gibt einerseits die berufliche Praxis, in der Regel durch Betriebspraktika vermittelt, und die experimentelle Praxis, beispielsweise im Unterricht. Letztere soll ein technisches Selbstkonzept vermitteln und ein Selbstbild über die individuellen technischen Qualifikationen und Fähigkeiten generieren. Die Effekte können bei frühkindlichem Umgang mit Technik und Naturwissenschaften vor allem affektiver Art sein. Bei älteren Kindern und Jugendlichen kommen Wissens- und Informationskognitionen hinzu, das heißt Eindrücke werden bewusst verarbeitet und intrinsische und extrinsische Motivlagen entstehen.

Berufliche Praxis dient hingegen dem Abgleich dieses Selbstbildes mit den externen Anforderungen im Beruf als Ingenieur. Sie ist insofern eher an der Schnittstelle bzw. dem Übergang Studium/Beruf bzw. Schule/Studium verortet und basiert mehr auf rationalen, sachlichen Abwägungen von externen Rahmenbedingungen und intrinsischen Motivlagen.

## Ergebnisse

Ein wesentliches Problem bei Praktika ist deren Dauer. Schulpraktika dauern in der Regel selten länger als zwei Wochen, und es bleibt fraglich, wie tief die Einblicke in das Berufsleben in dieser Zeit gelingen und ob sie eine valide Abschätzung von eigenen Fähigkeiten und externen Anforderungen des Tätigkeitsprofils „Ingenieur“ erlauben. Ein weiterer Problembereich ist die individuelle Betreuung der Praktikanten im Betrieb, die sehr unterschiedlich ausfallen kann. Dies stellt die Frage nach der Schulung und einem Training der Betreuer bei Betriebspraktika zur Vermittlung einer „Betreuungskompetenz“.

Bei den experimentellen Praxisbezügen ergibt sich die Frage, welche Auswahl von Geräten oder Apparaturen die Zielgruppen am ehesten anspricht. Für Kinder zeigt sich, dass vor allem konstruktive Elemente (Bausteine) eine große Bedeutung besitzen. Sie sind der Klassiker der frühen Technikübungen. Für ältere Jugendliche und Labore ist wiederum vor allem eine Flexibilität der verfügbaren Materialien entscheidend. Je spezifischer diese sind, umso enger ist der Interessenhorizont für die teilnehmenden Schüler. Die Seriosität der Experimente und der Bezug zum Alltag sind wichtige didaktische Elemente des Übergangs von „Spaßexperimenten“ zu Lernexperimenten.

Kommunale Praxisprojekte, wie die Denzlinger Cleverle und der Rennstall Rabutz, können für die flächendeckende Versorgung mit Angeboten zur Technikvermittlung ein wichtige, komplementäre Rolle spielen, weil sich die großen Science Center und Mitmachlabore auf räumliche Ballungsgebiete konzentrieren und zudem eine flächenmäßige Distanz von hundert bis zweihundert Kilometern untereinander einhalten. Der Vorteil dieser kommunalen Angebote liegt in der Nähe zu den Erfahrungsbezügen der technisch interessierten Kinder und Jugendlichen vor Ort. So kann Technik sehr leicht in ihren sozialen Bezügen aufgezeigt, vermittelt und gelernt werden. Beide Projekte betonen stark die sozialen Komponenten der Technikbildung und die sozialen Folgen der Technologien vor Ort.

## 2.6 Empfehlungen

Die zentralen Ziele aller Aktivitäten im Bereich Technikbildung sollten die Förderung des Interesses an Technik und technischen Berufswegen sowie die Schaffung (bei kontinuierlichen Projekten) bzw. Unterstützung (bei punktuellen Projekten) einer intrinsischen Motivation, sich intensiver und umfassender mit Technik zu befassen, bei den Teilnehmern sein. Dies erfolgt in den beschriebenen **Stufen der Technikbildung** (vgl. Kapitel 2.2).

Für alle Orte der Technikvermittlung und der Technikbildung ist es wichtig, neben den Funktionsweisen auch die **wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Folgen und Implikationen von Technik** (Chancen und Risiken) zu thematisieren. Diese Informationen sind wichtige Einflussgrößen bei der Formung von Einstellungen zu Technik und bei der Ausprägung von individuellen Motivlagen. Insbesondere für Schülerinnen und Studentinnen ist die Einbindung der Technik in den gesellschaftlichen Kontext ein wichtiger Faktor.

Neben die betreuten Formen der Technikbildung treten zunehmend **autodidaktische Lernformen**, vor allem in Verbindung mit dem Internet. Die vorliegenden Erkenntnisse aus der Evaluierung weisen zum einen auf ein hohes Potenzial für eigen gestaltetes Lernen hin, zeigen aber auch die Grenzen dieser Lernmethode auf: Ohne eine Vor- oder Nachbetreuung, sei es im Unterricht oder an außerschulischen Lernorten, verpufft die Wirkung von internetbasiertem Lernen schnell. Angesichts der Computerisierung unseres Alltags erscheinen jedoch Internetangebote zur ergänzenden Wissensvermittlung dank ihrer audiovisuellen und interaktiven Technikoptionen durchaus angebracht.

Im Hinblick auf die unklare Befundlage bei den Evaluationen zu den unterschiedlichen **Lernmethoden** (informell versus formal, instruiert versus freies Experimentieren) und den möglichen Mischtypen aus beiden Methoden kann keine eindeutige Empfehlung über alle Altersgruppen hinweg für die eine oder andere Methodik ausgespro-

---

chen werden. Für die Frühförderung im Elementar- und Primarbereich kann jedoch die kokonstruktive Pädagogik (Schüler sind gleichzeitig Lehrende und Lernende) vorrangig empfohlen werden. Es wird selten daran gedacht, die Zielgruppe der Jugendlichen bei der Gestaltung der Lernorte und der Lernmaterialien einzubinden. Sie werden nach wie vor als passive Objekte wahrgenommen, die in einer vorgegebenen Struktur selbst aktiv werden sollen. Dies ist ein didaktischer Widerspruch. Zu empfehlen ist daher, die schon erfolgreich getesteten Formate zum Einbringen von Jugendlichen in die Ausgestaltung von Materialien, Lernmethoden und Lernorten intensiver einzusetzen und sie als konstitutiven Anteil des selbstbestimmten Lernens anzusehen. Empfehlenswerte Formate dafür sind: Schüler-Symposium, Science Cafés, Zukunftswerkstatt, Schüler-Foren, Schüler-Gutachten und Schüler-Parlamente.

Wichtig bei der **Technikdidaktik** ist die richtige und altersgerechte Mischung. Dazu tragen Praktika in Unternehmen, Projektunterricht an spezifischen Technikproblemen, internetbasierte Aufgabenstellungen, die Teamarbeit erfordern, eigenes Arbeiten und Basteln, Mitwirkung an Design und Konzipierung von Techniken und Diskussionen über den sozialen, wirtschaftlichen und kulturellen Kontext der Techniknutzung bei. Neben dem weiterhin notwendigen Frontalunterricht gilt es, eigene, selbstständig zu erbringende Lernerfahrungen ebenso in den Unterricht zu integrieren wie das Kennenlernen praktischer Anwendungen und der Arbeitsbedingungen im beruflichen Alltag. Besonderes Gewicht sollte dabei auf die Bearbeitung realitätsnaher Fragestellungen gelegt werden.

Die empirischen Resultate von MoMoTech münden in ein klares Plädoyer für **monoedukative Lernformen**. Tendenziell sind die Lerneffekte bei den Mädchen hinsichtlich Interesse und Motivation bei räumlich separierten Formen der Monoedukation noch größer als bei der Variante des gemeinsamen koedukativen Unterrichts mit Aufteilung in geschlechtsspezifische Arbeitsgruppen. Möglicherweise spüren die Schülerinnen, dass gerade technisch begabte Jungen sie für nicht lernfähig in Bezug auf Technikbildung halten. Denn die

Vorurteile gegenüber der Technikkompetenz von Mädchen und Frauen sind bei technisch begabten Jungen besonders ausgeprägt. Deshalb wird empfohlen, zum einen dieses Problem in Modellprojekten mit Teilnehmern beider Geschlechter offen anzusprechen und zum anderen zumindest teilweise monoedukative Lernformen zu bevorzugen.

Der **Erfahrungsaustausch** der Träger untereinander ist, nach den MoMoTech-Ergebnissen zu urteilen, defizitär. Es mangelt an einem Verständnis dafür, dass die Förderung von Technikvermittlung und Technikbildung gemeinsame Anstrengungen und Aktivitäten erfordert. Keines der Projekte kann alle relevanten Ziele der Technikbildung gleichermaßen fördern und ansprechen. Aus diesem Grund ist eine organisatorische Plattform, in der möglichst viele Initiativen zusammenfinden, um ihre Aktivitäten zu vernetzen und zu koordinieren, von höchster Wichtigkeit. Die vorhandenen Lehrmaterialien, von Forscherkisten über Forscherecken mit ansprechender Ausstattung bis hin zu Handbüchern mit experimentellen Anleitungen, sollten in einem Informationspool zentral zusammengefasst werden.

Science Center ohne Techniklabore und ohne Vernetzung mit Schulen leisten vorrangig **PUSH<sup>7</sup>-Aktivitäten** im Sinne einer punktuellen Technikvermittlung, nicht aber Basisarbeit für eine fundierte Technikbildung. Ihr Beitrag zur individuellen Technikförderung besteht vorwiegend darin, das kurzzeitige Interesse an ausgewählten „exponierten“ Technologien oder Phänomenen emotional zu befördern und Neugierde zu wecken. Auch das ist wichtig, sollte aber nicht den Kern der Technikbildung ausmachen.

Um zu längerfristigen motivationssteigernden Effekten zu gelangen, müssen die Programme **kontinuierliche Lernangebote** schaffen oder aber in Kooperation mit Schulen und anderen Bildungseinrichtungen punktuelle und kontinuierliche Lernangebote systematisch verzahnen. Vor allem sollten Science Center explizit über Laborräume für

---

<sup>7</sup> Public Understanding of Science and Humanities

verschiedene Altersgruppen verfügen. Alle Aktivitäten, die Schulen mit Science Centern gemeinsam angehen, sollten im Schulunterricht thematisch vor- und nachbereitet werden, um kontinuierliche Bildungsangebote sicherzustellen.

Im Rahmen der **Talentförderung** sind Berufspraktika besonders bedeutsam. Verbunden mit der intrinsischen Motivation ist in der Regel ein bestimmtes Selbstkonzept der eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Für die Berufsfindung ist es deshalb unerlässlich, das eigene Selbstkonzept an den realen und externen Anforderungen des Berufs bzw. eines Studienganges zu überprüfen. Dies kann ein Betriebspraktikum oder ein Schnupperseminar an einer Sommer-Universität leisten, aber nur, wenn es ansprechend und informativ gestaltet und fachlich gut betreut ist, zumindest zwei bis drei Wochen andauert und einen Bezug zur Praxis aufweist. Zu empfehlen sind Zertifizierungsprogramme und intensive Schulungen für Praktikumsbetreuer.

Bei Projekten, die auf vorhandene **Multiplikatoren** als Lehrkräfte setzen, kommt es sehr auf deren Schulung an. Vor allem muss eine institutionelle und moralische Verbindlichkeit für die Multiplikatoren geschaffen werden. Die Analysen bezüglich der betreffenden Projekte zeigen hier deutliche Defizite auf. Ohne überzeugte Mentoren und Multiplikatoren kann Technikbildung nicht gelingen. Daher wird empfohlen, nach dem Vorbild der AESA-Richtlinien Personen für diese Bildungsaufgaben zu qualifizieren und die Projekte zu zertifizieren.

Die schulischen **Berufs- und Studieninformationen** werden überwiegend schlecht bewertet durch die überwiegend punktuellen anstatt prozesshaften Angebote in der Schule und die hohe Komplexität und Unübersichtlichkeit der technischen Berufe. Das Modellprojekt BOGY (Berufs- und Studienorientierung am Gymnasium) kann dagegen als Vorbild dienen. Es sieht die Berufsinformation als einen Prozess über zwei bis drei Schuljahre mit jeweils 14-tägigen Betriebspraktika vor, benennt einen BOGY-Beauftragten an der Schule, der für Rückmeldungen zum Praktikum verantwortlich ist

und Hilfestellung bei der Bewerbung und Adressenbereitstellung von Unternehmen anbietet.

Angesichts der Komplexität der Berufswelt von Ingenieuren und der Vielzahl von entsprechenden akademischen Ausbildungsmöglichkeiten in verschiedenen Bildungszweigen ist die berufliche Orientierung für technisch interessierte Schüler zu kompliziert. Individuelle Ansätze, wie Berufsinformations-Abende mit ein bis zwei anwesenden Ingenieuren, leisten zu wenig, um diese Komplexität in den Griff zu bekommen. Wenn man die Vielfalt der Berufswelt realistisch abbilden will, ist ein **Informations-Portal im Internet** eine angemessene Lösung. Hier können aktuelle und verzweigte Informationsstränge über alle technischen akademischen Berufe und Ausbildungswege zusammengeführt werden.

Situative Schlüsselerlebnisse und gesellschaftliche Trends (**Image der Ingenieurberufe**) können auch in späten Sozialisationsphasen die individuelle Technikbiografie positiv oder negativ beeinflussen. Die negativen Schlüsselerlebnisse können negative Medienberichte sein oder auch Trendaussagen, die den Ingenieurberuf diskreditieren (Entlassungswellen). Ingenieur- und Berufsverbände, Arbeitgeber, Gewerkschaften und wissenschaftliche Einrichtungen stehen in der Pflicht, für ein gesellschaftliches und berufliches Umfeld zu sorgen, in dem eine technikleiche Tätigkeit als Auszeichnung und als konstruktiver Beitrag zum Wohlergehen der Gesellschaft gewertet wird.

Ziel der öffentlichen Aktivitäten zur Technikvermittlung ist und bleibt die Entwicklung einer individuellen **Technikmündigkeit**. Damit ist individuelle Fähigkeit gemeint, sich autonom und objektiv über technische Innovationen und Probleme informieren, Technik im Grundsatz begreifen, mit den technischen Geräten des Alltags, insbesondere im Haushalt und zur Kommunikation, umgehen und sich ein eigenes Urteil über Chancen und Risiken bilden zu können. Technikmündigkeit ist der Nährboden für die gesellschaftliche Akzeptanz der Ingenieurberufe. Sie trägt damit auch indirekt zur Nachwuchsförderung bei.



## 2.7 Fazit

Das Fazit der MoMoTech-Studie und des MoMoTech-Forums lautete: Der zentrale Ort der Technikvermittlung muss die Schule sein. Zudem müssen außerschulische Angebote untereinander und mit der Schule verzahnt werden. Viele Projekte versuchen, die mangelnde Technikförderung in Kindergärten und Schulen durch ergänzende Lern- und Bildungsangebote auszugleichen oder sogar zu ersetzen. Empirisch können sie indes nur dann überzeugen, wenn Technikbildung an den allgemeinbildenden Schulen adäquat vermittelt wird. Außerschulische Angebote können den Schulunterricht bereichern, sie können ihn aber nicht ersetzen. Die Einführung von Technikunterricht an Schulen ist daher sinnvoll und längst überfällig. Wichtig ist, dass er kontinuierlich und abgestimmt für jede Altersgruppe angeboten wird und die Lehrkräfte entsprechend ausgebildet sind.

Die MoMoTech-Studie zeigt zudem, dass zwischen den Zielen vieler Nachwuchsinitiativen und ihrer tatsächlichen Wirkung Welten liegen. Oft mangelt es an den richtigen Methoden, Anspruch und Wirklichkeit klaffen auseinander. Zu viele Initiativen unterscheiden offenbar nicht zwischen den Zielen eines allgemeinen Technikinteresses und der Talentförderung im Sinne einer beruflichen technischen Orientierung. So werden hochgesteckte Erwartungen auf Grund einer punktuellen oder nicht zielgruppenadäquaten Didaktik erst gar nicht erreicht.

Als Erfolgsfaktoren lassen sich folgende Kriterien zusammenfassen:

- Kontinuierliche und altersgerechte Technikbildung vom Kindergarten bis zum Hochschulabschluss fördern
- Verzahnung und Kontinuität schaffen
- Technikunterricht und autodidaktisches Lernen etablieren
- Ausstattung und pädagogische Kompetenz (Professionalisierung)

- Trennung zwischen Interessenvermittlung und Talentförderung technisch begabter Schüler beachten
- Wissenschaftsmessen und Science Center für eher technikferne Personenkreise, aber nur mit Vor- und Nachbereitung
- Technikanwendungen mit sozialen Bezügen und monoedukative Räume für Mädchen
- Technische Früherziehung in Elternhaus und Kindergärten stärken
- Quantitatives und qualitatives Angebot an Berufspraktika verbessern

## 2.8 Literatur

acatech (Hrsg.) 2011: Monitoring von Motivations-Konzepten für den Technicznachwuchs (MoMoTech). Berlin: Springer Verlag.

acatech/VDI 2009: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Ergebnisbericht. München/Düsseldorf.

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

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

Fédération Européenned'Associations Nationales d'Ingénieurs (FEANI) (Hrsg.) 2001: FEANI News 02 - 2001. ESOEPE (European Standing Observatory for the Engineering Profession and Education). FEANI participates in the European Commission funded Thematic Network project (TN) - Enhancing Engineering Education in Europe (E4). Brüssel.

- 
- Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs (FEANI) (Hrsg.) 2010: FEANI News Vol. / Issue 6, February 2010. More Engineers for Europe. Brüssel.
- Hiller, Sylvia 2010: Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation der Forscherinnen-Camps. Stuttgart: Universität Stuttgart.
- Hiller, Sylvia/Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin 2008: Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation des IdeenParks 2008. Stuttgart: Universität Stuttgart.
- Kirschner, Paul A./Sweller, John/Clark, Richard 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.
- LPE Technische Medien GmbH (Hrsg.) 2009a: Die LPE Technik-Akademie – ein außerschulischer Lernort für Technik nach einem Konzept von LPE. Eberbach.
- Minks, Karl-Heinz 2004a: Wo ist der Ingenieurwachstum. Aktuelle Informationen zur Attraktivität des Hochschulstandortes Deutschland - Wissenschaft weltweit 2004. Griesbach, H., Fuchs, M., Hochschulinformationssystem (HIS). Hannover.
- Minks, Karl-Heinz 2004b: Wo ist der Ingenieurwachstum. In: Kurzinformation des Hochschul-Information-Systems (HIS), 2004. Aktuelle Informationen zur Attraktivität des Hochschulstandortes Deutschland. A5/2004. Hannover, 13-29.
- Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin/Mack, Ulrich 2002: Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe. Strategien gegen den Nachwuchsmangel. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, Stuttgart.
- POLLEN 2007: Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future Europe. European Commission, Brüssel.

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

Stiftung Haus der kleinen Forscher 2008: Jahresbericht. Berlin.

Stiftung Haus der kleinen Forscher 2009a: Jahresbericht. Berlin.

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

Ziefle, Martina/Jakobs Eva-Maria 2009: Wege zur Technikfaszination – Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte. Berlin: Springer Verlag.

## **3 Lernmotivation und Lerneffekte im Vergleich von schulischen und außerschulischen Lernorten**

Sylvia Hiller

### **3.1 Einleitung**

Der vorliegende Artikel stellt die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Lernmotivation im Technikunterricht“ (LeMoTech) dar. Dieses Projekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) über einen Zeitraum von zwölf Monaten im Jahre 2009 gefördert. Gegenstand der Studie war die Einrichtung und Evaluation eines Techniklabors in einem allgemeinbildenden Gymnasium und dessen Einsatz im Unterricht zum Schulfach Naturwissenschaft und Technik. Zielsetzung war, die Effekte, die ein solches Lern- und Lehlabor auf Technikinteresse und -verständnis bei den Schülern hat, zu messen und sowohl quantitativ als auch qualitativ zu untersuchen.

Um dem drohenden Mangel an Fachkräften in Deutschland entgegenzuwirken, wurden in den letzten Jahren viele Initiativen und Projekte ins Leben gerufen, wie beispielsweise der Girls' Day oder die Einrichtung außerschulischer mobiler Lernorte zum Thema Technik (vgl. Kapitel 2.5.2.1). Die Einrichtung eines Techniklabors in den Räumlichkeiten einer Schule ist hierbei ein weiterer Schritt, das Interesse von Schülern an den Inhalten des Technikunterrichts nachhaltig zu fördern und Technik und seine theoretischen Komponenten begreifbar und erfahrbar zu machen.

Es handelt sich bei dem Forschungsprojekt um eine Einzelfallstudie, da aufgrund des hohen Innovationsgrades eines solchen Techniklabors zunächst auf die Exploration dieses Forschungsfeldes gezielt wird. Theoretische Vorkenntnisse werden dabei insbesondere aus den Ergebnissen der Techniksozialisationsforschung gezogen.

## 3.2 Stand der Forschung

Das grundlegendste Ziel der Bildung junger Menschen ist, sie durch Kompetenzvermittlung an den kulturellen Prozessen der Gesellschaft teilnehmen zu lassen. So sollte eine fundamentale Technikvermittlung an Schulen selbstverständlich sein. Prenzel führt dazu aus, dass „die Antwort auf die Frage, welche kulturellen Errungenschaften zentral sind oder welche berufsbezogenen Qualifikationen vermittelt werden sollen, [...] Fortschritte und Entwicklungen berücksichtigen“ muss (Prenzel et al. 2009: 16). Mit Blick auf die heutige Arbeits- und Berufslandschaft kann konstatiert werden, dass der technologische Fortschritt insbesondere in den westlichen Industrienationen diese Arbeitswelt entscheidend verändert hat. Die sogenannten MINT-Fächer gewinnen daher immer mehr an Bedeutung. Eine grundlegende Bildung in diesen Bereichen ist damit bereits durch den oben entwickelten Bildungsbegriff als absolut notwendig zu betrachten. Prenzel stellt jedoch fest, dass dem in aktuellen Schulcurricula nicht oder nur ungenügend Rechnung getragen wird, wie er beispielsweise am Stundenumfang der MINT-Fächer in der Sekundarstufe I deutlich macht. „Es überrascht daher nicht, dass Schüler nicht ausreichend über entsprechende Kenntnisse verfügen und dass sogar Berufs- und Studienanfänger häufig nicht auf grundlegende Inhalte im mathematisch-naturwissenschaftlichen und technischen Bereich zurückgreifen können“ (Prenzel et al. 2009: 16). Daran schließen sich die Ergebnisse des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften an, wo ein eigenständiges Fach Technik oder aber ein Eigenraum für Technikbildung im Rahmen anderer MINT-Fächer als zielführend postu-

---

liert wurde. Nur so können vorhandene Interessen von Schülern an Technik langfristig und nachhaltig gefördert werden. „Ein didaktisch attraktiver Technikunterricht fördert nachweislich das Interesse an Technik und an den damit verbundenen Berufen“ (acatech/VDI 2009: 11).

Die bekannte Tatsache, der in vielen technischen Studiengängen und entsprechend in vielen technischen Berufen niedrigen Frauenanteile (vgl. Kapitel 2.5.2.5) lässt die Frage aufkommen, ob diese Ursachen der Genderasymmetrie bereits in der Schule begründet liegen. Die vehemente Debatte um Effekte der Ko- und Monoedukation verdeutlicht die Brisanz dieser Genderasymmetrie für die Bildungsforschung. Deshalb war für LeMoTech die Fragestellung relevant, ob sich auch im Technikunterricht bereits entsprechende niedrige Anteile von Schülerinnen wiederfinden oder ob ein neuer Technikunterricht auch entsprechend für Schülerinnen positive Effekte eines erhöhten Interesses aufzeigen kann.

Obwohl der Befund der Genderasymmetrie nicht neu ist, sind Gegenkonzepte in der Wissenschaft umstritten. Eine Metaanalyse von Studieneffekten und eine systematische Evaluation fehlen bzw. sind die Ausnahme. Im pädagogischen Bereich werden Mono- und Koedukation in technischen und naturwissenschaftlichen Fächern diskutiert, im soziologischen Bereich Fragen der beruflichen Diskriminierung von Frauen (u. a. geringerer Durchschnittslohn, schlechtere Karrierechancen, Vereinbarkeit von Familienplanung und Beruf). Es hat sich gezeigt, dass eine nachhaltige Förderung von Mädchen nicht nur früh einsetzen sollte, sondern sich vor allem auf die technikrelevanten Einstellungen fokussieren und durch Erfolgsrückmeldungen zum Aufbau von Selbstwirksamkeit und Kontrollüberzeugung der Mädchen beitragen soll. Die bisherigen Erfahrungen, unter anderem aus den Evaluationsstudien von MoMoTech mit Gruppendiskussionen mit Schülerinnen der 8. bis 13. Klasse, weisen jedoch darauf hin, dass eine frühere Förderung noch erfolgversprechender wäre, da bereits viele Schülerinnen bei der Wahl des Leistungskurses den Fachbereichen Naturwissenschaften und Technik verloren gehen.

### 3.3 Kurzdarstellung des Designs der Studie

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Untersuchungen bestehen aus einer breiten Befragung der Schüler des Friedrich-Schiller-Gymnasiums (FSG) in Marbach am Neckar, bestehend aus mehreren Erhebungswellen sowie der Befragung von Kontrollgruppen, die sich aus Schülern anderer Gymnasien ohne Techniklabor zusammensetzen. Das FSG setzte zeitgleich zum Start der Befragungen ein Techniklabor in den Räumen der Schule um, so dass Nullmessungen, d.h. Erhebungen der Ausgangssituation vor der Intervention, in der quantitativen Erhebung möglich waren.

Als Erhebungsinstrument dienten standardisierte Fragebögen, die von den Schülern jeweils selbst ausgefüllt wurden. Ergänzend waren offene Fragen enthalten, die es den Schülern ermöglichten, in Stichworten ihre Meinung wiederzugeben. Obgleich nicht alle Fragen in allen Fragebögen bzw. allen Erhebungswellen enthalten waren, umfassten dennoch alle 2049 ausgefüllten Fragebögen die folgenden Bereiche:

- Einstellung zu Technik
- Interesse an Technik und Naturwissenschaften
- Schule, Technik und Naturwissenschaften
- Umgang mit Technik
- Fragen zum Techniklabor
- Technik und Gesellschaft
- Angaben zur Person

Die verwendeten Skalen und Items stammten teilweise aus bereits verwendeten Fragebögen bisheriger Evaluationsstudien der Universität Stuttgart, die sich als valide Messinstrumente erwiesen haben,



und dem Schülerfragebogen von NaBaTech. Damit sind die Resultate des LeMoTech-Projekts mit Ergebnissen anderer Evaluationsstudien vergleichbar.

Die quantitative Studie ist als Interventionsstudie mit mehreren Erhebungen im Paneldesign angelegt, um Veränderungen der befragten Schüler, bezogen auf diese Fragestellungen im Projektverlauf, erkennen zu können. Gegenüber Querschnitterhebungen haben Panels den Vorteil, dass kausale Fragestellungen wesentlich besser bearbeitet werden können, weil Veränderungen auf Individualdatenniveau am selben Untersuchungsobjekt festgestellt werden können. Für LeMoTech ist eine zusätzliche Datenoption von Paneldaten von besonderem Belang. Es können nämlich auch retrospektive (und somit eigentlich gegen Veränderungen invariante) Angaben mehrfach erfasst werden. Die mehrfache Erhebung erlaubt das Testen der empirischen Validität und Reliabilität dieser biografischen Angaben und ersetzt somit im günstigen Fall (hohe Validität und hohe Reliabilität) das dauerhafte Erheben maßgeblicher Daten über eine lange Zeit hinweg. Bei der Nullmessung konnten die Erwartungen an das Labor abgefragt werden, um sie später mit den dort gemachten Erfahrungen abgleichen zu können.

Zur Identifikation von Interventionseffekten wurden Schüler von zwei weiteren Gymnasien, die über kein Techniklabor verfügen, parallel befragt. Diese Erhebungen dienen in den Analysen als Kontrollgruppe. Um aussagekräftige Ergebnisse über die Effekte des Techniklabors zu erhalten, ist es aus wissenschaftlicher und methodischer Sicht wichtig, dass eine Kontrollgruppe vergleichend befragt wird. Dies ist ein entscheidendes Kriterium für die Validität der Forschungsergebnisse. Ergänzend wurden Schüler der Klassen 5 und 6 befragt, die keinen Unterricht im Fach „Naturwissenschaft und Technik“ (NwT) haben, sondern im Fach Naturphänomene.

Um überprüfen zu können, ob es durch das Techniklabor zu individuellen Veränderungen (z.B. hinsichtlich des Technikinteresses) gekommen ist, konnten die Daten aus den verschiedenen Erhebungswellen über eine Kombination mehrerer individueller Daten einem

bestimmten Schüler anonym zugeordnet werden. Dazu wurde in erster Linie die Nummer des Technikführerscheins verwendet.<sup>8</sup>

Die Technikvermittlung für Jugendliche unterliegt einer Vielzahl an Faktoren, die mit standardisierten Messinstrumenten nicht immer vollständig erfasst werden können. Die vorliegende Studie beinhaltet unter anderem aus diesem Grund einen umfassenden methodischen Aufgabenteil, der sich aus einer Crossanwendung einander ergänzender und aufeinander aufbauender qualitativer Methoden zusammensetzt.

Die Technikvermittlung im Rahmen des Schulunterrichts bildet nur eine Facette der sekundären Techniksozialisation von Kindern und Jugendlichen. Außerschulische Lernorte bieten eine weitere Möglichkeit, mit Technik und Naturwissenschaften in Berührung zu kommen. Daher wurden im Rahmen des Forschungsprojektes ebenfalls zwei außerschulische Lernorte mit Schülern des FSG besucht und sowohl quantitativ als auch qualitativ analysiert.

Die quantitativen Analysen wurden als Kurzzeitpanel angelegt. Das bedeutet, dass die Schüler während der Anreise zum außerschulischen Lernort mittels standardisiertem Fragebogen zu ihren Erwartungen an den Lernort und ihrem Technikinteresse befragt wurden. Durch die zusätzliche Befragung nach dem Besuch konnten die Erfahrungen mit den Erwartungen verglichen und Analysen im Hinblick auf eventuelle kurzfristige Effekte durchgeführt werden. Somit können die Analyseergebnisse Aufschluss darüber geben, ob durch den Besuch der außerschulischen Lernorte kurzfristig positive Effekte erzielt werden konnten. Besucht wurden TectoYou, während der Hannover-Messe Ende April 2009, und das Technorama bei Winterthur in der Schweiz im Juni 2009.

Bei den qualitativen Analysen wurden mit Eltern, Lehrern und Schülern Diskussionssitzungen abgehalten, auf deren Basis anschlie-

---

<sup>8</sup> Dieser Führerschein bescheinigt den Schülern, dass sie eine Einführung in das Techniklabor erhalten haben.

ßend ein Gutachten zum idealen Technikunterricht in einem Techniklabor erstellt wurde. Dieses war Gegenstand eines zweiphasigen Experten-Verfahrens. Hierbei wurde das Gutachten von verschiedenen Fachleuten bewertet und um die hier vorgebrachten Aspekte erweitert. Damit konnte ein ganzheitlicher Blick auf die Umsetzung von technischer Sozialisation im Schulunterricht erreicht werden. Zuvor wurden die Protokolle der Fokusgruppen thematisch geclustert und reflektierend interpretiert (vgl. Bohnsack 2007: 383). Diese Vorgehensweise ermöglichte es, zu der Perspektive der Direkt-Betroffenen ebenfalls die Sichtweise ausgewiesener Fachleute zu gewinnen, so dass abschließend ein ganzheitlicher Entwurf zu einer idealen Vorstellung des Technikunterrichts am FSG steht. Im Vorfeld der Diskussionsveranstaltungen mit den Schülern wurden diese gebeten, Aufsätze zum Thema „Technik, Naturwissenschaft und Gesellschaft“ zu verfassen. Diese wurden anschließend inhaltsanalytisch untersucht und bildeten die Grundlage der Sitzung zum Thema „Technik und Gesellschaft“.

Darüber hinaus wurden die Schüler bei den Besuchen der außerschulischen Lernorte Technorama und TectoYou begleitet und beobachtet. Es handelte sich um strukturierte Beobachtungen unter Feldbedingungen<sup>9</sup>. Die Eindrücke des Beobachters wurden detailliert in einem standardisierten Beobachtungsprotokoll festgehalten.

### 3.4 Empirische Ergebnisse

In den folgenden beiden Kapiteln werden die Ergebnisse der oben beschriebenen Evaluationen zusammengefasst dargestellt. Ausführliche Ergebnisse, Zahlen und Tabellen finden sich im LeMoTech-Projektbericht (vgl. Arnold et al. 2010).

---

<sup>9</sup> Dies bedeutet, dass die Beobachtungen, im Gegensatz zur Laborbeobachtung, in der natürlichen Umgebung der beobachteten Personen stattfinden.

### 3.4.1 Ergebnisse der quantitativen Studie

Im Zeitraum von März 2009 bis Januar 2010 wurden Schüler bis zu fünf Mal befragt. Während die Jungen sich eher an Technologien, wie Computer, Maschinenbau u. Ä., interessiert zeigen, liegt der Schwerpunkt bei den Mädchen auf Biologie, Medizintechnik und Textiltechnik. Die Muster sind sehr stabil und können durch die Ergebnisse vieler anderer Studien, z.B. MoMoTech, bestätigt werden.

Die Befragten weisen insgesamt einen unkomplizierten Umgang mit Technik auf. Dabei werden eher die Chancen für die Gesellschaft als die Risiken gesehen. Ebenso sind die geschlechtsspezifischen Muster sehr stabil. Die Jungen sind der Technik gegenüber positiver eingestellt als die Mädchen. Der Umgang mit Technik ist daher geschlechtsspezifisch unterschiedlich.

Hinsichtlich des Technikverständnisses stimmen fast drei Viertel der Schüler der Aussage zu, dass Technik dem Menschen dazu dient, seine körperlichen Fähigkeiten auszuweiten. Dies entspricht einer früheren Technikauffassung von Menschen als Mängelwesen, die ein systemisches und soziales Verständnis (die als alternative Deutungen im Fragebogen vorgegeben waren) weitgehend ausblendet. Hier zeigen sich deutliche Defizite der Technikbildung hinsichtlich ihrer sozialen und ökonomischen Funktionalität und Folgen.

Bilanzierend ist festzuhalten, dass im Bereich der Nutzung von Informationsquellen über Technik, des Wissens über Schulfächer und im Interesse an Technologien (z.B. Computertechnologie, Nanotechnologie) kaum Veränderungen über die Zeit hinweg festzustellen sind. Einstellungsmuster und Interessenlagen der Schüler zu Technik und Naturwissenschaften sind im Verlauf der Erhebungswellen weitgehend stabil geblieben. Dies wird auch durch eine Regressionsanalyse bestätigt, die durchgeführt wurde, um festzustellen, ob das Technikinteresse auch unter multivariaten Analysen stabil bleibt. Die abhängige Variable ist dabei das Interesse an Technik bei der dritten Erhebung, welche zurückgeführt wird auf das Technikinteresse bei

---

der zweiten Erhebung. Die Erhebungszeitpunkte liegen vor und nach einer Unterrichtseinheit im Techniklabor. Dabei wird ein autoregressiver Einfluss vermutet. Die Stärke dieses Einflusses gibt die Stabilität des allgemeinen Technikinteresses an. Als weitere Regressoren werden das Interesse an den Schulfächern Technik, Physik und Biologie einbezogen. Im Bereich der schulischen Organisation sind die Teilnahme an einer Technik-AG und der Unterricht im Techniklabor relevant. Weitere Faktoren sind das Geschlecht und ob die Schüler in den letzten zwei Jahren außerschulische Lernorte besucht haben. Insgesamt ist das Modell signifikant und hat eine hohe Erklärungskraft ( $R^2 = ,636$ ).

Das Technikinteresse ist nicht determiniert, sondern es kann durch den Unterricht in den Fächern NwT und Physik gefördert werden. Durch einen entsprechenden Unterricht in diesen Fächern ist es daher möglich, das allgemeine Technikinteresse zu beeinflussen. In diesem Zusammenhang ist es interessant, dass der Unterricht im Techniklabor keinen signifikanten Einfluss auf das allgemeine Technikinteresse ausübt. Die Schüler können offensichtlich zwischen dem Unterricht per se und dem Raum, in dem der Unterricht stattfindet, unterscheiden. Es kommt somit nicht so sehr auf den Raum an sich an, sondern auf den Unterricht, der in ihm stattfindet. Der Raum muss jedoch auf das Curriculum abgestimmt sein. Neben dem Unterricht im Techniklabor hat auch der Besuch außerschulischer Lernorte in den letzten zwei Jahren keinen signifikanten Einfluss auf das allgemeine Technikinteresse.

