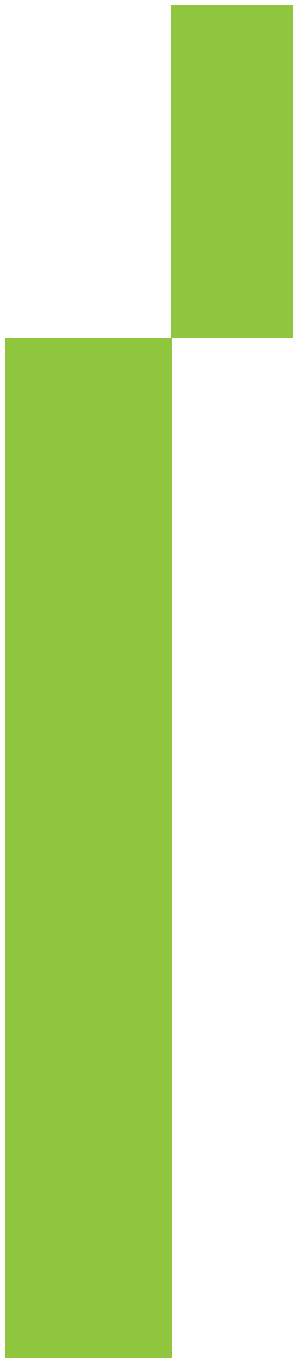




acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT – Nr. 5



> MONITORING VON MOTIVATIONS- KONZEPTEN FÜR DEN TECHNIKNACHWUCHS (MoMoTech)

Herausgeber:
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Geschäftsstelle
Residenz München
Hofgartenstraße 2
80539 München

Hauptstadtbüro
Unter den Linden 14
10117 Berlin

T +49(0)89/5203090
F +49(0)89/5203099

T +49(0)30/206309610
F +49(0)30/206309611

E-Mail: info@acatech.de
Internet: www.acatech.de

Koordination und Redaktion: Vera Lohel
Layout-Konzeption: acatech
Konvertierung und Satz: Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS,
Sankt Augustin

Die Originalversion des Buches ist beim Springer Verlag erhältlich.

> INHALT

MITWIRKENDE AM PROJEKT	5
KURZFASSUNG	7
1 EINLEITUNG	9
2 KONZEPT UND UMSETZUNG DER STUDIE	12
3 FORSCHUNGSSTAND UND BESTANDSAUFNAHME ZU DEN AUSGEWÄHLTEN EVALUATIONSBEREICHEN	19
4 EMPIRISCHE ERGEBNISSE	32
5 VERGLEICH DER ERGEBNISSE UND INTERPRETATION	92
6 PROGRAMM- UND KONZEPTEVALUATION	100
7 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	104
LITERATUR	111
GLOSSAR	116



MITWIRKENDE AM PROJEKT

> PROJEKTLEITER

- Prof. Dr. Ortwin Renn, Universität Stuttgart/acatech

> PROJEKTGRUPPE

- Prof. Dr. Eva-Maria Jakobs, RWTH Aachen/acatech
- Prof. Dr. Martina Ziefle, RWTH Aachen
- Dr. Uwe Pfenning, Universität Stuttgart
- Sylvia Hiller, Universität Stuttgart
- Anne Kursten, RWTH Aachen
- Vera Freund, RWTH Aachen

> WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT

- Atje Drexler, Robert Bosch Stiftung
- Prof. Dr. Manfred Euler, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) an der Universität Kiel
- Lars Funk, Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
- Dörthe Krause, TheoPrax Zentrum/Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT)
- Prof. Dr. Doris Lewalter, Technische Universität München
- Prof. Dr.-Ing. Reiner Kopp, RWTH Aachen/acatech
- Dr. Jörg Maxton-Küchenmeister, Akademie der Wissenschaften in Hamburg
- Dr. Volker Meyer-Guckel, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
- OstD Günter Offermann, Friedrich-Schiller-Gymnasium Marbach am Neckar
- Johannes Schlarb, Deutsche Telekom Stiftung

> REVIEW-GRUPPE

- Prof. Dr. Horst Hippler, KIT - Karlsruhe Institute of Technology/acatech
- Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke, RWTH Aachen/acatech
- Prof. Dr. Peter Weingart, Universität Bielefeld/acatech

> PROJEKTMANAGEMENT

- Vera Lohel, acatech Geschäftsstelle

> PROJEKTVERLAUF UND SYNDIZIERUNG

Das Projekt „Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs“ (MoMoTech) wurde von März 2007 bis Juni 2010 gemeinsam von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, der Universität Stuttgart und der RWTH Aachen durchgeführt.

Das Präsidium von acatech dankt der Projektgruppe, dem Beirat und der Review-Gruppe für die Mitwirkung an diesem Projektbericht. Darüber hinaus dankt die Akademie allen weiteren am Projekt beteiligten Personen, insbesondere den Teilnehmern/innen an der Modellprojekt-trägerbefragung sowie an den Projektevaluationen.

Der Bericht wurde am 16. November 2010 durch das Präsidium syndiziert.

> FINANZIERUNG

Wir danken der Georgsmarienhütte GmbH und dem acatech Förderverein für die finanzielle Unterstützung des Projekts.

April 2011

KURZFASSUNG

Die vorliegende Studie „Monitoring von Motivationsprojekten für den Techniknachwuchs“ (im Folgenden kurz: MoMo-Tech) umfasst die Resultate empirischer Untersuchungen, die flächendeckend, systematisch und wissenschaftlich vergleichend Modellprojekte in Deutschland zur Förderung des technischen und naturwissenschaftlichen Interesses analysieren. Im Mittelpunkt stehen Projekte und Aktivitäten zur frühen Förderung in der Elementar- und Primärbildung, die schulische Förderung in der Sekundarstufe I und II sowie die Förderung an außerschulischen Lernorten. Erstellt wurde eine Datenbank mit Informationen zu Adressen und Konzepten von rund 1000 Modellprojekten (www.motivation-technik-entdecken.de). Eine methodisch geleitete Auswahl dieser Modellprojekte wurde eingehend evaluiert.

Grundlage der Auswertungen ist ein systematischer Überblick (narratives Review) zur heterogenen Projektlandschaft sowie zum Forschungsstand in Bezug auf Technikbildung, Techniksozialisation, Technikpädagogik und Didaktik. Darauf aufbauend erläutert der Bericht die Ergebnisse einer repräsentativen Befragung von Modellprojektträgern und einer Anzahl von Evaluationsstudien, welche die Effekte der ausgewählten Modellprojekte bei den Zielgruppen beschreiben.

Die zentralen Ergebnisse sind:

- Jugendliche erleben Technik als stets präsenten Konsumgut im Alltag, sie sehen aber in ihr nur selten einen Gegenstand, der Interesse und Neugier weckt. Nicht Technikfeindlichkeit oder -skepsis prägt die Wahrnehmung Jugendlicher, sondern Technikferne.
- Im Rahmen der Techniksozialisation gewinnen Motive, die auf einem eigenen, inneren Antrieb beruhen (intrinsische Motive), an Bedeutung, während äußere Anreize an Geltungskraft verlieren. Das bedeutet, dass Technikbildung früh (im Elternhaus und Kindergarten) beginnen und kontinuierlich über alle Bildungsphasen altersgerecht gefördert werden muss.
- Die Schule (einschließlich Kindergarten und Vorschule) ist der zentrale Ort der Technikbildung für Kinder und Jugendliche. Ein gut konzipierter und didaktisch strukturierter Technikunterricht fördert nachweislich das Interesse an Technik und an einzelnen Technologien. Außerschulische Bildungsangebote können diese Bildungsarbeit effektiv unterstützen und bereichern, sie aber nicht ersetzen.
- Punktuelle Technikangebote durch außerschulische Träger haben somit eine wichtige Funktion: Sie können ein Anfangsinteresse bzw. Neugierde für Technik wecken, indem sie Phänomene anschaulich und plastisch vermitteln, den Praxisbezug herstellen und die Jugendlichen mithilfe von Mitmachexperimenten und interaktiven Ausstellungstücken aktiv einbinden. Solche Technikerlebnisse vermitteln Spaß an der Technik und können der Technikferne entgegenwirken.
- Erfolgreiche Modellprojekte außerschulischer Technikbildung knüpfen an den Alltag an und vermitteln praxisnahe Angebote. Eine Vernetzung von schulischen und außerschulischen Bildungsangeboten ist die beste Strategie, um latent vorhandenes Interesse zu wecken und Jugendliche zu motivieren, sich intensiver mit technischen Fragestellungen zu beschäftigen. Dieses Potenzial schulischer und außerschulischer Technikbildung für ein besseres Technikverständnis wird in Deutschland trotz des hohen finanziellen und organisatorischen Aufwands bislang nur unzureichend genutzt. Die Effizienz vieler Projekte ist aufgrund der empirischen Ergebnisse dieser Studie als nicht zufriedenstellend einzustufen. Ehe neue Ressourcen in immer wieder neue Projekte investiert werden, ist es anzuraten, die Effizienz der bestehenden Projekte zu verbessern und die bereits jetzt schon effektiven und effizienten Projekte dauerhaft und – wenn möglich – flächendeckend zu etablieren.
- Zurzeit ist Technikbildung in Deutschland Stückwerk. Ihre wesentlichen Defizite bestehen in mangelnder Vernetzung, mangelnder Kontinuität und mangelndem Bezug zum Alltag und zu den gesellschaftlichen Kontexten, in die Technik eingebunden ist. Hinzu kommen Defizite in der Technikdidaktik und -pädagogik.