Der Unterricht im Techniklabor weist durchaus signifikante Zusammenhänge mit dem Lernerfolg der Schüler auf: Durch das Techniklabor werden Verständlichkeit (Erklärungen zum Stoff) und Praxisbezug verbessert. Er macht deutlich mehr Spaß und ist interessanter als früher, zudem wird der „Erlebnisharakter“ des Unterrichts verbessert. Der subjektive Lernerfolg erhöht sich nach Aussagen der Schüler am FSG Marbach ebenfalls. Die Zusammenhänge können besser verstanden werden, und das Erlernte prägt sich besser ein. Dieser Eindruck steht scheinbar im Widerspruch zum Wissen über das Schul-

fach Technik. Denn nach den Einschätzungen der Schüler blieb ihr Wissen über das Fach Technik unverändert. Dies zeigen auch die nur geringfügigen Veränderungen im Notendurchschnitt auf. Um diesen scheinbaren Widerspruch aufzuklären, wurde der Wissenszuwachs von Welle 2 zu Welle 3 mit den Aussagen über die Erfahrungen im Techniklabor korreliert.

**Tabelle 3: Korrelationsmatrix: Zuwachs an Wissen und Erfahrungen mit dem Techniklabor**

		Wissen über das Schulfach Technik		
		alle	weiblich	männlich
Durch den Unterricht im Techniklabor kann ich technische Zusammenhänge besser verstehen.	Korrelationskoeff.	,192	,252	,199
	Sig. (2-seitig)	,012	,038	,062
	n	171	68	89
Der Unterricht im Techniklabor ist interessanter als früher.	Korrelationskoeff.	,132	,207	,067
	Sig. (2-seitig)	,092	,094	,545
	n	165	67	85
Der Unterricht im Techniklabor macht mehr Spaß als früher.	Korrelationskoeff.	,179	,108	,266
	Sig. (2-seitig)	,022	,393	,014
	n	164	65	85
Im Techniklabor kann ich mich am Unterricht mehr beteiligen als früher.	Korrelationskoeff.	,062	,095	,030
	Sig. (2-seitig)	,432	,454	,781
	n	165	64	88
Ich habe den Eindruck, dass ich mir das im Techniklabor erlernte Wissen besser merken kann.	Korrelationskoeff.	,176	,264	,181
	Sig. (2-seitig)	,023	,031	,098
	n	165	67	85

Korrelationskoeffizient: Pearsons r

Die Korrelationsmatrix zeigt einen Zusammenhang zwischen dem Wissenszuwachs im Schulfach Technik von Welle 2 zu Welle 3 mit der Aussage, dass man Zusammenhänge im Techniklabor besser versteht als früher, der Unterricht mehr Spaß macht als früher und

man sich das erlernte Wissen besser merken kann. Die Korrelationen liegen zwischen 0,176 und 0,192 nahe beieinander. Daher sind diese Zusammenhänge insgesamt zwar vorhanden, aber nicht besonders stark ausgeprägt.

Betrachtet man die Zusammenhänge nach Geschlechtern differenziert, so zeigen sich Unterschiede. Bei den Mädchen korrelieren zwei der fünf Aussagen signifikant mit dem Zuwachs an Wissen von Welle 2 zu Welle 3. Sie können technische Vorgänge besser verstehen und sich das Gelernte besser einprägen. Auch sind die Zusammenhänge relativ stark ( $r = ,225$  und  $r = ,264$ ). Bei den Jungen hingegen korreliert der Wissenszuwachs nur mit „mehr Spaß am Unterricht“ ( $r = ,266$ ).

Das Techniklabor scheint den Zugang zu technischen Vorgängen zu unterstützen. Diese Unterstützung drückt sich geschlechtsspezifisch aus: Bei den Mädchen hängt der Lernerfolg damit zusammen, dass sie sich das Erlernte besser merken können und Technik besser verstehen (kognitiver Erfolg), bei den Jungen hängt der Lernerfolg mit einem höheren Spaß am Technikunterricht zusammen (affektuellem Zugang zur Technik). Insgesamt wird das Techniklabor von den Schülern sehr gut angenommen, die Lernbedingungen werden jedoch unterschiedlich beurteilt. Dabei zeigt sich, dass die Jungen mit dem Techniklabor zufriedener sind als die Mädchen.

Ein wichtiger Faktor bei der Beurteilung des Unterrichts im Techniklabor und des Lernerfolgs ist die Klassengröße. Hierzu ist als wichtiges Ergebnis festzuhalten, dass mit zunehmender Schülerzahl der Erfolg geschmälert wird. Auf diesen Einfluss reagieren besonders die Mädchen. Neben der räumlichen Enge werden die Qualität des Unterrichts (zu wenig Betreuung) sowie der Lernerfolg (sie können sich weniger merken) in Frage gestellt. Zudem ist eine sinkende Akzeptanz (Unterricht lieber ohne Techniklabor) zu verzeichnen.

Das Techniklabor hat daher zwar eine positive Wirkung auf den Unterricht und Lernerfolg der Schüler, allerdings schmälern zu hohe Schülerzahlen diesen Erfolg. Gerade unter dem Aspekt der Technik-

förderung für Mädchen sollte daher auf kleinere Belegungsgrößen geachtet werden.

Zur Beurteilung der Lehrereffekte wurde pro Kriterium (Unterrichtsstil, Praxis-/Alltagsbezug, Erklärungen zum Stoff) ein Index über die Fächer Technik, Biologie, Informatik, Mathematik, Chemie und Physik gerechnet. Als Fazit lässt sich festhalten, dass der Unterricht im Fach Technik im FSG mit Techniklabor besser bewertet wird als vorher ohne. Im Einzelnen betrifft dies den Unterrichtstil der Lehrer und die Erläuterungen zu den Inhalten der Unterrichtseinheiten. Auffallend ist zudem, dass sich die Beurteilungen der Schüler des FSG und der Schüler aus dem Kontrollgymnasium mit speziellem technisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsraum von den Schülern ohne speziellen Unterrichtsraum signifikant unterscheiden. Dies legt den Schluss nahe, dass ein spezieller Technik- oder naturwissenschaftlicher Raum das Lernen im Fach Technik unterstützt. Ebenso profitieren die Lehrer davon, denn ihr Unterrichtsstil wird deutlich besser beurteilt.

Der Unterrichtsraum sollte auf das Curriculum der Schule im Fach NwT abgestimmt sein. Ein Techniklabor scheint für eine positive Beurteilung des Unterrichts nicht unbedingt notwendig zu sein, wenn aber das Curriculum Arbeiten an CNC-Fräsmaschinen vorsieht, ist dies ohne Techniklabor nicht möglich.

Betrachtet man das Techniklabor als Lernstätte, so werden sowohl der Unterricht im Techniklabor als auch der Raum selbst von den Schülern als geeignet angesehen, beides erfährt eine hohe Akzeptanz.

Die nun folgenden Ergebnisse beziehen sich auf den Besuch der außerschulischen Lernorte. Im Vergleich von Erwartungen und Erfahrungen der Schüler bei den Besuchen zeigten sich für Technorama durchweg positive Entwicklungen, auch bei bereits technisch interessierten Schülern. Bei den Jungen kommt es in den Beurteilungen sogar zu signifikanten Unterschieden. Selbst die bedeutsamste Erwartung „Spaß an Technik haben“ wurde noch übertroffen. Die Analysen zeigen auf, dass von Science Centern genau diese affektuellen



Erfahrungen erwartet werden. Bei TectoYou fällt der Vergleich von Erwartungen und Erfahrungen verhalten positiv aus, eine Technikbegeisterung erreicht dieser Event aber auf keinen Fall. Im Geschlechtervergleich waren die Effekte eines erhöhten Interesses bei Mädchen fast durchweg generell höher als bei Jungen, speziell für die Bereiche „Technik und Umwelt“, „räumliches Sehen“ und besonders „Architektur“. Vergleichsweise höhere Effekte für ein gesteigertes Technikinteresse erzielte der IdeenPark 2008, der im Rahmen von MoMoTech evaluiert wurde (vgl. Kapitel 2.5.2.1).

Den Berufswunsch kann ebenfalls keiner der beiden Orte entscheidend beeinflussen. Diejenigen, die bereits vor dem Besuch der außerschulischen Lernorte eine feste Vorstellung von ihrer beruflichen Zukunft hatten, lassen sich auch durch die Eindrücke der beiden besuchten Ausstellungen nicht beeinflussen. Bei TectoYou zeigt sich zudem sogar eine leichte Tendenz, nach dem Besuch von technischen Berufen eher Abstand zu nehmen.

Der interaktive Aspekt der Ausstellungen steht zumeist im Vordergrund: Je mehr die Schüler selber ausprobieren und experimentieren konnten, desto stärker und detaillierter ist ihnen dieses Erlebnis im Nachhinein noch präsent. Exponate, die mehrere Sinne gleichzeitig ansprechen, hinterlassen einen nachhaltigeren Eindruck als eindimensionale Exponate. Gleichzeitig werden schriftliche oder akustische Erklärungen eher verhalten angenommen.

### **3.4.2 Ergebnisse der qualitativen Studie**

Die Ergebnisse der Schüler-Diskussionsgruppen zeigen auf, dass der Unterricht im Techniklabor trotz einiger Schwierigkeiten als Bereicherung empfunden wird. Der Lehrerschaft wird sowohl von Schülern als auch von Eltern ein sehr positives Zeugnis ausgestellt, was die Einarbeitung in die Gerätschaften des Labors betrifft. Derzeit bestehende vereinzelte Schwierigkeiten werden als „Startschwierig-

keiten“ angesehen. Erweiterte Schulungen könnten an dieser Stelle den Fachlehrern jedoch den Start in die Arbeit im Labor erleichtern.

Ein wesentlicher Kritikpunkt ist jedoch die Enge im Unterrichtsraum, ebenso wird die Anzahl der Geräte als eher unzureichend eingestuft. Analog fordern auch die Lehrer kleinere Klassen bzw. deren Aufteilung für den Technikunterricht.

Zu den Mängeln in der Ausstattung mit Fachräumen kommen Fragen des verfügbaren Zeitbudgets bei Einführung eines neuen Fachs hinzu. Dieses Problem wurde von Eltern und Schülern kritisch angemerkt; denn die Einführung eines neuen Fachs verschiebt die Zeitbalance zwischen Freizeit und Schule. Wird nicht an anderer Stelle eingespart, wächst mit der Einrichtung eines neuen Fachs Technik die Belastung der Schüler. Auch die Lehrer betonten, dass sich mehr Technikunterricht negativ auf das Verhältnis der verfügbaren Unterrichtszeiten zu Erholungszeiten und zur Freizeit auswirken könnte. Insofern ist zu prüfen, ob Technikunterricht nicht im Wechsel mit Physik oder einem anderen naturwissenschaftlichen Fach angeboten oder periodisch wiederkehrend in den naturwissenschaftlichen Unterricht integriert werden sollte. Das Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften deckte auf, dass die Schüler Technik – wenn überhaupt – vorwiegend als Fachunterricht erleben, in dem Funktionsweisen von Technik erklärt werden. Dagegen bleiben die sozialen Folgen und wirtschaftlichen Zusammenhänge meist unterbelichtet. Von einer ganzheitlichen Technikvermittlung kann also keine Rede sein.

Große Bedeutung kommt der Interaktion zwischen Schülern und Lehrkräften zu. Von den Schülern als gut eingeschätzte Lehrer bewirken in einem professionellen Technikraum den größten Effekt auf das Interesse an Technik bei allen Schülern. Dies belegt auch das Quasiexperiment, in dem ein Didaktikprofessor der Pädagogischen Hochschule Heidelberg in einer Schulklasse in zwei Doppelstunden das Thema Bionik behandelte und die Schüler diesen Unterricht als ausgezeichnet beurteilten. Dabei kommt der Ausstattung des Tech-

niklabors eine eher symbolische denn didaktische Bedeutung zu: Durch sie wird die Seriosität des Technikunterrichts unterstrichen.

Die Schüler-Diskussionsrunden belegen das Bedürfnis, Technik auch in ihren sozialen Kontexten zu erfahren. Dies wurde besonders von Mädchen geschätzt. Als positives Beispiel wurde das Mercedes-Benz-Museum in Stuttgart genannt, wo technische Innovationen in Bezug zur gesellschaftlichen und historischen Entwicklung dargestellt werden – ähnlich dem ehemaligen Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim (heute Technoseum) und dem Deutschen Museum in München. Besonders positiv hervorgehoben wurde hier der an den ausgestellten Automobilen veranschaulichte Bezug zwischen gesellschaftlicher Entwicklung, historischem Zugang und der technischen Entwicklung. Dies führt jedoch gleichzeitig dazu, dass die Rezeption des Museums weniger als Ort technischer, sondern vielmehr historischer Wissensvermittlung angesehen wird. Vorwiegend positiv erwähnt wurden die dort eingesetzten Audioguides, die der rein visuellen Wahrnehmung vielfach vorgezogen wurden. Hierbei ist zu jedem Exponat individuell wählbar, ob man sich eine technische oder historische Erklärung (oder kindgerechte Information) anhören möchte.

Eine stärkere Einbindung der außerschulischen Aktivitäten in den Unterricht wird befürwortet, insbesondere wenn dabei schulisch erworbenes Wissen praktisch angewendet und vertieft werden kann. Beim Besuch von Technorama zeigten die Schüler mehr Begeisterung und Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Phänomenen als beim Besuch der Ausstellung TectoYou. Die Selbstbeobachtungsbögen und die Informationen aus der teilnehmenden Beobachtung bestätigen, dass Schüler es besonders schätzen, wenn sie die Gelegenheit erhalten, sich selbstständig und spielerisch mit den Phänomenen auseinanderzusetzen. Diese Einschätzung wird aus den Daten der quantitativen Erhebung gestützt.

Die nachstehende Tabelle fasst die wesentlichen Ziele und Ergebnisse zum Techniklabor zusammen.

**Tabelle 4: Überblick über empirische Analysen der Evaluation**

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Ziel der Einführung des Techniklabors war das Erreichen einer höheren Motivation und von Wissensfortschritten bei den Schülern durch das gute Equipment und das Vertraut-machen der Schüler mit Technik im sinnrelevanten Kontext (zum Beispiel Optik). Die basale Annahme ist, dass Technik-bildung zu ihrer Vermittlung moderner Technikmedien bedarf.
Didaktische Konzeption	Unterricht in einem Techniklabor mit einem gruppenorientierten und praxisbezogenen Arbeits- und Unterrichtsstil unter Einsatz von UMT-Materialien, MecLabs, CNC-Fräsen und elektronischen Bauteilen.
Effekte	<p>Das Techniklabor wird durch seine Ausstattung, Gruppenarbeit und den veränderten Lehrstil der Fachlehrer gut angenommen.</p> <p>Die objektiven Effekte sind eher durchschnittlich und variieren innerhalb der Fachräume (hochwertig spezialisiertes Techniklabor, einfaches Techniklabor, andere naturwissenschaftliche Fachräume) nur graduell, aber stark gegenüber einem Unterricht ohne Fachräume.</p> <p>Das Interesse an Technik steigt durch den Fachunterricht in einem Techniklabor linear an, insbesondere bei Schülerinnen. Bei technisch bereits interessierten Schülern sind diese Effekte nicht signifikant ausgeprägt. Verstärkereffekte finden sich erst verzögert nach sechs bis neun Monaten.</p> <p>Die relative Deprivation der Schüler erhöht sich durch den Kontrast eines Technikunterrichts im Fachlabor zu dem normalen Fachunterricht in anderen Räumen deutlich. Dies gilt auch beim Kontrast eines Unterrichts durch einen Fachdidaktiker (hier eines Professors der PH Heidelberg mit dem Thema Bionik) zu einer normalen Fachlehrkraft.</p> <p>Insgesamt ergibt sich ein hoher Synergieeffekt, wenn gute Fachlehrer in einem gut ausgestatteten Fachraum unterrichten. Die Verbesserung in den einzelnen Bereichen Infrastruktur und Fachdidaktik erbringt nur durchschnittliche Effektstärken.</p> <p>Die größten Effektstärken finden sich bei bisher technisch eher desinteressierten Schülerinnen.</p> <p>Tendenziell zeigt sich eine geringe objektive Verbesserung der Lernleistungen (gemessen nach Noten) durch den Unterricht im Techniklabor, wiederum insbesondere bei Mädchen.</p>

Kritik und Defizite	<p>Kritisiert wurde die geringe Unterrichtszeit im Techniklabor sowie dessen Größe angesichts der Vielzahl der sich darin aufhaltenden Schüler.</p> <p>Die Lehrkräfte monierten die hohe Klassenstärke, da zu viele Schüler eine fachgerechte Gruppenbetreuung verhindern.</p> <p>Sowohl Schüler als auch Lehrer attestierten Einführungsprobleme bei der Inbetriebnahme des Techniklabors.</p> <p>Die Fokussierung auf den Fachunterricht ist zu kritisieren. Der soziale Sinn der Technik wird nicht angemessen und nicht integrativ vermittelt, obgleich die Umfragen ein sehr überholtes Technikverständnis der Schüler dokumentierten (Technik als Option des Menschen, seine biologischen Fähigkeiten auszuweiten).</p>
Bewertung	<p>Das Techniklabor macht sich nur bezahlt, wenn darin fachlich und didaktisch ausgebildete Fachlehrer unter guten Rahmenbedingungen (geringe Schülerzahl, gute Ausstattung) unterrichten.</p>
Interpretation	<p>Angesichts der vehement hohen Investitionskosten für die Implementierung eines Techniklabors an Schulen stellt sich die Effizienzfrage im Vergleich zu anderen guten Fachräumen. Es sind weitere Langzeitstudien nach der Anfangsphase nötig, um die Lern- und Motivationseffekte der Schüler testen und evaluieren zu können. Die Evaluationseffekte sind verzerrt, weil teilweise Technik als Wahlpflichtfach unterrichtet wurde und somit wiederum technisch positiv vordisponierte Schüler erreicht wurden.</p>
Ausblick	<p>Es sind weitere Evaluationsstudien nötig, die über zwei bis drei Schuljahre hinweg die Lernbiografien der Schüler mit einem Technikunterricht im Techniklabor erfassen (derzeit Folgestudie LeMoTech II).</p>

### 3.5 Schlussfolgerungen

Das Projekt MoMoTech hat bereits gezeigt, dass Modellprojekte den Schulunterricht ergänzen und bereichern können, aber nicht ersetzen. Der Vorteil der Schule ist die Möglichkeit einer dauerhaften Technikvermittlung durch ein Schulfach für alle Schüler und die Ausdifferenzierung in Angebote für interessierte und begabte Schüler. Die

Einführung eines Technikunterrichts als Teil der Allgemeinbildung ist daher eine notwendige Bedingung, weil unsere Gesellschaft in Alltag, Freizeit und Beruf durchgängig technisiert ist. Ohne diesen Unterricht werden die Modellprojekte immer Stückwerk bleiben. Ob man den Technikunterricht in andere Fächer integriert oder als eigenes Schulfach ausbildet, ist dabei zunächst zweitrangig.

Als wichtige Ergebnisse bezüglich der institutionellen Effekte wurden herausgearbeitet: Technikvermittlung bedarf technischer Medien im Unterricht. Lernorte brauchen eine angemessene Ausstattung an Fachräumen und Gerätschaften. Dazu gehören: eigene Fachräume, eigene Fachdidaktik, in Technikpädagogik geschulte Lehrkräfte und ein ausdifferenziertes Angebot zur Förderung des generellen Technikinteresses und zur Talentförderung in der Sekundarstufe I und II. Die Interaktion von qualifizierten Fachkräften und guten Rahmenbedingungen bringt den höchsten Lernerfolg bei den Zielgruppen. Im Vergleich der Wirkungen von guter versus schlechter Betreuung und guter versus schlechter Ausstattung dominiert der Effekt der intensiven Betreuung und der pädagogischen Kompetenz vor dem Ausbau der fachlichen Infrastruktur. Beide zusammen sind aber in der Effektstärke höher als jedes für sich genommen (überadditiver Effekt).

Die Fachdidaktik muss praxis- und problemorientiert sein, das heißt den Schülern muss die Gelegenheit gegeben werden, selbstständig Lösungen über einen längeren Projektzeitraum hinweg zu entwickeln. Technikunterricht an Schulen ist zudem als Teil der Allgemeinbildung verpflichtend zu gestalten, um Schülern eine basale Technikkompetenz und -aufgeschlossenheit zu vermitteln. Hierzu zählen einfache Kenntnisse im Umgang mit technischem Werkzeug und Geräten sowie Wissen über die Zusammenhänge von Technik, Wirtschaft, Gesellschaft und Kultur. Ebenso sollten Grundzüge der Technikgeschichte und Anleitungen zur Einschätzung von Risiken und Chancen neuer Technologien im Unterricht behandelt werden. Das Idealziel lautet individuelle Technikmündigkeit.

Die Balance zwischen praktischen Übungen und theoretischer Grundlagenvermittlung könnte noch verbessert werden. Vor allem in

den unteren Klassen der Sekundarstufe I wird zurzeit noch zu viel theoretisches Wissen vermittelt, obwohl gerade in dieser Altersstufe das praktische Lernen (in Verbindung mit dem Selberentdecken und -erforschen) besonders motivationsfördernd ist. In höheren Klassen kann dagegen das abstraktere Systemwissen treten, das Schülern erlaubt, Grundstrukturen von Natur und Technik zu begreifen und kreativ für eigene Zwecke zu nutzen.

Der Belegstärke des Techniklabors kann ein Einfluss auf den Erfolg im Technikunterricht unterstellt werden. Insbesondere Schülerinnen empfinden eine zu hohe Schülerzahl in den Räumlichkeiten des Labors als hemmend. Hier wird angeregt, die Schülerzahlen im Technikunterricht zu reduzieren, beispielsweise indem Klassen für diese Stunde geteilt werden – besonders im Hinblick auf die bestehenden Geschlechterdifferenzen. Je kleiner die Gruppe, desto höher die Chancen des individuellen Mentorings. Da Jungen sich insgesamt stärker im Bereich Technik und Naturwissenschaften gefördert fühlen als Mädchen, würden Mädchen tendenziell noch mehr davon profitieren.

Der Mehraufwand für fächerübergreifendes Unterrichten wird in der Regel weit unterschätzt. Bislang muss dieser Mehraufwand überwiegend in der Freizeit der Lehrpersonen geleistet werden. Das ist auf Dauer nicht zu halten. An dieser Stelle müssen neue Anreize gegeben werden (beispielsweise durch Stundenerlass an anderer Stelle), um für einen gerechten Ausgleich zu sorgen.

Angebote von Wissenschaftsmessen und Science Centern verbleiben weitgehend auf einem Niveau, das Neugier und ein Anfangsinteresse, aber kaum intrinsische Motivation und nur im geringen Umfang Wissen erzeugen kann. Deshalb ist die Vernetzung mit Bildungsinstitutionen, wie der Schule, von großer Bedeutung. Nur dadurch können nachhaltige Wirkungen hin zu einer intrinsischen Motivation erreicht werden. Die Vernetzung kann Auf- und Nachbereitung solcher Angebote umfassen, die von Schülerseite auch ausdrücklich gewünscht wird. Anbieter von außerschulischen Angeboten sollten eng mit den Schulen kooperieren und ihr Angebot mit

dem Curricula abstimmen. Auf diese Weise kann auf dem vorhandenen Lehrplan aufgebaut und der damit geplante Lernerfolg durch außerschulische Erfahrungen verbessert werden. Die außerschulischen Lernorte sollten untereinander möglichst gut vernetzt sein, so dass ein hoher Wissenstransfer stattfindet.

Um nachhaltige Effekte auf die Lernmotivation, das allgemeine Technikinteresse und im Besonderen das Interesse an einer Berufstätigkeit im MINT-Bereich zu erzielen, reichen einmalige Besuche außerschulischer Lernorte jedoch nicht aus. Stattdessen sind mehrere Besuche pro Schuljahr unabdingbar für eine langfristig wirksame Förderung von Technikwissen und Technikinteresse.

Besonders für Mädchen scheint es wichtig, beruflich später einer gesellschaftlich sinnvollen Tätigkeit nachzugehen. Alltagsbezogene, soziale sowie ökologische Themen sind besonders beliebt. Abgesehen von Biologie – da dieses Fach ohnehin einen im Vergleich mit anderen Naturwissenschaften großen Frauenanteil aufweist – wären Bionik und nachhaltige Entwicklung in Verbindung mit Physik und Chemie Ansatzpunkte für ein erhöhtes Interesse bei Mädchen im Schulunterricht sowie in außerschulischen Lernorten. Im Besonderen sollten die Leistungen der unbelebten Wissenschaften, wie Physik, Chemie und Ingenieurwissenschaften, für eine gesellschaftliche nachhaltige Entwicklung herausgestellt werden. Science Center, Museen und Messen sollten deutliche Bezüge zur Lebens- und Alltagswelt in ihren Exponaten und Experimentierangeboten schaffen. Insgesamt zeigt sich, dass die Jungen in Technik eher die Chancen anstatt Risiken sehen als die Mädchen und die Zukunftsaussichten unserer Gesellschaft in Verbindung mit Technik von den Jungen zudem positiver beurteilt werden. Diese Themen wären im Hinblick auf die Förderung von Mädchen wichtige Aspekte für den empfohlenen interdisziplinären Unterricht.

Durch die Geschlechterdifferenzen in der Selbsteinschätzung ist zudem die Stärkung des Selbstbewusstseins der Mädchen im Umgang mit Technik wichtig, da die Berufsfindung und Berufswahlentscheidung zum Großteil über einen Vergleich des technischen Selbstkon-



zeptes (d.h. die individuell antizipierten technischen Talente, Fertigkeiten und Fähigkeiten) mit den realen beruflichen Anforderungen an die Qualifikation und das Wissen der Jugendlichen erfolgt. So sollte in gemischt-geschlechtlichen Kursen darauf geachtet werden, dass die Lehrer Mädchen wie Jungen gleichermaßen einbeziehen. Dasselbe gilt für das Verteilen von leistungsbezogenem Lob und Aufmerksamkeit. Wichtig für Mädchen sind Erfolgserlebnisse und Ergebnisse, die diese dokumentieren. Von Vorteil ist es, wenn die Mädchen z.B. Endprodukte einer Projektarbeit mit nach Hause nehmen dürfen oder sie auf Veranstaltungen zum Beispiel den Eltern und anderen Schülern präsentieren können.

## 3.6 Literatur

- acatech/VDI 2009: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Ergebnisbericht. München/Düsseldorf.
- Arnold, Annika/Hiller, Sylvia/Weiss, Volker 2010: LeMoTech – Lernmotivation im Technikunterricht. Projektbericht. Stuttgart: Universität Stuttgart.
- Bohnsack, Ralf 2007: Gruppendiskussion. In: Flick, Uwe/ von Kardorff, Ernst/ Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag, 369-383.
- Prenzel, Manfred/Reiss, Kristina/Hasselhorn, Marcus 2009: Förderung der Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen. In: Milberg, Joachim (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern. acatech diskutiert. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 15-61.



## **4 Förderung des technischen und naturwissenschaftlichen Interesses bei Schülern durch außerschulische Erfinderclubs. Ergebnisse einer empirischen Evaluation.**

**Marlen Schulz und Verena Keierleber**

### **4.1 Einleitung**

Sowohl in der Wissenschaft als auch in der Öffentlichkeit wird seit Jahren auf den Nachwuchsmangel in den Technik- und Naturwissenschaften hingewiesen. Doch um sich im internationalen Wettbewerb behaupten zu können, braucht Deutschland qualifizierten natur- und technikwissenschaftlichen Nachwuchs. Aus diesem Grund sind in den letzten Jahren zahlreiche Initiativen und Projekte entstanden, die Kindern und Jugendlichen Technik und Naturwissenschaft näher bringen wollen. In einer breit angelegten Modellstudie (kurz MoMoTech) wurden 1.000 solcher Projekte erfasst (vgl. acatech 2011).

Die Effekte der einzelnen Maßnahmen, geschweige denn mögliche kumulative Wirkungen auf das Interesse und das Wissen der teilnehmenden Kinder und Jugendlichen, sind bisher wenig erforscht. Aus diesem Grund ist eine explorative Diskussion über die Reichweite einzelner Programme eine wichtige Aufgabe. Damit können Ansatzpunkte für eine erfolgreiche Förderung technisch-naturwis-

senschaftlicher Interessen bei Kindern und Jugendlichen transparent werden.

Im Folgenden soll eine derartige Diskussion anhand der Ergebnisse der Evaluation der ersten Runde des Programms „mikromakro“ der Baden-Württemberg Stiftung geführt werden. Mit dem Programm soll unter anderem die Begeisterung von Kindern und Jugendlichen ab der 5. Klasse für Technik und Naturwissenschaft sensibilisiert und nachhaltig gefördert werden. Unterstützt werden außerschulische Erfinderclubs, bei denen die Schüler die Möglichkeit haben, eigene Ideen zu entwickeln und umzusetzen. Die Baden-Württemberg Stiftung hat die Dialogik gGmbH mit der Evaluation der ersten drei Runden von „mikromakro“ beauftragt.

Die Evaluation ist als formative Effektevaluation angelegt. Auf diese Weise soll dem Leitbild der „lernenden Organisation“ entsprochen werden. Das heißt, durch Zwischenberichte wird die Baden-Württemberg Stiftung über die aktuellen Ergebnisse informiert und kann somit bereits ab der zweiten Ausschreibungsrunde von „mikromakro“ Veränderungen im Programm vornehmen, auch wenn die Evaluation der ersten Runde noch nicht abgeschlossen ist. Die Schülerteams der zweiten und dritten Ausschreibungsrunde von „mikromakro“ arbeiten allerdings zum jetzigen Zeitpunkt noch an ihren Ideen, so dass die Evaluation noch nicht abgeschlossen ist. Aus diesem Grund werden in dem vorliegenden Artikel ausschließlich die Ergebnisse der ersten Runde präsentiert. Ob also vorgenommene Modifikationen am Programm „mikromakro“ den gewünschten Erfolg zeigen, ist im weiteren Projektverlauf zu prüfen.

Die Ergebnisse der ersten Runde werden im Folgenden unter der Fragestellung präsentiert, inwiefern mit dem außerschulischen Projekt „mikromakro“ eine Förderung technischer und naturwissenschaftlicher Interessen möglich ist. Diskutiert wird, welche Schüler an einem Erfinderclub teilnehmen und welcher Lerneffekt sich durch den Erfinderclub einstellt. Der Fokus liegt dabei auf der Frage, wie sich die Leistungen, das Interesse und das Wissen der Schüler in den

technisch-naturwissenschaftlichen Themenfeldern nach eigener Einschätzung während der Erfinderclubs verändern.

## 4.2 Das Programm „mikromakro“

Die Baden-Württemberg Stiftung hat das Programm „mikromakro“ erstmals 2008 ausgeschrieben. Durch die Umsetzung eigener Ideen und Projekte im Team sollen Schüler ihre Kenntnisse über Naturwissenschaft erweitern, die Faszination für Technik erleben und lernen, im Team zu arbeiten. Die zentralen Ziele sind das Heranführen bislang uninteressierter Jugendlicher an Technik, die Verbesserung des Images von Technik sowie die Steigerung der Kenntnisse, der Leistungen und das Interesse der teilnehmenden Schüler.

Teilnehmen können Schülergruppen aller Schularten der weiterführenden Schulen aus Baden-Württemberg mit mindestens vier Mitgliedern. Die Teammitglieder können während der zweijährigen Laufzeit wechseln, dabei darf die Zahl von mindestens vier Teilnehmern pro Gruppe jedoch nicht unterschritten werden. Während der Förderdauer werden die Erfinderclubs finanziell unterstützt. Zudem werden die Schüler durch Workshops zu den Themen Kreativität, Marktwirtschaft, Technik, Schutzrechte oder Projektmanagement in ihrer Ideenfindung und Umsetzung unterstützt.

Von den Anträgen der ersten Ausschreibung wurden 32 Schüler-teams ausgewählt, die von Januar 2009 bis Dezember 2010 ihre Ideen umsetzten.

Die Evaluation von „mikromakro“ konzentriert sich auf die Effekte der Erfinderclubs. In dem vorliegenden Artikel wird die erste Förderrunde von „mikromakro“, in der ab dem Frühjahr 2008 insgesamt 32

Erfinderclubs unterstützt wurden, evaluiert.<sup>10</sup> Die meisten Erfinderclubs finden in den Klassenstufen sieben bis neun an Gymnasien statt. Insgesamt nehmen mehr Jungen als Mädchen an den Erfinderclubs teil. Das Konzept und die Fragestellung der Evaluation werden im Folgenden präsentiert.

### 4.2.1 Das Evaluationskonzept

Übergeordnetes Ziel der Evaluation von „mikromakro“ ist die Verbesserung und Optimierung dieses und weiterer thematisch ähnlich gelagerter Programme der Baden-Württemberg Stiftung. Konkret geht es um zwei zentrale Fragestellungen:

1. *Inwiefern können mit dem Konzept der Erfinderclubs technisch-naturwissenschaftliche Interessen bei Kindern und Jugendlichen spannend und dauerhaft gefördert werden?*
2. *Welche Schlussfolgerungen können aus dem Programm „mikromakro“ für die weiteren Förder- und Forschungsaktivitäten der Baden-Württemberg Stiftung gezogen werden?*

Um diese Fragen zu beantworten, werden verschiedene Erhebungsverfahren eingesetzt (vgl. Tabelle 5). Die Betreuer der Erfinderclubs werden durch qualitative Interviews und durch ein Gruppendelphi in die Evaluation einbezogen. Ziel des Gruppendelphis ist es, ihre Einschätzung über relevante Aspekte einer gelungenen und nachhal-

---

<sup>10</sup> Mittlerweile hat die Baden-Württemberg Stiftung zwei weitere „mikromakro“-Runden initiiert. In der zweiten Runde wurden 130 Schülerteams ausgewählt. Sie arbeiten seit dem Januar 2010 an der Umsetzung ihrer Ideen. In der dritten Runde werden seit dem Januar 2011 insgesamt 58 Schülerteams von der Baden-Württemberg Stiftung unterstützt. In den rund 200 Erfinderteams arbeiten mehr als 1.500 Schüler an der Umsetzung ihrer Ideen. Im Herbst 2011 startet die vierte Bewerbungsrunde von „mikromakro“.

tigen Förderung technisch-naturwissenschaftlicher Interessen zu erfahren.

Die Schüler und ihre Eltern werden in drei Befragungswellen mithilfe eines standardisierten Fragebogens befragt.<sup>11</sup> Zu Beginn der Erfinderclubs waren insgesamt 141 Schüler angemeldet. Im Laufe der zweijährigen Förderdauer haben einige Teilnehmer gewechselt und die Gesamtanzahl an Schülern ging etwas zurück.<sup>12</sup> Insgesamt liegen in der ersten Befragungswelle 105, in der zweiten Befragungswelle 68 und in der dritten Befragungswelle 31 ausgefüllte Fragebögen vor.

Die Fragebögen der drei Befragungswellen gleichen sich in weiten Teilen, sind aber nicht identisch. In der ersten Welle geht es vor allem um die Erfassung der technischen und naturwissenschaftlichen Vorkenntnisse der Schüler und ihres sozialen Umfeldes. In der zweiten und dritten Befragungswelle werden vor allem die Entwicklung und die Bewertung der Erfinderclubs erfasst.

---

<sup>11</sup> Die drei Befragungen fanden im März 2009, im Dezember 2009 und im Juni 2010 statt. Um von jedem Schüler die Fragebögen der einzelnen Wellen zuordnen zu können, wurden sie gebeten einen Code anzugeben. Zusätzlich wurden sie gefragt, ob sie bereits bei den vorherigen Befragungen mitgemacht haben. Insgesamt geben neunzehn Schüler an, bei allen drei Wellen mitgemacht zu haben. Allerdings können nur bei zehn dieser Schüler mithilfe des Codes die Fragebögen der einzelnen Wellen zugeordnet werden. Eine spezielle Untersuchung dieser zehn Schüler wird in diesem Artikel nicht vorgenommen.

<sup>12</sup> Die genaue Anzahl an Teilnehmern wurde wegen der Fluktuation nicht erfragt. Aus den Gesprächen mit den Betreuern wurde aber klar, dass die Anzahl insgesamt leicht abnahm.

**Tabelle 5: Überblick über empirische Analysen der Evaluation „mikromakro“**

Methode	Zielgruppe	Fragestellung
Qualitative leitfadengestützte Interviews	Auswahl an Betreuern	Eindruck über den Ablauf der Erfinderclubs und Analyse der Sicht der Betreuer Vorbereitung des Gruppendelphis
Gruppendelphi	Alle Betreuer der ersten „mikromakro“-Welle	Entwicklung von Handlungsempfehlungen für die weiteren Förderaktivitäten der Baden-Württemberg Stiftung
Standardisierte schriftliche Befragung in drei Wellen	Alle teilnehmenden Schüler der ersten „mikromakro“-Welle	Erfassung des Interesses und der Motivation der teilnehmenden Schüler und des subjektiven Lernerfolgs
Standardisierte schriftliche Befragung in drei Wellen	Alle Eltern der ersten „mikromakro“-Welle	Erfassung des sozialen Umfeldes der Teilnehmer

### 4.3 Ergebnisse der Schüler- und Elternbefragung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der standardisierten Schüler- und Elternbefragung unter dem Blickwinkel der Forschungsfrage präsentiert. Dazu werden zwei Fragen diskutiert:

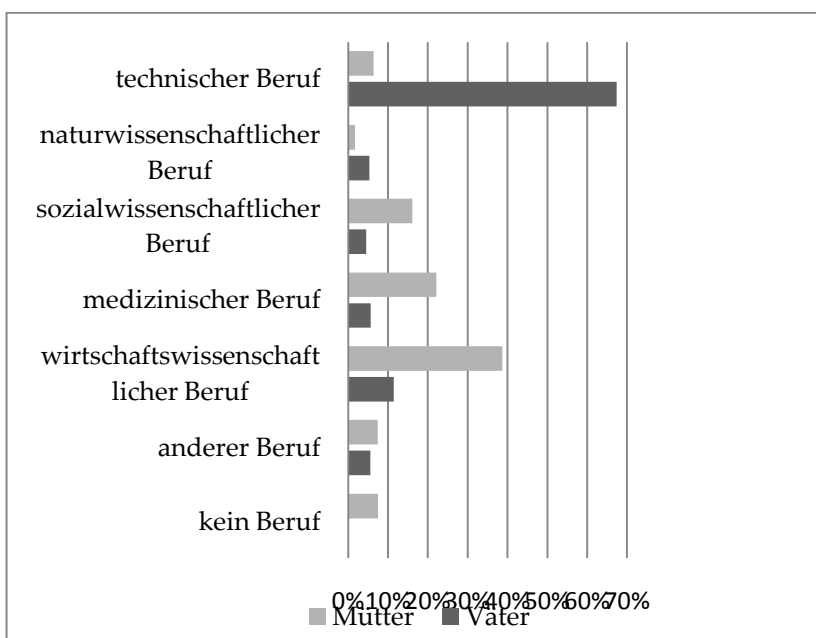
- Welche Schüler nehmen an den Erfinderclubs teil?
- Wie entwickeln sich die schulischen Leistungen, das Interesse und das Wissen über Themen der Naturwissenschaft und Technik während der Teilnahme an einem Erfinderclub nach der Selbsteinschätzung der Schüler?



### Welche Schüler nehmen an den Erfinderclubs teil?

An dem Erfinderclub nehmen in der Regel Schüler teil, bei denen zumindest ein Elternteil einen technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf ausübt. In allen drei Befragungswellen geben mehr als die Hälfte der befragten Väter an, einen technischen Beruf auszuüben (vgl. Abbildung 3). Die Mütter arbeiten hauptsächlich in einem wirtschaftswissenschaftlichen oder medizinischen Beruf. Der Anteil an naturwissenschaftlichen Berufen ist sowohl bei den Müttern als auch bei den Vätern mit jeweils unter 10 Prozent relativ gering.

**Abbildung 3: Beruf der Eltern über alle drei Erhebungswellen**



Angabe des durchschnittlichen prozentualen Anteils über alle drei Befragungswellen

Beide Elternteile zeigen eine Affinität zu Technik und Naturwissenschaft (vgl. Tabelle 6). Die meisten befragten Väter und Mütter halten

Technik und Naturwissenschaft für spannende Themen, die viel Ansehen und Geld mit sich bringen und nicht nur etwas für „Stubenhocker“ sind.

**Tabelle 6: Einstellung der Eltern; Modus (häufigste Wert), erste Welle**

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu
Technik und Naturwissenschaft sind langweilige Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Technik/Naturwissenschaft ist zu kompliziert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technik/Naturwissenschaft ist ein spannendes Thema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technische/naturwissenschaftliche Kompetenz bedeutet viel Ansehen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technik/Naturwissenschaft ist nur was für „Stubenhocker“.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Wenn man sich mit Technik/Naturwissenschaft auskennt, kann man viel Geld verdienen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Viele teilnehmende Schüler stammen also aus technikaffinen Familien. Deshalb ist eine entsprechende Prägung und Förderung durch die Eltern wahrscheinlich. Diese Vermutung bestätigt sich, wenn man das Interesse der Kinder an derartigen Themen vor der Teilnahme am Erfinderclub anschaut. Im Durchschnitt ist das Interesse an Technik und Naturwissenschaft stärker ausgeprägt als an anderen Schul-

fächern. Auf einer Skala von 1 bis 10 (1 "gering". 10 „hoch“) stufen die Schüler ihr Interesse an Technik im Durchschnitt auf 8,1 und in den Naturwissenschaften auf 7,4 ein. Das Interesse an Kunst/Musik liegt dagegen nur bei 6,4, an Geschichte bei 6,2, an Fremdsprachen bei 5,9 und an Literatur bei 5,0.

Eine Abfrage verschiedener technischer und naturwissenschaftlicher Themenfelder zeigt, dass das Interesse vor allem Computertechnologien, Physik, Mathematik, Erneuerbaren Energien und Chemie gilt. Vergleichsweise schlecht sind die Ergebnisse für Gentechnik und Kernenergie.

Das hohe Interesse spiegelt sich auch an den Einstellungen gegenüber Technik und Naturwissenschaft der Schüler wider (vgl. Tabelle 7). Beide Bereiche werden vor allem durch die Attribute spannend, unkompliziert und prestigeträchtig gekennzeichnet.

**Tabelle 7: Einstellung Schüler; Modus (häufigste Wert), erste Welle<sup>13</sup>**

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu
Technik und Naturwissenschaft sind langweilige Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Technik/Naturwissenschaft ist zu kompliziert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Technik/Naturwissenschaft ist ein spannendes Thema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technische/naturwissenschaftliche Kompetenz bedeutet viel Ansehen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technik/Naturwissenschaft ist nur was für „Stubenhocker“.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Wenn man sich mit Technik/Naturwissenschaft auskennt, kann man viel Geld verdienen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Im Hinblick auf das hohe Interesse an Technik und Naturwissenschaft überrascht es wenig, dass über die Hälfte der befragten Schüler bereits an außerschulischen Veranstaltungen der naturwissenschaftlichen und technischen Förderung teilgenommen haben. Am häufigsten werden Workshops (52,8 Prozent) und Kinder-Unis (32,1 Prozent) angegeben (vgl. Tabelle 8).

<sup>13</sup> Der Modus entspricht auch dem Median, mit zwei Ausnahmen: bei der Variable NwT ist Männersache und bei der Variable NwT ist kompliziert liegt der Median bei 3.

**Tabelle 8: Überblick über die Teilnahme an außerschulischen Veranstaltungen, erste Welle**

	Häufigkeit	Prozent der Fälle
Kinder-Uni	17	32,1
Feriencamp	5	9,4
Mitmach-Labor	12	22,6
Workshop	28	52,8
Wettbewerbe	10	18,9
Sonstiges <sup>14</sup>	8	15,1
Fälle	53	100,0
Total	133	250,9

Mehrfachnennungen möglich

Die Schüler wurden in der ersten Befragungswelle offen gefragt, ob sie bereits einen Berufswunsch haben. Vom Surflehrer, über den Fliesenleger bis hin zum Bauer oder Ingenieur gibt es eine breite Palette angegebener Berufswünsche. Doch auf aggregiertem Niveau bestätigt sich der bisherige Eindruck: Knapp 60 Prozent der befragten Schüler (n=56) wollen später einen technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf ausüben, wobei der technische Bereich deutlich häufiger angegeben wird.

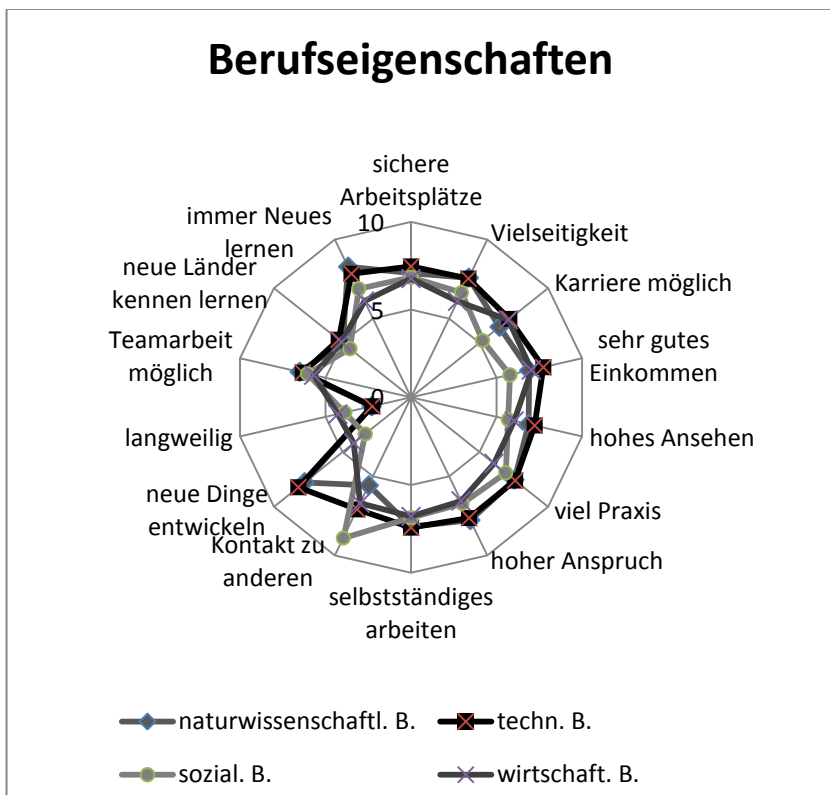
Um herauszufinden, wie die Schüler technische und naturwissenschaftliche Berufe wahrnehmen, wurden diese Berufe im Vergleich zu sozial- und geisteswissenschaftlichen bzw. wirtschaftswissenschaftlichen Berufen abgefragt. Die Berufe der Technik und Naturwissenschaft werden stärker als die anderen Berufe mit folgenden Eigenschaften assoziiert:

<sup>14</sup> Darunter werden Girls' Day, Science House, Begabtenförderprogramm genannt.

- Sicherheit des Arbeitsplatzes
- Vielseitigkeit der Tätigkeiten
- hoher Praxisbezug
- Möglichkeit des selbstständigen Arbeitens
- Entwicklung neuer Dinge
- Möglichkeit im Team zu arbeiten
- wenig Langeweile
- Möglichkeit stets Neues zu Lernen
- anspruchsvoll

Doch es gibt auch Unterschiede zwischen den technischen und naturwissenschaftlichen Berufen. Die technischen Berufe werden vor allem mit extrinsischen Faktoren, wie einem sicheren Arbeitsplatz, der Möglichkeit hohes Ansehen zu erreichen, Karriere machen zu können und einem sehr guten Einkommen assoziiert. Zudem glauben die Schüler, dass in diesem Berufsfeld eher Erfindungen möglich sind. Dies ist sicherlich ein Grund, warum vor allem technisch interessierte Schüler und weniger naturwissenschaftlich interessierte Schüler an den Erfinderclubs teilnehmen.

**Abbildung 4: Eigenschaften verschiedener Berufe aus Sicht der Schüler**



Angaben der arithmetischen Mittel, (0 trifft überhaupt nicht zu 10 trifft vollkommen zu), erste Welle

Die Erfinderclubs sprechen also vor allem Schüler mit einem ausgeprägten Interesse an Technik an. Naturwissenschaft spielt zwar im Vergleich zu musischen und sprachlichen Interessen auch eine gewisse Rolle, aber eine geringere als Technik. Typische Merkmale der teilnehmenden Kinder sind demnach:

- Die Schüler kommen aus technikaffinen Elternhäusern.

- Viele Kinder und Jugendliche haben bereits außerschulische Programme und Initiativen zu Themen der Technik und Naturwissenschaft besucht.
- Viele Teilnehmer wollen später einen technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf ausüben, wobei der technische Bereich deutlich häufiger genannt wird.

Wie entwickeln sich die schulischen Leistungen, das Interesse, das Wissen und die Meinung über Themen der Naturwissenschaft und Technik während der Erfinderclubs?

In allen drei Befragungswellen wurden die Schüler gefragt, wie sie ihre schulischen Leistungen insgesamt und in den technisch-naturwissenschaftlichen Fächern beurteilen. Außerdem wurden sie in allen drei Befragungen nach ihrem Interesse und dem Wissen an entsprechenden Fragestellungen gefragt. Zusätzlich wurden sie gebeten, verschiedene Statements zu Technik und Naturwissenschaft zu bewerten. Die Ergebnisse auf diese Fragen werden im Folgenden dargestellt.

In der ersten Befragungswelle beurteilen die meisten Schüler ihre schulischen Leistungen mit „gut“. Ihre Fähigkeiten in den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern stufen sie besser und in den Sprachen oder künstlerischen Fächern schlechter ein (vgl. Tabelle 9). Allerdings wird dieser Effekt vor allem durch die Jungen ausgelöst, die sich im Vergleich zu den Mädchen in den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern signifikant besser einschätzen (U-Test,  $p=0,007$ ) (vgl. Tabelle 10). Ob diese Differenz mit den tatsächlichen Schulleistungen korrespondiert, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. Möglicherweise schätzen die Mädchen sich hier weniger selbstbewusst ein. Denn wie verschiedene Studien belegen, führen Mädchen Erfolge in den MINT-Fächern häufiger als Jungen auf Glück und Misserfolge auf mangelnde eigene Begabung zurück (vgl. Jahnke-Klein 2011, Kessels 2002).



**Tabelle 9: Leistungen der Schüler in verschiedenen Schulfächern**

	Einschätzung der Leistungen in folgenden Schulfächern			
	Insgesamt	Naturwissenschaft und Technik	Sprache	Kunst
Gesamt	2,16	1,83	2,49	2,17
Jungen	2,2	1,64	2,62	2,34
Mädchen	2,09	2,09	2,3	1,93

arithmetisches Mittel (Durchschnitt) der Einschätzung als Schüler, 1 bedeutet „sehr gut“ und 5 „sehr schlecht“, erste Welle

In der zweiten Befragungswelle schätzen die Schüler ihre allgemeinen Leistungen als „gut“ und ihre Leistungen in den technischen und naturwissenschaftlichen Fächern etwas besser ein. Auch hier beurteilen sich die Jungen besser als die Mädchen, allerdings ist der Unterschied nicht signifikant (U-Test,  $p=0,431$ ).

Zusätzlich wurden die Schüler gebeten, die Entwicklung ihrer schulischen Leistung, ihres Wissens und Interesses an MINT-Themen einzuschätzen. Die Schüler glauben, vor allem ein verbessertes Wissen über technische und naturwissenschaftliche Fragestellungen durch den Erfinderclub entwickelt zu haben. Zudem zeigen sie mehr Interesse an derartigen Fragestellungen. Effekte auf ihre schulischen Leistungen nehmen sie jedoch nicht wahr.

**Tabelle 10: Leistungen der Schüler in MINT-Fächern**

	Einschätzung der Leistungen in technisch-naturwissenschaftlichen Fächern		
	Erste Welle	Zweite Welle	Dritte Welle
Gesamt	1,83	1,83	1,72
Jungen	1,64	1,78	1,65
Mädchen	2,09	2,00	2,00

arithmetisches Mittel (Durchschnitt) der Einschätzungen der Schüler in technischen und naturwissenschaftlichen Fächern, 1 bedeutet „sehr gut“ und 5 bedeutet „sehr schlecht“

Auch in der dritten Befragungswelle geben die befragten Schüler an, in den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern besser zu sein als im Gesamtdurchschnitt. Wie in der ersten und zweiten Befragungswelle schätzen die Jungen ihre Leistungen in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern deutlich besser ein als die Mädchen, allerdings ist der Unterschied nicht signifikant. Die schulischen Leistungen, das Interesse und das Wissen sind entweder gleich geblieben oder haben sich verbessert. Nur ein männlicher Schüler gibt an, das Interesse habe abgenommen. Am häufigsten geben die Schüler an, dass sich ihr Wissen verbessert hat. Insgesamt zeigt sich also ein neutraler bis positiver Effekt auf die teilnehmenden Schüler. Zwar haben sich die schulischen Leistungen bei den meisten Befragten nicht verbessert, aber das Wissen hat zugenommen.

Neben den Effekten auf schulische Leistung, Wissen und Interesse wurden die Schüler in allen drei Befragungswellen gebeten, verschiedene Aussagen zu Technik und Naturwissenschaft zu bewerten. Die Auswertung auf diese Frage bezieht sich nur auf die Schüler, die an allen drei Befragungswellen teilgenommen haben. Denn nur hier kann ein unbewusster Effekt auf die Einstellungen über die gesamte „mikromakro“-Zeit analysiert werden. Im Allgemeinen geben die Schüler über alle drei Erhebungswellen hinweg eine positive Bewertung der Aspekte von Technik und Naturwissenschaft ab. Von einer deutlichen Veränderung im Image von Technik und Naturwissen-

schaft im Zeitverlauf kann zwar nicht die Rede sein, doch tendenziell lassen sich Unterschiede feststellen. In der dritten Erhebungswelle sind mehr Schüler der Meinung, dass Technik und Naturwissenschaft nicht nur etwas für Stubenhocker sind und man später damit viel Geld verdienen kann. Zudem sehen weniger Schüler Technik und Naturwissenschaft als typisch männliche Domäne. Technik und Naturwissenschaft wird am Ende der Erfinderclubs als weniger spannend bezeichnet. Gleichzeitig finden weniger Schüler die Themen kompliziert. Eine signifikante Veränderung zeigt sich allerdings nur bei der Frage, ob Technik und Naturwissenschaft langweilig ist. Im Verlauf der Erfinderclubs stimmen die Schüler, die bei allen drei Befragungswellen mitgemacht haben, dieser Aussage eher zu, d.h. im Zeitverlauf wird Technik und Naturwissenschaft eher mit Langeweile assoziiert.

In der dritten Befragung wurden die Schüler gefragt, ob sich durch die Teilnahme am Erfinderclub der Berufswunsch verändert hat. Eine deutliche Veränderung im Vergleich zur ersten Befragungswelle ist nicht erkennbar. Bei sechs Jungen hat sich der Berufswunsch hin zu einem technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf verändert. Keines der befragten Mädchen gibt an, dass sich ihr Berufswunsch hin zu einem naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf verändert hat.

Im Fazit zeigt sich, dass die teilnehmenden Schüler gute bis sehr gute schulische Leistungen haben. Grundsätzlich schätzen sie ihre Leistungen in den technisch-naturwissenschaftlichen Fächern besser ein als ihre gesamte schulische Leistung. Das Interesse und Wissen über technisch-naturwissenschaftliche Themen hat sich durch die Teilnahme an den Erfinderclubs bei den meisten Schülern verbessert. Die schulischen Leistungen sind jedoch nach ihrer Selbsteinschätzung gleich geblieben. Möglicherweise ist diese Einschätzung darauf zurückzuführen, dass die Inhalte und Themen der Erfinderclubs nicht mit den Inhalten der Curricula korrespondieren und damit ein Effekt auf die Schulnoten unwahrscheinlich ist.

## 4.4 Diskussion der Ergebnisse

Die empirischen Befunde werden im Folgenden anhand verschiedener Dimensionen diskutiert. Ziel ist es, die Relevanz von „mikromakro“ für die Förderung technisch-naturwissenschaftlicher Interessen bei den teilnehmenden Schülern herauszuarbeiten.

### 4.4.1 Teilnahmemotivation der Schüler

Studien zeigen, dass technisch interessierte Oberstufenschüler oder Studierende signifikant häufiger als andere Jugendliche angeben, bereits im Elternhaus durch technisches Spielzeug früh an technische Zusammenhänge und Fragen herangeführt worden zu sein (vgl. acatech 2011: 94). Auch die länderübergreifenden Ergebnisse von PISA 2006 bestätigen für Deutschland den Einfluss der Einstellung der Eltern gegenüber Technik und Naturwissenschaft sowie entsprechender Freizeitaktivitäten auf das Interesse der Kinder (vgl. Solga/Pfahl 2009: 159). Der Zusammenhang zwischen dem Elternhaus und dem technischen Interesse zeigt sich auch bei den „mikromakro“-Schülern. Viele teilnehmende Schüler wachsen in einer technikaffinen Umgebung auf und haben bereits im Vorfeld der Erfinderclubs diverse Angebote zur Förderung technisch-naturwissenschaftlicher Interessen wahrgenommen. Deshalb ist begründet davon auszugehen, dass die Erfinderclubs nicht der Entwicklung neuer Interessen bei den teilnehmenden Schülern, sondern im positiven Fall der Verstärkung und im negativen Fall der Verminderung dieser Interessen dienen. Das Konzept der Erfinderclubs erscheint damit weniger geeignet, um bisher uninteressierte Schüler anzusprechen.

Mittlerweile gehen viele Forscher von einer Art Stufenmodell zur technischen Bildung aus (vgl. acatech 2011: 13). Auf der ersten Stufe steht das Technikinteresse, gefolgt von einer Technikaufgeschlossen-

---

heit und auf der letzten Stufe steht die intrinsische Eigeninitiative, sich mit Technik zu beschäftigen. Diese intrinsische Motivation kann durch weitere Förderung zu einer Berufsorientierung im technischen Bereich weiterentwickelt werden. Die Erfinderclubs sprechen Kinder und Jugendliche auf der dritten Stufe an. Eine Studie der RWTH Aachen zeigt, dass sich das Interesse an Technik bis zu einem Alter von zwölf Jahren entwickelt, danach entsteht es nur noch in Ausnahmefällen (vgl. acatech 2011: 16). Vielleicht ist das auch der Grund, warum die meisten Erfinderclubs in den Klassenstufen sieben bis neun stattfinden. Möglicherweise ist die intrinsische Motivation jüngerer Schüler noch nicht entsprechend ausgeprägt.

Doch warum fühlen sich bereits interessierte Schüler angesprochen? Drei Gründe können identifiziert werden:

1. Bei bereits interessierten Schülern, die aus technikaffinen Elternhäusern stammen, ist davon auszugehen, dass ein intrinsischer Antrieb dazu führt, dass sich die Schüler aufgrund von Eigeninteresse und Neugierde mit technisch-naturwissenschaftlichen Fragestellungen auseinandersetzen wollen (vgl. acatech 2011: 7ff.).
2. Mit Blick auf Erkenntnisse anderer Evaluationen ähnlich gelagerter Programme, kann die in den Erfinderclubs ermöglichte Bearbeitung konkreter Ideen ursächlich sein. Denn Projekte, in denen Kinder und Jugendliche die Gelegenheit der authentischen Forschung in Laboren haben, zeigen einen starken positiven Effekt auf das Interesse der Schüler (vgl. Prenzel et al. 2009).
3. Erklärtes und häufig erstrebenswertes Ziel vieler Erfinderclubs ist die spätere Prämierung der Schülerleistung durch einen Preis (z.B. „Jugend forscht“, „Artur-Fischer-Preis“). Wird dieses Ziel offen kommuniziert (wie z.B. auf der Homepage <http://www.mikromakro-bw.de>), kann sich das positiv auf die Ernsthaftigkeit der Bemühungen und somit auf die Bewertung und Teilnahmemotivation der Schüler auswirken. Doch gleichzeitig kann dieses Ziel abschreckend für unbedarfte Schüler wir-

ken, die sich möglicherweise überfordert fühlen und/oder für zu untalentierte halten. Vielleicht erklärt dies auch die geringe Anzahl an Mädchen; ein Punkt, der im nächsten Abschnitt diskutiert wird.

## 4.4.2 Genderaspekte

Bis heute ist der Frauenanteil in den technischen und naturwissenschaftlichen Berufen relativ gering. „Als Ursachen der Genderasymmetrie benennt die Wissenschaft den Mangel an motivationalen Anreizen für Frauen, einen Ingenieurberuf zu ergreifen, Zweifel an der eigenen Technikkompetenz, ein gesellschaftlich vermitteltes, geringes individuelles technisches Selbstkonzept sowie die individuelle Wahrnehmung struktureller Diskriminierung (Einkommensschere, schlechtere Aufstiegschancen)“ (acatech 2011: 28). Damit der Frauenanteil wächst, werden seit Jahren die Effekte mono- und koedukativer Kurse untersucht. Konkret geht es um die Frage, in welchen Kursen technische bzw. naturwissenschaftliche Interessen bei Mädchen besser gefördert werden können. Einige Wissenschaftler vertreten die Meinung, dass sich Schülerinnen in reinen Mädchenklassen freier fühlen, Nachfragen zu stellen. Sie erleben sich als weniger kontrolliert, sind motivierter für eigenständiges Handeln und übernehmen wie selbstverständlich Verantwortung bei Versuchen und Experimenten (vgl. acatech 2011: 98). Mädchen hätten keinerlei Probleme im Umgang mit Technik und ihre angebliche Technikferne sei ein sozial und gesellschaftlich vermitteltes Artefakt (vgl. acatech 2011). Andere Studien bewerten die Effekte der Variable Koedukation versus Monoedukation im Vergleich zu unterrichtsspezifischen Faktoren als gering (vgl. Rost/Pruisken 2000).

Die Wirkung monoedukativer Kurse auf Mädchen ist zwar nicht endgültig geklärt, aber verschiedene Studien deuten darauf hin, dass vor allem Mädchen in der Pubertät in monoedukativen Gruppen besser lernen (vgl. acatech 2011; Kessels/Hannover 2000; Hanno-

---

ver/Kessels 2001). Dies wurde für die Themen Technik und Naturwissenschaft für die Klassenstufen sieben bis neun empirisch belegt (vgl. Solga/Pfahl 2009: 163).

In dem Programm „mikromakro“ gab es keine explizit als monoedukativ angelegten Erfinderclubs. Doch die Ergebnisse der empirischen Analysen zeigen, dass sich vor allem Jungen von dem Konzept angesprochen fühlen und an den Erfinderclubs teilnehmen. Drei mögliche Gründe für die Zurückhaltung der Mädchen können identifiziert werden:

- Bereits angedeutet wurde, dass das möglicherweise geringere technische Selbstkonzept der Mädchen ein Hindernis für die Teilnahme an den Erfinderclubs sein kann. Offen kommunizierte Ziele nach öffentlicher Anerkennung, in Form von Preisen, können möglicherweise einen Druck aufbauen, der auf Mädchen abschreckend wirkt.
- Mädchen verlassen sich stärker als Jungen auf die Einschätzung der Lehrkräfte, wenn sie ihre Leistung beurteilen sollen (vgl. Solga/Pfahl 2009). Doch in der Regel wurden bei den Erfinderclubs nicht gezielt Mädchen oder gar einzelne Schülerinnen für die Teilnahme an einem Erfinderclub angesprochen. Zumindest gab es in den Leitfadeninterviews mit den Betreuern keine Hinweise auf derartige Bemühungen.
- Studien zeigen, dass Eltern Mädchen erst bei überdurchschnittlich hohen technischen Kompetenzen zu einem entsprechenden Beruf raten (vgl. Solga/Pfahl 2009: 165). Vielleicht heißt das auch, dass die Mädchen weniger als Jungen von ihren Eltern für die Teilnahme an einem Erfinderclub animiert werden.

Vermutlich beruht die Zurückhaltung der Mädchen auch auf der Assoziation des Wortes „Erfinderclub“ mit Technik. Dass Erfindungen auch in den Disziplinen möglich sind, die Mädchen eher ansprechen, wie z.B. Biologie oder Chemie, wurde im Vorfeld der Erfinderclubs eventuell nicht ausreichend kommuniziert. Doch gerade diese Disziplinen sind für Mädchen besonders geeignet. So ist

beispielsweise der Frauenanteil in bestimmten technischen und naturwissenschaftlichen Berufsgruppen überdurchschnittlich hoch. Dies gilt neben Bauingenieurwesen für alle Bereiche des Ingenieurwesens mit Bezügen zur Medizintechnik (u.a. Optik) oder Umwelttechnik, ebenso wie auch für technisch-gewerbliche Berufsbilder (medizinisch-/pharmazeutisch-technische Assistentin) (vgl. Arnold et al. 2010: 15). Aus diesem Grund erscheint eine gegenderte Themenwahl ein mögliches Instrument, um den Anteil der Mädchen an den Erfinderclubs zu erhöhen. „Abgesehen von Biologie, da dieses Fach ohnehin einen im Vergleich mit anderen Naturwissenschaften großen Frauenanteil aufweist, wären Bionik und nachhaltige Entwicklung in Verbindung mit Physik und Chemie Ansatzpunkte für ein erhöhtes Interesse bei Mädchen im Schulunterricht sowie in außerschulischen Lernorten“ (Arnold et al. 2010: 110).

### **4.4.3 Image und Reputation der teilnehmenden Schüler**

Studien zeigen, dass Kinder und Jugendliche Interesse oder Leistungsbereitschaft nur in solchen Themenfeldern zeigen, die sie als relevant für die Definition der Person erachten, die sie gerne sein und nach außen kommunizieren wollen (vgl. Solga/Pfahl 2009: 161). Wenn also Schüler gern als technikaffine Forscher wahrgenommen werden wollen, steigt die Wahrscheinlichkeit zur Teilnahme an einem Erfinderclub. Da aber gerade naturwissenschaftliche Fächer bei vielen Schülern auf der Beliebtheitsskala weit unten rangieren (vgl. Zwick/Renn 2000), werden Schüler mit entsprechenden Interessen vielleicht vorschnell als Stubenhocker oder Langweiler bezeichnet. Deshalb ist es wichtig, bei den Erfinderclubs ein derartiges Image zu vermeiden bzw. von Anfang dafür zu sorgen, dass die Teilnahme an einem Erfinderclub von Freunden und Schulkameraden positiv beurteilt wird. Diesen Effekt hat die Baden-Württemberg Stiftung mit der finanziellen Unterstützung und mit dem Angebot eines kosten-



---

freien Ausflugs in das Science House Rust bezweckt. Mit der finanziellen Förderung werden die für den Lern- und Erfindererfolg notwendigen Bedingungen geschaffen und gegenüber Dritten ein gewisser Symbolwert vermittelt. Die teilnehmenden Schüler haben die Möglichkeit, professionell an ihren Ideen zu arbeiten. Auch der Ausflug in das Science House Rust während eines regulären Schultages war ein Highlight. Andere Schüler sehen, dass in den Erfinderclubs Dinge möglich sind, die im regulären Schulalltag nicht möglich sind. Die positive Außenwirkung wird unterstützt und kann somit für ein positives Image der teilnehmenden Schüler sorgen.

Einen ähnlich positiven Effekt kann die Verleihung von Preisen („Artur-Fischer Erfinderpreis“ oder „Jugend forscht“) für die Arbeit in den Erfinderclubs bewirken. Derartige Ehrungen können zudem dazu beitragen, die Motivation der Schüler über den gesamten Zeitraum von zwei Jahren aufrecht zu erhalten. Denn die Gespräche mit den Betreuern und der abflauende Rücklauf der Fragebögen zeigen, dass es für die Schüler nicht einfach war, über einen Zeitraum von zwei Jahren bei einem Erfinderclub mitzumachen. Schulische Verpflichtungen oder Überschneidungen mit anderen Freizeitaktivitäten führten bei einigen Schülern zum vorzeitigen Abbruch.<sup>15</sup>

Im Endeffekt können die Erfinderclubs mit den zusätzlichen Angeboten der Baden-Württemberg Stiftung dazu führen, dass in den beteiligten Schulen das negative Image von Technik und Naturwissenschaft abgeschwächt wird. Möglicherweise haben die teilnehmenden Schüler zumindest in ihrer Schule ein positives Image und können somit helfen, negativen Klischees entgegenzuwirken.

---

<sup>15</sup> Diese Angabe beruht auf den Ergebnissen der Leitfadeninterviews mit den Betreuern. Die Abbrecher selbst wurden nicht nach ihren Gründen befragt.

#### 4.4.4 Effekte der Erfinderclubs auf die teilnehmenden Schüler

Die Effekte der Erfinderclubs auf die teilnehmenden Schüler lassen sich in drei Gruppen unterscheiden:

1. Effekte auf die schulischen Leistungen, das Interesse und das Wissen
2. Effekte auf das Image von Naturwissenschaft und Technik
3. Effekte auf den Berufswunsch

Zu 1. Bei den teilnehmenden Schülern zeigen sich positive Effekte auf das Wissen und das Interesse an MINT-Themen, nicht aber auf die entsprechenden schulischen Leistungen. Schulische Leistung und Interesse hängen also nicht unbedingt miteinander zusammen (vgl. Prenzel et al. 2009). In den Erfinderclubs werden weniger fachbezogene Fertigkeiten und Fähigkeiten vermittelt, sondern eher Interessen und motivationale Dispositionen. Dies ist sicherlich auf die Möglichkeit der eigenen aktiven Mitarbeit in den Erfinderclubs zurückzuführen. Denn „Technikinteresse wird dann entwickelt, wenn Handeln in diesem Bereich stattfindet und dies zur Erfahrung eigener Kompetenz führt“ (Wender 2005: 48). Damit können in den Erfinderclubs zwar Talente gefördert, aber keine „Eliteschüler“ ausgebildet werden.

Zu 2. „In der Schule erfolgt die Vermittlung technischer Inhalte, wenn überhaupt, meist im Rahmen der naturwissenschaftlichen Schulfächer und nur sehr selten über ein eigenes Schulfach Technik. Hierbei reduziert sich der Technikunterricht auf die fachliche Vermittlung. Die sozialen Kontexte, Folgen und gesellschaftlichen Beiträge von Technik für Wohlstand und Innovation werden kaum erörtert. Hierin sind die Ursachen für ein überkommenes und eingeschränktes Technikverständnis bei Jugendlichen zu sehen, das die Attraktivität von Technik einschränkt“ (acatech 2011: 92). In diesem Sinne können die Erfinderclubs helfen, bei den Teilnehmern ein positives und modernes Image von Technik aufzubauen. Doch die

---

Schüler hatten bereits zu Beginn der Erfinderclubs ein sehr positives Bild von Technik und Naturwissenschaft. Eine Verstärkung dieses Bildes ist nicht zu erkennen. Im Gegenteil: Die empirischen Analysen über die Charakteristika technisch-naturwissenschaftlicher Themen sprechen für eine „Entzauberung“ von Technik und Naturwissenschaft bei den teilnehmenden Schülern. Nach der Teilnahme werden diese Themen als weniger spannend, aber auch als weniger kompliziert wahrgenommen. Anscheinend führt die persönliche Erfahrung, selbst an einer innovativen Idee mitgearbeitet zu haben, zur Erkenntnis, dass die Umsetzung vermeintlich komplexer technischer und naturwissenschaftlicher Sachverhalte realisierbar ist.

Zu 3. Der familiäre Hintergrund, vor allem die Berufe der Eltern, spielen für die Berufswünsche der Kinder eine wichtige Rolle. „Sie sind eine [...] wichtige Stimme, im Konzert der Ratgeber für die Studien- und Berufswahl“ (Renn et al. 2009: 126). So zeigt eine Studie, dass jeder zweite Ingenieurstudent einen Vater hat, der einen technischen Beruf ausübt (vgl. Jakobs et al. 2009: 228 f.). Auch wenn Eltern die Entscheidung nicht vorgeben, fungieren sie als Vorbilder und Ideengeber für die Berufswahl ihrer Kinder (vgl. Pfenning et al. 2003). Deshalb überrascht es nicht, dass knapp 60 Prozent der befragten Schüler in der ersten Befragungswelle später einen technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf ausüben wollen, wobei der technische Bereich deutlich häufiger angegeben wird. Doch positive Effekte der Teilnahme an einem Erfinderclub auf die Berufswahl sind nicht zu finden. Obwohl die Kinder und Jugendlichen durch die Erfinderclubs eher auf der dritten Stufe der technischen Bildung, also der Stufe der intrinsischen Eigenmotivation sich mit Technik zu beschäftigen, gelingt es nicht, eine entsprechende Berufsorientierung zu fördern. Die Abfrage der Berufswünsche zu Beginn und am Ende der Erfinderclubs zeigt, dass sich die Zahl der technisch-naturwissenschaftlichen Berufswünsche nicht wesentlich erhöht hat, obwohl fast alle Teilnehmer die Erfinderclubs sehr positiv bewertet haben. Eine mögliche Erklärung liegt im Image der Berufe. Die teilnehmenden Schüler haben zwar im Allgemeinen ein sehr positives Bild, aber vor allem

die technischen Berufe charakterisieren sie eher mit extrinsischen Faktoren. Heutzutage spielen die Möglichkeit der Selbstverwirklichung, die Chance persönlicher Entfaltung sowie das Einbringen persönlicher Fähigkeiten und Potenziale jedoch eine sehr große Rolle für die Bewertung der Attraktivität von Berufen (vgl. Minssen 2006: 151 f.). Es scheint also während der Laufzeit der Erfinderclubs nicht gelungen zu sein, diese intrinsische Motivation bei weiteren Schülern so weit zu fördern, dass sie einen entsprechenden Beruf anstreben.

## 4.5 Fazit

Im Hinblick auf den familiären und schulischen Hintergrund der teilnehmenden Schüler wird deutlich, dass die Erfinderclubs weniger der Förderung eines allgemeinen Technikinteresses dienen, sondern vielmehr als ein Instrument der Talentförderung, vor allem bei männlichen Jugendlichen, gesehen werden können. Über einen längeren Zeitraum und mit einer intensiven Betreuung werden interessierte und begabte Kinder und Jugendliche angeleitet und gefördert.