Aus diesen zentralen Ergebnissen ergeben sich konkrete Hinweise auf Defizite und erfolgversprechende Strategien:

- Es ist unerlässlich, die Zielsetzung von Projekten und Initiativen vorab und eindeutig festzulegen. Vor allem ist zwischen den beiden Zielen der Förderung des allgemeinen Technikinteresses und der Talentförderung deutlich zu unterscheiden. Beide bedingen unterschiedliche didaktische Vorgehensweisen und institutionelle Förderwege, die in nur einem Projekt schwer miteinander in Einklang zu bringen sind. Technikinteresse lässt sich punktuell wecken und durch regelmäßige Wiederholungen und Folgeprojekte auch verstetigen. Jugendliche sollen sich in der wissenschaftlich-technischen Welt zu-rechtfinden können und dieser aufgeschlossen gegen-überstehen. Bei der Talentförderung geht es dagegen um eine kontinuierliche und intensive Betreuung, bei der technisch begabte Kinder und Jugendliche gleich-zeitig angeleitet, gefördert und gefordert werden.
- Der Erfolg der Technikbildung beruht überwiegend auf einer konstruktiven, didaktisch und pädagogisch geschulten Beziehung zwischen Lehrenden und Lernenden. Darüber hinaus ist auch die technische Aus-stattung bedeutsam. Die Infrastruktur (zum Beispiel Techniklabore) ist dabei wichtig: Sie schafft die für den Lernerfolg notwendigen Lernbedingungen und vermit-telt einen hohen Symbolwert für die Schüler/innen als Zeichen für Professionalität und Seriosität der Tech-nikbildung. Technikvermittlung bedarf professioneller Technikmedien.
- Die Professionalisierung der Technikbildung hat inzwi-schen begonnen, verharrt aber auf einem niedrigen Ni-veau. Es werden weder der aktuelle Forschungsstand der Lernforschung und der Technikdidaktik noch die dazu erforderlichen infrastrukturellen Rahmenbedin-gungen in den Projekten ausreichend berücksichtigt.
- Viele Modellprojekte stehen institutionell und finanziell auf wackeligen Füßen und laufen Gefahr, aus organi-satorischen Gründen zu scheitern, auch wenn Konzept und Design überzeugen.
- Bei der Mittelvergabe durch die Förderer werden häufig die Angaben der Antragsteller zu Effekten und Wirkun-gen der Projekte übernommen, ohne eine unabhängi-ge und wissenschaftlich ausgewiesene Evaluierung zu verlangen. Auf diese Weise ist eher das Wunschdenken als das empirisch erhärtete Resultat Maßstab der Finan-zierung.
- Die Modellprojektträger tauschen Erfahrungen und Konzepte kaum miteinander aus. Es existiert eine Vielzahl an Konzepten, Designs und Trägermodellen („Aktivitätendschungel“). Eine Best-Practice-Analyse ist längst überfällig, um erfolgreiche Projekte zu iden-tifizieren und diese dann möglichst flächendeckend zu etablieren.
- Für Mädchen ist eine monoedukative¹ Technikvermitt-lung in Projekten oder im Schulunterricht sinnvoll und in der Regel wirksamer als eine koedukative Vermitt-lung.

Die Studie unterstreicht die Bedeutung der wissenschaftlichen Begleitforschung von Modellprojekten und soll als Plädoyer für eine verstärkte Integration der Technikbildung in schulische und außerschulische Bildungseinrichtungen verstanden werden. Um Technikbildung attraktiv und an-sprechend zu gestalten, sind innovative didaktische Formen ihrer Vermittlung einzusetzen. Zudem müssen schulische und außerschulische Lernorte effizient miteinander vernetzt werden. Zu diesem Zweck sollten alle Aktivitäten und An-gebote zur Technikbildung vom Kindergarten bis zum Ende der Schulzeit kontinuierlich angeboten werden und aufein-ander abgestimmt sein.

¹ Unter diesem Fachbegriff wird der Ansatz verstanden, nur Schülerinnen und gegebenenfalls Studentinnen in gemeinsamen Gruppen zu unter-richten.

1 EINLEITUNG

1.1 PROJEKTHINTERGRUND

Mitte der 1990er-Jahre begann vor allem in Deutschland eine Debatte über einen Fachkräftemangel in vielen technischen und naturwissenschaftlichen Berufen. Unternehmen klagten, die Besetzung von neuen Ingenieurstellen (Zusatzbedarfe) oder die Wiederbesetzung von frei gewordenen Ingenieurstellen (Ersatzbedarfe) sei zunehmend schwierig geworden. Selbst in den Zeiten der Finanz- und Wirtschaftskrise ließ die Nachfrage nach Ingenieur/innen kaum nach.² Im Verlauf der Debatte über den Fachkräftemangel wurde deutlich, dass es um weitaus mehr als um unbesetzte Stellen in Unternehmen ging. Als Ursachen eines geringen Interesses an technischen Berufen wurden zunehmend Bildungsdefizite in der Technikvermittlung, Kommunikationsdefizite bei der Vermittlung des Zusammenhangs von Technik, Wirtschaft und Gesellschaft sowie „Brüche“ in der individuellen Techniksozialisation ausgemacht.

Nach wie vor besteht kein flächendeckendes Bildungsangebot in Sachen Technikförderung an deutschen Schulen. Technikinteressierte Schüler/innen finden kaum adäquate Fördermöglichkeiten. Ein besonderes Manko ist zudem die (fehlende) Frühförderung im Elternhaus sowie in Kindergärten und Grundschulen. Diese Lernphase ist nach neuen Erkenntnissen der empirischen Bildungsforschung besonders bedeutsam für die Ausbildung individueller Präferenzen in Bezug auf Technik und Naturwissenschaften.³ Damit gehen Fragen der primären Techniksozialisation in der Elementarstufe und der frühen Allgemeinbildung (Grundschule) einher.

Bisher war die Technikbildung eher in der sekundären Sozialisationsphase, beginnend ab etwa der achten Klasse, verortet. Für viele Bildungsexperten/innen ist dies ein zu

später Zeitpunkt, da bis zum Einsetzen der Pubertät relevante Einstellungen zu Technik bereits ausgeprägt sind.⁴ Hinzu kommt das didaktische Problem, dass Technik und Naturwissenschaften eher „frontal“ vermittelt werden und zu wenig technische Phänomene und Praxisbezüge im Vordergrund stehen. In diese Nische treten moderne Science Center, Mitmachlabore sowie Lernlabore und zeigen alternative Didaktikkonzepte auf.

Zudem wird Technik aus der Sicht von Kindern und Jugendlichen viel zu sehr mit Wirtschaft und entsprechenden Berufen assoziiert und zu wenig mit ihrem sozialen Beitrag zu Fortschritt, Wohlstand und Innovation. Diese Kommunikationsdefizite führen zu Imageproblemen der Studiengänge sowie zu vagen und unklaren Vorstellungen über die konkreten Tätigkeitsprofile von Ingenieuren/innen. Deshalb können Schüler/innen kaum valide Aussagen darüber treffen, ob ihre wahrgenommenen technischen Fertigkeiten und Fähigkeiten (also ihr Selbstkonzept) mit den Berufsanforderungen übereinstimmen. Die Suche nach dem „sozialen Sinn“ der Technik⁵ ist besonders wichtig, um technisch interessierte und talentierte Mädchen zu gewinnen.

Die Erkenntnis struktureller Defizite hat Verbände, Stiftungen und Unternehmen veranlasst, Änderungen im Bildungssystem einzufordern und darüber hinaus weitere „systemische Stellschrauben“ der Technikbildung effektiver zu nutzen. Maßnahmen und Projekte wurden eingeleitet, die mit den beiden Zielen verbunden waren, die Attraktivität von Technik und Naturwissenschaften bei Jugendlichen zu steigern und besondere Anreize für eine entsprechende Studien- und Berufswahl zu vermitteln.

Eine Vielzahl von „Modellprojekten“ entstand, um diese beiden Ziele der Technikvermittlung zu verwirklichen. Viele Modellprojekte waren zudem darauf ausgerichtet, politi-

² Vgl. acatech/VDI 2009.