Durch die Teilnahme an einem Erfinderclub haben die teilnehmenden Schüler die Möglichkeit, einfache technische Fertigkeiten und Fähigkeiten zu bilden und zu trainieren. Verschiedene Evaluationen von Maßnahmen zur Förderung technisch und naturwissenschaftlicher Interessen haben gezeigt, dass die größte Lernwirkung erzeugt wird, wenn zwischen den Betreuern und Schülern ein intensiver Austausch erfolgt und gleichzeitig geeignetes Fachmaterial und ansprechende Räumlichkeiten zur Verfügung stehen (vgl. acatech 2011). Damit kann ein echter Lerneffekt auf die teilnehmenden Schüler der Erfinderclubs unterstellt werden.

Im Fazit zeigt sich eine positive Bilanz der Erfinderclubs. Die Bereitstellung wichtiger finanzieller Mittel zur Schaffung guter Lernbedingungen, die Möglichkeit an realen und alltagsnahen Dingen zu arbeiten und die Gelegenheit auch handwerkliche Fertigkeiten zu trai-

nieren führen bei den teilnehmenden Schülern zu einem Zuwachs an Interesse und Wissen über Technik und Naturwissenschaft. Damit zeigt sich, dass mit dem außerschulischen Programm „mikromakro“ interessierte Kinder und Jugendliche weiter unterstützt und gefördert werden können.

Um aber Interessen zu generieren oder gezielt Mädchen zu fördern, scheint das Konzept wenig geeignet. Das selbst gesetzte, sehr ambitionierte Ziel, mit „mikromakro“ auch Jugendliche zu erreichen und für Naturwissenschaft und Technik zu begeistern, die sich bislang nicht für diese Thematik interessierten und damit den Nachwuchsmangel abzuschwächen, konnte mit der ersten Runde des Programms nicht erreicht werden. Da die Evaluation der ersten Ausschreibungsrunde von „mikromakro“ aber als formative Evaluation angelegt war, konnten der Baden-Württemberg Stiftung regelmäßig Zwischenergebnisse mitgeteilt und Handlungsempfehlungen diskutiert werden. Die Baden-Württemberg Stiftung hat versucht, auf die analysierten Defizite zu reagieren und die Empfehlungen entsprechend des Kenntnisstandes in der zweiten und dritten Ausschreibungsrunde umzusetzen. So hat die Baden-Württemberg Stiftung in der zweiten „mikromakro“-Runde den ersten 100 Bewerbern einen Kreativworkshop und 500 Euro für die Ideenfindungsphase spendiert. Damit sollten auch Schülerteams zur Teilnahme animiert werden, die zunächst keine Idee für ein Konzept hatten. Erste positive Wirkungen dieser Modifikationen für die zweite und dritte Ausschreibungsrunde von „mikromakro“ zeigen die Höhe und die Vielfalt an Erfinderclubs. Darunter gibt es eine Reihe von Erfinderclubs, die thematisch auch Mädchen ansprechen dürften.

Ob es gelungen ist, mit den Modifikationen in der zweiten und dritten Ausschreibungsrunde auch vermehrt Schüler anzusprechen, die sich im Vorfeld der Erfinderclubs nicht mit Technik und Naturwissenschaft beschäftigt haben, bedarf weiterer empirischer Überprüfung. Auch die Frage, ob die Anzahl an teilnehmenden Mädchen deutlich gestiegen ist und ob diese über den Zeitraum von zwei Jahren an den Erfinderclubs teilnehmen, ist noch zu untersuchen. Die

Effekte dieser Modifikationen werden in einer Folgeevaluation analysiert, die ab Herbst 2011 erfolgt.

## 4.6 Literatur

acatech 2011: Monitoring von Motivations-Konzepten für den Techniknachwuchs (MoMoTech). In: [http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Sonstige/acatech\\_Berichtet-und-Empfiehl\\_MoMoTech\\_WEB.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Sonstige/acatech_Berichtet-und-Empfiehl_MoMoTech_WEB.pdf), zugegriffen am 08.08.2011.

Arnold, Annika/ Hiller, Sylvia/ Weiss, Volker 2010: LeMoTech – Lernmotivation im Technikunterricht. Projektbericht. Stuttgart: Universität Stuttgart.

Guderian, Pascal/Priemer, Burkhard/Schön, Lutz-Helmut 2006: In den Unterricht eingebundene Schülerlaborbesuche und deren Einfluss auf das aktuelle Interesse an Physik. In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule 5/2, 142-149.

Hannover, Bettina/Kessels, Ursula 2001: Monoedukativer Anfangsunterricht in Physik in der Gesamtschule. Auswirkungen auf Motivation, Selbstkonzept und Einteilung in Grund- oder Fortgeschrittenenkurse. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 33 H. 4, 201-215.

Jahnke-Klein, Sylvia 2011: Chancengleichheit für Mädchen und Jungen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In: [http://www.staff.uni-oldenburg.de/sylvia.jahnke.klein/download/Microsoft\\_Word\\_-\\_IGLU-Lay.pdf](http://www.staff.uni-oldenburg.de/sylvia.jahnke.klein/download/Microsoft_Word_-_IGLU-Lay.pdf), zugegriffen am 20.8.2011.

Jakobs, Eva-Maria/Renn, Ortwin/Weingart, Peter 2009: Technik und Gesellschaft. In: Milberg, Joachim (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu

- 
- den zentralen Handlungsfeldern. acatech diskutiert. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 216-269.
- Jarvis, Tina/Pell, Anthony 2005: Factors Influencing Elementary School Children's Attitudes toward Science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. In: Journal of Research in Science Teaching 42/1, 53-83.
- Kessels, Ursula/Hannover, Bettina 2000: Situational aktivierte Identität in koedukativen und monoedukativen Lerngruppen: In: Brechel, Renate (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie: Probleme und Perspektiven: Alsbach, 105-113.
- Kessels, Ursula 2002: Undoing Gender in der Schule. Eine empirische Studie über Ko-edukation und Geschlechtsidentität im Physikunterricht. Weinheim/München: Juventa.
- Minssen, Heiner 2006: Arbeits- und Industriesoziologie. Eine Einführung. Frankfurt/Main: Campus Verlag GmbH.
- Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin/Schulz, Marlen/Lorenz, Nadine 2003: Frauen und die Muse der Technik – oder: Ist Technik männlich? In: Heinrich, Elkedagmar/Rentschler, Michael (Hrsg.): Frauen studieren Technik. Bedingungen- Kontext- Perspektiven. Report- Beiträge zur Hochschuldidaktik. Aachen: Shaker Verlag, 105-129.
- Prenzel, Manfred/Reiss, Kristina/Hasselhorn, Marcus 2009: Förderung der Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen. In: Milberg, Joachim (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern. acatech diskutiert. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 15-61.
- Renn, Ortwin/Pfenning, Uwe/Jakobs, Eva-Maria 2009: Arbeitsmarkt, Attraktivität und Image von technischen und naturwissenschaftlichen Berufen in Deutschland. In: Milberg, Joachim (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern.

- acatech diskutiert. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 117-155.
- Rost, Detlef H./Pruisken, Christiane 2000: Vereint schwach? Getrennt stark? Mädchen und Koedukation. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 14, 177–193.
- Solga, Heike/Pfahl, Lisa 2009: Doing Gender im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich. In: Milberg, Joachim (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern. acatech diskutiert. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 155-219.
- VDI / IW 2009: Ingenieurarbeitsmarkt 2008/2009. Fachkräftelücke, Demografie und Ingenieure 50plus. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft. Wissenschaftsbereich Bildungspolitik und Arbeitsmarktpolitik. Arbeitsbereich Innovationsökonomie.
- Wender, Ingeborg 2005: Selbstkonzeption, Interessenentwicklung, Technikbezug und Geschlecht. In: Steinbrenner, Diana/Kajatin, Claudia/Mertens, Eva-Maria (Hrsg.): Naturwissenschaft und Technik – (k)eine Männersache. Aktuelle Studien und Projekte des weiblichen Nachwuchses in Naturwissenschaft und Technik. Rostock: Ingo Koch Verlag, 39-55.
- Zwicky, Michael M./Renn, Ortwin 2000: Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Berufswahl junger Frauen und Männer. Akademie für Technikfolgenabschätzung. Stuttgart.



---

## 5 MINT-Bildung im internationalen Vergleich

Ortwin Renn und Uwe Pfenning

### 5.1 Sozialwissenschaftliche Annäherungen an ein komplexes Thema

#### **Eine sozio-ökonomische Annäherung: Fachkräftemangel und volkswirtschaftliche Bedarfe**

Eine ökonomische Annäherung sieht die Nachwuchsförderung vorrangig unter dem Ziel, den Fachkräftebedarf im MINT-Sektor qualitativ hinsichtlich der Berufsqualifikationen wie quantitativ hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Ressourcen zu decken. Hierbei werden technisch-naturwissenschaftliche Berufe gewissermaßen systemisch gesehen: Es interessieren die Entwicklung von Absolventenzahlen und wirtschaftlichen Zusatz- und Ersatzbedarfen, die demographische Bevölkerungsentwicklung, die Altersstruktur der erwerbstätigen Menschen in MINT-Berufen, verfügbare neue Humanressourcen für diese Berufe und das „Humankapital“ in Form von individuellen Qualifikationen zu den Tätigkeitsprofilen der entsprechenden Berufe. Insbesondere in einem exportabhängigen Hochtechnologiestandort wie Deutschland sind diese volkswirtschaftlichen Aspekte sehr bedeutsam. Auch die Europäische Union hat in ihrer Lissaboner Erklärung über Innovation und Fortschritt zur Stärkung von Wirtschaft und Wissenschaft systemische Aspekte zugrunde gelegt. Die OECD bezieht sich in ihren Publikationen und Indikatorenssystem ebenfalls auf diese systemische Ebene. Dieser Ansatz ließe sich als sozio-ökonomische Annäherung bezeichnen und ist angesichts der vielfachen Bezüge prominent vertreten in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Die zentrale Frage ist, wie das Bildungssystem

und das Wirtschaftssystem einer Gesellschaft sich optimal abstimmen lassen hinsichtlich der Qualifikation und Anzahl der MINT-Absolventen. Dies gilt bisher vor allem für das Hochschulsystem und somit die akademischen MINT-Abschlüsse. Eine vergleichbare Adaption wirtschaftlicher Kriterien im schulischen Bildungssystem ist bisher nur im Ansatz zu erkennen, bspw. durch die wachsende Anzahl von Kooperationen zwischen Unternehmen und Schulen. Diese Expansion wirtschaftlicher Bildungsbedarfe ist stets mit der normativen Frage konfrontiert, ob dies angesichts der Unabhängigkeit von Bildung gewünscht ist.

### **Eine sozio-kulturelle Annäherung: MINT-Bildung als humanistisches Bildungsideal**

Die Ansatzpunkte einer sozio-kulturellen Näherung sind Bildung und Nutzung. Derweil die Naturwissenschaften als Mittel zum Erkennen und Erklären der „Welt“ wie auch die Mathematik sich als Element der humanistischen Allgemeinbildung etabliert haben, blieb dies der Technik lange Zeit verwehrt. Sie etablierte sich gesondert von der Allgemeinbildung in spezifischen Schulangeboten, in der Regel für höhere Klassen und mit konkreten Berufsbezügen. Erst in neuerer Zeit gab es Reformen der Lehrpläne hinsichtlich von Bildungsangeboten für Technik im Rahmen der Allgemeinbildung. Die Informatik, ein wesentlicher individueller Modernisierungsfaktor, ist zumindest als Anwendungsfach an vielen Schulen anzutreffen. Es findet sich also eine Asymmetrie in der MINT-Bildung und es stellt sich die Frage, was der MINT-Bildung als interdisziplinärer Bildungsansatz verloren geht, wenn Technik nicht Bestandteil der Allgemeinbildung ist. Die grundlegende Frage lautet, ob sich durch die Interpenetration von Technik in Alltag, Freizeit und Beruf ein neuer Bildungsstatus als Teil der Allgemeinbildung ergeben hat. Gibt es eine „kritische Masse“ von Kindern und Jugendlichen, die ein Faible für Technik haben und die es im Bildungssystem zu fördern gilt? Definiert man humanistische Bildung als die institutionelle Förderung möglichst vielen Kindern die gleichen Chancen zur Ausbildung

ihrer Interessen und Talente anzubieten, wird Technikbildung damit zu einer Frage der humanistischen Bildung, ganz im Sinne von Wilhelm von Humboldt.

## 5.2 Asymmetrien und Interdisziplinarität der MINT-Fächer

Die Frage zur Erweiterung der Allgemeinbildung um eine adäquate Technikbildung innerhalb des MINT-Bereiches wirft eine Reihe relevanter Fragen auf:

Wie steht es mit dem Verhältnis von Technik und Naturwissenschaften. Haben sich die Technikwissenschaften als eigenständige Disziplin von einer früheren Abhängigkeit als die „bloße“ anwendungsorientierte Umsetzung neuer naturwissenschaftlicher Erkenntnisse emanzipiert (Begriff der Technikemanzipation)? Ist MINT mehr als die parallele Unterrichtung der klassischen Fächer, eben ein neuer interdisziplinärer Bildungsansatz? Welcher basalen Technikkompetenz bedarf es, damit die Mitglieder einer Gesellschaft in Alltag, Freizeit und Beruf mit technischen Geräten und Anwendungen umgehen bzw. diese einschätzen können? Ist Technikmündigkeit eine wichtige Eigenschaft mündiger Bürger, um über Risiken und Chancen technischer und naturwissenschaftlicher Innovationen sachgerecht entscheiden zu können? Wie kann die zunehmende Dynamik bei Innovationszyklen und neuen Wissenserkennnissen schnell in die Lehrpraxis umgesetzt werden?

Die prinzipielle Frage einer sozio-kulturellen Näherung lautet von daher, ob Technikemanzipation, Technikkompetenz und Technikmündigkeit neue Bildungsideale einer Allgemeinbildung in modernen Gesellschaften darstellen? Dies berührt Aspekte der Technikphilosophie, der Techniksoziologie, der empirischen Bildungsforschung und der Pädagogik und mithin eine interdisziplinäre Fachdebatte.

## 5.2.1 Naturwissenschaften und Technik im MINT-Bereich

Aber auch für die klassischen Naturwissenschaften und die Mathematik stellen sich neue Fragen zur Allgemeinbildung. Sie stehen vor allem in der Kritik wegen einer unattraktiven und inadäquaten Vermittlung durch Frontalunterricht, einer Dominanz formaler Vermittlungsmethoden oder zu geringem Praxis- und Projektbezug. Ausgehend vom PISA-Prozess begann in Deutschland eine Sonderdebatte zur Didaktik und Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, weniger der Informatik. Die dahinter verborgene „Metafrage“ ist, wie die Fortschritte in der Lernforschung schnellstmöglich in die Lehrpraxis in Bildungseinrichtungen wie Kindergärten, Schulen und auch Hochschulen implementiert werden können. Auch viele Forschungsprojekte der EU fokussieren auf diese pädagogische Vermittlungsproblematik (POLLEN 2007; vgl. Sjoeborg/Schreiner 2005). Angestoßen wurde diese Diskussion durch Resultate zur Lernforschung aus den Neurowissenschaften und von Evaluationsstudien zum Vergleich formaler und informaler Lernangebote. Zum einen kommen einige neurologische Studien zu individuellen Lernkompetenzen von Schülern zu den Ergebnissen, dass a) das abstrakte Denkvermögen wesentlich früher ausgeprägt wird als in der bisherigen Tradition der Lernforschung nach Jean Piaget gedacht (vgl. Evanschitzky 2009; Stiftung Haus der kleinen Forscher 2009; acatech/VDI 2009), b) projektorientiertes Arbeiten die Lerneffekte erhöht (vgl. OECD 2008a, 2009a, 2010a; EU-Kommission) und c) vor allem intensive Interaktionen von Lehrkräften und Schülern wesentlich zum individuellen Lerneffekt beitragen (vgl. GEO 2011: 24-52, OECD 2008a, 2008b, 2009b, 2010b). Evaluationsstudien wiederum belegen den Erfolg außerschulischer Lernorte mit ihren spielerischen, phänomenologischen sowie praxis- und projektbezogenen Zugängen zu Naturwissenschaften und Technik (vgl. acatech 2011). Eine früh beginnende und kontinuierliche Förderung „MINTlicher“ Talente führt zu intrinsischen Motivlagen. Dadurch

können Elemente der MINT-Bildung als Hobby oder Individualinteressen in die Freizeitaktivitäten der Jungen und Mädchen verankert werden, wodurch eine partielle Unabhängigkeit von der schulischen Förderung erreicht wird. Intrinsische Motivlagen münden insofern in einer Internalisierung und der Eigenanreiz ist das optimale Ergebnis eines jeden Sozialisationsprozesses. Ein Aspekt, der gerade in der Pubertät wichtig wird, wenn sich die Zeitbudgets der Jugendlichen von der Schule zur Freizeit verschieben.

Diese Diskussion zum Beitrag der neurologischen Forschung und von Evaluationsstudien ist noch nicht angeschlossen, aber gerade im europäischen Vergleich zeigen sich die oben beschriebenen Tendenzen sehr deutlich.

## 5.2.2 Die zweigeteilte Debatte

Die Kontroverse um die MINT-Bildung erscheint dergestalt zweigeteilt: Für die Technik geht es um die Etablierung als neues Bildungsthema in der Allgemeinbildung. Für die Naturwissenschaften und die Mathematik geht es um eine Reform ihrer pädagogischen und didaktischen Vermittlung, um neue Lernkonzepte und neue Lernmittel. Hierbei gewinnt die Technik an Bedeutung für die Vermittlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Themen (z.B. durch Visualisierung oder Simulationen). Ihre didaktische und pädagogische Bedeutung als Dienstleistung für andere Bildungsdisziplinen nimmt zu. In Deutschland ist eine beachtliche und international erfolgreiche Unternehmensbranche (u.a. Festo Didactic, LPE, Fischertechnik u.v.a.) für solche Angebote zu Forscherecken, Lernkisten, Robotikbaukästen, Datenbanken über Experimente ([www.tecnopedia.de](http://www.tecnopedia.de)) entstanden.

Eine analoge Entwicklung ist auch in der Forschung zu beobachten. Immer mehr hängen naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinne vom technischen Fortschritt ab, der detaillierte Einblicke in den Mikro-

und Makrokosmos ermöglicht und die Validierung naturwissenschaftlicher Theorien zur Folge hat (z.B. Hubble-Teleskop, Rastermikroskop, Nanowerkzeuge, Bionik). Dies ist ein weiterer Hinweis zur wissenschaftlichen Emanzipation der Technik.

Dass diese Veränderungen zur wissenschaftlichen Funktionalität der Technik vor allem in Deutschland wenig zur Kenntnis genommen werden, hängt von deren historisch bedingter Verortung als Wirtschaftsfunktion ab. Derweil im englischen Sprachgebrauch von Science, Technology, Engineering und Mathematik (STEM) gesprochen wird, dominiert in Deutschland eine Analogie von Ingenieurwesen und Technik, also wirtschaftlicher Anwendung und wissenschaftlicher Forschung. Der unterschiedliche Sprachgebrauch deutet hier verschiedene kulturelle Entwicklungen zum Technikverständnis in Deutschland und anderen Industriestaaten an. Diese Unterschiede finden sich in der analytischen Trennung von Technik und Allgemeinbildung, im Entstehen technisch-orientierter Schulen mit hohem Praxis- und Berufsbezug (z.B. technische Gymnasien, Werkrealschulen) und vor allem im Rückgang der Vermittlung der gesellschaftlichen Funktionalität von Technik.

### **5.2.3 Sinnfragen, Wertschöpfung und Wertschätzung**

Gesellschaftliche Funktionalität von Technik meint die Vermittlung ihrer Bedeutung für Innovationen und Fortschritt, Wohlstand und Umwelt, Chancen und Risiken, Macht und Kontrolle, Verantwortung und Missbrauch, Beteiligung und (In-)Akzeptanz. Karl Heinz-Minks hat hierfür den schönen Begriff des sozialen Sinns der Technik geprägt. Dass der Beitrag von Technik zur ökonomischen Wertschöpfung zugleich auch zu ihrer anhaltenden gesellschaftlichen Wertschätzung führt, ist wohl einer der großen Irrtümer der Technikvermittlung in Deutschland. Tatsächlich erleben wir die Loslösung ihrer umfassenden konsumtiven Nutzung von ihren allgemeinen Ver-

ständnis und ihrer Attraktivität für junge Menschen und deren Berufswahlen. Ihr Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt wird überwiegend als Erfolg der Naturwissenschaften interpretiert. Verbleibt ihr Beitrag zum wirtschaftlichen Fortschritt. Dieser jedoch befindet sich in einem Spannungsfeld mit vielen kontroversen gesellschaftlichen Debatten zu Sinn und Folgen diverser technischer Fortschritte und Anwendungen. Die Debatten über die Kernenergie und die Gentechnik mögen hier als prominente Fallbeispiele dieser risikobezogenen Bewertung von Technologien dienen. Dass aufgrund gesellschaftspolitischer Umstände gegenwärtig neue Technologie-Leitbilder gesellschaftsfähig werden, begründet eine Chance für die Technik ihren sozialen Sinn auch in Konkurrenz mit anderen MINT-Disziplinen zurückzugewinnen. Der Forschungsauftrag zum Ausbau regenerativer Energien, zur Effizienz der E-Mobilität zur Verbesserung der Medizintechnik ist ein normativer gesellschaftlicher Auftrag und reflektiert ein modernes Technikverständnis. Denn nach wie vor verstehen viele junge Menschen Technik als eine Erweiterung der biologischen Fähigkeiten des Menschen und stehen damit in der Tradition der überkommenen Mängelhypothese von Arnold von Gehlen, nicht aber als Mittel zur Umgestaltung von natürlichen Umwelten nach menschlichen Bedürfnissen oder als Mittel zur Forschung und zum Erkenntnisgewinn (vgl. Ergebnisse der Fallstudie LeMoTech, hier der Beitrag von Sylvia Hiller in diesem Band). Das vorherrschende Technikverständnis ist sehr mechanisch, weniger sinnhaft, virtuell oder „elektronisch“. Im Zeitalter modernster Technik am Hochtechnologiestandort Deutschland befindet sich das gesellschaftliche Technikverständnis auf dem Stand zu Beginn des vorigen Jahrhunderts. Ein klares Defizit der Vermittlung eines modernen Technikverständnisses!

Die Naturwissenschaften leiden hingegen unter einer mangelhaften didaktischen Vermittlung. Physik und Chemie gelten oftmals als „Schreckensfächer“, weil sie entgegen der Erwartungen der Schüler/innen abstrakt und praxisfremd vermittelt werden. Ein Effekt, der sich bei der Mathematik nicht finden lässt, weil deren Abstraktheit

seitens der Schüler/Innen erwartet und akzeptiert wird (vgl. Resultate aus LeMoTech und zum Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften).

## **5.2.4 Konventionen zur MINT-Bildung: Technikmündigkeit**

Die Herausforderung zur Vermittlung eines modernen Technikverständnisses bedingt eine Konvention über die Inhalte der Technikbildung. Diese ist noch nicht getroffen und verbleibt als Aufgabe von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Seitens der Wissenschaft lassen sich jedoch Rahmenbedingungen und zentrale Konstrukte auf Basis vorliegender Forschungsergebnisse benennen: Zuvörderst gilt es dies für eine Ausweitung der informalen und wissenschaftsbasierten gemeinsamen Lernmethoden (ISBE) in allen MINT-Fächern. Hinzu kommt für Naturwissenschaften und Technik die Forderung eines frühen Beginns ihrer Vermittlung, auch auf spielerischen und affektiven Niveaus zur Weckung von Neugierde und Spaß an diesen Disziplinen. Aufgrund der wissenschaftlichen Fortschritte in Natur- und Technikwissenschaften kommt zudem der kontinuierlichen Fortbildung der Lehrkräfte eine erhöhte Bedeutung zu. Hierbei gilt es neue Wege zur schnellen Übertragung wissenschaftlicher Ergebnisse der Lernforschung in die Lehrpraxis zu finden wie auch die schnellen Wissenszyklen zur Erweiterung des Fachwissens zu berücksichtigen.

Für die Technikbildung innerhalb der MINT-Fächer sind die Konzepte der Technikmündigkeit und der Technikkompetenz von zentraler Bedeutung. Mit Technikmündigkeit ist die individuelle Fähigkeit der Schüler gemeint, sich über ihre Talente und Fähigkeiten in MINT-Fächern bewusst zu werden wie auch den sozialen Sinn von Technik zu erfassen und daraus neue Technologien nach Chancen und Risiken bewerten zu können. Technikkompetenz bezieht sich auf den fachlichen Umgang mit basalen Technologien, die zum Allgemeinut der Gesellschaft zählen wie bspw. Internet- und PC-Stan-



dardnutzungen für Kommunikation, Schreiben, Rechnen und Gestalten.

## 5.2.5 Techniksozialisation und MINT-Bildung

Fasst man Technik vornehmlich als Berufsrolle auf, ergibt sich daraus, dass deren Präsenz in der Schulbildung erst spät, zudem spezifisch einsetzen sollte nachdem zuvor über die Mathematik oder Physik das Abstraktionsvermögen zur Lösung komplexer Fragestellungen erlernt wurde. Solche Vermittlungskonzepte enden zwangsläufig in einer Talentförderung. Die dominierende Vermittlung von Fachwissen vernachlässigt jedoch die zuvor beschriebenen Komponenten einer technischen Allgemeinbildung hinsichtlich ihres modernen Verständnisses. Diese Entwicklung findet sich in einigen Staaten und begründet überraschende Diskrepanzen auch in den oftmals hinsichtlich ihres Bildungssystems als vorbildhaft wahrgenommenen skandinavischen Staaten, so zum Beispiel die hohe wirtschaftliche Verortung von Technik in Finnland und Norwegen und die hohe kulturelle Verankerung in Schweden.

Der soziologische Ansatz betont hingegen eine frühe, spielerisch-affektive Vermittlung von MINT durch Experimente und phänomenologischen Unterricht sowie dessen sukzessive Fortführung in einer Vermittlung des sozialen Sinns der Technik für alle Schüler/innen und eine fachliche Vertiefung intrinsischer Motive in einen spezifischen Bildungsangebot für talentierte Schüler/Innen. Diese kontinuierliche Techniksozialisation führt zu einem Stufenmodell der Technikbildung, in deren sekundärer und tertiärer Phase letztlich die Schüler/Innen die Wahl treffen, inwieweit sie sich der Technik annähern wollen.

Die Rolle der Mathematik als Schlüsselqualifikation für alle MINT-Bereiche bleibt davon unberührt. In im anglo-amerikanischen Bildungssystem wird der frühen Mathematikbildung ein hoher Stellenwert zuteil. Verbunden mit der Annahme, dass ein attraktiver Ma-

thematikunterricht auch Interesse an Naturwissenschaften und Technik hervorruft. Auch dieser Ansatz hat logische Brüche, wie das zurückgehende Interesse an STEM-Berufen in diesen Ländern aufzeigt. Da Mathematik keine alleinige Schlüsselqualifikation für MINT-Bildung ist, sondern auch für die Volks- und Betriebswirtschaft sowie empirische Sozialwissenschaften, lässt sich keine Kausalität für die Wahl von MINT-Berufen ableiten. Hinzu kommt, dass für die Wahl von MINT-Berufen auch die Ausprägung handwerklich-manueller Fertigkeiten zusätzlich zu den intellektuellen Fähigkeiten nötig ist. Der moderne „homo faber“ schöpft nicht nur aus den intellektuellen Hochqualifikationen (vgl. Karafyllis 2009).

### **5.3 Die Zielsetzungen der Interdisziplinären Arbeitsgruppe der BBAW**

Vor dem Hintergrund des bestehenden Fachkräftemangels in vielen MINT Berufen (vgl. VDI 2007; MINT-Meter des Instituts der Deutschen Wirtschaft (IW); FEANI 2010) und den Defiziten in der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung gab sich die Berlin Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW) die Aufgabe in einer interdisziplinären Arbeitsgruppe nach den Ursachen zu suchen, eine umfassende Bestandsaufnahme vorzunehmen und daraus wissenschaftlich fundierte Lösungsstrategien zu entwickeln.

Ausgehend von den vorliegenden nationalen Studien zur Bestandsaufnahme und Ursachenforschung über den Fachkräftemangel und die Nachwuchsförderung sollte insbesondere ein internationaler Vergleich der Situation der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung und Berufe dazu dienen, gelungene Ansätze und Konzepte auf ihre Übertragbarkeit für das deutsche Bildungssystem zu überprüfen.

Hierzu wurden Literaturstudien und narrative Reviews, Workshops mit internationalen Experten, Sekundär- und Metaanalysen vorhandener Datenquellen und Dokumentenanalysen durchgeführt.

Vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und der Robert Bosch Stiftung geförderte Fallstudien zum Vergleich und zur Evaluation außerschulischer und schulischer Lernorte ergänzten diese Analysen um empirische Aspekte zu infrastrukturellen und interaktiven Rahmenbedingungen einer guten technisch-naturwissenschaftlichen Fachbildung (vgl. Renn/Pfenning 2010a, 2010b; acatech/VDI 2009). Das Projekt Lernmotivation im Vergleich schulischer und außerschulischer Lernorte (LeMoTech I, BMBF-Förderung und II Robert Bosch Stiftung) erforschte die Effekte der Technikbildung mit und ohne Unterricht in einem semiprofessionellen Technik- und Schülerlabor sowie in verschiedenen Kontrollgruppen an anderen Gymnasien im Raum Marbach/Stuttgart. Die Studien erheben keinen repräsentativen Anspruch für ihre Aussagekraft, sind jedoch die ersten systematischen Evaluationsstudien ihrer Art (Panel) zu diesem Thema. Zudem schöpft die IAG der BBAW empirisch aus dem Projektverbund an der Universität Stuttgart (Motivation durch Modellprojekte mit insgesamt 16 Evaluationsstudien, Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften, vgl. acatech/VDI 2009; acatech 2011). An den Workshops nahmen auch Vertreter von Leopoldina teil. Das BBAW-Projekt führt insofern auch die maßgeblichen nationalen Akademien zum MINT-Bildungsthema zusammen und hat Synergieeffekte für eine umfassende empirische und wissenschaftliche Bewertung der Themen MINT-Bildung und -Berufe. Die Forschungsstudien der IAG der BBAW begannen im März 2008 und end(et)en im Dezember 2011.

## 5.4 Sachstände und Ergebnisse - Die MINT-Bildung in Deutschland im internationalen Vergleich

### Nationale und internationale Trends und deutsche Besonderheiten

Im internationalen Vergleich ist die pädagogisch-didaktische Debatte zur Gestaltung einer attraktiven „Science Education“ in vielen Staaten ein wissenschaftliches Thema. Die feinen Unterschiede finden sich eher in der Ausgangsposition: Optimierung bereits vorhandener effizienter Strukturen oder Implementation neuer Bildungsinhalte.

Im internationalen Vergleich zur Effizienz der MINT-Bildung (OECD PISA-Studien, einschließlich TIMSS, TALIS, vgl. Prenzel/Stadler 2009; Prenzel et al. 2009) schneiden vor allem jene Staaten gut ab, die ihre MINT-Bildung in den 90er Jahren auf Basis neuer Erkenntnisse der Lernforschung aufgebaut haben (Skandinavien, Osteuropa). Als Gründe werden die erhöhten Anteile informalen Unterrichts, die hohen Praxis- und Projektarbeiten sowie die interdisziplinär kompetente Erzieher/Innen (oftmals als akademischer Beruf) und Lehrer/Innenausbildung angeführt. Für Deutschland belegen die PISA-Studien vor allem Defizite im Anwendungswissen deutscher Schüler/innen, weniger Defizite im Fachwissen. Sie verweisen zudem auf relevante soziale Diskriminanzien im deutschen Bildungssystem, weil der Bildungserfolg sehr stark von der sozialen Herkunft abhängig ist (vgl. Schölling 2005; OECD 2010d). Aus diesem Grund sind in Deutschland bisher wenig junge Menschen mit Migrationsbiographien in MINT-Berufen anzutreffen. Ausnahmen finden sich teilweise bei asiatischen und osteuropäischen Staaten, in denen trotz hoher Anteile formalen Unterrichts gute bis sehr gute Lernerfolge vorzufinden sind. Dies verweist auf unterschiedliche individuelle Lernkulturen zwischen europäischen und asiatischen Staaten. Hierzu sind weitere Studien notwendig.

Zugleich wird die Methodenkritik an den eher sehr formalen OECD-Kriterien deutlich. Die Interpretation aggregierter Statistiken erlaubt keine Rückschlüsse auf individuelle Determinanten einer erfolgreichen Technikbildung (ökologischer Fehlschluss). So ist in Finnland nach Ergebnissen der ROSE-Studie das Interesse an technischen Berufen mit am geringsten, Norwegen und Dänemark laufen ebenso auf einen Fachkräftemangel in MINT-Berufen zu.

Ebenso ist der sehr geringe Frauenanteil in den klassischen Ingenieurdisziplinen Maschinenbau und E-Technik wie auch in der Physik ein deutsches Spezifikum. Die Genderasymmetrie weist eine dreigeteilte negative Dynamik auf: eine geringere Förderung von technisch talentierten Mädchen in Elternhaus und Bildungsinstitutionen, höhere Abbruchsquoten im Studium bzw. ein Wechsel in andere Berufe nach dem Abschluss und den späteren beruflichen Ausstieg von Ingenieurinnen. Allerdings sind auch in anderen Staaten generell niedrige Frauenquoten in MINT-Berufen vorzufinden. Deutlich geringer ist in anderen Staaten jedoch der berufliche Ausstieg von graduierten Ingenieurinnen. In Studien des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften erwies sich die deutsche Ingenieurschaft als besonders anfällig für negative Stereotype zum Verhältnis von Technik und Frauen. Über 2/3 der befragten Studentinnen und Ingenieurinnen gaben an, Diskriminierungen erfahren zu haben.

Ebenso ist das vielseitige Angebot an außerschulischen Lernangeboten ein besonderes Merkmal der deutschen MINT-Bildungsangebote. Derweil in anderen Staaten das PUSH-Programm sich in vielen Science Centern und nationalen Museen zur MINT-Vermittlung niederschlug (vgl. EC-Site), etablierten sich in Deutschland darüber hinaus viele außerschulische Lernorte. Diese vielerorts semi-professionellen außerschulischen Lernangebote mit moderner Ausstattung und neuer ko-konstruktiver Pädagogik durch geschultes Fachpersonal konfrontieren das tradierte Bildungsangebot der Schulen mit diesen modernen Lernstilen. Die Kritik schließt auch die Hochschulen ein. Derweil die Naturwissenschaften mit dem Leibnizzentrum IPN in Kiel über ein exzellentes Forschungscluster verfügen, mangelt es

der Technikbildung hieran. Nur vereinzelt haben die Bundesländer in ihrer Lehrerausbildung die Technikpädagogik einbezogen (z.B. Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen). Die Implementation einer Technikbildung in die Lehrpläne, die bundesweit mit allerdings großen Nuancen seit 2005 erfolgte, schlug sich nicht gleichzeitig in einer Reform der Lehrerausbildung nieder. Vor dem Hintergrund der hohen Bedeutung der Interaktionseffekte zwischen Lehrkräften und Schüler/innen für den Lernerfolg ist dies äußerst kritisch zu bewerten.

Ein weiterer Grund für die Defizite in der MINT-Bildung ist in demographischen Faktoren zu sehen. Wie in keinem anderen europäischen Land ist die deutsche Lehrerschaft in MINT-Fächern überaltert. Zum einen sind dadurch die Sozialisationsunterschiede für MINT-Leitbilder zwischen Lehrkräften und Schülern sehr groß, zumal angesichts der schnellen Produktzyklen vieler technischer Anwendungen Die Diskrepanz von „school science“ und „real science“ (Sjoeberg/Schreiner 2005) wird größer, die Schulbildung entkoppelt sich vom Alltagsbezug der Jugendlichen. Zum Anderen stellt sich die Frage zum Wissensstand der Lehrerschaft angesichts der rapiden Erkenntnisgewinne in einigen Natur- und Technikwissenschaften sowie der Informatik. So kumulieren sich pädagogische, didaktische und technische Defizite hin zu einem unattraktiven Schulunterricht in MINT-Fächern. Unberührt davon bleibt das persönliche Engagement vieler Lehrkräfte, das jedoch ohne Unterstützung der Institution Schule keine effiziente MINT-Bildung auf Dauer ermöglicht.