³ Vgl. acatech/VDI 2009, Arnold/Hiller/Weiss 2010, Evanschitzky 2009, Stiftung HdKF 2009a, Bertelsmann-Stiftung 2010.

⁴ Vgl. Ziefle/Jakobs 2009, S. 9 – 11.

⁵ Minks 2004.

sche Initiativen zur Verbesserung der schulischen Technikbildung anzustoßen. Nicht ohne Grund simulierten einige der Projekte einen schulischen Technikunterricht, wie zum Beispiel die Schüler-Ingenieur-Akademie (SIA) oder die Junior-Ingenieur-Akademie (JIA). Moderne Mitmachlabore wiederum kontrastierten die veraltete schulische Infrastruktur mit den Möglichkeiten moderner Technikbildung durch qualifizierte Fachkräfte und dem Einsatz neuer Technikmedien. Mit der Vielzahl der Projektträger ging eine Vielfalt der Angebote einher. Thematisch standen die Förderung des allgemeinen Technikinteresses wie auch die Talentförderung und die „Rekrutierung“ talentierter Nachwuchskräfte im Mittelpunkt der Bemühungen. Die Angebote streuten zwischen bundesweiten Programmen (zum Beispiel Girls' Day)⁶ und lokalen bzw. kommunalen Laboren und Angeboten.

Zu Beginn der Projekte blieb wenig Raum, um Erfahrungen auszutauschen und über die eigenen Ziele und Maßnahmen zu reflektieren. Verständlicherweise waren die Projekte auf ihre Organisation, Absicherung und Umsetzung konzentriert. Nach über 15 Jahren intensiver Projektaktivitäten stellt sich aber die drängende Frage nach Effizienz und Erfolg, Übertragbarkeit und Erfahrungsaustausch. Welche Projekte haben „überlebt“ und warum? Welche sind gut übertragbar auf den Bildungssektor insgesamt und welche eignen sich nur für bestimmte Zwecke oder Regionen? Welche Fehler wurden begangen? Welche Ideen haben sich bewährt? Wie konnten gute Ideen erfolgreich umgesetzt werden?

Kontinuität und Anschlussfähigkeit sicherzustellen ist von hoher Bedeutung, aber schwierig in der praktischen Umsetzung. Eine kontinuierliche Förderung von Interessen hin zur

Motivation und gegebenenfalls Studien- und Berufswahl ist ein langwieriger Prozess. Ein einzelnes Projekt kann dies kaum leisten. Deshalb sind Anschlussfähigkeit, Vernetzung und Verbindung von Projekten so sinnvoll. In den Bildungsinstitutionen, wie Kindergarten und Schule, kommt es vor allem darauf an, die intrinsische Motivation kontinuierlich zu vertiefen und über die selbst erlebte Faszination an der Technik den Grundstein für ein gesteigertes Interesse an einer Ausbildung und Berufswahl im Bereich der technischen oder naturwissenschaftlichen Fächer zu legen. Für jede Altersstufe und für jeden Schultyp ist eine entsprechend adäquate Didaktik einzusetzen. Das reicht von der Vermittlung erster Eindrücke von technisch-naturwissenschaftlichen Phänomenen bis hin zu detaillierter Wissensvermittlung und Informationen über die realen Tätigkeitsprofile und -anforderungen in Ingenieurberufen.

Über die Notwendigkeit hinaus, den technisch-wissenschaftlichen Nachwuchs in Deutschland sicherzustellen, ist Technikbildung auch ein allgemeines Bildungsgut. Um sich in der modernen, von Technik geprägten Welt zurechtzufinden, ist eine Basiskompetenz bezogen auf technische Verfahren und technikgeprägte Abläufe in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft unerlässlich. Das Fach „Technik“ zählt genauso wie Lesen, Schreiben und Rechnen zur Grund(au)sbildung des modernen Menschen. Als Beispiel kann der Umgang mit Computern dienen. Computer sind in fast allen Haushalten vorhanden und bestimmen in immer größerem Ausmaß die Berufs- und Freizeitaktivitäten. Sie sind fest in die funktionalen Zusammenhänge des Alltags sowie der Berufswelt eingebunden.

⁶ Analog zum „Girls' Day“ gibt es seit einigen Jahren einen „Boys' Day“. Hinsichtlich der Zielsetzungen, Einblicke in technische Berufe zu erhalten und zu einem erhöhten Interesse an diesen Berufen beizutragen, sind beide Projekte gleich zu bewerten. Im Hinblick auf die unterschiedlichen Ausgangslagen geht es beim Girls' Day intentional um den Ausgleich von Nachteilen und gleiche Chancen für technisch talentierte Mädchen, in diese Berufe zu gelangen. Die Bewertung, welchen Anteil Frauen bzw. Männer in den jeweiligen Berufen haben sollten, ist stets eine normative Aussage. Auf der individuellen Ebene ist es entscheidend, dass jeweils technisch interessierte Jungen und Mädchen gleichermaßen ihre beruflichen Interessen mit Unterstützung von außen, zumindest aber ohne äußere Hindernisse und Widerstände, realisieren können.

1.2 ZIELSETZUNGEN

Die Modellprojekte⁷ sind hinsichtlich ihrer Zielgruppen, Konzeption, Dauer der Angebote und Methoden sehr komplex. Das (persönliche) Engagement und die Investitionen in die Angebote sind hoch und binden viele verfügbare Ressourcen. Deshalb müssen diese Ressourcen effizient eingesetzt werden. Dabei ist zu ermitteln, welche Projekte welche Effekte bei den Zielgruppen erzielen, um die besten Modellprojekte zur Technikvermittlung ausfindig zu machen.

Das 2007 begonnene Projekt „Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs“ (MoMoTech) soll dazu beitragen, diese Wissenslücken zu verkleinern und anhand einer fundierten Analyse Erfolgsfaktoren aufzuzeigen, die einen Einfluss auf die Techniksozialisation und die Berufswahl aufweisen. Die zentralen Zielsetzungen sind:

- Bundesweite Bestandsaufnahme möglichst vieler Projekte, die technisch-naturwissenschaftliches Interesse und eine entsprechende Berufsorientierung bei Kindern und Jugendlichen fördern wollen.
- Aufbau einer Datenbank mit möglichst vielen Projekten als Informationsbasis für interessierte Träger von Modellprojekten.
- Detailsicht auf den Projektverlauf bzw. die Projektbiografie, um organisatorische Hemmnisse und Förderstrukturen aufzudecken. Hierzu wurden alle Modellprojekträger der recherchierten Projekte befragt.
- Empirische Studien bei ausgewählten Zielgruppen, um relevante Faktoren der individuellen Technikvermittlung zu identifizieren.⁸
- Evaluationsstudien bei ausgewählten Modellprojekten.
- Eine zusammenfassende Studien- und Programmevaluation zum Zweck einer Best-Practice-Analyse.
- Erstellung einer öffentlich zugängigen Kommunikationsplattform, um den Dialog zwischen den Modellprojekträgern anzuregen.
- Erforschung der Einflussfaktoren, die auf Techniksozialisation einwirken und die individuellen Motive für ein gesteigertes Technikinteresse beleuchten, insbesondere durch qualitative Studien.
- Empfehlungen für die bildungspolitische Debatte zur primären Technikerziehung und sekundären Technikbildung. Davon sollen Impulse für Politik, Projekträger und -förderer, Bildungseinrichtungen, Lehrpersonal und Personen, die in Projekten aktiv mitwirken, ausgehen.

⁷ Insgesamt recherchierte das Forschungsteam an der Universität Stuttgart im Zeitraum von März 2007 bis Frühjahr 2008 rund 1200 Projekte, Programme und punktuelle Angebote mit technischen und naturwissenschaftlichen Bezügen zur Förderung des Nachwuchses vom Kindergarten bis hin zum Einstieg in den Arbeitsmarkt.

⁸ Vgl. Ziefle/Jakobs 2009, S. 9 – 11.

2 KONZEPT UND UMSETZUNG DER STUDIE

2.1 KONZEPTION DER STUDIE

Zur Umsetzung von MoMoTech wurden verschiedene Methoden und Vorgehensweisen kombiniert, um zu validen und aussagekräftigen Ergebnissen zu kommen. In einer auf qualitativen Interviews beruhenden Vorstudie „Wege zur Technikfaszination“ wurden Eltern und deren Kinder befragt, wie sich das Spektrum des spielerischen Umgangs mit Technik gestaltet und welche Förderung in Bezug auf Technik die Kinder im Elternhaus erfahren. Diese Erhebung wurde von 2008 bis 2009 von einem Forschungsteam an der RWTH Aachen unter der Leitung der Professorinnen Martina Ziefle und Eva-Maria Jakobs durchgeführt, ergänzt um eine Online-Befragung zum Technikverständnis von Jugendlichen.⁹ Besonderes Augenmerk widmete diese Erhebung auch der geschlechtsspezifischen Sozialisation. Hinzu kamen die Auswertungen aus anderen Studien eines Projektverbundes an der Universität Stuttgart.¹⁰

Der Überblick zur Projektlandschaft bildete die Basis für ein sogenanntes narratives Review, das die maßgeblichen Trends innerhalb der Modellprojekte interpretieren hilft und von einer Befragung der Initiatoren von Modellprojekten begleitet wird. Hierzu wurden Fragebögen an alle recherchierten Kontaktadressen von Modellprojektträgern versandt. Insgesamt nahmen 317 (34 Prozent) von knapp 950 erreichbaren Trägern an dieser Umfrage im Frühjahr 2009 teil.

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 LeMoTech¹¹). 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/innen, 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 einsetzten.

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.

Die empirischen Erhebungen beruhen auf quantitativen und qualitativen Befragungen. Für die quantitativen Studien wurden aus statistischen Gründen hohe Fallzahlen angestrebt. Zudem wurden die Teilnehmer/innen zu verschiedenen Projektzeitpunkten – zum Start der Projektphase, während der Projektarbeiten und nach deren Ende – befragt.¹² 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

⁹ Vgl. Ziefle/Jakobs 2009, S. 9 – 11.

¹⁰ An der Universität Stuttgart wird in einem Projektverbund über die Zukunft der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung und Berufe geforscht. Einzelprojekte sind unter anderen das Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften, LeMoTech und EUTENA zum europäischen Vergleich der Situation der Technikbildung und Ingenieurberufe.

¹¹ LeMoTech war ein separates Projekt der Universität Stuttgart unter Förderung des BMBF mit dem Ziel, schulische und außerschulische Lernorte zu vergleichen. Es wird 2011 fortgesetzt.

¹² Bei qualitativen Erhebungen werden Interviews ohne Antwortvorgaben (offen) durchgeführt. Die befragte Person kann aus ihrer Sicht die subjektiven Eindrücke und Gründe zum interessierenden Thema oder Verhalten äußern. Quantitative Erhebungen finden in der Regel durch Fragebögen statt, in denen eine feste Auswahl von Antwortmöglichkeiten bestehen. So können Trends erfasst werden. Die Befragung gleicher Personen zu mehreren Zeitpunkten wird als Panelerhebung bezeichnet.

Befragungen und qualitative Interviews, sodass sich relativ robuste Resultate aus der Kombination der beiden Forschungsmethoden ergeben.

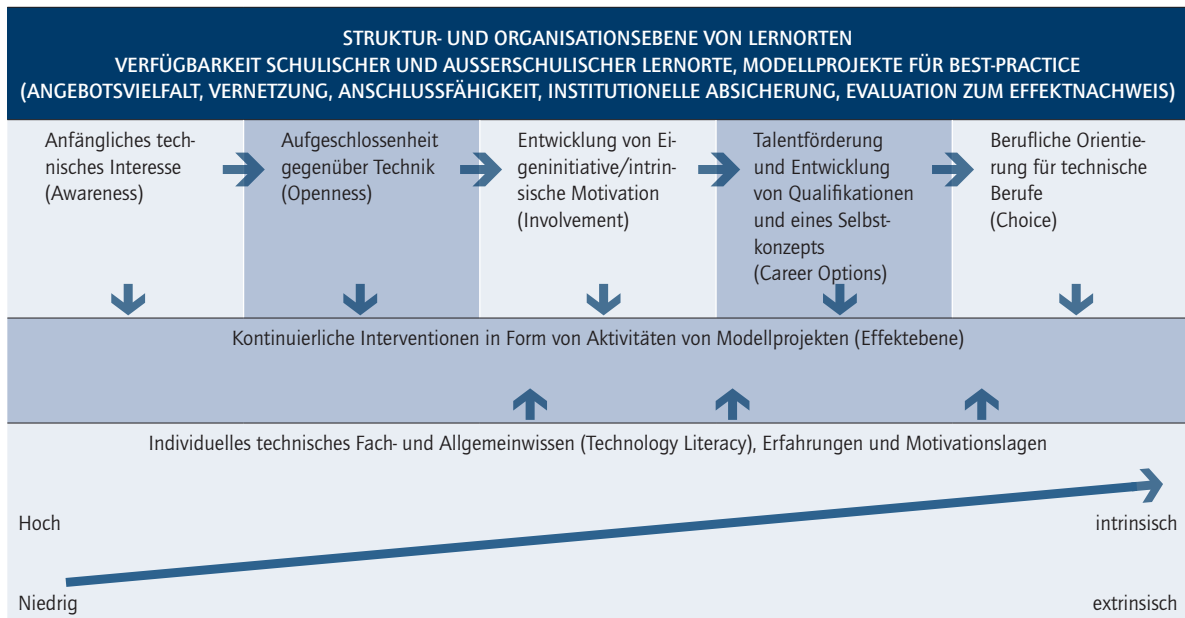
Tabelle 1: Schema zur Auswahl der Aktivitätsbereiche von Modellprojekten

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-Floater (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)	
		Magic-Elektro-Koffer (Grundschule)			Projektzentrum Rabutz

2.2 SOZIALWISSENSCHAFTLICHE BEZÜGE: TECHNIKSOZIALISATION UND EMPIRISCHE BILDUNGSFORSCHUNG

Die vorliegende Studie beruht auf der Annahme eines Stufenmodells zur technischen Bildung: 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.

Tabelle 2: Stufenmodell zur kognitiven Technikförderung



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 (Begriff der 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 Sozialspsychologie, Pädagogik und Soziologie zusammen. Dreh- und 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 DEFINITION VON MODELLPROJEKTEN

Für die weiteren Ausführungen ist es notwendig darzustellen, was unter dem Begriff Modellprojekt im Zusammenhang mit der vorliegenden Studie verstanden wird. 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. Übertragbarkeit kann hierbei auf die Organisationsstruktur und/oder auf die Inhalte und Didaktik bezogen sein. 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. Ideale Modellprojekte vereinen übertragbare Organisationsstruktur, generalisierbare Didaktik und Inhalte sowie Innovationen in der Technikvermittlung miteinander.

2.4 METHODISCHE VORGEHENSWEISE

Inzwischen liegen einzelne Studien über Förderprojekte vor, es fehlen jedoch eine vergleichende Bestandsaufnahme, eine Synopse des Ergebnisvergleichs und eine weiterführende Klassifikation der evaluierten Ansätze. Die Evaluation von (Modell-)Projekten zur technisch-naturwissenschaftlichen Bildung steht daher erst am Beginn einer empirischen Aufarbeitung. Es finden sich kaum statistisch valide Verfahren zur Bewertung von Studien- und Programmevaluationen, es fehlen solide Grundlagenstudien über die

Validität und Reliabilität von retrospektiv erfassten und in Paneldesigns erhobenen Daten (was eine wesentliche Vereinfachung der Evaluationserhebungen bedeuten würde), und es mangelt an Konventionen zu standardisierten Gütemaßen einer Evaluation. Auch wenn Modellprojekte in ihren Zielsetzungen divergieren und sie unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen zum Einsatz kommen, ist es methodisch sinnvoll und auch möglich, mit einem angepassten Forschungsdesign den Grad der jeweils gesetzten Zielerreichung sowie die erzielten Effekte bei den Zielgruppen systematisch zu evaluieren und zu vergleichen.

Die hier vorliegende Untersuchung kann diese Lücke nur zum Teil füllen. Denn mangelnde Dokumentation der Effekte bei den meisten Projekten und geringe Verfügbarkeit bereits durchgeführter Evaluationsstudien einzelner Träger ließen eine statistisch aussagekräftige Metaanalyse nicht zu. 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 STATISTISCHE ANFORDERUNGEN AN EVALUATIONSSTUDIEN

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 (sogenannte 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/innen ($n = 3500$) und Studierenden ($n = 6400$) als Referenzpunkt für die Einschätzung und Interpretation gefundener Effekte von Modellprojekten.

Zusätzlich wurden die subjektiven Eindrücke der Teilnehmer/innen 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.

2.6 ZENTRALE ZIELSETZUNGEN: INTERESSE UND TALENTFÖRDERUNG

Die Modellprojekte verfolgen in der Regel zwei zentrale Ziele: Zum einen geht es um die Förderung eines allgemeinen Interesses an Technik und Naturwissenschaften sowie

um die Vermittlung einer besonderen Aufgeschlossenheit gegenüber Technik und Innovationen. Von Bedeutung ist diese Technikvermittlung für die allgemeine Akzeptanz von Technik und Technikberufen in der Gesellschaft wie auch für den ausgewogenen Umgang mit ihren Risiken und Chancen. Zum anderen geht es um Talentförderung. Das Ziel ist hier vorrangig, die Jugendlichen zu motivieren, eine technische oder naturwissenschaftliche Laufbahn zu ergreifen. Hierzu zählen vor allem Projekte zur Studienwahl und Berufsorientierung.