### **Politische Rahmenbedingungen: Bildungsausgaben und Bildungssystem**

Die üblichen OECD-Indikatoren wie Bildungsausgaben absolut oder Pro-Kopf, Anteil am Bruttoinlandsprodukt (BIP), Verweildauer im Schulsystem (ISCED-Indikatorensystem) usw. erweisen sich in statistischen Analysen nicht als entscheidende Größen zur Bildungseffizienz im MINT-Bereich. Im internationalen Vergleich ist Deutschland

---

in den proportionalen, indexierten Bildungsausgaben Mittelmaß, in absoluten Zahlen gibt Deutschland mit am meisten für Bildung aus. Zu den Aufwendungen der öffentlichen Hand kommen mittlerweile auch durchaus beträchtliche Investitionen der Wirtschaft oder privater Hand (i.d.R. Stiftungen) hinzu, die die OECD Statistiken nicht berücksichtigen. Diese Mittel fließen vorwiegend in außerschulische Lernorte, Wissenschaftsmessen (z.B. IdeenPark), Wettbewerbe und Kooperationsprojekte mit Schulen und Hochschulen (z.B. Theoprax, Schüler-Ingenieur-Akademie (SIA), Junior-Ingenieur-Akademie (JIA).u.v.a.). Gemessen an der absoluten Höhe der investierten Mittel erscheint das deutsche Bildungssystem für die relevanten MINT-Fächer eher ineffizient.

Diese Ineffizienz resultiert vorwiegend aus der mangelnden Vernetzung und Anschlussfähigkeit der verschiedenen Bildungsinstitutionen und Bildungswege miteinander, so dass die Erfolge aus vorherigen Vermittlungsangeboten verpuffen oder konterkariert werden im daran anschließenden Bildungssektor. Ebenso leisten die Brüche in der Techniksozialisation durch deren fehlende, durchgängige Implementierung im Bildungssystem einen Beitrag zur Ineffizienz.

Deshalb ist die Angleichung von Bildungs- und Lehrplänen von Kindergärten als frühkindliche Bildungsinstitution, Schulen und Hochschulen wie auch von außerschulischen und schulischen Lernorten von besonderer Bedeutung. Besonders gelungen erscheint dies in Finnland mit der zentralen Stellung des Science Center Heureka zur Lehreraus- und Fortbildung, Erstellung von Lehrmaterialien und Abstimmungen von empirischer Bildungsforschung, Pädagogik- und Lernforschung als staatlichen Bildungsauftrag im MINT-Sektor. Ebenso in Schweden, wo erfolgreich evaluierte Schulprojekte intensiv in die staatliche Bildungsplanung einbezogen werden (vgl. GEO 2011: 24-51). Hinzu kommt, dass die Erzieherberufe in diesen Staaten akademische Berufe und somit deren Status sowie die finanziellen Anreize deutlich höher sind.

Die bisherige Vielfalt der Kultus- und Wissenschaftsministerium für die Definition der Ziele und Inhalte eines MINT-Unterrichts gerät

immer mehr in die Kritik. Diese Föderalismus-Kritik ist wissenschaftlich gerechtfertigt, weil Kinder weder mit widersprüchlichen Lernformen noch mit unterschiedlichen Förderintensitäten konfrontiert werden sollten. Anders ist dies bei Jugendlichen, bei denen dieser Didaktikwechsel weniger Probleme bereitet. Deshalb sind einheitliche Konventionen zu Inhalten und Formen der MINT-Fächer anzustreben und als Forderung an die Kulturministerkonferenz zu erheben. Es gibt von einzelnen Bundesländern bereits sehr detaillierte Leitfäden und Handlungsanleitungen, die als Grundlage einer gemeinsamen Definition von Lehrinhalten dienen können. Dies ist eine Aufgabe der nationalen Wissenschaftsakademien.

Bereits erwähnt wurde die als notwendige Bedingung einer erfolgreichen MINT-Bildung anzusehende Lehrerausbildung in den Technik- und Vermittlungskompetenzen (Pädagogik und Didaktik). Insbesondere gilt, dass Technik nur durch Technik zu vermitteln ist und deshalb der Zugriff auf entsprechende Lehrmaterialien und Infrastruktur gewährleistet sein muss.

### **Hochschulbereich und Arbeitsmarkt**

In Deutschland ist die MINT-Ausbildung zumindest für den technischen Teil dreigeteilt. Neben den Universitäten etablierten sich zu Beginn der 70er Jahre die Fachhochschulen mit expliziten Ingenieurabschlüssen sowie ab Ende der 90er Jahre in einigen Bundesländern die Dualen Hochschulen (ehemalige Berufsakademien), mit nochmals erhöhten Berufsbezügen. Diese Erweiterung technisch akademischer Abschlüsse reflektiert eine erhöhte Bedeutung der Berufspraxis. Sie gilt nicht für die Naturwissenschaften und die Mathematik. Mit der Ausweitung dieser akademischen Abschlüsse ging eine Ausdifferenzierung der beruflichen Tätigkeiten der Ingenieurberufe einher: Vertrieb, Service und erweiterte Tätigkeitsprofile in der Produktion gesellten sich hinzu. Derweil FH-Absolventen überwiegend in diesen Bereichen ihre Anstellung finden, sind die F+E-Abteilungen in den Unternehmen eher den Universitätsabsolventen vorbehalten.



In anderen europäischen Staaten finden sich vergleichbare Entwicklungen. In einigen Ländern finden sich ebenfalls spezifische Bildungsangebote für technisch talentierte junge Menschen, derweil die Naturwissenschaftlern in allen Staaten nur als Universitätsstudium angeboten werden. In Südeuropa zählen viele technische Erwerbsberufe auch zum Ingenieurberuf, ähnlich wie in Deutschland vor dem Titelschutz des Ingenieurs als akademischer Beruf (1967).

Die verschiedenen Berufsklassifikationen erschweren den Vergleich von MINT-Berufen und mahnen zur Vorsicht. Jedoch zeigen sich in einigen Staaten rückläufige Immatrikulationen in MINT-Studiengängen, vor allem wiederum im Technikbereich. Betroffen sind hiervon Dänemark, Norwegen, Frankreich, USA, Großbritannien, Japan und Deutschland. Dieser allgemeine Trend überrascht und lässt einen generellen Wertewandel gegenüber Technikberufen vermuten. Je mehr Technik in einer Gesellschaft „steckt“, umso geringer erscheint deren Attraktivität. Diese Annahme gilt jedoch nicht unter Rückblick auf die Vergangenheit. Es fehlt die intervenierende Komponente dieser Entwicklung für heutige Gesellschaften. Eine Bereinigung um die demographische Komponente hat zum Ergebnis, dass sich in einigen Staaten (z.B. Frankreich) dieser Rückgang weitgehend hierauf reduziert. Bei anderen Staaten sind es hingegen das partielle Scheitern bisheriger Rekrutierungsaktivitäten oder die wirtschaftliche Entwicklung und die geringeren Chancen auf dem Arbeitsmarkt, die extrinsischen Motivlagen verstärkt wirksam werden lassen (z.B. USA, UK).

Ebenso sind die unterschiedlichen Studierendenquoten an einem Jahrgang zu berücksichtigen. In Skandinavien sind diese sehr hoch (über 70%), in Frankreich und Großbritannien eher im OECD-Durchschnitt, in Deutschland noch unterdurchschnittlich, ebenso in vielen südeuropäischen Staaten. In osteuropäischen Staaten finden sich vielerorts Ansätze zur Erhöhung der Studierendenquote und der Hochschulreife.

## **Nationale Strategien zur Deckung des MINT-Bedarfs in der Wirtschaft**

Eine Strategie geht von einer zunehmenden Akademisierung in der Berufswelt aus und sieht deshalb eine möglichst hohe Studierendenquote vor. Sofern die generative Reproduktion ausreichend ist und sich die Immatrikulationswünsche zufällig verteilen, soll damit ein genügendes „Reservoir“ an MINT-Fachkräften zur Verfügung stehen. Teilweise werden hierbei auch interdisziplinäre Qualifikationen bei den spezifischen Abschlüssen verbunden, um den Absolventen mehrere Berufslaufbahnen zu ermöglichen. Dieses Modell findet sich vor allen in den skandinavischen Ländern.

Eine besondere Strategie setzt auf die Anwerbung auswärtiger Fachkräfte in Ergänzung zum eigenen Potenzial an MINT-Absolventen. Damit verbunden sind Images, das jeweilige Land als attraktives Einwanderungsland und als exquisiten Hochtechnologiestandort im internationalen Wettbewerb zu positionieren. Hinzu kommen ökonomische Anreize zur Bezahlung und zur Forschungsförderung. Verallgemeinert gilt, dass Staaten mit einer hohen Gendersymmetrie und der Förderung von Menschen mit Migrationsbiographien hin zu akademischen Berufen die geringsten Sorgen mit der Deckung des nationalen Fachkräftebedarfs in MINT-Berufen haben. Diesem Ansatz folgten bisher die USA und eingeschränkt Großbritannien und Frankreich.

Ein weiteres Modell repräsentiert der Versuch durch ausdifferenzierte und sehr berufspraktische akademische Bildungsangebote im MINT-Sektor wirtschaftsnah zu qualifizieren. Das Bildungssystem ist entsprechend spezialisiert, Studium und Berufswahl sind eng miteinander verbunden, interdisziplinäre Komponenten sind entsprechend gering ausgeprägt. Voraussetzung hierfür ist eine frühe Talenterkennung und Talentförderung und Integration der Berufsorientierung in die Schulbildung. Dieses Modell findet Anwendung in Deutschland, teilweise in Frankreich.

Eng verbunden mit diesen Ansätzen ist das Konzept der „Public Understanding of Science and Humanities“ (kurz PUSH) zur positiven Imagebildung durch Information und Zugänge zu Wissenschaft und Forschung für die Bevölkerung. Als probate Mittel dienten Science Center, Wissenschaftsmessen wie auch vielerlei populärwissenschaftliche Formate bis hin zu Fernsehsendungen und neuerdings Internetbildungsangeboten.

Ein didaktischer Ansatz ist die besondere Ausbildung und Förderung von Schlüsselqualifikationen für eine interdisziplinäre Qualifikation in MINT-Berufen. Diese Rolle wird vor allem der Mathematik attribuiert und entsprechend attraktiv und intensiv wird der Unterricht hierfür gestaltet und gefördert. Publikationen hierüber finden sich bei der Royal Science Academy in Großbritannien.

## 5.5 Ergebnisse der Evaluationsstudien

### **Erfolg und Misserfolg nationaler MINT-Strategien**

Ein narratives Review und empirische Sekundäranalysen wie eigene Studien verweisen auf deutliche Defizite in diesen verschiedenen nationalen Strategien. Das PUSH-Konzept erzielte nach seiner frühen Implementation in den 60er Jahren (in Deutschland nach 1990) anfängliche Erfolge bei der Generierung von Interesse an Natur- und Geisteswissenschaften in der Bevölkerung. Es trägt nicht zur Talentförderung und Vermittlung sozialer Zusammenhänge von Natur- und Technikwissenschaften bei. So hat das deutsche Mathematikum bis heute international eine Sonderstellung als bedeutsames Science Center für Mathematik inne. Aus heutiger Sicht sind auch Staaten mit einer ausgeprägten PUSH-Kultur wie die USA und Großbritannien von einem Fachkräftemangel und einen rückgängigen Interesse an MINT-Berufen und Studienfächern betroffen. Etwas anders verhält es sich in Staaten, in denen das PUSH-Konzept erst später auf aktuellem Stand der Lernforschung etabliert wurde, so in Finnland mit dem

Aufbau des Science Center Heureka oder in Schweden und Norwegen. Auch in Deutschland weisen PUSH-Konzepte Erfolge bei der Weckung von Interesse und Neugierde für Wissenschaften auf. Entscheidend sind die individuellen Effekte und deren Stabilisierung durch anschlussfähige institutionalisierte Bildungsangebote. Die positiven Effekte von PUSH auf das Image von Technik und Naturwissenschaften wurden in vielen Staaten überlagert von einzelnen Risikoereignissen, die als punktuelle Ereignisse nachhaltigen Einfluss auf die öffentliche Meinung hatten. Die Effekte von PUSH verpuffen, wenn darin nicht die Aspekte Risikokommunikation und Wissensgesellschaft thematisiert werden.

Das Modell zur Arbeitsmigration erweist sich im internationalen Wettbewerb um die besten Fachkräfte als anfällig durch seine einfache Adaption durch andere Staaten mit vergleichbarer multikultureller Gesellschaftsstruktur. Zudem zeigen sich für viele Staaten auch sehr enge, oftmals historisch gewachsene Zusammenhänge von Einwanderungs- und Gastland (z.B. ehemaliger Kolonialstatus oder das britische Commonwealth). Entscheidend für die Attraktivität des Gastlandes waren die Möglichkeiten zur Familienzusammenführung und die freundliche Aufnahme in Kultur und Gesellschaft in diesen Staaten, namentlich Großbritannien und Frankreich. In Deutschland wurde hingegen die Integrationspolitik lange Zeit nicht mit der Wirtschaftspolitik abgestimmt, worunter vor allem die kulturelle und gesellschaftliche Integration der betroffenen Menschen litt. Die weitgehend kritischen Erfahrungen mit der Greencard für Informatikexperten dokumentieren diese Diskrepanz bis in die Gegenwart. Lediglich die USA erscheint über den Wettbewerbsvorteil eines multiethnischen Status zu verfügen (Melting Pot). Allerdings restringiert dieses Braindrain-Konzept auf eine Eliteförderung. Für Südeuropa war die Liberalisierung des Arbeitsmarktes aufgrund ihrer geringen ökonomischen Relevanz für den europäischen Binnenmarkt und ihres geringen Anteils an technisch-naturwissenschaftlichen Fachkräften ohne Effekt. Die drei wichtigsten Volkswirtschaften der EU (Großbritannien, Frankreich, Deutschland) profitieren von der Ar-

beitsmigration aus den anderen EU-Staaten. Für einige Staaten kam es eher in Grenzgebieten zu osteuropäischen Nachbarstaaten zu einer regionalen Arbeitsmigration. Ursache war hier oftmals das hohe Lohngefälle. Da zugleich die Schwerpunkte des MINT-Fachkräftebedarfs sich für Deutschland im regionalen Gefälle in Süddeutschland befinden, ist diese grenznahe Arbeitsmigration zu Osteuropa ohne große Bedeutung für den nationalen MINT-Fachkräftebedarf.

Ein Sonderfall stellte die Anwerbung von „Gastarbeitern“ in Deutschland während des sogenannten Wirtschaftswunders sowie die intensive Anwerbung ausländischer Arbeitnehmer in der Schweiz dar. Vor allem für Deutschland gilt ein Fahrstuhleffekt: Der hohe Bedarf an technischen und eingeschränkt naturwissenschaftlichen Berufen führte zur Unterdeckung und der Einführung neuer, Bildungsabschlüsse wie den Fachhochschulen. Tätigkeiten in der Produktion übernahmen zunehmend die angeworbenen auswärtigen Arbeitnehmer. Heute leben deren Kinder in zweiter und dritter Generation in Deutschland und Indikatoren aus dem Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften weisen darauf hin, dass diese wg. der fehlenden sprachlichen Affinität eher akademische MINT-Berufe anstreben. MINT-Berufe können insofern zwei soziale Funktionen zugeordnet werden: intergenerative soziale Mobilität und soziale Integration von Menschen mit Migrationsbiographien. Ungeklärt sind die Einflüsse der unterschiedlichen ethischen Subkulturen in Deutschland auf die Wahl von MINT-Berufen. Derweil im ehemaligen Westdeutschland vor allem Menschen mit Migrationsbiographien aus Süd- und Osteuropa sesshaft wurden, waren im ehemaligen Ostdeutschland vor allem Menschen mit asiatischen Biographien anzutreffen.

Soziologisch gesehen ist die international zu beobachtende Tendenz der Umwidmung von technischen Stellen in akademische Berufsprofile ein Reflex auf die gestiegenen Qualifikationsanforderungen in den MINT-Berufen und deren sukzessive Ausweitung in den Vertrieb und Servicebereich (vgl. Minks 2005; Egel/Heine 2005; Feller/Stahl 2002, 2005; Eckerle et al. VDE 2010; VDI 2011). Dadurch

kommt es auch zu einem Facharbeitermangel in gewerblich-technischen Meisterberufen. Einen Sonderfall bilden die europäischen „Tigerstaaten“ wie Irland, Island, Lettland, Estland und eingeschränkt Finnland, die nach ihrer Aufnahme in die EU mit einer gezielten Forschungsförderung mittels Subventionen und geringen Steuerabgaben zukunftssträchtige forschungsintensive Unternehmen in ihr Land holten (Technoparks) und Fachleute aus MINT-Berufen benötigten. In Finnland wurde nach einer großen wirtschaftlichen Rezession bis Mitte der 90er Jahre die Wirtschaft durch politische Programme neu ausgerichtet auf fortschrittsbezogene Technologien, hier vor allem die Informationstechnologien (Nokia). Ein Beispiel für das von Mancur J. Olson analysierte Prinzip, wonach Staaten nach dem Niedergang ihrer Volkswirtschaft sich auf den neusten Stand von Forschung und Technik schnell wieder restrukturieren und damit Wettbewerbsvorteile erlangen können (Olson 1971)<sup>16</sup>. Die baltischen Staaten orientierten sich an diesem Vorbild beim Aufbau ihrer freien Marktwirtschaften nach ihrer Unabhängigkeit von Russland durch die Förderung von Hochtechnologien im Bereich Informatik und Gentechnik. Im Gegensatz zu den großen hochtechnologischen Volkswirtschaften wie in Frankreich, Großbritannien und Deutschland sind es in diesen kleinen und eher bevölkerungsarmen Staaten jeweils einige wenige Zukunftstechnologien, die die Wirtschaft tragen und deren Bedarf an MINT-Fachleuten definieren.

Für die Diagnose des Fachkräftebedarfs müssen verschiedene Ursachen berücksichtigt werden. Zunächst gilt es hierzu den Ersatzbedarf zu hinterfragen. Kann die Anzahl altersbedingt ausscheidender Ingenieure in den nächsten Jahren durch die Absolventenzahlen in diesen Berufen gedeckt werden? Hierüber gibt die Altersstruktur der erwerbstätigen Ingenieure und deren Arbeitslosenquote Auskunft. Ist

---

<sup>16</sup> Olson erklärt mit dieser These auch das bundesdeutsche Wirtschaftswunder nach der Katastrophe des zweiten Weltkrieges und den umfassenden Schäden und Demontagen im industriellen Sektor.

dies nicht der Fall, erübrigt sich eine Diskussion über einen konjunkturellen oder tätigkeitsbezogenen Zusatzbedarf in den Unternehmen und eine volkswirtschaftliche Unterversorgung an Fachkräften ist zu attestieren. Für Deutschland gilt, dass der Anteil älterer Ingenieure im europäischen Vergleich überdurchschnittlich hoch ist (vgl. Renn/Pfenning 2010a, 2010b; acatech/VDI 2009; Eurostat 2008) und der Ersatzbedarf zukünftig nicht mehr gedeckt werden kann.

Zusatzbedarfe können während konjunktureller Aufschwungphasen entstehen, wenn die Unternehmen vermehrte Aufträge erhalten und hierfür neue Fachkräfte benötigen. Studien über diese Entwicklung finden sich für Deutschland beim VDI und Wirtschaftsinstituten (z.B. Institut der Wirtschaft (IW), vgl. VDI 2007). Sie gehen von massiven Auftragsverlusten deutscher Unternehmen durch fehlende MINT-Fachkräfte in stark variierender Größenordnung von 3-14 Milliarden Euro je Jahr aus. Darüber hinaus kann ein Zusatzbedarf durch veränderte Tätigkeitsprofile in einzelnen Berufen entstehen, beispielsweise wenn neue Berufe entstehen (Softwareingenieur, Mechatroniker u.v.a.). Ebenso fällt die deutsche Patent-Lizenzbilanz seit Jahren negativ aus, d.h. deutsche Unternehmen bezahlen mehr für die Nutzung von Lizenzen und Patenten ausländischer Unternehmen als umgekehrt eingenommen wird.

### **Evaluation der Bildungssysteme**

Misst man den Erfolg der MINT-Bildung an der Zahl der Studierenden in den entsprechenden MINT-Studiengängen, so ist dieser statistisch weniger von den Bildungsausgaben pro Kopf in diesen Disziplinen, sondern vor allem von den Unterrichtsformen abhängig. Je höher der Anteil informeller und „inquiry-based science education“ (ISBE) ist, desto größer ist in der (statistischen) Regel der Anteil von Studierenden in den entsprechenden Studiengängen (vgl. OECD 2009b). Es ist eine wichtige Erkenntnis, dass die Unterrichtsweise hinsichtlich projektbezogener, eigenständiger und kooperativer Lernweisen die größten Zusammenhänge aufweist. Die Fallstudien

im Rahmen dieses BBAW-Projektes wie auch die Sekundäranalyse von Studien und Publikationen verweisen auf die hohe Bedeutung der Interaktionseffekte zwischen Lehrkräften und Schüler/innen. Die infrastrukturelle, semiprofessionelle Ausstattung der Schulen erweist sich vorrangig als Verstärker, weil damit die Seriosität der MINT-Bildung unterstrichen wird, vor allem wenn die Schüler selbst die Möglichkeit haben an hochwertigen Apparaturen und technischen Alltagswerkzeugen Experimente durchzuführen.

Zudem werden unterschiedliche Bildungskulturen deutlich. Die anglo-amerikanische Traditionslinie präferiert den projektbezogene und fächerübergreifenden Unterricht. Mit dem Begriff der „science education“ wird eher auf eine allgemeine Befähigung der Schüler/inne für Forschen und Erklären abgestellt. Der Begriff der „technology literacy“ und „applied science“ betont zusätzlich den aufklärerischen und praktischen Gedanken von Technik hinsichtlich ihrer Beiträge zu Gesellschaft, Wirtschaft und Kultur.

Die Ergebnisse der Lernforschung sind teilweise umstritten, wobei die Mehrzahl der Publikationen eindeutig für den ISBE-Ansatz Stellung bezieht. In der neurologischen Lernforschung finden sich widersprüchliche Publikationen zum Verhältnis von formalen und informalen Unterricht (vgl. u.a. Kirschner et al. 2006). Die Argumente beziehen sich auf die Gedächtnisleistungen, um Primäreindrücke und phänomenologische Effekte von Experimenten kognitiv hin zu einem Wissen und intrinsischer Motivation vertiefen zu können. Maßgebliche deutsche Forschungsinstitute wie das Institut für angewandte Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), die Max Planck-Gesellschaft für Bildungsforschung oder das Transferzentrum für neuronale Lernforschung plädieren mehrheitlich für eine erhöhte Bedeutung des informalen Lernstils im Rahmen des bestehenden formalen Unterrichts. In Deutschland, Frankreich und einigen asiatischen Staaten hingegen dominiert nach wie vor ein eher formaler Unterricht, in der Lehrer mehr Wissensvermittler als Forschermentor ist.



---

## 5.6 Forschungsförderung und Forschungsprogramme

Die EU fördert massiv die naturwissenschaftliche und technische Fachforschung (CERN, ISPRY, ISS u.v.a.) wie auch die Einführung innovativer Technologien im Wirtschaftssektor. Eine sozialwissenschaftliche Begleitforschung kann sich beziehen auf Fragen zur Förderung des technisch-naturwissenschaftlichen Nachwuchses wie auch zur offenen gesellschaftlichen Diskussion über Zukunftstechnologien, deren Chancen und Risiken. Im 6. und 7. Forschungsprogrammes der EU finden sich viele „Calls“ zur Intensivierung des wirtschaftlichen Innovationsprozesses durch Formen und Formaten zur Bürgerbeteiligung. Der Bereich der Technikbildung beschränkt sich hingegen fast ausschließlich auf zudem wenige Projekte zur Didaktik- und Pädagogik (IBSE, ISBME, vgl. POLLEN 2007) mit geringer empirischer Evidenz und Empfehlungen zur Lehrerbildung. Das Klientel von erwerbstätigen Personen in technisch-naturwissenschaftlichen Berufen wie auch Studierende entsprechender Fachdisziplinen sind hingegen kaum bei den Forschungsprojekten berücksichtigt. Ausnahmen bilden die ROSE-Studie und der Eurobarometer Youth and Science von 2009

Mit den Konzept des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften wurde in Deutschland ein Konzept entwickelt, wie diese MINT-Zielgruppen in den Forschungsprozess zur Verbesserung der MINT-Bildung und Berufe eingebunden werden können (vgl. acatech 2009). Sie dienen der Erfassung von aktuellen Motivationen, der Analyse externer Einflüsse auf die Berufswahl wie die Lage am Arbeitsmarkt und Imagefaktoren sowie dem retrospektiven Nachzeichnen intergenerativer Verläufe der Techniksozialisation und erfolgreicher Technikbiographien. Das Konzept wurde mittlerweile von der SAWT übernommen, die Universität Samara in Russland ist ebenso daran interessiert. Mit dem Projektverbund „Haus der kleinen Forscher“ verfügt Deutschland zudem über ein Konzept zur flächendeckenden,

systematischen Frühförderung des naturwissenschaftlichen Interesses und Neugierde von Kindern (vgl. Stiftung Haus der kleinen Forscher 2009).

Auch die Schwerpunkte der OECD-Studien stellen sich nicht anders dar.

## **5.7 Individuelle Einstellungen und Perspektiven zu MINT-Berufen und Bildung**

Die Perspektiven der Zielgruppen werden nur im geringen Maße in der empirischen Bildungsforschung der EU und der OECD berücksichtigt. Teilweise gilt dies auch für einzelne Staaten, die ebenfalls über kein Monitoring der entsprechenden Berufe und Bildungswege verfügen. In Deutschland wurde dieses Defizit mit den Studien Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften und Motivation durch Modellprojekte sowie einer Vielzahl weiterer Studien weitgehend behoben (vgl. jeweils acatech). Als zentrale Ergebnisse dieser Studien finden sich: die hohe konsumtive Nutzung von Technik gewährleistet nicht eine hinreichende Anzahl von Studieninteressenten, ebenso führen gute Leistungen in MINT-Fächern nicht kausal zu einem erhöhten Interesse für deren Berufe. Auch ist das Image der Berufe keineswegs negativ, sondern verhalten positiv als innovativ, fortschrittlich und interessant. Jedoch ist das Studium eine Sollbruchstelle, weil es als selektiv, risikoreich, anstrengend, wenig praxisbezogen und einseitig angesehen wird. Entsprechend hoch sind die Abbruchquoten.

Biographische Abfragen lassen die Brüche in der Techniksozialisation deutlich erkennen, insbesondere in der Schulzeit, ebenso einen Wandel in den Spielbezügen hin zu Computer, Informatikdiensten (Facebook usw.) und Unterhaltungselektronik. Die ehemals mechanisch-

konstruktiven Spielbezüge (Baukästen) haben zugunsten elektronischer Objekte abgenommen.

Besser erforscht sind die Einstellungen der Bevölkerungen zu Technik und Naturwissenschaften. Derweil die Naturwissenschaften unbestritten sind und hoch positiv bewertet werden als Ausdruck der Wissensgewinne der Menschheit, finden sich bei der Technik vorwiegend ambivalente Einstellungsmuster. Dies trifft auch für Deutschland zu, eine spezifisch deutsche Technikablehnung ist nicht festzustellen. Auch die in der Demoskopie oft wiederholte These, dass in Deutschland Risiken höher bewertet werden als die Chancen, ist sozialwissenschaftlich empirisch nicht nachzuweisen.

Die ROSE-Studie belegt, dass in weniger entwickelten Staaten mit aufstrebender Volkswirtschaft die Technik weitaus besser bewertet wird als in bereits etablierten Hochtechnologiestandorten. Ein Hinweis auf die wirtschaftliche Funktionalität von Technik als Innovationsdriver und auf deren Zentralität in Wachstumsphasen. Von diesen Wachstumsphasen und der Zentralität von Innovationen für die Wirtschaft hängt deren Image in hohem Maße ab. Es ist die Kunst, aus diesen wirtschaftlichen Funktionalitäten auf den kulturellen Beitrag von Technik überzuleiten. Denn über die wirtschaftliche Funktionalität drängt Technik im Rahmen der konsumtiven Distributionsprozesse in den Alltag, Freizeit und Beruf.

## **5.8 Zusammenfassung und Empfehlungen**

### **Zum Ausbau des Fachkräftepotenzials im MINT-Sektor**

Deutschland hat hinsichtlich seines Fachkräftebedarfs in MINT-Bereichen wie auch anderen naturwissenschaftlichen Berufen (Medizin) einen zunehmenden Bedarf durch a) zurückgehende Anteile junger Menschen an der Gesamtbevölkerung und der Überalterung bei er-

werbstätigen Ingenieur/Innen (demographische Effekte), b) zunehmende Akademisierung vieler technischer Berufe in den Unternehmen (Unternehmenseffekt) sowie einer c) zunehmenden Forschungstätigkeit in Wissenschaft und Unternehmen angesichts schneller Produktzyklen und wirtschaftlicher Systemwechsel (z.B. Umweltenergien, E-Mobility, HDTV, LCD-Technik, LED-Beleuchtungsmittel u.v.a., konjunkturelle Effekte) und d) einer negativen Bilanz bei der Arbeitsmigration von Fachkräften.

Der Fachkräftebedarf kann aus dem nationalen Humankapital von MINT-Absolventen im Bildungssystem nicht mehr gedeckt werden. Dies gilt zukünftig bereits auch für den Ersatzbedarf der Volkswirtschaft. Verschärft wird dieser Fachkräftemangel durch die geringen Frauenanteile in den klassischen Ingenieurdisziplinen und der bisher geringen Bildungsintegration von Menschen mit Migrationsbiografien in Deutschland. Dieser Förderung ist Vorrang zu geben vor Aktivitäten zur politischen Erleichterung der Arbeitsmigration über die bestehenden Möglichkeiten des liberalisierten EU-Arbeitsmarktes hinaus.

Die hohe Genderasymmetrie in den Technikberufen und eingeschränkt in anderen MINT-Berufen basiert auf strukturellen (Gehaltsunterschiede, Karriereaussichten) und persönlichen Diskriminierungen von Frauen, so dass sich diese Effekte gegenseitig negativ verstärken. Der Genderasymmetrie muss deshalb systemisch durch Verbote von Diskriminierungen und individuell durch Stärkung intrinsischer Motivlagen begegnet werden.

Die Ansatzpunkte zur unmittelbaren Erhöhung des Fachkräftepotenzials in MINT-Berufen sind Maßnahmen zur Frauenförderung, zur Qualifikation älterer Ingenieure und zur Einbindung von Personen mit Migrationsbiografien.

Empfehlungen:

- Förderung der Bildungsintegration bei der Migrationspolitik, zumal gerade in diesen Klientel aus Gründen der sozialen

---

Mobilität MINT-Berufe ein hohes Ansehen genießen und sprachliche Barrieren weniger bedeutsam erscheinen.

- Aktivitäten zur weiteren Liberalisierung der Zuwanderung von Fachkräften aus MINT-Berufen erscheinen nicht sinnvoll, zum einen wegen der vermuteten Qualifikationsunterschiede und der geringen Attraktivität von Deutschland als Einwanderungsland hinsichtlich der geringen Integrationskultur
- Um erhöhte Anteile von Frauen in MINT-Fächern, insbesondere den klassischen Ingenieurdisziplinen zu erhalten, sollten Studienangebote mit sozialen Bezügen (Medizin, Optik, Gesundheit- und Umwelttechnik) sowie interdisziplinäre Angebote ausgeweitet werden. Strukturelle Diskriminierungen von Frauen (geringere Aufstiegschancen, niedriges Gehalt) sind zu verhindern und ggf. gesetzlich zu sanktionieren. Zur Stärkung intrinsischer Motive bei MINT-interessierten Schüler/Innen und Student/Innen sind monoedukative Angebote ein probates Mittel.
- Zur Frauenförderung zählen auch Angebote zum beruflichen Wiedereinstieg der ca. 40.000-60.000 graduierten Ingenieurinnen, die nicht im erlernten Beruf arbeiten.
- Fort- und Ausbildung der erwerbstätigen Ingenieure ist eine wichtige Aufgabe der Unternehmen, da die kurzen Produkt- und Wissenszyklen dies zur Aktualisierung der persönlichen Qualifikationen bedingen. Dies verhindert auch das vorzeitige Ausscheiden älterer Ingenieure aus dem Erwerbsleben.
- Erhöhen der Studierendenquote, um mehr Studierende in den MINT-Studiengängen zu bekommen und neue Zulassungswege zum Studium außerhalb der allgemeinen Hochschulreife. Hier sind in Deutschland die Dualen Hochschulen ein Erfolgsmodell. Für die Hochschulen stellt sich die Frage der Profilbildung und attraktiven Studienangebote in MINT-Studiengängen, insbesondere hinsichtlich interdisziplinärer Abschlüsse und erhöhter Praxisanteile im Studium.
- die Vereinbarkeit von Familienplanung und Beruf diskriminiert nicht zwischen Männern und Frauen, hat jedoch jeweils

andere Schlussfolgerungen zur Folge. Diese generelle Problematik kann nicht innerhalb der MINT-Berufe gelöst werden, sondern bedarf eines umfassenden Systemwandels im Personal- und Zeitmanagement von Berufen.

## **5.8.1 Rahmenbedingungen einer effizienten Förderung einer guten MINT-Bildung**

### **Institutionelle und systemische Faktoren**

Zugleich weist die MINT-Bildung als Basis für das Interesse an solchen Berufen deutliche Defizite auf. Zuvörderst fehlt innerhalb des MINT-Bildungssektors nach wie vor eine Implementation von Technikbildung in der Allgemeinbildung. Dadurch wird eine frühe und kontinuierliche Förderung technisch talentierter Schüler/innen behindert und viele individuellen Technikbiographien erleiden Brüche, die in späteren Lebensphasen - wenn überhaupt - nur unter erheblichen Förderaufwänden gekittet werden können. Auch werden dadurch interdisziplinäre Bildungskonzepte behindert. Die Naturwissenschaften und die Mathematik stehen in der Kritik wegen ihrer unattraktiven Vermittlung.

Die MINT-Debatte ist insofern zweigeteilt hinsichtlich der Diskussion über eine pädagogische und didaktische Bildungsreform sowie zur nachhaltigen Deckung des ökonomischen Bedarfs an Fachkräften durch eine Nachwuchsförderung von MINT-Talenten.

Das PUSH-Programm hat sich mannigfaltig in Deutschland etabliert, vor allem durch moderne Science Center und Wissenschaftsdialoge. Ein deutsches Spezifikum ist die ausgeprägte Landschaft außerschulischer Lernorte. Die Effekte dieser punktuellen Angebote verpuffen jedoch ohne institutionelle Förderung. Neben deren individuellen Effekten für das Wecken des Interesses an MINT-Themen beinhalten diese aber auch die indirekte Kritik an der mangelnden Attraktivität des MINT-Unterrichts. Sie kontrastieren den oftmals vorhandenen

formalen Unterricht mit dem attraktiven Lernformen eines informellen und mehr praxisbezogenen modernen Lernens. Es gilt die erfolgreichen Ansätze der Lerntheorien und empirischen Bildungsforschung in die schulische Praxis zu übertragen.

In Deutschland hat sich eine aktive Unternehmensbranche in Sachen Technikdidaktik und MINT-Didaktik entwickelt, die bisher in den Lehrplänen kaum berücksichtigt wird. Noch ist dieses Angebot vielen Lehrern geläufig.

Zentral ist die Aussage, dass eine Vielzahl technisch interessierter Kinder und Jugendliche im Schulsystem keine Möglichkeit einer individuellen Förderung erhalten. Dies verletzt das humanistische Bildungsideal, zumal in einer hochtechnisierten Gesellschaft ein basales Technikverständnis und Technikwissen als Voraussetzung zur sozialen Integration in Beruf, Alltag und Freizeit bewertet werden kann.

Die Empfehlungen lauten daher:

- Implementation einer möglichst frühen Technikbildung zur Vervollständigung der MINT-Bildungsangebote in der Allgemeinbildung in allen Schulformen sowie daran anschließende fachliche Angebote zur Talentförderung. Diese Forderung fundiert auf der Verwirklichung humanistischer Bildungsideale für technisch interessierte Schüler/Innen.
- Dies erfordert die spezifische Aus- und Fortbildung von Lehrkräften mit hoher Kompetenz in der MINT-Didaktik und Pädagogik.
- organisatorische und inhaltliche Vernetzung außerschulischer Lernorte mit Schulen hinsichtlich ihrer MINT-Bildungsziele und Lernangebote, um Redundanzen zu vermeiden und Synergie-Effekte zu erreichen.
- Inhaltlich muss Technik in der Allgemeinbildung nicht nur fachlich zur Interessen- und Talentförderung vermittelt werden, sondern auch hinsichtlich ihres sozialen Sinns für Wohlstand und Innovationen im Alltag und Wirtschaft, imma-

zenten Risiken und sozialen Risiken (Missbrauch) sowie möglichen nicht intendierten Folgen und ihrer Verbindung zu anderen MINT-Fächern. Die Konzepte der Risiko- und Wissensgesellschaft zählen deshalb zum Kanon der MINT-Bildung.

- Angebote von Schulen oder Bildungsinstitutionen zu MINT-Themen für den Freizeitbereich sind zu fördern, weil damit gerade in der Pubertät Brüche in der MINT-Sozialisation vermieden und die intrinsische Motivationen zusätzlich gefördert werden. Hierzu zählen dezentrale MINT-Labore, MINT-AGs und Teilnahme an Wettbewerben.
- die reichhaltigen didaktischen Angebote zur MINT-Bildung müssen in die Lehrerausbildung zur Vermittlung einer experimentellen Kompetenz eingebunden werden. Die Ausstattung der Schulen mit diesen Geräten und Apparaturen ist zu fördern.