2.7 VORSCHLAG EINER WISSENSCHAFTLICHEN SYSTEMATISIERUNG VON MODELLPROJEKTEN

Mit der Differenzierung von Zwecken ist bereits der erste Schritt zu einer Systematisierung und Klassifikation von Modellprojekten getan. Es liegt nahe anzunehmen, dass die beiden grundlegenden Zielsetzungen, Interesse an Technik zu wecken und technische Begabungen besonders zu fördern, jeweils unterschiedliche Methoden und Ansätze erfordern. Die Förderung technischer Interessen sollte möglichst in der Kindheit beginnen, die Talentförderung setzt in der Regel zu einem späteren Zeitpunkt ein und baut auf der Förderung des Technikinteresses auf. Projekte zur Talentförderung werden überwiegend von bereits technisch interessierten Kindern und Jugendlichen besucht. Das bedeutet, dass Kinder und Jugendliche, die bis zu diesem Zeitpunkt kein Interesse an Technik entwickelt haben, erst gar nicht die Fördermöglichkeiten in Anspruch nehmen. Umso wichtiger ist es daher, frühzeitig mit der Förderung des Interesses zu beginnen. Die Studie an der RWTH Aachen belegt deutlich, dass Interesse an Technik vom Kleinkindstadium bis zum Alter von zehn bis zwölf Jahren entsteht, danach entwickelt es sich nur noch in Ausnahmefällen. Projekte mit der Zielsetzung „Technikinteresse wecken“, die sich an ältere Jugendliche richten, sind daher weitgehend wirkungslos. Es kommt also darauf an, gestaffelt vorzugehen: Zunächst Interesse an Technik zu wecken, dann eine Form

von Technikaufgeschlossenheit und Neugier zu fördern und schließlich bei denen, die eine besondere Technikbegabung zeigen, dieses Talent systematisch und kontinuierlich zu fördern. In der Evaluation wird überprüft, ob diese Logik der Einteilung altersgerecht vorgenommen und wie sie konkret umgesetzt wurde.

Diese altersbezogene Logik der Dreiteilung ist besonders relevant für die Förderung von Mädchen und jungen Frauen. Die geringen Anteile von Frauen in den klassischen technischen Berufen des Maschinenbaus und der Elektrotechnik sind hinlänglich belegt.¹³ Weniger bekannt ist, dass der Frauenanteil in technischen „Nischenstudiengängen“ wie Medizintechnik oder Umwelttechnik im Verhältnis dazu relativ hoch ist. Projekte zur Frauenförderung sollten also vorwiegend Themen des Maschinenbaus und der Elektrotechnik aufgreifen und die sozialen Bezüge und Beiträge dieser Technologien zu Wohlstand, Gesundheit und Umweltschutz herausstellen. Für die hier vorgenommenen Untersuchungen sind zwei Fragen vorrangig: Ab wann zeigen sich geschlechtsbezogene Unterschiede im Umgang mit Technik zwischen Mädchen und Jungen? Was bringen Projekte, die alleinig und gezielt Mädchen oder Schülerinnen fördern (Begriff der monoedukativen Bildung)?

In der Evaluation sind auch das Zielpublikum und der Einzugsbereich von Projekten von Interesse. So können Projekte versuchen, die Bevölkerung als Ganzes für Technik zu interessieren. Das bekannteste Programm in diesem Sektor ist das PUSH-Konzept (Public Understanding of Science and Humanities), dessen Anfänge in die frühen 1970er-Jahre zurückreichen. Das Ziel ist hier, die wissenschaftliche und technische Kompetenz (Literacy) in der Bevölkerung zu verbessern. Ein markanter Trend ist die Etablierung von Science Centern als neue Präsentations- und Lernorte für Technik und/oder Naturwissenschaften (vgl. ECSITE: www.ecsite.com). In Deutschland beträgt deren Anzahl mittlerweile über vierzig, europaweit sind es über zweihundert. Diese Zahl erscheint angesichts von räumlichen Abständen

von 100 bis 150 Kilometern zwischen einzelnen Science Centern bereits relativ flächendeckend. Neue Science Center werden nur noch vereinzelt gebaut, zumal die Investitions- und laufenden Betriebskosten sehr hoch sind. Daneben haben sich aber auch kommunale Technikzentren vom privaten „Garagenprojekt“ (Denzlinger Cleverle) bis hin zum ökologisch-technischen Jugendwerk (Projektzentrum Rabutz) etabliert. Diese sind vor allem für ländliche Umgebungen bedeutsam.

¹³ Siehe zusammenfassend acatech/VDI 2009.

Tabelle 3: Kriterien einer wissenschaftlichen Systematik von Modellprojekten

KRITERIUM	BESTEHENDE PROBLEMLAGE	WISSENSCHAFTLICHE ZIELSETZUNG	LÖSUNGSANSÄTZE
Technik und Geschlecht	Geringe Frauenanteile in den klassischen Technikdisziplinen, fehlende Vermittlung gesellschaftlicher extrinsischer Motivlagen (Begriff der Genderasymmetrie)	Förderung des technischen Interesses und Talents, vor allem in den Bereichen Maschinenbau und E-Technik in Verbindung mit deren gesellschaftlichem Nutzen und Innovation	– Mentoring – Monoedukative Unterrichtsformen – Quotierung bei Studiengängen – Vorbilder, Role Models
Talentförderung und Interessengenerierung	Anschlussfähigkeit der verschiedenen Projekte an die jeweilige Entwicklungsstufe technisch interessierter Jugendlicher	Schaffung der Voraussetzungen für eine möglichst früh beginnende und kontinuierliche Techniksozialisation Inhalte von Technikbildung	– Altersspezifische Didaktikformen – Vernetzung der Förderinstitutionen und Projekte – Verankerung in der schulischen Allgemeinbildung
Einzugsgebiet und Reichweite	Flächendeckendes Angebot zur Technikbildung, vor allem in ländlichen Gegenden	Leichter und räumlich naher Zugang zu Angeboten der Technikbildung	Aufbau dezentraler und zentraler Lernorte zur Technikvermittlung und deren Vernetzung
Aufgeschlossenheit gegenüber Technik	Vermittlung der gesellschaftlichen Beiträge und Folgen von Technologien	Neugierde und Interesse wecken an technisch geprägten Abläufen in Wirtschaft und Gesellschaft Aufklärung von Bürgern über Risiken und Chancen technologischer Innovationen Technikmündigkeit als Leitbild und Bildungsziel	– PUSH-Aktivitäten – Ausstellungen – Wissenschaftsdiskurse und -dialoge
Professionalisierung und Institutionalisierung	Sicherung eines qualifizierten Angebots an Projekten	Organisatorische Etablierung und dauerhafte Sicherung des Angebots	– Fortbildung – Fachpersonal – Schulungen – Zertifikationen

3 FORSCHUNGSSTAND UND BESTANDSAUFNAHME ZU DEN AUSGEWÄHLTEN EVALUATIONSBEREICHEN

3.1 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.¹⁴ Teilweise gilt dies auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Da Technikbildung 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/innen nachzubilden (zum Beispiel SIA, JIA). Die Palette dieser Angebote reicht vom Mitmachlabor über Science Center bis hin zu Ausstellungen wie dem IdeenPark von ThyssenKrupp, Wettbewerben und Vorträgen.

Die Ergebnisse der im Rahmen von MoMoTech durchgeführten Untersuchungen legen nahe, dass dies mit Erfolg praktiziert wurde. Die Besuchszahlen von Science Centern sind hoch, bis auf eine Ausnahme haben sie sich dauerhaft etabliert. Die Resonanz auf Mitmachlabore ist ebenfalls sehr positiv. Ähnliches gilt für Ausstellungen wie den IdeenPark 2008 mit über 300.000 Besuchern/innen innerhalb von neun Tagen. 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.

In einigen wissenschaftlichen Aufsätzen werden punktuelle Angebote aufgrund von Erkenntnissen der neurologischen Lerntheorien eher kritisch bewertet und als ineffizient eingestuft.¹⁵ 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.¹⁶ 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-Studien¹⁷ 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.¹⁸

¹⁴ Vgl. acatech/VDI 2009.

¹⁵ Vgl. Kirschner/Sweller/Clark 2006.

¹⁶ Vgl. zusammenfassend Kirschner/Sweller/Clark 2006, POLLEN 2007.

¹⁷ Vgl. OECD 2009.

¹⁸ Vgl. auch POLLEN 2007, FEANI 2001, FEANI 2010.

> Problemfelder und -bezüge

Ein besonderes Problem außerschulischer Projekte zur Technikförderung ist der hohe Aufwand (Gebäude, Betriebskosten, Geräte, Materialien, Personal). Deshalb sind solche Bildungseinrichtungen auch eher an zentralen Orten in Ballungsgebieten anzutreffen und weniger in ländlich geprägten Räumen, in denen aber inzwischen kommunale Techniklabore entstanden sind, die Experimentiermöglichkeiten für Schüler/innen in begrenztem Umfang anbieten.

Für die Finanzierung und den Unterhalt von Science Centern und Technikausstellungen kommen häufig Unternehmen und Stiftungen auf, da für diesen Zweck zu wenig öffentliche Mittel verfügbar sind. Allerdings gibt es auch Science Center in kommunaler Trägerschaft (zum Beispiel teilweise die 2009 eröffnete Experimenta in Heilbronn). Bei einer kommunalen Trägerschaft ist auch die Vernetzung mit Schulen besser geregelt. Kooperative Projekte, die punktuelle Ausstellungen oder Veranstaltungen mit schulischen Aktivitäten kombinieren, sind hier öfter vorzufinden als bei den privaten Trägern von Technikbildung.

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.

> Exemplarische Evaluationsstudien

Im Rahmen von MoMoTech wurden der IdeenPark 2008, die Berufsbildungsmesse TectoYou und das Science Center Technorama evaluiert. Weitere Science Center und Museen wurden besichtigt (unter anderen das Technoseum in Mannheim – ehemals LTA –, die Experimenta in Heilbronn und das ältere Technikmuseum in Speyer), zum Teil in Begleitung der Geschäftsführung. Diese Besuche und Evaluierungen lieferten wichtige Erkenntnisse für die Bedeutung und den Stellenwert von Science Centern (vgl. ECSITE: www.ecsite.com) für eine zeitgemäße und anregende Technikbildung.

– Ideen Park

Besonders hervorzuheben ist die Vorgehensweise bei der Evaluation des IdeenParks im Mai 2008. Die Evaluation umfasste sowohl quantitative Erhebungsverfahren (standardisierte Besucher/innen-Umfrage, Effektevaluation ausgewählter Angebote und Zielgruppen) als auch qualitative Instrumente (Schüler/innen-Symposium, Standbeobachtungen, qualitative Leitfadeninterviews).¹⁹ Dadurch konnten kurz- und mittelfristige Effekte empirisch valide überprüft werden.

– TectoYou

TectoYou ist eine gemeinsam von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik getragene und gestaltete Plattform zum Austausch über Berufsorientierung und technische Sachverhalte. Sie findet jährlich im Rahmen der Hannover Messe statt. Es ist das erklärte Anliegen, Schülern/innen und Studierenden die beruflichen Chancen und Möglichkeiten in modernen Industrieunternehmen vorzustellen und sie mit potenziellen Ausbildern/innen und Arbeitgebern/innen in Kontakt zu bringen. Es ist nicht das Ziel, das Interesse an technischen Phänomenen zu fördern, sondern das Interesse an bestimmten technischen Beru-

¹⁹ Vgl. Hiller/Pfenning/Renn 2008.

fen. Jugendliche können sich teilweise unmittelbar vor Ort für die präsentierten Studiengänge und Berufe bewerben.

– **Technorama**

Das Technorama in Winterthur spricht viele Zielgruppen, von Eltern mit Kleinkindern bis zu Wissenschaftlern/innen, an und legt Wert darauf, ein „Gefühl“ für Naturwissenschaften und Technik zu vermitteln. Es soll ein Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Phänomenen geweckt und bereits vorhandenes Interesse in diesen Bereichen gesteigert werden. Die emotionale und motivationale Komponente, vermittelt durch interessant dargestellte Phänomene und Hands-on-Exponate, steht hier im Vordergrund. Das Technorama legt den Schwerpunkt auf Interaktion und Erfahrungen mit Technik. Neben der Ausstellungsfläche mit Animationen und Exponaten gibt es auch einen Labortrakt für eigenständiges Experimentieren, der vor allem von Schulklassen genutzt wird. Das Science Center umfasst sowohl naturwissenschaftliche als auch technische Exponate.

– **Experimenta**

Auch die Experimenta in Heilbronn zeichnet sich durch einen stark interaktiven Charakter aus, das heißt die Besucher/innen können Exponate durch eigenes Tun bedienen und gestalten. Eine Besonderheit der Experimenta ist die hohe Vernetzung mit den lokalen Schulen. Um dem Andrang der vielen Klassen zu genügen, ist der Labortrakt für größere Mengen an Besuchern/innen ausgebaut. Neben professionellen Klassenlaboren gibt es auch Spiellabore für Kleinkinder.²⁰

– **Außerschulische Lernlabore**

Nachgefragt und verstärkt angeboten werden auch Projekte für außerschulische Lernlabore, in denen Schulklassen unter anderem in Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen oder in Unternehmen unter pro-

fessioneller Anleitung Experimente in Mitmachlaboren durchführen können. Diese Projekte sind didaktisch interessant, weil solche Labore oftmals eine weitaus bessere Ausstattung aufweisen als die schulischen Fachräume. Sie stellen damit eine Herausforderung für die Schulen dar, weil die Schüler/innen dort erkennen, wie interessant ein Technikunterricht sein könnte. Zurück im Schulalltag breitet sich dann häufig Frustration über die wenig attraktiven schulischen Lernbedingungen aus. Die Laborbesuche sind in der Regel für Schüler/innen ein punktueller Event, jedoch wird insgesamt eine hohe Zahl an Schülern/innen in Technik und Naturwissenschaften eingeführt.

3.2 KINDERGARTEN/VORSCHULE

> **Sach- und Forschungsstand**

Trotz einer Zunahme der Projekte für Kindergartenkinder haben derzeit nur wenige der Modellprojekte diese Zielgruppe im Fokus (vgl. Tabelle 4: Primäre Zielgruppen der Projekte). Die meisten Modellprojekte richten sich an Schüler/innen. Die Lern- und Motivationseffekte einer frühzeitigen Förderung von Kindern sind in der Wissenschaft noch nicht ganz geklärt. Die Vorstudie von Ziefle/Jakobs belegt, 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.²¹ 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 Spiel-

²⁰ Für die Experimenta gibt es Angebote zur Durchführung einer Evaluation, die allerdings nicht mehr im Zeitraum von MoMoTech realisiert werden konnte.

²¹ Stiftung HdKf 2008, 2009a, 2009b, Bertelsmann-Stiftung 2010.

zeugs (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.²²

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.²³ 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/innen und Studierenden im Elternhaus eine Förderung erfahren, bei der naturwissenschaftlichen Förderung ist dieser Anteil sogar noch geringer.²⁴

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.

> Problemfelder und -bezüge

Die frühkindliche Technikbildung ist eng verbunden mit der bereits beschriebenen Didaktikdebatte in der Technikpädagogik. Die „Frontlinie“ verläuft entlang den Auseinandersetzungen zwischen instruktionstheoretischen und informellen Lerntheorien.²⁵ 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 gäbe²⁶, sondern eher daran, dass diese Leitfäden und Orientierungen in der Praxis der Bildungsinstitutionen nicht eingesetzt werden. Dabei verfügt Deutschland über renommierte Unternehmen mit weltweit bedeutenden Marktanteilen im Bereich technischer Lehrmaterialien, vom Baukasten bis zum Chemielabor für den Keller. 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/innen und Lehrer/innen.

Hinsichtlich der „Genderasymmetrie“ ist es wichtig, der Frage nachzugehen, ob sich ein unterschiedlicher Umgang mit Technik (in dieser Altersphase bezogen auf Spiel- und Werkzeuge) zwischen Jungen und Mädchen bereits in diesen frühen Jahren beobachten lässt.

Ein weiteres Problem ist die institutionelle Anschlussfähigkeit technischer Bildung zwischen Kindergarten, Vorschule und Grundschule. Inhaltlich fokussieren die vorschulischen Einrichtungen auf Experimente, während die Grundschullehrpläne auf die Vermittlung von technisch-naturwissenschaftlichen Phänomenen (Magnetismus, Stromkreis usw.) abhe-

²² Vgl. Ziefle/Jakobs 2009, S. 9 – 11.

²³ Vgl. acatech/VDI 2009.

²⁴ Ebd.

²⁵ Vgl. POLLEN 2007, OECD 2009.

²⁶ Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus/IKIT 2007, LPE Technische Medien 2009.

ben. Der Übergang von stärker affektuellen Bezügen der Technikvermittlung zur wissensbasierten Technikbildung ist eine didaktische und pädagogische Herausforderung. Vorliegende Studien und Projekte setzen in diesen Übergangsphasen vor allem auf intensive Betreuung und Mentoring.