### **Individuelle Rahmenbedingungen einer guten MINT-Förderung**

Die pädagogische und sozialpsychologische Lernforschung behauptet mit hoher empirischer Evidenz die große Bedeutung der positiven, motivierenden Interaktion zwischen Lehrpersonal und Zielgruppen. Metaanalysen weisen einen signifikanten Effekt nach. Dies gilt auch für monoedukative Lehrangebote für Schülerinnen. Hier führt die fehlende, aber zugleich dominante Interaktion mit Jungen zu besseren Lerneffekten bei den Mädchen.

Die semiprofessionelle Ausstattung von Lernorten ist eine wichtige, verstärkende Größe dieser Interaktionseffekte. Sie symbolisieren gegenüber den Zielgruppen die Seriosität der MINT-Bildung an diesen Lernorten und schaffen für die oftmals komplexen Lerneinheiten die nötigen Bedingungen sie experimentell erlernen zu können.

Die neurologische Lernforschung und empirische Bildungsforschung belegt Fehlannahmen früherer tradiert Lerntheorien hinsichtlich des Abstraktionsvermögens von Kindern und Jugendlichen. Nach



---

neuesten Resultaten sind bereits kleine Kinder zu größeren Abstraktionsleistungen fähig als bisher angenommen. Mithin müssen nicht primäre Physik- und Mathematikkenntnisse als Grundlage einer nachhaltigen MINT-Bildung vorhanden sein. Der MINT-Unterricht kann phänomenologisch wie wissenschaftlich durchaus früh in der Primär- und Elementarbildung beginnen.

Neue informale Lernmethoden erweisen sich in den OECD- und EU-Studien als attraktive Konzepte zur Science Education und Vermittlung eines Interesses an MINT-Fächern. Allerdings sind weder die genauen Lerneffekte des ISBE-orientierten Lernkonzeptes eindeutig evaluiert noch die Frage der Gewichtung von informalen und formalen Lernweisen abschließend geklärt. Hier besteht ein weiterer Forschungsbedarf. Empirische Evidenz beweisen die neuen, informalen Lernweisen im Siegeszug und der hohen Attraktivität der Science Center und der außerschulischen Lernorte wie Schüler- und Betriebslabore u.v.a.. Allerdings gilt es die Lerneffekte bei den Zielgruppen und deren Perspektiven und Vorstellungen zu einer attraktiven MINT-Bildung einzubringen. Eine weitere Aufgabe der Sozialwissenschaften und der Evaluationsmethodiker.

- die informalen Lernformen, die Schülern ein praxis-, projekt- und eigenständiges Experimentieren und Lernen in MINT-Fächern ermöglichen sind auszuweiten. Formale Lernweisen sind als ergänzende Unterrichtseinheiten anzusehen, die den Wissenstransfer zur Erklärung der komplexeren Zusammenhänge betreffen. Zum Verhältnis von informalen und formalen Lernformen besteht aber ein weiterer Forschungsbedarf.
- alle Lernformen sollen an der Förderung intrinsischer Motive bei den MINT-interessierten Schüler/innen orientiert sein. Eine erfolgreiche MINT-Bildung weckt diese inneren Anreize zur eigenständigen Beschäftigung. Deshalb sind kleine Lerngruppen, eigene Experimentiermöglichkeiten, eine semiprofessionelle Ausstattung der Labore und ein Verständnis der Lehrer/Innenrolle auch als Mentor und Betreuer nötig. Die Schulmodelle mit einem Unterricht durch zwei Lehrkräfte

(z.B. in Skandinavien) sind gute Beispiele für eine optimale Betreuung der Schüler/Innen.

- eine frühe und kontinuierliche Vermittlung ist entscheidend, wobei zur Förderung zunehmend auch die Forderung zur Auseinandersetzung mit der Komplexität der MINT-Fächer kommt. Interdisziplinäre Aufgaben und Unterricht stärkt diese Entwicklung.
- Die Bedeutung von experimenteller und beruflicher Praxis liegt in der Ausbildung individueller Fertigkeiten und Fähigkeiten. Diese Talente bedürfen eines Vergleiches mit den realen Anforderungen in MINT-Berufen. Hierin liegt die soziale Funktion der Praktika-Angebote in Unternehmen. Diese Praktika müssen deshalb konzeptionell auf die Berufsorientierung von Jugendlichen zugeschnitten sein und unter professioneller Anleitung erfolgen. Im Vergleich zwischen antizipierten Selbstbild von MINT-Kompetenzen mit realen Bedingungen der MINT-Berufe liegt ein wesentlicher Faktor der Studien- und Berufswahl begründet.
- experimentelle Praxisangebote und Projektarbeit sind adäquat für eine anwendungsorientierte MINT-Vermittlung, in denen auch deren Interdisziplinarität zum Ausdruck kommt. Der „Ernstcharakter“ (TheoPrax) der Angebote ist hierbei wiederum von Bedeutung. Gemeint ist die alltags- oder berufsbezogene Auswahl der Objekte und Ziele. Ähnlich wie die Symbolik der semiprofessionellen Ausstattung der Lernorte soll dadurch die individuelle Herausforderung als Teil der Förderung verdeutlicht. Hierfür sind Kooperationen mit Unternehmen und Forschungsinstitutionen wichtig.
- Die Talentförderung ist zu ergänzen durch eine allgemeine Interessenförderung und die Vermittlung eines generellen, modernen Verständnisses von MINT, insbesondere für das Technikverständnis trifft dies zu. Hierin liegt der Schlüssel für die Akzeptanz dieser Berufe und ihrer „Produkte“ bei anderen Personen.

## **Aufgaben der Wissenschaft**

Dem MINT-Begriff ist ein hoher interdisziplinärer Inhalt immanent. Diese Interdisziplinarität (z.B. Bionik u.a.) ist bisher aber noch wenig ausgearbeitet. MINT kann nicht die Parallelität der einzelnen Fächern bedeuten, sondern stellt die Frage nach einem neuen Fächermodell, in dem die tradierten Naturwissenschaften, die neuen Technologien und die beiderseitigen mathematischen Grundlagen zum Ausdruck kommen.

Den deutschen Spezifika hinsichtlich der hohen Genderasymmetrie, der geringen Bildungsintegration niedriger sozialer Schichten und von Personen mit Migrationsbiographien sowie den hohen Bedarf durch die prosperierende Wirtschaft stehen einige gemeinsame Entwicklungen mit anderen Ländern gegenüber. So steigt der Fachkräftebedarf in allen Hochtechnologiestandorten, der demographische Faktor wirkt in vielen Staaten negativ und auch die Bildungsdebatte zur Didaktikreform findet sich in vielen Staaten.

Diese Gemeinsamkeiten reflektieren einen sozio-kulturellen Wandel im Verständnis von Natur- und Technikwissenschaften als gleichberechtigte Systeme mit eigenständiger Didaktik und Grammatik. Diese Technikemanzipation von den Naturwissenschaften und die damit verbundene basale Technikkompetenz und Technikmündigkeit als Bildungsaufgabe hat in vielen Staaten erst begonnen. Sie ist aber Voraussetzung für die individuelle Akzeptanz und von Akzeptabilität (individuelle Zustimmung zu gesellschaftlichen Innovationen bei persönlicher Ablehnung) von Innovationen in modernen Gesellschaften. Je mehr Innovationen in der Gesellschaft stattfinden, umso wichtiger wird diese Bildungsaufgabe. Die Technikkompetenz bezieht sich auf gesellschaftlich weitgehend akzeptierte und etablierte Techniknutzungen in Alltag, Freizeit und Beruf (PC-Software, Internet, Unterhaltungselektronik, Infrastruktur der Daseinsfürsorge). Da Technikbildung sich auch über technische Medien vollzieht, ist deren Nutzung als Informations- und Datenbasen ein wichtiger Teil zukünftiger Technikmündigkeit. Hierin kommt Technik als reflexives, dynamisches soziales System zum Ausdruck.

Wissens-, Lern- und Alltagskultur haben sich in verschiedenen sozialen Systemen entwickelt und entkoppelt. Beispielsweise haben finnische Schüler/innen mithin die besten Ratings bei OECD Leistungstests, aber zugleich äußern sie auch ein sehr geringes Interesse an MINT-Berufen und Studiengängen, ähnliche in Dänemark und Frankreich. Bei der Aufgabe des PUSH-Programmes neue wissenschaftliche Erkenntnisse attraktiv zu vermitteln, zeigten sich nur hinreichende Erfolge, selbst in Staaten mit langen Traditionen der öffentlichen Wissensvermittlung wie Großbritannien. Die Zusammenführung der verschiedenen Kultursysteme im Bildungssystem ist eine der großen Herausforderungen moderner Bildung in vielen umfassend technisierten Gesellschaften.

Zunehmend wird Forschung interdisziplinär wie anwendungsorientiert, d.h. die meisten Forschungsaufträge resultieren aus einem gesellschaftlichen Auftrag bspw. zum Ausbau und Effizienz erneuerbarer Energien, Datenschutz oder E-Mobility bzw. wirtschaftlichen Nachfragen nach Unterhaltungs- und Kommunikationstechnologien. Die interdisziplinären Anteile in der Forschung nehmen zu.

Die ROSE-Studie belegt eindrucksvoll die Bedeutung des kulturellen Kontextes für das Image von Wissenschaftsberufen. In Gesellschaften mit sich entwickelnder Volkswirtschaft auf Basis technischer Innovationen wird Wissenschaft deutlich positiver bewertet als in hochtechnologisierten Gesellschaften. Zudem verstärkt dies ihre oftmals vorzufindende dominante Assoziation zur Wirtschaft. Dadurch wird sie von konjunkturellen Verläufen oder einzelnen Leitbildern und Leitinnovationen abhängig. Das Fallbeispiel Deutschland demonstriert einerseits diese historischen Entwicklungslinien von Technik wie auch die Risiken einer starken Wirtschaftsanknüpfung von Technik in Form konjunkturellen Abschwünge beim Image und Akzeptanzproblemen. Es ist eine Kunst der Moderne, diese frühen technischen Funktionalitäten von Technik in ihren sozio-kulturellen Kontext von Beteiligungskonventionen, Innovationsdiskursen und Beitrag für Wohlstand zu überführen.

---

Konventionen zum gesellschaftlich erwünschten und antizipierten Fortschritt gewinnen für die Forschungsprogramme an Bedeutung, ebenso dezentralisieren sich einige ehemalige Systemtechnologien in innovative Individualtechnologien (z.B. Solarenergie vs. Großkraftwerke). Andere Technologien und Naturwissenschaften (z.B. Bio- und Gentechnik) tangieren ethische Grundfragen der gesellschaftlichen Kultur. Dadurch gewinnen Formate der Bürgerbeteiligung zu Risiken, Chancen und Akzeptanzbedingungen von innovativen Technologien an Bedeutung. Vorbildhafte Programme finden sich in Großbritannien (GM- und NanoNation) wie auch in Amerika (AmerikaSpeaks) und in Deutschland (Future-Programm). Sozialwissenschaftlichen Programme zur MINT-Folgenabschätzung mit Bürgerbeteiligung sollten ausgeweitet werden, da das Innovationspotenzial durch etliche Systemwechsel im Energie-, Kommunikations- und Unterhaltungssektor ansteigt.

Der Forschungsbedarf lässt sich von daher wie folgt definieren:

- Auf- und Ausbau gesellschaftlicher Dialoge über MINT-Folgen für die Gesellschaft, wobei hier vorrangig Technologien (Risiken) und Naturwissenschaften (Ethik) betroffen erscheinen. Es finden sich hierzu vielfältige Initiativen, so dass auch deren Koordination als zusätzliche Aufgabe hinzu kommt.
- Erstellen einer Konvention zur Bestimmung basaler Technikkompetenzen als Lernziele in der Allgemeinbildung. Dies ist von wissenschaftlichen Akademien zu erarbeiten und sollte neben der fachlichen Förderung auch Module zum sozialen Sinngehalt, sozialen Funktionalitäten und zum modernen Technikverständnis beinhalten.
- die interdisziplinäre Bedeutung des MINT-Begriffes muss in wissenschaftlichen Diskursen geklärt werden. Zentrale Fragen sind hierbei, inwieweit Technik und Ingenieurwissenschaften sich unterscheiden und in welchem Verhältnis die MINT-Disziplinen zueinander stehen.
- Nach skandinavischem Vorbild sind konstruktive Evaluationen von Schulen sinnvoll, um eine nationale Best Practice

von Unterrichtsweisen zu erstellen und kompetenten Lehrkräften den Weg zur Lehrerausbildung an Hochschulen zu ermöglichen.

- In Evaluationsstudien sollten vorbildhafte Modelle, Projekte und Wettbewerbe überprüft werden auf ihre individuellen Lerneffekte und Möglichkeiten zur generellen Übertragbarkeit für Lehrpläne.
- sozialwissenschaftliche Studien und Diskursverfahren zum Mentoring der Entwicklung der Studiengänge und MINT-Angebote an Schulen sollten als Frühwarnsystem für Defizite in der MINT-Bildung und Mint-Studium eingesetzt werden.
- Die Umsetzung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse hinsichtlich fachlicher Erkenntnisfortschritte und hinsichtlich lerntheoretischer Erkenntnisse der empirischen Bildungsforschung verbleibt als Aufgabe der nationalen Akademien. Für die Umsetzung fachlicher Erkenntnisfortschritte finden sich gute Beispiele aus Schweden und Norwegen, z.B. durch Wanderausstellungen zu den Forschungsgebieten der jeweiligen Nobelpreisträger. Die Umsetzung lerntheoretischer Fortschritte stößt hingegen auch auf organisatorische Barrieren. Sie muss vor allem über die Lehrer/innenausbildung an den Hochschulen erfolgen. Hierfür empfehlen sich Bildungskommissionen, die jeweils die Lehrpläne und Ausbildungsziele überarbeiten.

## 5.8.2 Visionen

Die Debatte zur MINT-Bildung hat fast alle Industriestaaten erreicht und könnte in ihrer Tragweite weitaus mehr beinhalten als die Fragen zur effektiven MINT-Bildung in den einzelnen Staaten.

Mit dem Konzept der Technikemanzipation stellt sich die Frage neu, in welchen Verhältnis Naturwissenschaften und Technikwissenschaften in der heutigen Gesellschaft stehen wie auch zum Nachden-

---

ken über deren generelles Verständnis unter dem Vorzeichen kultureller Veränderungen. Eine Vielzahl neuer Disziplinen hat sich herausgebildet (Bionik, Bioverfahrenstechnik, Mechatroniker, Gentechnologie, Umwelttechnik(en), Digitaltechnik, Softwareengineering u.v.a.), die bislang nicht im Bildungskanon reflektiert werden.

Mit dem Konzept der Technikmündigkeit stellt sich die Frage zu individuellen Einstellungen zur Technik und den Möglichkeiten zur gesellschaftlichen Beteiligung an Innovationen. Dies tangiert die Partizipationstheorien wie auch die Debatte zur Bürgerbeteiligung als wesentliches Thema der Politikwissenschaften. Ebenso betroffen hiervon sind wirtschaftliche Aspekte zur Akzeptanz neuer Innovationen, die nicht nur über den Markt reguliert wird, sondern dann auch von gesellschaftlichen Konventionen und Restriktionen abhängig werden.

Für die MINT-Berufe stellt sich angesichts rapider Innovationsschübe und damit verbundenen schnellen Produktzyklen bei Innovationen die Frage zu veränderten Tätigkeitsprofilen in den Unternehmen. Ändern sich die klassischen tradierten MINT-Berufe? Bereits offensichtlich ist die zunehmende Ausdifferenzierung in den Studienangeboten, die sich wiederum noch nicht in den Berufsbezeichnungen, wohl aber bei Stellenausschreibungen wiederfinden. Ebenso nachgewiesen ist die Ausweitung der Ingenieur Tätigkeiten hin zu kundenorientierten Aufgaben (Service, Vertrieb, Produktionssektor). Die Berufsstruktur der MINT-Berufe steht durchaus auf dem Prüfstand.

Geht eine erhöhte Gendersymmetrie in den MINT-Berufen ebenso mit einer Veränderung der Tätigkeitsstrukturen einher? Gewinnen dadurch einige Berufe wieder verstärkt an sozialen Sinn und Gehalt und wird dies als Imageverbesserung auf diese Berufe reflektiert werden? Die vorliegenden Studien zeigen eine immanente Kritik von vielen MINT-Absolventinnen am Arbeitsstil und Tätigkeitsprofil auf, mitunter erscheint die Unvereinbarkeit von Beruf und Familien in MINT-Berufen dann nur als Anlass ungeliebte Berufe endlich verlas-

sen zu können. Der Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften konnte hierzu nachweisen, dass die männlichen Ingenieure und Studierende überdurchschnittlich frauendiskriminierenden Stereotypen anhängen. Die Berufe polarisieren so bestehende Ungleichheiten und erneuern diese beständig. Andere Studien zeigen auf, dass bei einer bestimmten „kritischen Masse“ diese Diskriminierung durchbrochen werden kann. Ist die Rückgewinnung kultureller Symbolik und sozialen Sinns in MINT-Berufen ein Ergebnis der besseren Gender-symmetrie?

Diese Aspekte sollen einen Ausblick geben, auf die Spannbreite der Diskussionen und Themen, die durch die MINT-Bildung als Bestandteil des sozio-kulturellen Systems einer Gesellschaft möglich werden können und ggf. die derzeitige Forschungspraxis anleiten können.

## 5.9 Literatur

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 Technikenachwuchs MoMoTech. In: acatech berichtet und empfiehlt Nr. 5, Seitenumfang.

acatech/VDI 2009: Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Ergebnisbericht. München/Düsseldorf.

Eckerle, Konrad/Weidig, Inge/Limbers, Jan 2002: Mittel- bis langfristiger Bedarf an Ingenieuren im deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Basel: Prognos AG.



- 
- Egeln, Jürgen/Heine, Christoph 2005: Indikatoren zur Ausbildung im Hochschulbereich. Studien zum Innovationssystem Deutschlands, Nr.4/2005. In: ZEW Dokumentation 05/01, Seitenumfang.
- Eurostat 2008: Ältere Humanressourcen in Wissenschaft und Technik. In: Statistik kurz gefasst – Wissenschaft und Technologie 26, Seitenumfang.
- Evanschitzky, Petra 2009: Forschendes Lernen – selbstbestimmt und interessengeleitet. Vortrag im Rahmen der internationalen Fachtagung Sprache 2009. In: [www.heidenheim.de/fileadmin/gb50/fachtagung2009/Evanschitzky\\_Kernfolien\\_HDH.pdf](http://www.heidenheim.de/fileadmin/gb50/fachtagung2009/Evanschitzky_Kernfolien_HDH.pdf), zugegriffen am 10.02.2010.
- Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingenieurs 2010: More Engineers for Europe. In: FEANI News. The European Engineers Publication Issue 6/2010, Seitenumfang.
- Feller, Carola/Stahl, Beate 2005: Qualitative Anforderungen an die Ingenieurausbildung und die künftigen Bachelor- und Masterstudiengänge. Frankfurt/Main: Impuls-Stiftung.
- Verfasser 2011: Was ist ein guter Lehrer? In: Geo 02/11, Erscheinungsdatum, 24-48.
- Karafyllis, Nicole C. 2009: Homo Faber / Technik. In: Bohlken, Eike/Thies, Christian (Hrsg.): Handbuch für Anthropologie. Der Mensch zwischen Natur, Kultur und Technik. Stuttgart: Verlag J. B. Metzler, 340-344.
- Kirschner, Paul/Sweller, John/Clark, Richard 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), 75-86.
- Minks, Karl-Heinz 2005: Kompetenzen für den globalen Arbeitsmarkt: Was wird vermittelt, was wird vermisst? In: Grüneberg, Jürgen/Wenke, Ingo-G. (Hrsg.): Arbeitsmarkt –

Elektrotechnik – Informationstechnik. Berlin/Frankfurt am Main: VDE Verlag, Seitenzahlen.

OECD 2008a: Measuring Improvements in Learning Outcomes. Best Practice to Assess the Value-Added of Schools. Paris: OECD.

OECD 2009a: Evaluating and Rewarding the Quality of Teachers. International Practices. Paris: OECD.

OECD 2009b: Education Today - The OECD Perspective. Paris: OECD.

OECD 2010a: Recognising Non-Formal and Informal Learning: Outcomes, Policies and Practices. Paris: OECD.

OECD 2010b: Pisa 2009 Results: Overcoming Social Background. Equity in Learning Opportunities and Outcomes. Vol. II. Paris: OECD.

OECD 2010d: Pisa 2009 Results: Learning Trends. Changes in Student Performance Since 2000. Vol. V. Paris: OECD.

Olson, Mancur J. 1971: The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups (Revised edition ed.). Harvard University Press.

O. V. 2011: ecsite.com. In: <http://www.ecsite.com>, zugegriffen am 11.12.2011.

O. V. 2011: Das MINT-Meter. In: <http://www.mintzukunftschaften.de/das-mint-meter-20.html>, zugegriffen am 17.08.11.

POLLEN 2007: Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future Europe. European Commission, Brüssel.

Prenzel, Manfred/Stadler, Matthias 2009: Von SINUS lernen! In: Bildung SPEZIAL Nr. 4(1), 26-27.

Prenzel, Manfred/Reiss, Kristina/Hasselhorn, Marcus 2009: Förderung der Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen. In: Milberg, Joachim (Hrsg.): Förderung des Nachwuchses in

---

Technik und Naturwissenschaft. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern. acatech diskutiert. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 15-61.

Renn, Ortwin/Pfenning, Uwe 2010a: Was machen Andere anders – was machen Andere besser? Wissenschafts- und Technikbildung in Deutschland und dem europäischen Ausland. In: Die Akademie am Gendarmenmarkt 2010/11, 49-54.

Renn, Ortwin/Pfenning, Uwe 2010b: Die Attraktivität technischer Studienfächer und Berufe. In: Junior-Ingenieur-Akademie. Ein Modellprojekt für die gymnasiale Mittelstufe zur Förderung des naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchses. Bonn: Deutsche Telekom Stiftung, 24-48. ???

Schölling, Markus 2005: Soziale Herkunft, Lebensstil und Studienfachwahl eine Typologie. Frankfurt, Berlin: Verlag Peter Lang.

Sjoeberg Svein/Schreiner, Camilla 2005: Young People and Science. Attitudes, Values and Priorities, Evidence from the ROSE Project. Keynote Presentation at EU's Science and Society Forum 2005. Brussels, March 8-11, Session 4: Fostering diversity, inclusiveness and equality in science. IN: <http://ils.uio.no/forskning/rose>, zugegriffen am DATUM!!!

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

Siehe Feller, Carola. VDE 2010: Ingenieurinnen und Ingenieure der Elektrotechnik/Informationstechnik. Trends, Studium und Beruf. Offenbach/Frankfurt am Main: VDE Verlag.

VDI 2007: Ingenieurmangel in Deutschland – Ausmaß und gesamtwirtschaftliche Konsequenzen. Studie erstellt vom Institut der Deutschen Wirtschaft im Auftrag des VDI. Düsseldorf: VDI-Verlag.

VDI 2011: Ingenieurstudie Deutschland. Ergebnisbericht. Düsseldorf:  
VDI-Verlag.

---

## 6 MINT-Forschung und Sozialwissenschaften

Uwe Pfenning

Publikationen zum Fachkräftemangel in MINT-Berufen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) und die mit ihm verbundenen Risiken für die als Hochtechnologiestandort geltende und exportorientierte deutsche Volkswirtschaft sind inzwischen Legion. Ebenso finden sich viele Förderprojekte<sup>17</sup> und inzwischen auch eine stattliche Anzahl von Studien. Wenn man all diese Literatur und Forschung in aller Ruhe wissenschaftlich Revue passieren lässt, sind die Schwerpunkte und Defizite auszumachen.

So dominieren in der Literatur eindeutig Broschüren und Werbeschriften einzelner Programme und Projekte, gefolgt von Schriften der einschlägigen Verbände (VDE 2010; VDI 2011; FEANI 2001, 2010a, 2010b u.v.a.) und Akademien (acatech, BBAW). Eher selten finden sich Evaluationsstudien und Übersichtsartikel bzw. wissenschaftliche Reviews. Dies ist ein erster Hinweis auf eine mangelnde Reflexion des Forschungsstandes in vielen Modellprojekten und Initiativen und nährt die Kritik eines ungezielten Aktionismus auf breiter Projektfront der MINT-Bildung und Förderung! Diese Projektlandschaft an Modell- und Förderprojekten findet seitens der Politik große Anerkennung, Lob

---

<sup>17</sup> So identifizierte das Forschungsteam der Universität Stuttgart im Rahmen von MoMoTech bundesweit über 1.000 Modellprojekte (vgl. Kapitel 2.3, vgl. acatech 2011), VDI und VDE geben im zweijährigen Rhythmus Ingenieurberichte heraus, das Kompetenzzentrum für Diversity, Chancengleichheit und Technik gibt eine eigene Schriftenreihe zur Genderförderung im MINT-Bereich heraus und das IW Köln widmet das MINT-Meter der Indikation des Fachkräftemangels, die OECD verfasst eine internationaler Schriftenreihe zum Thema.

und mitunter auch Förderung (z.B. Haus der kleinen Forscher, Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften u.a.).

Soziologisch und politikwissenschaftlich ließe sich diese vielfältige außerschulische Projektlandschaft auch als latente Kritik an den Defiziten der MINT-Bildung im öffentlich-staatlichen Bildungssystem ansehen. Politikwissenschaftlich wegen der eigentlichen föderalen Kultushoheit der Bundesländer, soziologisch wegen der „teilweisen Privatisierung“ eines Teils der MINT-Bildung unter dem Primat der Fachkräfterekrutierung und Nachwuchsförderung. Die Aufarbeitung dieses Defizits ist wiederum relevant: Welche Strukturen und welches Verständnis von Allgemeinbildung bestehen in Politik und Schulverwaltung, wenn circa 30 bis 35 Prozent technisch interessierter Schüler eine Förderung ihrer Interessen und Talente ebenso verwehrt wird<sup>18</sup> wie der Anspruch der Gesellschaft auf technikmündige Bürger. Menschen, die in der Lage sind, aus eigenem Wissen und Einschätzungen über technische Innovationen zu entscheiden. Ein solches Abwehren sozial geteilter Bildungsinteressen ist nicht mit einem humanistischen Bildungsideal im Sinne eines Wilhelm von Humboldt vereinbar.

Inhaltlich ist ein bedeutsamer Themenwechsel zu verzeichnen. Das Thema Fachkräftemangel und volkswirtschaftlicher Bedarf wurde nach und nach mit Themen zur Nachwuchsförderung ergänzt. Es ließe sich heute vermuten, dass dieses Thema inzwischen mehr öffentliche Aufmerksamkeit genießt als der eigentliche Fachkräftemangel. Mit diesem Themenwechsel geht auch eine Änderung in den übergeordneten Forschungsanliegen einher, gewissermaßen von der Ökonomie zur Bildung. Aber auch die Effizienz der vielen Modellprojekte stellt eine Frage der Bildungsökonomie dar: Was sind die „Best-Practice“

---

<sup>18</sup> Für Sprachen und Naturwissenschaften liegt der Anteil im Übrigen unter diesem Durchschnittswert, bezogen auf die Ergebnisse des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften bei circa 3.000 Schülern überwiegend allgemeinbildender Schulen.

---

Vorzeigeprojekte und wodurch zeichnen sich diese aus? Was soll (am ehesten) gefördert werden mit den knappen Mitteln der Stiftungen und der öffentlichen Hand?

Einen besonderen Stellenwert im thematischen Ranking nehmen die Frauenthemen ein. Denn die Genderasymmetrie in technischen Berufen ist scheinbar offensichtlich. Marginale Anteile von >6 Prozent in der E-Technik und circa >12 Prozent im Maschinenbau als dominante Berufsbranchen sprechen eine deutliche Sprache. Dass der Frauenanteil dennoch insgesamt bei circa 21 Prozent liegt, ist vor allem Nischen wie der Medizin- und Umwelttechnik, der Biologie und „artverwandten“ Technologien (Bionik, Bioverfahrenstechnik) sowie der Optik zu verdanken (vgl. Schreyer 2008; Pfenning et al. 2011; Pfenning/Renn 2009). Ebenso ist die Institutionalisierung dieses Forschungsgebietes in ein Kompetenzzentren<sup>19</sup> ein Indikator für einen besonderen Stellenwert des Themas „Frauen und Technik“ (vgl. Godfroy-Genin 2010; Ihsen et al. 2009; Heinrich/Rentschler 2003; Schwarze 2003, 2007; Pfenning et al. 2003; Hiller 2010; Steinbrenner et al. 2005).

Dass sich gerade Sozialwissenschaftler mit dem Thema Fachkräftemangel in MINT-Berufen intensiv beschäftigen, wie auch die Tatsache, dass dieser spät erkannt wurde, sind ebenso ein Fingerzeig auf eine mangelnde gesellschaftliche Reflexion dieses Berufsstandes. Offensichtlich hatten sich – die Verbände, wie VDI und VDE, oder einige Unternehmensverbände ausgenommen – viele Ingenieure und Naturwissenschaftler so sozial abgekoppelt, dass selbst die Entwicklung der eigenen Branche nicht verfolgt wurde. Soziologen, die der Systemtheorie anhängen, würden hier von einem (ab)geschlossenen System mit eigener Logik und eigenen Codes sprechen. Diese Abgeschlossenheit wird jedoch noch viel kritischer, wenn es um gesellschaftliche Zusammenhänge, Folgen, Chancen und Risiken von Technik und Naturwissenschaften geht. Nicht von

---

<sup>19</sup> Dies indiziert insgesamt eine konzeptuelle und offene Aufarbeitung der Genderasymmetrie (<http://www.kompetenzz.de/>).

ungefähr beklagt Heinz Duddeck (1999) deshalb die Sprachlosigkeit der Ingenieure in der Moderne. Umgekehrt ließe sich auch formulieren: Die Gesellschaft versteht ihre Ingenieure nicht mehr.

Aus sozialwissenschaftlicher Sicht ergeben sich somit viele Ansatzpunkte für die Auseinandersetzung mit dem Fachkräftemangel und der Nachwuchsförderung. Für Erstgenanntes geht es um die Deckung und Rekrutierung qualifizierten Fachpersonals. Dies entspricht einer gezielten Talentförderung in den Bildungsinstitutionen. Für Zweitgenanntes sind die zentralen Konzepte Technikinteresse, Technikbildung, Techniksozialisation und Technikmündigkeit. All dies sind Prozesskomponenten einer individuellen Technikbiografie, deren Verortung sich in der Bildungskette findet. Prozess bedeutet hierbei aneinander anschließende, altersgerechte inhaltliche und didaktische Angebote. Und es gibt viele Akteure, die auf diesen Prozess Einfluss nehmen.

## **6.1 Die soziale Arena der MINT-Akteure**

Aus gesellschaftlicher und individueller Sicht ist es gut, legitim und nützlich, wenn es möglichst viele Angebote zur MINT-Bildung gibt. Es ist gut, weil damit interessierten Jugendlichen und Kindern überhaupt Angebote zur Beschäftigung mit MINT zur Verfügung stehen. Es ist legitim, dass sich viele Engagierte, zumeist ehrenamtlich, hierfür einsetzen, weil die Diversität und Varianz in den Angeboten wichtig ist für die höchst unterschiedlichen Motive und Interessen der Kinder und Jugendlichen bezüglich MINT. Erst bei der Nützlichkeit und Effizienz scheiden sich die Geister und die Wissenschaft ist gefordert, hier ihre Kompetenz einzubringen. Dies um a) eine Best-Practice-Analyse zu bewerkstelligen. Hierfür sind valide Evaluationsstudien ebenso unumgänglich wie die Klärung wichtiger Konzepte für eine MINT-Bildung und ein gemeinsames MINT-Verständnis, b) eine Parität zwischen kleinen oder ungewöhnlichen Förderprojekten ohne Förderung, geringer



---

Vernetzung und wenig Lobby und großen Förderprojekten mit vielen Sponsoren und viel Lobby zu gewährleisten. Die Qualität der Förderprojekte darf sich nicht nach dem politischen, wissenschaftlichen oder wirtschaftlichen Einfluss ihrer Träger richten und um c) die Sichtweisen aller Zielgruppen einzubringen. Zu den kritischen Punkten a) und b) finden sich in diesem Sammelband die Beiträge von Marlen Schulz und Sylvia Hiller. Dieser Beitrag widmet sich dem Punkt c): Den Perspektiven der Zielgruppen.

In der sozialen Arena der MINT-Förderung tummeln sich Akteure, die zwischen legitimen Eigeninteressen, gesellschaftlichen Intentionen und objektiven Funktionen für MINT-Bildung und Berufe wandern. Es ist eine Aufgabe der Wissenschaft, deren Interessen zu systematisieren und auf Zielkonflikte widerstreitender Interessen hinzuweisen wie auch eventuell latente Funktionen für die MINT-Förderung aufzuzeigen, positive wie negative. Dazu zählt z.B., dass scheinbar vollkommen im gesellschaftlich akzeptierten Umfeld agierende soziale Akteure, wie Ehrenamtliche oder Schulen durchaus Eigeninteressen haben, die nicht immer offengelegt werden. Unternehmen wiederum setzen sich engagiert mit Fördergeldern und Stiftungen für die Nachwuchsförderung ein, forcieren aber andererseits die konsumtive Nutzung von Technik mit Produktinnovationen, die wissenschaftlich als eine der Ursachen der Entkoppelung von Technikverständnis und Technikberufen thematisiert wird. Durch „Jugendwahn-Syndrom“ im Personalmanagement vor allem größerer Unternehmen war selbst in Zeiten eines zunehmenden Fachkräftemangels die Arbeitslosigkeit von Ingenieuren mit 50 bis 60.000 betroffenen Menschen außerordentlich hoch, u.a. prozentual höher als bei Sozialwissenschaftlern. Heute sind viele ältere Ingenieure wieder im Erwerbsleben und es herrscht Vollbeschäftigung<sup>20</sup>. Der Jugendwahn

---

<sup>20</sup> Ein positives Beispiel antizyklischen Personalmanagement ist die Firma Fahrion, die frühzeitig das Potenzial älterer Ingenieure erkannte und gezielt diese Fachkräfte wieder einstellt. Ein vorausschauendes Moment im

erwies sich als gravierender Managementfehler in Zeiten hoher Nachfrage nach MINT-Fachkräften.

Finanzkräftige Stiftungen wiederum verfolgen eigene Forschungsschwerpunkte ohne Abstimmung mit wissenschaftlichen Forschungsinstitutionen und wenig Reflexion des Wissensstandes über gute Wege zur MINT-Förderung. Damit wird eine Förderlandschaft abseits wissenschaftlicher Bemühungen um eine Best-Practice-Analyse forciert (oftmals sicherlich unintendiert). Viele auf solche Art unterstützten Förderprojekte mutieren zu Modellprojekten eigener Prägung, oftmals ohne pädagogisch-didaktisches Konzept und ohne Evaluation der avisierten Effekte pro MINT-Interesse. Viele dieser Projekte sprechen von Interessenförderung in MINT-Disziplinen, tatsächlich geleistet wird aber eine oftmals sehr gute Talentförderung. Interessen- und Talentförderung bedingen jedoch sehr unterschiedliche pädagogische und didaktische Konzepte. Ein weiteres Defizit der MINT-Förderung.

In den Schulen wird Technikunterricht vielerorts ohne entsprechend ausgebildete Technikfachlehrer vermeintlich praktiziert. Gilt aber, dass Technik eine eigenständige Didaktik erfordert, tun sich hier unmittelbar Defizite der MINT-Förderung auf. Physik ist keine Technik und Technik ist längst kein Appendix der Naturwissenschaften mehr (vgl. Karafyllis 2004, 2009). Und in Zeiten der Partizipation stellt sich auch die provozierende Frage: Wer bestimmt eigentlich die Lehr- und Lerninhalte eines MINT-Unterrichts? Pädagogen, Fachdidaktiker, oder gar Schüler?

Diese Auflistung von Zielkonflikten, latenten und manifesten, direkten und indirekten, ließe sich mit einiger Brisanz und Provokation fortsetzen. Dies ist aber nicht Gegenstand dieses Beitrages. Wichtige Botschaft an dieser Stelle soll nur sein, dass die latenten Zielkonflikte durch wissenschaftliche Analysen aufgedeckt und einer sachlichen Kontroverse zugänglich gemacht und ebenso

die direkten und bekannten Zielkonflikte zwischen Akteuren thematisiert werden. Dies ist durch Diskursverfahren möglich.