> Exemplarische Evaluationsprojekte

– „Haus der kleinen Forscher“

Einen ganzheitlichen Ansatz bildet das Konzept der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (HdkF) (www.haus-der-kleinen-forscher.de). Die Stiftung fördert bundesweit frühkindliche Bildungsaktivitäten in den Naturwissenschaften und kooperiert inzwischen mit circa 15.000 interessierten Kindergärten. Ihr Ziel ist es, bereits bei Drei- bis Sechsjährigen die Neugier auf Naturphänomene zu wecken und ihnen die Möglichkeit zu geben, beim Experimentieren selber Antworten auf alltägliche naturwissenschaftliche Phänomene zu finden. Die Stiftung entwickelt Workshops für Erzieher/innen, gibt pädagogische Handreichungen heraus, veranstaltet jährliche Aktionstage und bietet umfangreiche Hintergrundinformationen und Experimente im Internet an. Um flächendeckend Workshops für Erzieher/innen anbieten zu können, baut sie lokale Netzwerke auf. Die breite Diffusion dieser Projektidee zeigt den hohen Bedarf an naturwissenschaftlicher Bildung im Vorschulbereich auf. Die Evaluation der Auswirkungen dieses Projektes auf die Techniksozialisation hilft, verlässlichere Aussagen über die Lernweisen von Kleinkindern treffen zu können.

– MatNat

MatNat ist ein modulares Paket mit kindgerechten Projekten zum Thema „Mathe ist mehr als Rechnen,

Forschen mehr als Zuschauen“. Das auf Stuttgart begrenzte Projekt wurde bis 2009 durch die Stiftung Kinderland Baden-Württemberg gefördert; entwickelt und durchgeführt wurde bzw. wird es von einer promovierten Naturwissenschaftlerin.²⁷ In regelmäßigen Abständen besucht die verantwortliche Betreuerin Kindergärten und erläutert dort ein mathematisches oder naturwissenschaftliches Thema in anschaulicher und meist experimenteller Weise. Die Kinder werden dabei zum Basteln, zum spielerischen Experimentieren, zu Exkursionen, zum Beobachten und – ein besonderer Schwerpunkt – zum Diskutieren angeregt. Es geht nicht darum, das schulische Rechnen in den Kindergarten vorzuverlegen, vielmehr sollen die Kinder, die in der Regel noch nicht mit Zahlen umgehen können, dazu angeleitet werden, Gesetzmäßigkeiten von Mathematik und Naturwissenschaften, die hinter alltäglichen Vorgängen liegen, intuitiv zu erkennen.

3.3 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/innen 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

²⁷ Vgl. Wachinger 2009/2010.

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 Deutschen Telekom Stiftung und die Schüler-Ingenieur-Akademie (SIA) von BBQ/Südwestmetall. SIA ist das „Mutterprojekt“ und kann gegenüber der JIA auf eine längere Laufzeit zurückblicken. 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/innen ausübt.²⁸ Auch nach Analysen der OECD haben Staaten mit einem regelmäßigen Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen weniger Akzeptanzprobleme bei technischen Berufen.²⁹

> Problemfelder und -bezüge

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

Hinzu kommen Fragen des verfügbaren Zeitbudgets bei Einführung eines neuen Fachs. Dieses Problem wurde von Eltern und Schülern/innen 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/innen. Auch die Lehrer/innen 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/innen Technik – wenn überhaupt – vorwiegend als Fachunterricht erleben, in dem Funktionsweisen von Technik erklärt werden. Dagegen bleiben die sozialen Folgen und wirtschaftlichen Zusammenhänge meist unberücksichtigt. Von einer ganzheitlichen Technikvermittlung kann also keine Rede sein.

> Exemplarische Evaluationsstudien

– KiTec – Kinder entdecken Technik

Ziel des Projekts „KiTec – Kinder entdecken Technik“ der Wissensfabrik – Unternehmen für Deutschland (www.wissensfabrik-deutschland.de) ist es, den „Wissensdurst“ und den „Forscherdrang“ von Grundschulkindern zu fördern. Dazu wurden vom Transferzentrum für Neurowissenschaften und Lernen (ZNL) in Ulm zusammen mit dem Lehrstuhl für Technik und ihre Didaktik der Universität Dortmund KiTec-Kisten mit diversen Werkzeugen und Materialien für Schüler/innen der dritten und vierten Klasse entwickelt. Die Kinder erhalten den Auftrag, in Teams Aufgabenstellungen der Bau-, Fahrzeug- und Elektrotechnik zu lösen. Das Projekt umfasst ein zweistufiges Multiplikatorenkonzept, ähnlich wie beim „Haus der kleinen Forscher“: In Multiplikatoren-schulungen geben Fachleute aus Neurowissenschaft,

²⁸ Vgl. acatech/VDI 2009.

²⁹ Vgl. OECD 2009.

Technik und Didaktik ihr Wissen an die Projektbetreuer/innen in Unternehmen weiter. In einem zweiten Schritt vermitteln diese Betreuer/innen die gelernten Inhalte an Lehrer/innen ihrer Partnerschulen, die zuvor in Kooperationsnetzwerken eingebunden wurden. Die Lehrer/innen übernehmen dann in einem dritten Schritt die Unterrichtung der Kinder.

– *Magic-Elektro-Koffer*

Der Magic-Elektro-Koffer dient dazu, Grundschulkindern spielerisch elektrotechnische Zusammenhänge zu vermitteln. Entwickelt wurde er von der Skyfield International GmbH unter dem Namen „MagicElektrik“. Durch die Druckknopftechnik ist der Umgang ohne spezielle elektrotechnische Vorkenntnisse möglich. Neben den Bauteilen ist auch ein Handbuch mit 256 elektrotechnischen Experimenten im Set enthalten. Zu jedem Experiment gibt es eine kurze Beschreibung der Funktion (zum Beispiel Flipflop-Schaltung) und eine Skizze des Schaltplans. Zudem enthält das Handbuch eine grundlegende Beschreibung der verwendeten Symbole in den Schaltkreisskizzen. So lernen die Kinder nicht nur selbst aktiv einen Stromkreis mithilfe des Magic-Elektro-Koffers einzurichten, sondern auch die fachspezifische Darstellungsweise von Schaltplänen. Der Anwendungsbereich erstreckt sich von einfachen Stromkreisen für Lichtschalter über komplexe Schaltkreise für fliegende Propeller und elektronische Türklingeln bis hin zu Wasser- und Feuchtmeldern.

Der Elektronik-Experimentierkasten wird vom Ausbildungsbetrieb der Georgsmarienhütte GmbH den teilnehmenden Grundschulen für zwei bis drei Wochen kostenlos zur Verfügung gestellt, nachdem die Lehrer/innen an ein paar Einführungsstunden teilgenommen haben. Im Unterricht arbeiten die Kinder jeweils in Gruppen mit einem Koffer. Selbst gesetztes Ziel ist es, das Thema „Elektrizität“ durch einfache Experimente zu vermitteln.

– *Techniklabor am Friedrich-Schiller-Gymnasium, Marbach am Neckar*

Das Techniklabor am Friedrich-Schiller-Gymnasium (FSG) in Marbach am Neckar wurde im Januar 2009 in Betrieb genommen. Bislang wird es vorwiegend von den Schülern/innen der achten bis zwölften Klasse im Fach Naturwissenschaft und Technik (NwT) genutzt. Es besteht aus zwei Räumen, einer Werkstatt mit hochwertigen Geräten und Abstellmöglichkeiten sowie einem Unterrichtsraum mit Gruppentischen. Neben einfachen Werkzeugen zur Metall-, Holz- und Kunststoffverarbeitung (Feilen, Sägen, Holz- und Kunststoffbohrer etc.) stehen anspruchsvolle Geräte, wie elektronische Lötstationen, Bohrmaschinen, spezielle vernetzte Laptops mit Software zur Messanalyse, Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM), CNC-Fräsen und Stationen zur Simulation von automatisierten Bandstraßen (MecLabs), zur Verfügung.

Für jüngere Schüler/innen verfügt das Labor über UMT-Utensilien (Universelles Mediensystem Technik – variable Kunststoffmaterialien für Unterrichtsmodelle). Auch dazu wurden getrennte Evaluationsstudien durchgeführt. Teilweise wurde die Ausstattung aus Forschungsmitteln des Projekts LeMoTech finanziert, um die Wirkungen des Umgangs der Schüler/innen mit diesen Geräten und Apparaturen zu messen. Insgesamt ist das Techniklabor somit für eine manuelle wie auch maschinelle und informatikbezogene Technikbildung ausgerüstet.