**Tabelle 11: Akteure in der sozialen Arena der MINT-Förderung**

<b>Akteur</b>	<b>Eigeninteresse</b>	<b>gesellschaftliche Intention</b>	<b>wissenschaftlich interessante Konstrukte und Funktionen</b>
Verbände	Mitgliederrekrutierung, Berufslobby, politisches Mandat der MINT-Berufe	Aufklärung über Berufsprofile. Imagepflege der MINT-Berufe	Berufsattraktivität
Initiatoren Modellprojekte	Umsetzung einer Projektidee, Fördermittel rekrutieren	MINT-Förderung, i.d.R. Talentförderung Zuarbeit Schule durch partielle MINT-Bildung	Herausforderung für Schulen wg. Ausstattung und Didaktik, Kooperationspartner
Schulen	Profilbildung, Jahrgangsbreiten sichern <sup>21</sup> , Bestandschutz	MINT-Bildung, Vermittlung basaler und professioneller Kompetenzen, Interesse und Talentförderung	Techniksozialisation und allgemeine Technikbildung, Verwirklichung humanistischer Bildungsideale
Schüler und Studierende	Interessenbildung und -förderung, Talentförderung	passende Berufe finden und zur Verfügung haben	Technikmündigkeit und individuelle MINT-Bildung
Unternehmen	Bedarfsdeckung, Rekrutierung von Fachkräften, Produktinnovation	höhere Absolutenzahlen im MINT-Sektor, Produktakzeptanz	Tätigkeitsprofile als Teil der Berufsprofile, Personalmanagement, Konsum

<sup>21</sup> Die Jahrgangsbreite einer Schule ist die Anzahl der Klassen je Klassenstufe. Sie bestimmt über die finanzielle und personelle Ausstattung einer Schule. Angesichts des demografischen Wandels rückläufiger Schülerzahlen und knapper öffentlicher Mittel wird eine spezifische Profilbildung für Schulen im Wettbewerb untereinander immer bedeutsamer.

<b>Akteur</b>	<b>Eigeninteresse</b>	<b>gesellschaftliche Intention</b>	<b>wissenschaftlich interessante Konstrukte und Funktionen</b>
Stiftungen	Fördermittel sinnvoll verwenden, eigene Forschungsschwerpunkte umsetzen	Unterstützung wissenschaftlicher Forschung, Nachwuchsförderung für Unternehmen	Zuarbeit für wissenschaftliche Forschung
Hochschulen	Profilbildung, Steigerung der Studierendenzahlen, Drittmittelakquise, Forschungsniveau	Sicherung der akademischen Professionalität und Qualität der MINT-Berufe	akademisches attraktives Angebot für Talente
Wissenschaft und nationale Akademien	Forschung, Innovation, Didaktik, Effektmessungen, Programmevaluation	Empfehlungen für institutionelle Akteure, Umsetzung von Erkenntnissen in Lehrpraxis,	wissenschaftliche Politikberatung, Best Practice Auswahl, Interdisziplinarität

Die Einbeziehung der Zielgruppen, wie Schüler und Studierende, ist durch partizipative Verfahren möglich. Ein solcher Ansatz, das muss auch klar gesagt werden, stellt aber eine Machtfrage dar, weil bisher hierfür zuständige Institute, Gremien und damit auch Personen, diese Kompetenz nunmehr teilen sollen durch Abgabe (nicht Aufgabe!) ihrer Verantwortlichkeit. Die internationale ROSE-Studie von Svein Sjoeborg und Carola Schreiner belegt eindrucksvoll, wie sehr sonst „school science“ und „real science“ (gemeint ist die Alltagsnutzung von Technik) auseinanderklaffen können (vgl Sjoeborg/Schreiner 2005)<sup>22</sup>.

Die vorgestellte Übersicht gibt hierfür nur einen groben Rahmen vor. In der Realität sind die Interessenlagen je Akteursgruppe oftmals erneut auszudifferenzieren. Große und mittelständische

---

<sup>22</sup> Das Akronym ROSE steht hierbei für „Research about Occupations in Science Education“ und beinhaltet die einzige bisherige international Umfrage zum Image von MINT-Berufen und MINT-Bildung mit teilnehmenden Staaten von Afrika über Europa bis Asien.

---

Unternehmen haben mitunter unterschiedliche Interessenlagen. Beispielsweise reagierten Großunternehmen in der Rezessionsphase 1990/1991 mit Massenentlassungen von MINT-Fachkräften und der Nichteinstellung einer ganzen Absolventenkohorte. Im raschen konjunkturellen Aufschwung nach 1992/1993 wurden dem Mittelstand, der seine Fachkräfte in dieser Phase überwiegend hielt, diese gezielt abgeworben (vgl. Eckerle et al. 2002). Die damit verbundenen teilweise sehr hohen Gehälter und Privilegien sind heute wiederum Gegenstand der gewerkschaftlichen Position, die einen Widerspruch zwischen vermeintlichem Fachkräftemangel und gesunkenen Grundgehältern für MINT-Fachkräfte sieht. Soziologisch gesehen handelt es sich eher um eine relative Deprivation auf hohem Niveau der Gehälter und guten Karriereaussichten. Allerdings gilt für die privaten Unternehmen, wie vor allem auch für den öffentlichen Dienst beim Übergang der BAT-Tarife zum TVöD<sup>23</sup>, in der Tat eine lineare Absenkung der Einstiegsgehälter bei entsprechendem Beibehalten der Einkommensunterschiede zu anderen Berufsgruppen. Nach wie vor haben Ingenieure als Berufsanfänger mit die höchsten Gehälter (vgl. Pfenning/Renn 2009).

Für die eigene Wissenschaftsdisziplin sind ebenso unterschiedliche Interessen einzelner Fachwissenschaften zu registrieren. Technikdidaktiker, Technikpädagogen, Techniksoziologen und Technikphilosophen (i.e. technische sozialwissenschaftliche Berufe) haben m.E. durchaus einen Gesprächs- und Diskussionsbedarf über viele relevante MINT-Aspekte. So u.a. die Frage der Didaktikreform zur Ergänzung oder gar Ablösung formaler Lernstile durch neue Formen ko-konstruktiver Pädagogik (vgl. Stiftung Haus der kleinen Forscher 2009) und wissenschaftsbasierten offenen, informalen Lernstilen (vgl. POLLEN 2007; Prenzel/Stadler 2009a). Die technischen sozialwissenschaftlichen Berufe müssen untereinander die Konventionen zur Definition von Technik für eine Vermittlung in der Allgemeinbildung verhandeln sowie im Rahmen der empirischen

---

<sup>23</sup> Bundesangestelltentarif, Tarifverband öffentlicher Dienst

Bildungsforschung Fragen zur semiprofessionellen Ausstattung der Schulen klären, sofern sich Technik (und auch zunehmend Naturwissenschaften) zuvörderst durch technische Medien und damit selbst vermittelt. Hinzu kommt die Frage nach Lehreinheiten zum Verständnis des sozialen Sinns der Technik- und Naturwissenschaften (vgl. Minks 2004) für die Allgemeinbildung.

## **6.2 Das Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften (NaBaTech)<sup>24</sup>**

Primär geht es jedoch in diesem Beitrag um die Perspektiven und Einstellungen der Zielgruppen der MINT-Förderung und -bildung. Dies sind zuvörderst Schüler und Studierende, mitunter auch Kinder in der Elementar- und Primärbildung (Kindergarten und Grundschule). Es war beim Literaturstudium zum MINT-Thema auffallend, dass nur wenige Studien sich den Ansichten der Zielgruppen widmeten (vgl. Schomburg et al. 2001), obschon das BMBF um 1990/1991 entsprechende Studien förderte (vgl. Winkler et al. 2000). Durchaus mit bis heute aktuellen Ergebnissen. Entgegen statistischen Regeln und wissenschaftlichen Vorbehalten wurde so in neuerer Zeit aus aggregierten tabellarischen Daten von rückläufigen Studienanfängerzahlen (vgl. Fachserie Bildung des Statistischen Bundesamtes) unvermittelt auf zurückgehende individuelle Interessen geschlossen. Ein ökologischer Fehlschluss per se! Und nochmals gut 10 Jahre sollten vergehen, bis endlich diese oftmals unübersichtlichen amtlichen Daten mit im Übrigen erheblichen Problemen der Vergleichbarkeit im MINT-Meter des IW zu Köln endlich und dankenswerterweise zusammengefasst wurden (vgl.

---

<sup>24</sup> Das Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften wurde vom Forschungsteam der Universität Stuttgart konzipiert und von VDI und acatech als Träger beim BMBF beantragt und im Zeitraum 2008-2010 gefördert.

<http://www.mintzukunftschaften.de/das-mint-meter-20.html>). Aber auch dieses aktuelle Monitoring erlaubt keinen Rückschluss auf den Verlauf der individuellen Interessenlagen.

Deshalb war es längst überfällig, eine valide und umfassende Studie, wie das Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften (im Folgenden kurz: NaBaTech), zu den Ansichten der eigentlichen Zielgruppen über MINT-Fächer, -berufe und deren Aussichten zu initiieren. Idealerweise eingebettet in einen Projektverbund mit Evaluationsstudien zu Modellprojekten und ergänzenden Fallstudien zum Vergleich schulischer und außerschulischer Lernorte (LeMoTech I (BMBF-Förderung) und II (Robert Bosch Stiftung)) sowie eine große europäische Vergleichsstudie (vgl. Renn/Pfenning 2010a). Insofern stellt der Fachkräftemangel in MINT-Berufen einen Glücksfall für die empirische Bildungs- und Sozialforschung dar, weil umfassend in verschiedenen, aber aufeinander bezogenen Projekten statistische Entwicklungen, individuelle Ansichten und Einstellungen, wissenschaftliche Konzepte und verschiedene Methoden zur Validierung eingesetzt werden konnten. Dazu zählen u.a. Panelstudien, Synergien von qualitativen und quantitativen Erhebungen und Evaluationen von Effekten und Programmen.

## 6.2.1 Konzept, Ziele und Sinngehalt

Das Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften sollte als zentrale Zielsetzung die individuellen Aspekte und Akzente der MINT-Bildung und einer MINT-Berufswahl erfassen. Hierunter fallen die Förderung in der primären und sekundären Sozialisationsphase, generelle Motive der Studien- und Berufswahl und deren Passung zur Einschätzung von Eigenschaften der MINT-Studiengänge und Berufe. Es sollten intrinsische und extrinsische Motivlagen erfasst und gewichtet werden, ebenso das Selbstbild zu technisch-naturwissenschaftlichen Qualifikationen und Fähigkeiten. Von weiterem Interesse waren externe Einflüsse auf die individuelle Studienwahl hinsichtlich der oft diskutierten Lage am Arbeitsmarkt,

des Images der MINT-Berufe und der Gender(a)symmetrie. Denn nur wenn diese individuell wahrgenommen und zudem bewertet werden, können sie einen bewussten individuellen Effekt bewirken. Externe Einflüsse können aber auch über Stereotype latent wirken, z.B. über nicht hinterfragte Vorurteile zur Rolle von Frauen und Technik, in der Erziehung über den erlernten spielerischen Umgang mit Technik und Naturwissenschaften u.v.a.

Das Konzept des NaBaTech sah deshalb vor, in drei relevanten Zielgruppen Erwartungen und Erfahrungen zur MINT-Bildung, Studiengängen und Berufen zu erfassen:

- a) Schüler der 8.-13.Klassen (i.d.R. an Gymnasien) und ausgewählt nach Schulen mit und ohne Technikunterricht (n=3007),
- b) Studierenden der Ingenieurwissenschaften, differenziert nach Hochschultyp (Fachhochschule versus Universitäten) und innovativen versus klassischen Studiengängen, gepaart mit einer Kontrollgruppe (n=6484) und
- c) erwerbstätigen Ingenieuren und Naturwissenschaftlern, quotiert nach Geschlecht (wg. der Genderasymmetrie) und realisiert als Verbandserhebung bei technischen und naturwissenschaftlichen Verbänden (n=3607).

Trotz der hohen Fallzahlen sind die Erhebungen des NaBaTech nach statistischen Kriterien nicht oder nur sehr begrenzt als repräsentativ anzusehen. Zu komplex und geschichtet waren die jeweiligen Erhebungen wie auch die Hemmnisse für eine repräsentative Auswahl<sup>25</sup>. Allerdings lassen sich die hohen Fallzahlen nach dem Gesetz der großen Zahl durchaus als Ausdruck allgemeiner Effekte und Einschätzungen von Jugendlichen und Studierenden

---

<sup>25</sup> So war es wg. sehr hoher administrativer Auflagen nicht möglich, Schulen in allen Bundesländern an der Schülererhebung zu beteiligen. Auch die Erreichbarkeit von Ingenieuren über Verbände stellt eine Verzerrung dar, die aber pragmatisch kaum zu umgehen ist, denn eine repräsentative Zufallsauswahl mit vergleichbar hohen Fallzahlen von Ingenieuren aus einer Erwerbstätigenstichprobe hätte eine immense Fallzahl bedingt.



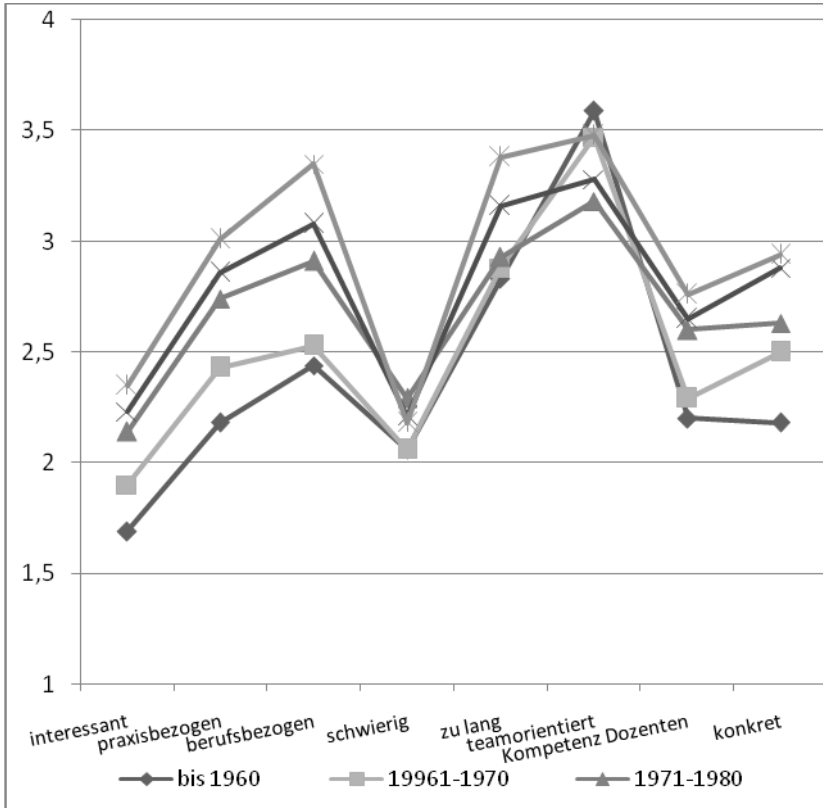
interpretieren. Mit dem NaBaTech gelang es, die Perspektiven und Einschätzungen der Zielgruppen in die Debatte der MINT-Bildung und Förderung einzubringen. Dies ist sein wahrer Sinngehalt. Das NaBaTech leistet aber auch eine wissenschaftliche Bestandsaufnahme des Forschungsstandes zu Theorien und Empirie der empirischen Bildungs- und Lernforschung und einen Vergleich aggregierter Statistiken und individueller Technikbiografien.

## **6.2.2 Resultate: Das Ende von Mythen und Legenden**

### **Mythos I: Das deutsche Bildungssystem ist Spitze**

Max Weber schrieb schon 1920 über die Entzauberung der Welt und das Ende von Mythen durch die wissenschaftliche Aufklärung. Heute scheinen sich die Agenturen der Entzauberung, i.e. das Bildungssystem, selbst entzaubert zu haben. Dennoch hielten sich einige Mythen über Generationen sehr stabil. Einer davon war der Glaube an die Qualität des deutschen Bildungssystems. Vor allen von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft immer wieder vertreten, ehe nach 2000 erste Kritik an der Ausbildungsfähigkeit und Studienqualifikationen von Abiturienten hörbar wurden. Es folgte der PISA-Schock in 90er Jahren mit den ersten wissenschaftlichen Bildungsevaluationen. Jetzt zeigen sich die Defizite im deutschen Bildungssystem immer mehr.

**Abbildung 5: Beurteilung der Studienqualität nach Abschlusskohorten 1900-2000**



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

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

Bereits das Ingenieurbarometer 2000 (vgl. Pfenning et al. 2002) zeigte auf, dass im Kohortenvergleich von Absolventen nach 1900 bis 2000 die Ausbildungsqualität des Studiums von Studentengeneration zu Studentengeneration immer schlechter beurteilt wurde. Vor allem der geringe Praxisbezug (Experimente, Umgang mit Geräten usw.), die

geringe Berufsbezogenheit sowie Kompetenz und Betreuung seitens der Dozenten wurden sehr kritisiert und werden im Zeitverlauf signifikant schlechter beurteilt. Dies ist ein Hinweis darauf, dass im deutschen Bildungssystem die seit Mitte der 60er Jahre geführte Fachdiskussion über „Inquiry Based Science Education“ (IBSE)-Ansätze und Didaktikreformen in Schulen und Hochschulen sowie in der Lehrer- und Dozentenausbildung versäumt wurde<sup>26</sup>.

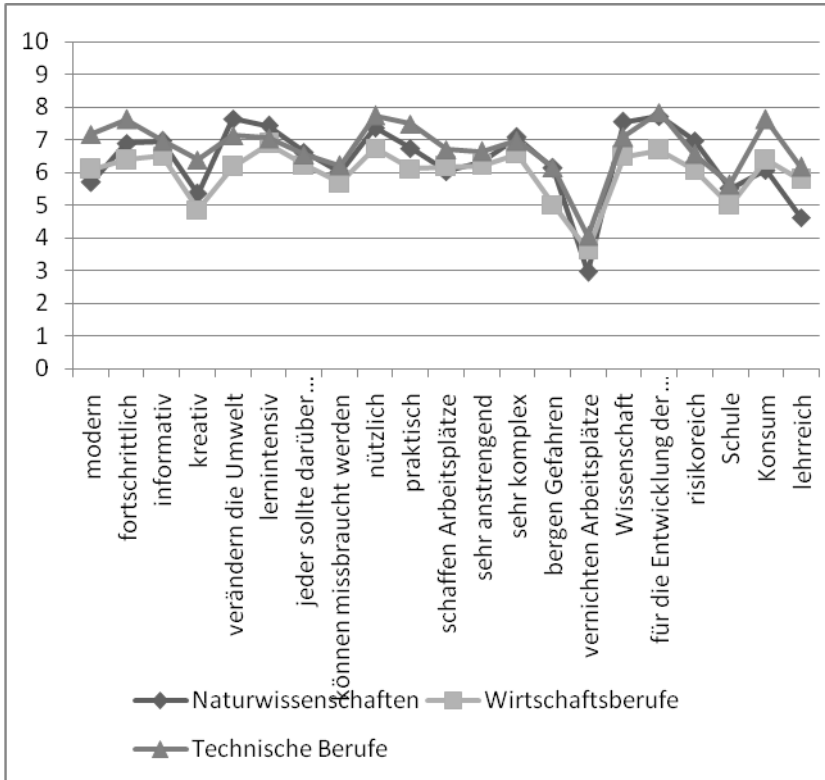
### **Mythos II: Das Berufsimago der MINT-Berufe ist schlecht**

Oftmals wird das geringe Interesse an technischen Studiengängen auf das scheinbar schlechte Image des Ingenieurberufes zurückgeführt. Die Resultate des NaBaTech können diese These nicht stützen. Im Gegenteil: Im Vergleich zum Zeitgeist-Beruf des Wirtschaftswissenschaftlers (gemeint ist die BWL-Kontrollgruppe) setzen sich naturwissenschaftliche und technische Berufe mehrfach positiv ab. Sie gelten als modern und fortschrittlich, eher kreativ, praktisch, aber auch als konsumtiv, herausfordernd bis schwierig sowie risikohaft. Insgesamt sind sich technische und naturwissenschaftliche Berufe ähnlicher als Wirtschaftsberufe, wobei bemerkenswert ist, dass Schüler Technik und Naturwissenschaften gleichermaßen als Wissenschaft ansehen und Technikberufe als moderner und progressiver gelten. Ein Effekt, der auf die Nutzung vieler elektronischer Medien im Alltag zurückzuführen ist.

---

<sup>26</sup> IBSE/IBSM steht als zusammenfassender Begriff für eine Vielzahl informaler Lernweisen und Vermittlungstechniken von Technik in Bildungsinstitutionen (vgl. POLLEN 2007)

**Abbildung 6: Imageprofile von ausgewählten Berufen bei Schülern**



Schülersample, Fallzahlen zwischen 1.900 und 2.600, Mittelwerte einer Skala 0 (trifft überhaupt nicht zu) bis 10 (trifft vollkommen zu).

Wie steht es im Vergleich dazu mit dem Image des Studiums? Gemessen an Erwartungen und Erfahrungen zeigt sich das Studium als eine Sollbruchstelle in den technisch-naturwissenschaftlichen Bildungsbiografien.

Die Ergebnisse für die Auswahl der Studierenden legen einen kritischen Blick auf das Imageprofil des Studiums nahe. Zwar sind sich die Studierenden der hohen Anforderungen und der großen Theo-

---

rielastigkeit bewusst, ebenso des Leistungsdrucks, hoffen aber in ihren Erwartungen auf einen Ausgleich durch Praxisnähe, Betreuung, Selbstständigkeit und mehr Zeit für sich. Die vergleichende Analyse von Erwartungen und Erfahrungen zeigt jedoch auf, dass weitgehend positive Erwartungen enttäuscht und negative Erwartungen verstärkt werden. Dies gilt insbesondere für die erhoffte Praxisnähe bei gleichzeitig wahrgenommener erhöhter Theorielastigkeit des Studiums. Zugleich vermindern sich auch die Erwartungen an den „Output“ des Studiums hinsichtlich des zu erwartenden Einkommens und der Sicherheit, später schnell einen angemessenen und eben gut bezahlten Job zu finden.

Generell sind die Erwartungen positiver als die konkreten Erfahrungen und es bleibt offen, ab wann diese Frustrationen in einen Studienabbruch oder -wechsel umschlage, aber sicherlich tragen diese wesentlich dazu bei. Es ist insofern mehr eine Kritik an den Hochschulen angebracht als Kampagnen zur Imageverbesserung der Ingenieurberufe, wie sie sich in PUSH<sup>27</sup>-Programmen oder Wissenschaftsdialogen wiederfinden. Die im Alltag erlebten konsumtiven Nutzungen wirken hier positiv nach und verleihen dem Ingenieurberuf einen sehr positiven Habitus bei den Jugendlichen (siehe Abbildung 5 und Tabelle 12, hohe Werte indizieren einen hohen positiven Stellenwert des Imageattributs)

---

<sup>27</sup> PUSH ist das Akronym für Public Understanding of Science and Humanities.

**Tabelle 12: Vergleich von Erwartungen an und Erfahrungen in Studium und Beruf**

	Erwartungen Studierende	Erfahrungen Studierende	Erwartungen alle Schüler	Erwartungen Schüler T-Berufe	Erwartungen Schüler N-Berufe	Erwartungen T+N-Berufe	Erfahrungen T+N-Berufe
weitgehend anonymer Massenbetrieb	4,59	3,89	3,04	3,30	3,05	4,36	4,17
gute Betreuung durch Dozenten	6,80	6,22	5,22	5,34	5,32	6,25	5,84
mehr Selbstständigkeit für mein Leben	7,61	7,48	6,43	6,27	6,42	6,96	7,30
hohe Anforderungen an Wissen und Lernen	8,16	7,92	6,19	6,17	6,50	8,23	8,03
viel Konkurrenz unter den Studierenden	4,22	3,61	3,83	3,90	3,92	3,93	3,62
viel Praxisnähe im Studium	6,92	5,47	5,07	5,23	5,08	5,82	4,70
viel Theorie im Studium	7,22	7,28	5,21	5,04	5,27	7,38	7,72
hoher Leistungsdruck	7,23	7,04	5,23	5,07	5,40	6,82	7,04
neuer selbstständiger Arbeitsstil nötig	6,83	7,17	5,34	5,36	5,62	6,41	7,19
viel Teamarbeit	6,15	6,02	4,71	4,91	4,73	4,84	5,40
viel Lesestoff	7,17	6,55	5,60	5,36	5,74	6,79	6,74
viele Prüfungen	6,96	7,16	4,93	4,64	4,98	6,67	7,08
etwas mehr Zeit für mich	4,51	3,57	3,52	3,49	3,11	3,84	3,82
neue Leute kennenlernen	8,02	7,69	6,71	6,60	6,66	6,98	7,35
neue Stadt kennenlernen	5,76	5,55	5,97	5,57	5,58	4,75	5,09

hohes Einkommen im späteren Beruf	7,70	6,79	6,41	6,67	6,50	6,18	6,25
später einen sicheren Platz finden	8,26	7,35	6,50	6,86	6,67	6,97	6,59
hin und wieder benachteiligt zu werden	2,79	3,05	3,93	3,92	4,01	2,25	3,05

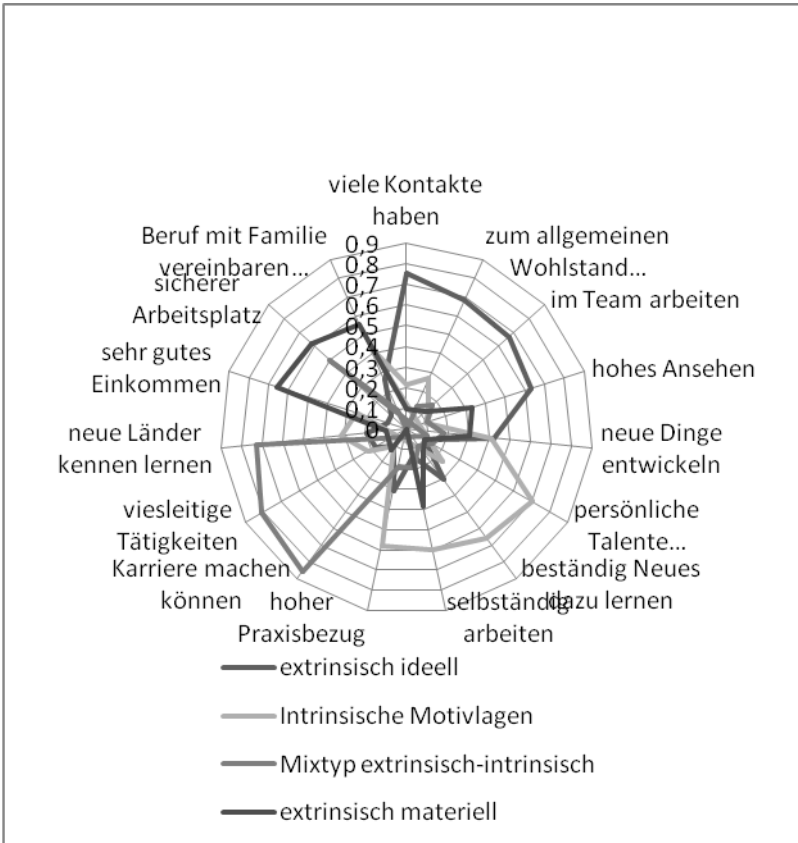
Arithmetische Mittelwerte einer Skala 0 (trifft überhaupt nicht zu) bis 10 (trifft vollkommen zu).

### **Mythos III: Ingenieurberufe unterliegen den „Schweinezyklus“ am Arbeitsmarkt**

Ingenieurberufe haftet das Vorurteil an, dass sich vor allem extrinsisch motivierte Studierende dort sammeln, die an einem hohen Einkommen, guten Aufstiegschancen und einem sicheren Arbeitsplatz interessiert sind. Damit verbunden ist die latente Annahme, dass Ingenieurberufe sich damit vornehmlich in ihren unternehmerischen, ökonomischen Kontext vermitteln. Die Analysen des NaBaTech zeigen ein sehr differenziertes Bild.

Neben den klassischen extrinsisch-materiellen Motivlagen findet sich auch eine Gruppe von Studierenden, die extrinsisch-ideelle Motivlagen sehr wichtig finden. Dazu zählen z.B. durch den Beruf neue Länder und Kulturen kennenlernen zu können oder vielseitige Tätigkeiten auszuüben. Diese Motivlagen sind vorbestimmt vom Rahmen des Tätigkeitsprofils und der Stellenausschreibung und werden von uns deshalb als extrinsisch klassifiziert.

**Abbildung 7: Motivlagen, Ergebnisse einer Faktorenanalyse bei Studierenden**



Faktorenanalyse, PCA, Varimax-Rotation, KMO =  $p < .0001$ , erklärte Varianz 58 Prozent, alle Kommunalitätswerte größer .50.

Daneben finden sich Gruppen intrinsisch motivierter Studierender, die ihr Talent einbringen wollen, lernbegierig sind und gerne selbstständig arbeiten möchten und eine Gruppe, in der neben extrinsischen Motiven zum Ansehen in der Gesellschaft sich auch Aspekte des sozialen Sinns (Beitrag zum allgemeinen Wohlstand),



Teamarbeit und Kontakte gesellen. Diese Motivlagen sind auch eher extrinsisch, aber gesellschaftsorientiert.

Die Konsequenzen dieses Resultats sind durchaus weittragend: Will man eine ideale MINT-Förderung erreichen, müssen demnach nicht nur Fachwissen und fachliches Interesse vermittelt werden, sondern auch die sozialen und gesellschaftlichen Effekte der Ingenieurberufe in die Förderung einbezogen werden. Das ist die didaktische und pädagogische Herausforderung für die Techniklehrer und Technikdidaktiker.

#### **Mythos IV: Technikbildung taugt nicht als Element der Allgemeinbildung**

In diesem Beitrag können die sozio-historischen Ursachen der bildungspolitischen Technikabstinenz nicht im Detail nachgezeichnet werden, weshalb nachfolgend nur die maßgeblichen Faktoren Erwähnung finden sollten. In Deutschland wird Technik nicht als soziales System verstanden, sondern mit ihren Anwendungen (i.e. Technologien) gleichgesetzt und damit weitgehend dem ökonomischen Sektor zugeordnet. Berufliche Kontexte in der Schule waren jedoch unter dem Primat der Unabhängigkeit von Schulen und dem humanistischen Bildungsideal stets umstritten. Unterstützt wurde dieses Primat durch alte Ergebnisse der Lernforschung bzw. Annahmen zum späten Ausprägen des kognitiven, intellektuellen Abstraktionsvermögens bei Schülern. Deshalb wurde Mathematik und Physik als Pforten für einen späten Technikunterricht betrachtet. Zudem galten historisch eher Sprachen als Zeichen kultureller Bildung und Identität. Hinzu kamen die in der Tat vorhandenen speziellen technischen Bildungsangebote, bspw. die technischen Oberschulen, aus denen sich zu Beginn der 70er Jahre die Fachhochschulen entwickelten.

Wichtig ist jedoch ein kritischer Diskurs auf Basis empirischer Ergebnisse über die Legitimität einer Technikbildung. Indikator 1 ist hierbei der Anteil technisch interessierter Schüler. Dieser liegt in der

subjektiven Einschätzung bei circa 30 bis 33 Prozent aller Schüler und rangiert leicht vor den Anteilen naturwissenschaftlich oder sprachlich interessierter Schüler. Dies ist ein hinreichender Anteil für die Einführung eines solchen Schulfaches bereits zum frühen Beginn der schulischen Laufbahn und legitimiert einen Technikunterricht als humanistisches Bildungsideal, verstanden als das Recht von vielen Kindern mit gleichen Interessen im öffentlichen Bildungssystem gefördert zu werden. Zumindest wird eine Ablehnung eines Technikunterrichts damit begründungspflichtig.

In modernen Gesellschaften kann eine Technikmündigkeit als Bildungsideal unterstellt werden, weil zunehmend schnelle Innovations- und Produktzyklen das Individuen vor die Frage von Nutzung, Akzeptanz und Akzeptabilität stellen. Dazu zählen oftmals Abwägungen von Risiken und Chancen und letztlich entscheiden Nutzungsquoten auch über den kommerziellen Erfolg von gleichen Technologien mit unterschiedlichen Produkten, die sich im wirtschaftlichen Wettbewerb befinden<sup>28</sup>. Dies trifft viele technisch-naturwissenschaftliche Innovationen, deren Anwendungen sich im gesellschaftlichen Diskurs und Widerstreit befinden, wie z.B. die erneuerbaren Energien, die grüne und rote Gentechnologie, die Nanotechnologie und die verschiedenen Hybridtechnologien bei neuen Kfz-Antrieben.

---

<sup>28</sup> Dazu zählen historisch bspw. die Wettbewerbe von Windows versus McIntosh.-Betriebssysteme, VHS versus Betasystem bei der (inzwischen ohnehin überholten) Videotechnik, CD, DVD und heute Bluerau, Wankel-versus Ottomotor, Glühbirne versus LED- oder Energiesparlampe u.v.a. Nicht immer setzten sich technisch überlegende Angebote durch, auch eine Frage der basalen Technikkompetenz und Technikmündigkeit.

**Tabelle 13: Nutzung technischer Geräte in Alltag, Freizeit und Konsum**

	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%

Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften, Schülersample, n=3007

Ein zweiter Indikator ist die Interpenetration von Technik in Alltag, Freizeit und Beruf, eben als Kulturgut der Moderne. Computerisierung, Elektronisierung von Kommunikation, Mobilität, Unterhaltungsmedien und Technologien in Küche und Haushalt kennzeichnen vor allem diesen Alltagsbezug von Technik. Ihre Nutzung ist umfassend, derweil interessengeleitete Technologien wie elektronische Musikinstrumente, Playstations oder Heimwerkerutensilien kaum über 20 Prozent Nutzungsreichweite hinaus kommen (siehe

Tabelle 13).

Die Entkoppelung von umfassender Nutzung und nachlassendem Interesse an technischen Berufen ist eines der Rätsel und markanten Widersprüche in Hochtechnologiestandorten wie Deutschland. Die Gründe hierfür sind das Fokussieren auf Systemtechnologien und weniger auf Alltagstechnologien bei der Vermittlung des dominierenden Technikverständnisses, die Kritik am Konsum ohne Bemühen um das Verstehen (didaktisches Fehlverständnis, weil sich moderne Technologien immer mehr durch Miniaturisierung und Abkapselung eines manuellen-sinnlichen Verstehens entziehen) und die fehlende Adaption moderner Technikleitbilder in der Technikvermittlung.

Gegen das wissenschaftliche Argument des späten Abstraktionsvermögens spricht derzeit die moderne Lernforschung an (vgl. Evanschitzky 2009; Ziefle/Jakobs 2009; Prenzel/Stadler 2009; Kirschner et al. 2006), die ein weitaus früheres Abstraktionsvermögen von Kindern postuliert. Dieses kann durchaus Folge veränderter Lernweisen sein, die durch technologischen Fortschritt Eintritt in die Köpfe und mentalen Systeme der Kinder erhalten hat. Technik vermittelt sich eben oftmals auch über technische Medien, zunehmend auch die Naturwissenschaften.

Und hier tritt der Begriff der Technikemanzipation als weiteres Argument einer humanistischen Bildung auf. Naturwissenschaften sind Bestandteil der Allgemeinbildung als es ihnen gelang sich als Erkenntniswissenschaft zum Erkennen, Verstehen und Erklären der Welt und Natur zu etablieren. Dazu kam es zu Beginn des 19. Jahrhunderts und mit vielen weiteren Erkenntnisgewinnen im 20. Jahrhundert schnell voranschreitend. Heute ist dies unstrittig. Heute kommt aber auch Technikwissenschaften diese Erkenntnisfunktion (neben der Gestaltungstechnik wie Maschinenbau usw.) zu. Moderne naturwissenschaftliche Erkenntnisse beruhen immer mehr auf technischen Errungenschaften, vom Hubble-Teleskop für Blicke in den Makrokosmos (und vielen neuen astromomischen Theorien zu dessen Entstehung und Expansion) über das Rastermikroskop für

Blicke in den Mikrokosmos der Atome (und der Bestätigung vieler Annahmen der Kernphysik) und der Suche nach den Higgs-Teilchen im CERN oder den Experimenten zur Verschränkung von Elektronen als Hinweis auf die Gültigkeit der Quantenphysik bis hin zur Mikropipette für gentechnische Versuche. Technik gestaltet und erklärt die Welt, ebenso wie die Naturwissenschaften. Diese Befreiung der Technik vom gestalterischen, final orientierten Appendix der Naturwissenschaften hin zur eigenständigen Wissenschaftsdisziplin mit Erkenntnisfunktion bezeichnen wir als Technikemanzipation (vgl. Karafyllis 2009).

### **Mythos V: In Deutschland herrscht Technikfeindlichkeit vor**

Ein besonders resistenter, langlebiger Mythos, neuerdings im Begriff der „German Angst“ gefasst. Empirische Anhaltspunkte finden sich hierfür kaum. Die Demoskopie und die sozialwissenschaftliche Erhebungen diagnostizieren zwar einen Wandel hin zu mehr ambivalenten, neutral-abwägenden Bilanzurteilen über die Technik, nicht aber zu einer Zunahme ablehnender Positionen in der Bevölkerung. Sozialwissenschaftliche Studien zeigen zudem auf, dass Jugendliche eher technophil bzw. technikaffin denn technophob sind in ihren Einstellungen. Die eigentlich notwendige Ausdifferenzierung nach einzelnen Technologien kann an dieser Stelle nicht geleistet werden. Jedoch gibt die Betrachtung der Interessengebiete Einblicke hierzu.

**Tabelle 14: Bilanzurteile zur Technikbewertung in Deutschland 1980-2002 (in %)**

Jahr	negative Technik-einstellung	ambivalente Technik-einstellung	positive Technikeinstellung
1980	16	7	63
1982	27	14	47
1985	28	14	48
1992	21	11	47
1997*	9	29	62
2002*	5	28	67

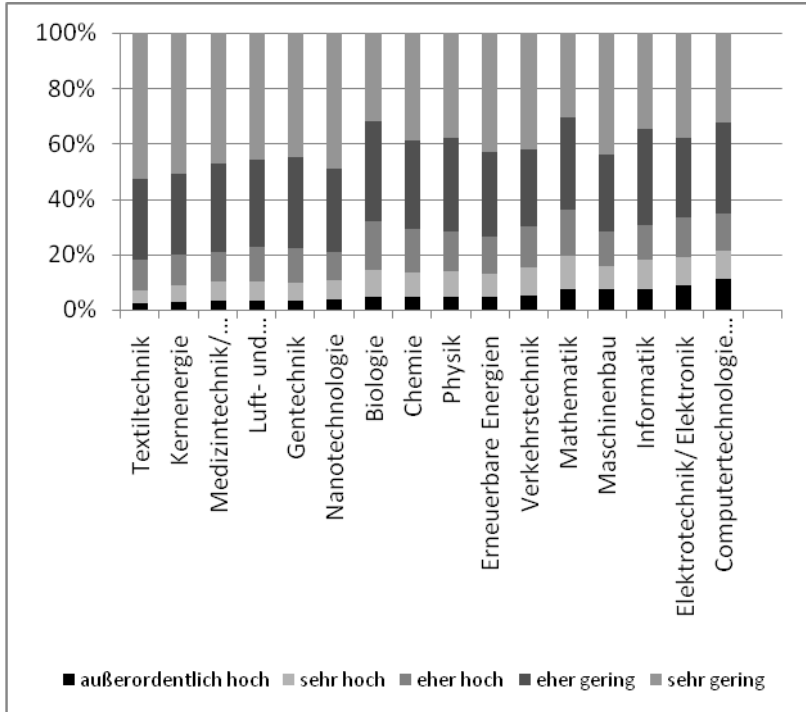
Quelle: TAB 2002, 1997: 21, \* veränderte Skalenabfrage mit fünf Antwortvorgaben, zuvor Angaben auf einer 7er Skala.

Auf Basis dieser Ergebnisse ist die These einer Technophobie in Deutschland in das Reich der Legenden zu verweisen.

### **Mythos VI: Jugendliche sind an Technik desinteressiert**

Die Initiatoren der MINT-Förderprojekte müssen sich vor dem Irrtum in Acht nehmen, dass nunmehr alle Jugendlichen zu technischen Talenten heranwachsen und all diese Talente Ingenieure werden wollen. Tatsächlich geht es zunächst primär um die Ausschöpfung der Talentquote auf Basis einer breiten und allgemeinen Interessenvermittlung zu MINT-Fächern, vor allem Technik und Naturwissenschaften. Im zweiten Schritt geht es dann um die Förderung dieser Talente hin zu einem attraktiven Studium und interessant erscheinenden Beruf.

**Abbildung 8: Interesse an ausgewählten Technologien und Naturwissenschaften**



Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 2009, Schülersample, n=3007

Die Ausschöpfungsquote ist relativ gering. Von den circa 30-33 Prozent technisch interessierter Schüler äußern nur circa 11 Prozent explizit einen technischen Berufswunsch. Gute 2/3 dieses Klientels ist zunächst nicht vom Ingenieurberuf angetan. Des Weiteren gilt, dass bei der Studien- und Berufswahl Technik- und Naturwissenschaften miteinander konkurrieren. Über 2/3 der Schüler haben mehrere Präferenzen im Kopf. Deshalb sind während der Schulzeit Berufspraktika relevant, auch um die antizipierten eigenen Talente in der beruflichen Praxis zu überprüfen (Selbstbild und Selbstwirksamkeit). Diese zunächst normativ aus Sicht der MINT-

Förderer enttäuschend geringe Potenzialausschöpfung erfordert mehr Anstrengungen zur attraktiven Technikvermittlung an Schulen.

Auf einer Liste mit 16 vorgegebenen einzelnen Technologien erreichte keine einzige einen höheren Anteil sehr hoch interessierter Schüler von über 35 Prozent. Am ehesten interessieren sich die Schüler noch für Informatik und Computer, selbst neue positiv besetzte Technikleitbilder, wie erneuerbare Energien, können jedoch nicht wesentlich beim jugendlichen Interesse punkten.

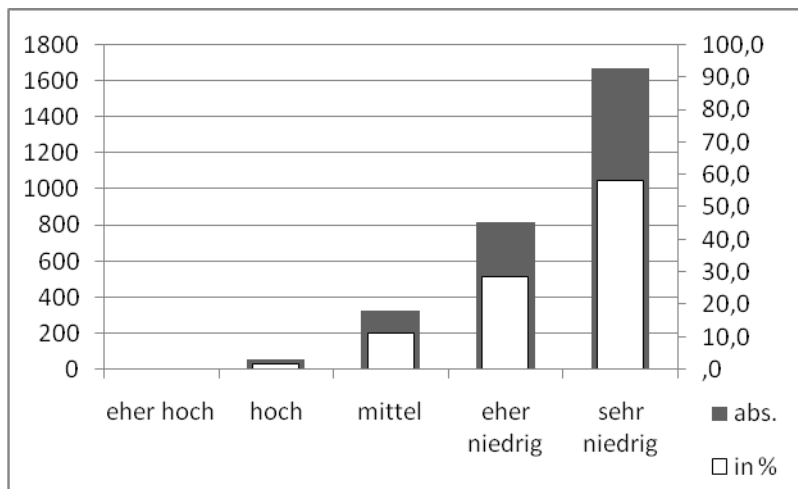
Fassen wir die Interessenlagen in einem additiven Index zusammen, wird erkennbar, dass das MINT-Interesse zudem jeweils sehr punktuell auf eine einzelne Technologie bezogen erscheint<sup>29</sup>. Kumuliert über das individuelle Interesse an allen Technologien hinweg reduziert sich der Anteil eines hohen Interesses an mehreren Technologien massiv. Damit ist die Frage der Vermittlung interdisziplinärer Zusammenhänge von Technologien untereinander und von transdisziplinären Kontexten zwischen Technik und Naturwissenschaften gestellt.

---

<sup>29</sup> Ein additiver Index fasst die zugeordneten gleichen Kategorien von mehreren Fragen zusammen (z.B. wie viele Jugendliche interessieren sich sehr für wie viele verschiedene Technologien). Abgebildet sind die absoluten Zahlen (linke Skala) und die Prozente für die Gesamtfallzahl (rechte Skala).



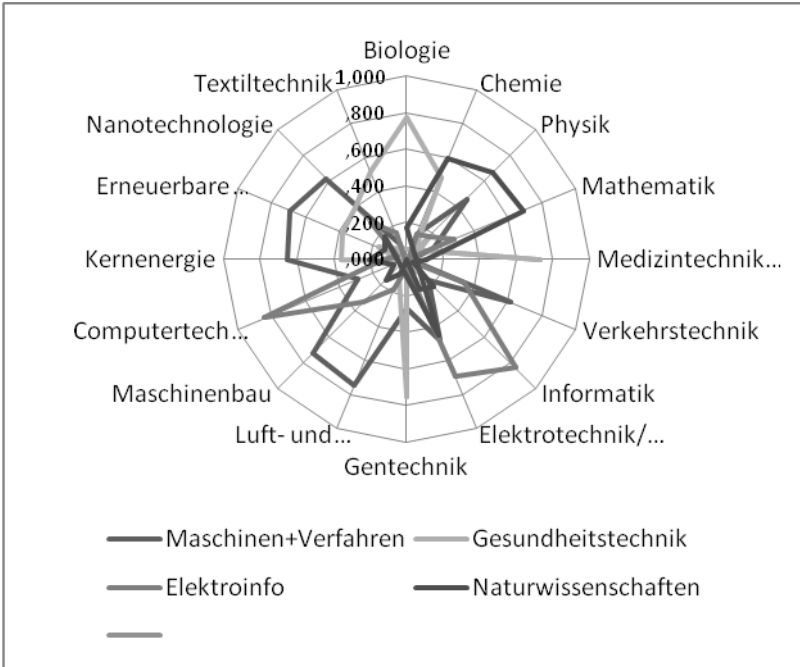
**Abbildung 9: Additiver Index zum MINT-Interesse von Schülern**



Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 2009, Schülersample, n=3007, (hohes Interesse an mehr als drei Technologien = eher hoch, Interesse an mehr als drei Technologien = hoch, hohes Interesse an 2 Technologien (arithmetisches Mittel)), nur an einer oder keiner Technologie sehr interessiert = eher/sehr niedrig).

Und bündeln wir wiederum das Interesse an Technologien finden sich eindeutige Interessencluster. So hängen die modernen Biowissenschaften mit der Biologie als naturwissenschaftliche Disziplin und der Gen- und Gesundheitstechnik als technologische Desiderate zusammen. Das Interesse an E-Technik ist ebenso konsistent als Cluster erkennbar wie das Interesse an Infrastrukturtechnologien, bestehend aus Maschinenbau, Verkehrs-, Luft- und Raumfahrttechnik sowie den Energietechnologien. Die Naturwissenschaften Chemie und Physik verbinden sich mit der Mathematik als Schlüsselqualifikation. Anhand dieser Verbindungen ließen sich Technologien und Naturwissenschaften interdisziplinär vermitteln und im Bildungssystem attraktiv darstellen.

**Abbildung 10: Interessenscluster von Schülern für Naturwissenschaften und Technologien**



Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 2009, Schülersample, n=3007

### 6.2.3 Was bleibt?

Es verbleibt die zentrale Frage zum Verständnis von Technik- und Naturwissenschaften bei Jugendlichen, hier Schüler. Hierbei ist für die Technik ein Paradigmenwandel erkennbar. Denn die meisten offenen Assoziationen beziehen sich auf die E-Technik, derweil bei vielen Modellprojekten und im Schulunterricht Konstruktion und damit Maschinenbau im Vordergrund stehen. Erfreulich ist auch, dass circa 20 Prozent der Schüler Technik mit ihren sozialen und

gesellschaftlichen Folgen als Wohlstandsmotor, Modernisierungsagent und Innovationskraft in Verbindung bringen. Beim Verständnis der Naturwissenschaften wird deutlich, wie sehr Schule dieses prägt. Die klassischen Fächer Biologie, Physik und Chemie werden überproportional häufig genannt. Die Aspekte Forschung, Experimente und Naturgesetze sind circa 20 Prozent der Schüler präsent und werden mit den Naturwissenschaften assoziiert.

Die Auswertung dieser offenen Fragen, indiziert Empfehlungen für einen attraktiveren Schulunterricht und bessere Effekte in der MINT-Bildung. Die Digitalisierung der Umwelt ist in den sozialen (vgl. Moscovici 1984) und mentalen Repräsentationen, (vgl. Gigerenzer 2008) der Schüler angekommen, weniger in den Lehrplänen. Sie ist das Zugangstor zur Vermittlung eines technischen Interesses und ihrer Artefakte. Von diesem mentalen Tor aus, lässt sich die Interdisziplinarität der Technik am besten erschließen. Aus dieser Sicht wird verständlich, warum quasi-experimentelle Designs, wie ein modellhafter Bionik-Unterricht im Rahmen des LeMoTech-Projektes (vgl. Randler/Pfenning 2010), so erfolgreich sind bei den Schülern. Auch innerhalb der Modellprojekte zeigt sich der Effekt der E-Technik als dominantes Leitbild moderner Technologien in den vielen Projekten mit Robotik und Informatik. Ihre mechanisch-konstruktiven Elemente können damit auch herausgestellt werden.

Wenn die Schule dies leistet, zeigt sich ein interessanter Effekt des Technikunterrichts. Es steigt das Interesse an den Technologien signifikant an. Damit zeigt sich: Das Verständnis von Technik und Naturwissenschaften wird erlernt, trotz aller eventuellen Prädispositionen durch eine mögliche Förderung im Elternhaus im Zuge der primären Techniksozialisation.

**Tabelle 15: Effekte eines Technikunterrichts auf das Technikinteresse**

„Wie ist derzeit dein Interesse an ...?“

Fachrichtung	Schüler mit TU*	Schüler ohne TU*
... 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
... Elektronik/Elektrotechnik	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

1 = sehr gering  
2 = eher gering  
3 = eher hoch  
4 = sehr hoch  
5 = außerordentlich hoch

n: 188 bis 836 Fälle

Mittelwertangabe // \*Technikunterricht // JAHR → 2009 // QUELLE → Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften, eigene Berechnungen

Viele Rezensoren der NaBaTech-Studie sehen diese einfache Kreuztabelle als dessen zentrales Ergebnis an. In der Tat sprechen gute Gründe dafür. Es verdeutlicht, dass eher die institutionelle Förderung entscheidend für eine nachhaltige Förderung des Technikunterrichts ist. Zudem zeigt es, dass ein Technikunterricht auf alle Schüler positiv wirkt und das Interesse erhöht, nicht nur bei den technisch talentierten Jugendlichen (i.e. Breitenwirkung). Und es verdeutlicht, dass Regelmäßigkeit und Kontinuität in der Technikbildung die Effekte hervorbringen, also eine prozessuale Technikbildung unabdingbar ist und punktuelle Angebote hier nur zuarbeiten können. Entweder als Affekt zur Weckung einer basalen Neugierde auf Technik- und Naturwissenschaften oder als semiprofessionelles Angebot hochwertiger Exponate und

Experimente, die Schulen in der Regel nicht in ihrem Inventar haben (z.B. Workshops in Science Center).

**Tabelle 16: Verständnis von Technik bei Schülern (offene Abfrage im Nachwuchsbarometer)**

inhaltliche Nennungen, Themen und Bezüge	weiblich		männlich		Gesamt	
	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %
Medikamentenforschung (Pharmazeutik)	1	0,0	0	0,0	1	0,0
Frieden und Wohlstand	1	0,0	1	0,1	2	0,0
Ingenieurin	1	0,0	1	0,1	2	0,0
berühmte Persönlichkeit, Forscher / Erfinder, weiblich	2	0,1	1	0,1	3	0,1
Evolutionstheorie	2	0,1	1	0,1	3	0,1
Waffen und Krieg	1	0,0	4	0,3	5	0,2
Bionik	3	0,2	4	0,3	7	0,2
berühmte Persönlichkeit, Forscher / Erfinder, männlich	5	0,3	2	0,2	7	0,2
Biologie	5	0,3	3	0,2	8	0,3
Umwelt- / Klimaschutz (Arterhaltung / -vielfalt, Nachhaltigkeit etc.)	7	0,4	2	0,2	9	0,3
Frau / Frauen	4	0,2	5	0,4	9	0,3
Gentechnik	7	0,4	3	0,2	10	0,4
<b>Attribute und Urteile</b>						
langweilig	14	0,9	6	0,5	20	0,8
negativ	15	1,0	4	0,3	19	0,7
positiv / notwendig / wichtig	25	1,7	4	0,3	29	1,1
interessant	16	1,0	13	1,2	29	1,1
kompliziert	110	7,5	27	2,6	137	5,5
positive Entwicklung (Moderne, Fortschritt, Modernisierung, Zukunft)	393	26,8	216	21,0	609	24,5
<b>Objekte und technische Artefakte</b>						
Transportmittel (Schiff, Bahn)	14	0,9	16	1,5	30	1,2
Luft- und Raumfahrt (Flugzeug, Satelliten, Raketen, Raumkapsel, Mondlandung etc.)	27	1,8	41	4,0	68	2,7
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	<b>408</b>	27,9	<b>351</b>	34,2	759	30,5
elektronische Geräte (PC, MP3, TV, Handy)	<b>1159</b>	79,2	<b>883</b>	86,2	2042	82,1
<b>Technologien</b>						
Medizin	5	0,3	10	0,98	15	0,60
Nanotechnologie	7	0,4	5	0,49	12	0,48
Energien	<b>133</b>	9,1	<b>83</b>	8,11	216	8,69
<b>Wissenschaft</b>						
Chemie	10	0,6	3	0,29	13	0,52
Natur (Naturgewalten / -gesetze, Pflanzen (Flora), Tiere (Fauna) etc.)	23	1,5	17	1,66	40	1,61
Mathe	<b>57</b>	3,9	21	2,05	78	3,14
Informatik	<b>78</b>	5,3	<b>76</b>	7,42	154	6,19
Wissenschaft, wissenschaftliches Arbeiten (Experimente, Forschung, Logik etc.)	<b>177</b>	12,1	<b>93</b>	9,08	270	10,86
Physik	<b>322</b>	22,0	<b>194</b>	18,95	516	20,76
<b>Wirtschaft und Berufe</b>						
Ingenieur	46	3,1	23	2,25	69	2,78
Industrie, Handel, Globalisierung, Geld (Wirtschaft allgemein)	<b>75</b>	5,1	41	4,00	116	4,67
<b>Konsum und Alltag, gesellschaftliche Bezüge</b>						
Unterhaltung (Spaß, Freizeit, Freiheit, etc.)	43	2,9	39	3,81	82	3,30
Erleichterung für den Menschen im Alltag / Leben (hilfreich, nützlich, Lebensqualität)	<b>72</b>	4,9	47	4,59	119	4,79
<b>Gender</b>						
Mann / Männer	42	2,87	3	0,29	45	1,81
<b>Sonstiges</b>	385	26,33	314	30,66	699	28,12
<b>Anzahl Befragte / Mehrfachantworten möglich</b>	<b>1462</b>		<b>1024</b>		<b>2486</b>	
Schüler ohne Angabe einer Assoziation, n=244	8,8%					

Häufigkeiten > 50 Nennungen sind fett gedruckt, Mehrfachnennungen möglich, Multiple Response-Auswertung, Spaltenprozente.

**Tabelle 17: Verständnis von Naturwissenschaften bei Schülern (offene Abfrage)**

inhaltliche Nennungen Themen und Bezüge	weiblich		männlich		Gesamt	
	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %
Transportmittel (Schiff, Bahn) / Greenpeace / Nanotechnologie / Unterhaltung (Spaß, Freizeit, Freiheit, etc.) / Gegensatz zum Glauben / zur Religion / Tierversuche / Ingenieur / berühmte Persönlichkeit, Forscher./ Erfinderinnen, weiblich / Genversuche / Mann/Männer / Maschinen / -bau, Motoren, Roboter / Auto / Fahrzeuge auf Straße (Kfz, PKW) / Industrie, Handel, Globalisierung, Geld (Wirtschaft allgemein) / elektronische Geräte (PC, MP3, TV, Handy) / Klimawandel	Assoziationen mit geringer Häufigkeit (n<10)					
<b>Attribute und Urteile</b>						
langweilig	15	1,0	9	0,9	24	1,0
interessant	33	2,3	6	0,6	39	1,6
kompliziert	29	2,0	11	1,1	40	1,7
positiv/notwendig/wichtig	23	1,6	9	0,9	32	1,3
positive Entwicklung (Moderne, Fortschritt, Modernisierung, Zukunft)	45	3,1	26	2,6	71	2,9
negativ	34	2,3	21	2,1	55	2,3
<b>Objekte und Artefakte</b>						
handwerkliches Arbeiten (Schweißen, Bauen, Konstruieren etc.)	8	0,5	9	0,9	17	0,7
Baustoffe (Holz, Metall etc.)	5	0,3	6	0,6	11	0,5
Luft- und Raumfahrt (Flugzeug, Satelliten, Raketen, Raumkapsel, Mondlandung etc.)	10	0,7	19	1,9	29	1,2
<b>Technologien</b>						
Bionik	5	0,3	7	0,7	12	0,5
Medikamentenforschung (Pharmazie)	7	0,5	5	0,5	12	0,5
Informatik	11	0,8	9	0,9	20	0,8
Energien	9	0,6	15	1,5	24	1,0

	weiblich		männlich		Gesamt	
Gentechnik	34	2,3	19	1,9	53	2,2
<b>Wissenschaften / Schule</b>						
berühmte Persönlichkeit, Forscher / Erfinder, männlich	16	1,1	11	1,1	27	1,1
Medizin	24	1,6	31	3,1	55	2,3
Evolutionstheorie	35	2,4	22	2,2	57	2,4
Mathe	<b>325</b>	22,3	<b>176</b>	17,4	501	20,7
Wissenschaft, wissenschaftliches Arbeiten (Experimente, Forschung, Logik etc.)	<b>419</b>	28,7	<b>238</b>	23,5	657	27,2
Natur (Naturgewalten / -gesetze, Pflanzen, Tiere etc.)	<b>687</b>	47,1	<b>519</b>	51,3	1206	49,9
Physik	<b>765</b>	59,9	<b>547</b>	55,4	1312	59,4
Chemie	<b>874</b>	59,9	<b>561</b>	55,4	1435	59,4
Biologie	<b>1004</b>	68,8	<b>640</b>	63,2	1644	68,0
<b>Konsum und Alltag, gesellschaftliche Bezüge</b>						
Erleichterung für den Menschen im Alltag / Leben (hilfreich, nützlich, Lebensqualität)	8	0,5	3	0,3	11	0,5
Umwelt- / Klimaschutz (Artenerhaltung / -vielfalt, Nachhaltigkeit etc.)	<b>92</b>	6,3	50	4,9	142	5,9
<b>Sonstiges</b>	<b>306</b>	21,0	<b>233</b>	23,0	539	22,3
<b>Anzahl Befragte / Mehrfachantworten möglich</b>	<b>1459</b>		<b>1012</b>		<b>2471</b>	
Schüler ohne Angabe n=264	8,8%					
durchschnittliche Anzahl von Nennungen:						
Naturwissenschaften	<b>2,9</b>					
Technik	<b>2,7</b>					

Häufigkeiten > 50-Nennungen sind fett gedruckt, Spaltenprozent, Mehrfachnennungen möglich, Multiple Response-Auswertung.



Die Quintessenz des NaBaTech ist ein Plädoyer für eine Implementation eines flächendeckenden Technikunterrichts als zentrales Element einer Technikbildung. Hierbei geht es zuvörderst um eine breite Interessensförderung aller Schüler zum Verständnis von Technik und Naturwissenschaften sowie fachlich um die Vermittlung basaler Technikkompetenzen im Umgang mit Medien zur Kommunikation, Unterhaltung und Beruf. Ziel ist eine individuelle Technikmündigkeit als neues Bildungsideal eines Hochtechnologiestandortes. Darauf aufbauend bietet sich eine spezifische fachliche Talentförderung an, die im Idealfall Schülern zur Wahl eines Ingenieurstudiengangs leitet. Hierbei sind die verschiedenen Motivlagen in die Fachförderung als sozialwissenschaftliche Module zu integrieren (Informationen zum Berufs- und Tätigkeitsprofil, ideellen und materiellen extrinsischen Motiven und intrinsischen Motivlagen. Nachhaltig ist hierbei vor allem die Förderung intrinsischer Motivlagen. Denn eine Techniksozialisation ist dann gelungen, wenn die Individuen sich aus eigenem Anreiz und autodidaktisch mit dem Stoff zu beschäftigen beginnen (Internalisierung). Dazu bedarf es einer eigenen Fachdidaktik der Technik und verstärkten Bemühungen für einen informalen, IBSE-basierten Unterricht.

## 6.3 Literatur

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

Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) 2011: Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs (MoMoTech). Reihe „acatech berichtet

und empfiehlt“, Nr. 5. München/Berlin und Heidelberg: Springer Verlag.

Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech)/VDI/Universität Stuttgart 2010: Ergebnisbericht Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. München/Düsseldorf.

Duddeck, Heinz 1999: Die Sprachlosigkeit der Ingenieure. Opladen: Verlag Budrich.

Eckerle, Konrad/Weidig, Inge/Limbers, Jan 2002: Mittel- bis langfristiger Bedarf an Ingenieuren im deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Basel: Prognos AG.

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

Evanschitzky, Petra 2009: Forschendes Lernen – selbstbestimmt und interessen­geleitet. Vortrag im Rahmen der internationalen Fachtagung Sprache 2009. In: [www.heidenheim.de/fileadmin/gb50/fachtagung2009/Evanschitzky\\_Kernfolien\\_HDH.pdf](http://www.heidenheim.de/fileadmin/gb50/fachtagung2009/Evanschitzky_Kernfolien_HDH.pdf), zugegriffen am 10.02.2010.

Federation Europeenne d'Associations Nationales d'Ingenieur 2010a: More Engineers for Europe. In: FEANI News. The European Engineers Publication Issue 6/2010, Seitenumfang.

Federation Europeenne d'Associations Nationales d'Ingenieur 2010b: New Approaches to Learning. In: FEANI News. The European Engineers Publication Issue 7/2010, 18-20.

Federation Europeenne d'Associations Nationales d'Ingenieur 2001: ESOEPE (European Standing Observatory for the Engineering Profession and Education). FEANI participates in the European Commission funded Thematic Networkproject

- 
- (TN) – Enhancing Engineering Education in Europe (E4). In: FEANI News 09/2001, Seitenumfang.
- Gigerenzer, Gerd 2008: Bauchentscheidungen. Die Intelligenz des Unbewussten und die Macht der Intuition. München: Verlag Bertelsmann.
- Godfoy-Genin, Anne-Sophie (Hrsg.) 2010: Prometea - Women in Engineering and Technology Research. Münster und Berlin: Literaturverlag.
- Heinrich, Elkedagmar/Rentschler, Michael (Hrsg.) 2003: Frauen studieren Technik- Bedingungen- Kontext- Perspektiven, Band 41. Aachen: Shaker Verlag.
- Hiller, Sylvia 2010: Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation der Forscherinnen-Camps. Interner Arbeitsbericht. Universität Stuttgart.
- Ihsen, Susanne/Jeanrenaud, Yves/Hantschel, Victoria 2009: Potenziale nutzen – Ingenieurinnen zurückgewinnen – zum Drop-Out von Ingenieurinnen: Analyse der Ursachen und Strategien zu deren Vermeidung , sowie Handlungsempfehlungen für eine erfolgreiche Rückgewinnung. München: TU München/Stiftung Impuls Baden-Württemberg.
- Karafyllis, Nicole C. 2004: Natur als Gegentechnik In: Haar, Tilman (Hrsg.): Technikphilosophie im Aufbruch. Festschrift für Günter Ropohl. Berlin: edition sigma, 73-91.
- Karafyllis, Nicole C. 2009: Homo Faber / Technik. In: Bohlken, Eike/Thies, Christian (Hrsg.): Handbuch für Anthropologie. Der Mensch zwischen Natur, Kultur und Technik. Stuttgart: Verlag J. B. Metzler, 340-344.
- Kirschner, Paul/Sweller, John/Clark, Richard 2006: Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Ex-

- perimental, and Inquiry-Based Teaching. In: Educational Psychologist Nr. 41(2), 75-86.
- Minks, Karl-Heinz 2004: Wo ist der Ingenieur Nachwuchs. In: Kurzinformation des Hochschul-Information-Systems (HIS), A5/2004, 13-29.
- Moscovici, Serge 1984: The Phenomenon of Social Representations. In Farr, Robert M./Moscovici, Serge (Hrsg.): Social Representations. Cambridge: Cambridge University Press, 3-69.
- O. V. 2011: Das MINT-Meter. In: <http://www.mintzukunftschaften.de/das-mint-meter-20.html>, zugegriffen am 17.08.11.
- O. V. 2011: Kompetenzzentrum. In: <http://www.kompetenzz.de>.
- Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin/Hiller, Sylvia 2011: Frauen für Technik, Technik für Frauen – Zur Attraktivität von Technik und technischen Berufen bei Mädchen und Frauen. In: Wentzel, Wenka/Mellies, Sabine/Schwarze, Barbara (Hrsg.): Generation Girls' Day. Opladen Berlin: Verlag Budrich, UniPress, 123-158.
- Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin 2009: Wissenschaftlicher Abschlussbericht zum Projekt Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. Institut für Sozialwissenschaften. Universität Stuttgart.
- Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin/Mack, Ulrich 2002: Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe. Stuttgart: TA-Akademie.
- Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin/Schulz, Marlen/Lorenz, Nadine 2003: Frauen und die Muse der Technik – oder: Ist Technik männlich? In: Heinrich, Elkedagmar/Rentschler, Michael (Hrsg.): Frauen studieren Technik- Bedingungen- Kontext- Perspektiven, Band 41. Aachen: Shaker Verlag, 105-128.

- 
- POLLEN 2007: Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future Europe. European Commission, Brüssel.
- Prenzel, Manfred/Stadler, Matthias 2009: Von SINUS lernen! In: Bildung SPEZIAL Nr. 4(1), 26-27.
- Randler, Christoph/Pfenning, Uwe 2010: Bionik als Schulexperiment. Fallstudie im Rahmen des LeMoTech II-Projektes am FSG Marbach. Interner Bericht. Universität Stuttgart.
- Renn, Ortwin/Pfenning, Uwe 2010a: Was machen Andere anders – was machen Andere besser? Wissenschafts- und Technikbildung in Deutschland und dem europäischen Ausland. In: Die Akademie am Gendarmenmarkt 2010/11, 49-54.
- Schomburg, Harald/Teichler, Ulrich/Doerry, Martin/Mohr, Joachim (in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift Der Spiegel) 2001: Erfolgreich von der Uni in den Job – die große Absolventenstudie. Regensburg: Fit for Business.
- Schreyer, Franziska 2008: Akademikerinnen im technischen Feld – Der Arbeitsmarkt von Frauen in Männerfächern. Frankfurt/Main: Campus Verlag.
- Schwarze, Barbara 2003: Gender in der Reform technischer und naturwissenschaftlicher Studiengänge. In: Heinrich, Elkedagmar/Rentschler, Michael (Hrsg.): Frauen studieren Technik – Bedingungen – Kontext – Perspektiven, Band 41. Aachen: Shaker Verlag, 129-162.
- Schwarze, Barbara 2007: Ingenieurinnen in Studium und Beruf – zwischen Herausforderungen, Stereotypen und Berufsenagement. In: Greif, Moniko/Döge, Peter/Kerst, Christian/Köning, Wilfried/Kurz, Constanze/Neef, Wolfgang/Schwarze, Barbara/Winkle, Helmut (Hrsg.): Das Berufsbild der Ingenieurinnen und Ingenieure im Wandel. Düsseldorf: VDI-Verlag, 51-73.

- Sjoeberg Svein/Schreiner, Camilla 2005: Young People and Science. Attitudes, values and priorities, Evidence from the ROSE Project. Keynote Presentation at EU's Science and Society Forum 2005. Brussels, March 8-11, Session 4: Fostering diversity, inclusiveness and equality in science. <http://ils.uio.no/forskning/rose>.
- Steinbrenner, Diana/Kajatin, Claudia/Mertens Eva M. 2005: Naturwissenschaft und Technik – (k)eine Männersache. Aktuelle Studien und Projekte zur Förderung des weiblichen Nachwuchses in Naturwissenschaften und Technik. Rostock: Verlag Ingo Koch.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher 2009: Philosophie, pädagogischer Ansatz und praktische Hinweise zur Umsetzung. Berlin: Stiftung Haus der kleinen Forscher.
- VDE Ingenieurstudie 2010: Ingenieurinnen und Ingenieure der Elektrotechnik / Informationstechnik. Trends, Studium und Beruf. Offenbach/Frankfurt am Main: VDE Verlag.
- VDI 2011: Ingenieurstudie Deutschland. Ergebnisbericht. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Winkler, Helmut/Schleef, Mirko/Störmer, Andreas 2000: Fazit. Ingenieurbedarf- Eine Studie des VDI. VDI Nachrichten. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Ziefle, Martina/Jakobs, Eva-Maria 2009: Wege zur Technikfaszination – Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte. Heidelberg/Berlin: Springer Verlag.

## 7 Über die Autoren

### **Sylvia Hiller**

Sylvia Hiller ist seit 2005 bei ZIRN und Dialogik, gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH, als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Evaluation und Techniksozialisation, insbesondere im frühkindlichen Bereich. So koordinierte und bearbeitete sie in den letzten Jahren mehrere Projekte zur Förderung des technischen und naturwissenschaftlichen Interesses, u. a. im Auftrag des BMBF und acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.

Mail: [sylvia.hiller@sowi.uni-stuttgart.de](mailto:sylvia.hiller@sowi.uni-stuttgart.de)

### **Verena Keierleber**

Verena Keierleber ist Studentin der Sozialwissenschaften an der Universität Stuttgart und arbeitet seit 2010 bei der Dialogik gGmbH als studentische Hilfskraft. Sie hat seit 2011 zudem eine weitere Stelle als studentische Hilfskraft bei ZIRN.

Mail: [verena.keierleber@sowi.uni-stuttgart.de](mailto:verena.keierleber@sowi.uni-stuttgart.de)

### **Uwe Pfenning**

Uwe Pfenning ist wissenschaftlicher Leiter der Projektgruppe zur Zukunft der MINT-Bildung und Berufe an der Universität Stuttgart, zugleich Koordinator einer Interdisziplinären Arbeitsgruppe der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften zum gleichen Thema, allerdings mit dem Schwerpunkt auf internationalen und interkulturelle Vergleiche der MINT-Bildung. Er studierte Soziologie, Politikwissenschaft und Volkswirtschaft an der Universität Mannheim, wirtschaftswissenschaftliche Promotion an

der Universität Hohenheim 1993. Bisherige Forschungsschwerpunkte sind Methoden der empirischen Sozialforschung, Evaluationsstudien, Meta-Analysen und die Netzwerkanalyse. Thematische Schwerpunkte sind Technikbildung, Techniksoziologie, Umweltsoziologie, Bürgerbeteiligung und Diskursgesellschaft.

Mail: [uwe.pfenning@sowi.uni-stuttgart.de](mailto:uwe.pfenning@sowi.uni-stuttgart.de)

### **Ortwin Renn**

Ortwin Renn ist Ordinarius für Umwelt- und Techniksoziologie an der Universität Stuttgart und Direktor des zur Universität gehörigen Interdisziplinären Forschungsschwerpunkts Risiko und Nachhaltige Technikentwicklung am Internationalen Zentrum für Kultur- und Technikforschung (ZIRN). Seit 2006 bekleidet er das Amt des Prodekans der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät. Neben seinem Engagement an der Universität Stuttgart gründete Renn die DIALOGIK gGmbH, ein gemeinnütziges Forschungsinstitut, dessen Hauptanliegen in der Erforschung und Erprobung innovativer Kommunikations- und Partizipationsstrategien in Planungs- und Konfliktlösungsfragen liegt. In diesen durch Drittmittel finanzierten Institut sind zur Zeit rund 25 Forscherinnen und Forscher unterschiedlichster Disziplinen beschäftigt. Seit 2008 ist Renn außerdem Honorarprofessor der Universität von Stavanger für „Integrated Risk Research“.

Das Arbeitsfeld von Renn liegt hauptsächlich auf dem Gebiet der Risikoforschung, insbesondere der Erforschung des gesellschaftlichen und psychologischen Umgangs mit technischen Risiken und Umweltgefahren. Im Rahmen dieses Forschungsschwerpunktes ist Renn vor allem an der Konzeption und Erprobung von diskursiven Verfahren der Planung und Konfliktschlichtung interessiert. Daneben ist Renn auf folgenden Gebieten ausgewiesen:



Technikfolgenabschätzung, Umweltökonomie und -soziologie, interdisziplinäre Technikforschung, Wissenschafts- und Technikkommunikation, Soziologie neuer sozialer Bewegungen und Einstellungsforschung. Die Veröffentlichungen von Renn umfassen mehr als dreißig Bücher in deutscher und englischer Sprache sowie über 250 Aufsätze in Zeitschriften oder Sammelbänden. Besonders hervorzuheben ist sein 2008 erschienenes Werk: Risk Governance (Earthscan: London)

Mail: [ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de](mailto:ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de)

### **Marlen Schulz**

Marlen Schulz arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der Dialogik gGmbH und ist dort Sprecherin des Bereichs „Wissenschaft und Gesellschaft“. Außerdem arbeitet sie seit 2009 als wissenschaftliche Mitarbeiterin bei ZIRN. Sie hat Lehraufträge für die Universität Stuttgart und für die Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen im Studiengang Energie- und Ressourcenmanagement.

Vor allem im Bereich Methoden, Kommunikation, Evaluation und Partizipation verfügt Frau Schulz über umfangreiche Kenntnisse. Inhaltlich beschäftigt sie sich vor allem mit Themen des Wissenstransfers, Technikförderung, Klimaschutz und -anpassung sowie Energiefragen. 2010 hat sie ihre Promotion „mit Auszeichnung“ an der Universität Stuttgart abgeschlossen.

Mail: [marlen.schulz@sowi.uni-stuttgart.de](mailto:marlen.schulz@sowi.uni-stuttgart.de)