– *Schüler-Ingenieur-Akademie*

Die Schüler-Ingenieur-Akademie (SIA) wurde im Jahr 2000 an baden-württembergischen Schulen als ein Projekt zur Förderung technisch interessierter und begabter Schüler/innen eingeführt. Sie zeichnet sich durch einen kontinuierlichen Technikunterricht aus, der in ausgewählten Schulen als eigenständiges und

freiwilliges Schulfach integriert ist. In vielen Aspekten (Zertifikat, Notenrelevanz, Verpflichtung zur regelmäßigen Teilnahme) entspricht sie einem „normalen“ Unterrichtsfach. Hauptsächliches Ziel ist, interessierte und begabte Schüler/innen bei der Wahl eines ingenieurwissenschaftlichen Studienganges zu unterstützen, verbunden mit der Förderung der individuellen Talente durch ein Fachkonzept, das auf Projekt-Praxis-Mentoring abzielt. So sieht die SIA Berufspraktika, Projektarbeit im Team an der Schule, Unterricht durch Fachkräfte und individuelle Betreuung von einzelnen Schülern/innen vor. Integriert in den Studienplan sind auch Angebote zur Stärkung der sozialen Kompetenz (Teamarbeit, Ausflüge). Für die Evaluation wurden alle drei Ansätze unter die Lupe genommen: das individuelle Mentoring, das innovative Angebot der schulischen Technikvermittlung und die individuelle Unterstützung bei der Berufsorientierung.

3.4 INTERNETBASIERTE PROJEKTE/AUTODIDAKTISCHES LERNEN

> Sach- und Forschungsstand

Für Kinder und Jugendliche ist das Internet eine wichtige Informationsquelle und Wissensressource.³⁰ 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 Ler-

nen. 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/innen 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 jede(r) kann sich ein den eigenen Neigungen und Fähigkeiten angepasstes Berufsbild heraussuchen. Laut Analysen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften³¹ sehen Schüler/innen 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

³⁰ Vgl. Ziefle/Jakobs 2009, S. 9 – 11, acatech/VDI 2009.

³¹ Vgl. acatech/VDI 2009.

reine Funktionsbeschreibungen der Berufe wieder. Die Berufsfindung und Berufswahlentscheidung erfordern jedoch eher einen Erfahrungsbericht aus der Praxis der jeweiligen Berufsfelder sowie einen Abgleich zwischen dem Selbstbild der wahrgenommenen technischen Talente und Fertigkeiten mit den realen beruflichen Anforderungen.

> Problemfelder und -bezüge

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. Gesucht sind weiterführende Synergieeffekte.

Das Internet bietet eine breite Übersicht über viele Angebote, verbunden mit der Option, diese komplexen Informationsangebote auf eigene Informationsbedürfnisse zuzuschneiden. Wichtige Aspekte bei der individuellen Recherche sind dabei die Studienwahl und der Berufseinstieg. Leisten internetbasierte Angebote zur beruflichen Orientierung und Studienfachwahl einen Beitrag zur besseren Vermittlung der konkreten Tätigkeitsprofile und Studienbedingungen in den Ingenieurberufen? Benötigen Internetangebote zusätzliche Lernformen, in denen Lehrer/innen die Schüler/innen anleiten, mit den Informationen gezielter umzugehen?

Die bestehenden kommerziellen und öffentlichen Angebote zur Studieninformation (zum Beispiel der Job Center) sind oftmals nur passiv aufgebaut, die interaktiven Möglichkeiten des Internets bleiben weitgehend ungenutzt. Auch beim IdeenPark 2008 kritisierten die Besucher/innen die bestehenden öffentlichen Internetplattformen und bemängelten deren unzeitgemäßes, „biederes“ Design.

> Exemplarische Evaluationsprojekte

– Wissens-Floater

Die Wissens-Floater, die an der Bergischen Universität Wuppertal von Professor Richter entwickelt wurden, sind eine Variante zur Vermittlung von technischem und naturwissenschaftlichem Wissen mithilfe des Internets. Hierbei handelt es sich um kurze Lehrfilme in Form von Podcasts oder um Power-Point-Präsentationen. Die Organisatoren verbinden damit den Anspruch, mit vielen audiovisuellen Elementen einen kleinen, abgeschlossenen Wissensbereich interessant und ansprechend darzustellen – „das Besondere ist, dass die erklärenden Texte auch gesprochen werden und so als Hörtexte einen zusätzlichen Lerneffekt bewirken“ (www.wissensfloater.de). Ziel dabei ist, Schülern/innen und Studierenden einen sachgerechten Einblick in technisches Know-how zu ermöglichen und die Entstehung technischer Produkte und deren Bedeutung für unser Leben sowie die naturwissenschaftliche Basis aufzuzeigen. Lehrenden wird mit den Wissens-Floater-Podcasts ein Element zur Belebung ihrer Lehrveranstaltungen an Schulen und Hochschulen an die Hand gegeben. Dies dokumentiert die vorwiegend didaktische Zielsetzung, bestehende Lehr- und Lernformen durch audiovisuelle Eindrücke zu vertiefen und damit Synergieeffekte auszulösen. Die Lerneinheiten sind kostenlos im Internet verfügbar und zielgruppenspezifisch für Schüler/innen und Studierende ausgearbeitet.

– ODEKI

Für die Berufsorientierung ist eine Internetplattform relevant, die Einblicke in die Berufspraxis ermöglicht, den Berufseinstieg erleichtert und hierfür einen interaktiven Austausch zwischen Firmen, die Fachkräfte suchen, und Absolventen/innen, die eine Stelle suchen, ermöglicht. Zudem kann eine solche Plattform Informationen über

Studiengänge, Hochschulen und Hochschulstandorte vermitteln. Auch die neue Plattform ODEKI (www.odeki.de) will diese Anforderungen erfüllen. Sie bietet für Schüler/innen auf der Suche nach einem Praktikumsplatz ebenso geeignete Informationsangebote wie für Abiturienten/innen auf der Suche nach einem Studienplatz. Sie vermittelt zwischen Unternehmen auf der Suche nach einer geeigneten Fachkraft und möglichen Interessenten für die ausgeschriebene Position. Dabei besteht die Option, die eigenen Bewerbungsunterlagen auf einem Server abzulegen und für potenzielle Arbeitgeber/innen zugänglich zu machen. Unternehmen können so auf den Datenpool interessanter Absolventen/innen zugreifen, deren Profile einsehen und sich bei Bedarf direkt an diese Personen wenden. ODEKI ist zudem ein Start-up-Unternehmen, das von jungen Absolventen/innen technischer Hochschulen gegründet wurde. Insofern gehen die Betreiber sehr wahrscheinlich von eigenen Erfahrungen aus und kennen die Bedürfnisse der Hochschulabsolventen/innen gut.

3.5 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.³² 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 Nischendis-

ziplinen im Gesundheits- und Umweltbereich fokussieren. Verallgemeinernd lässt sich sagen, je mehr „sozialer Sinn“³³ in technischen Berufen erkennbar wird und je interdisziplinärer das Tätigkeitsbild, desto höher der Frauenanteil. „Sozialer Sinn“ im Sinne von Karl-Heinz Minks meint Motivationen 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).³⁴ 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 zusammenggetragen, 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 nach-

³² Vgl. acatech/VDI 2009.

³³ Minks 2004.

³⁴ Vgl. acatech/VDI 2009.

haltige, 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.³⁵ 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 (www.komm-mach-mint.de/Nationaler-Pakt). 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.

Zudem belegen Studien den Drop-out von Frauen aus Ingenieurberufen nach erfolgreichem Studium durch das Ergreifen anderer Berufe bzw. Tätigkeiten oder nach einer beruflichen Unterbrechung. Das Potenzial ist mit geschätzten 40.000 bis 60.000 Ingenieurinnen beträchtlich.³⁶ Viele Studien zeigen positive kognitive Effekte hinsichtlich eines höheren Selbstbewusstseins, erhöhter wahrgenommener Technikkompetenz und sichererem Selbstkonzept bei monoedukativen Angeboten zur technischen Bildung auf.

> Problemfelder und -bezüge

Als die zentralen Probleme der geschlechtsspezifischen Technikzugänge, einschließlich der Berufswahl, erscheinen folgende Punkte: Gibt es eine unterschiedliche Techniksozialisation, sind es also biografische Faktoren bis hin zu biologisch bedingten Unterschieden im Umgang mit Tech-

nik, die zu den geringen Frauenanteilen in den klassischen Ingenieurdisziplinen geführt haben? Um die Beantwortung dieser Frage drehen sich die Projekte zur monoedukativen Technikvermittlung und Studien zur frühkindlichen Techniksozialisation.

Welche Rolle spielen und welche Effekte erbringen gesellschaftliche Faktoren wie die Ungleichbehandlung im Beruf und die wahrgenommenen Stereotypen und Vorurteile gegenüber Frauen in technischen Berufen und Studiengängen? Reproduziert sich gewissermaßen die Ungleichheit durch gesellschaftliche Prozesse? So divergieren die Frauenanteile auch in den klassischen Ingenieurdisziplinen mit geringen Frauenanteilen sehr stark regional. In den ostdeutschen Bundesländern ist der Anteil von Frauen in diesen Berufen nach wie vor höher als in den alten Bundesländern – ein Indiz für einen „kulturellen Struktureffekt“ auf die individuelle Berufsorientierung von Frauen, wenngleich sich die Anteile langsam dem westdeutschen Niveau anzugleichen scheinen.

> Exemplarische Evaluationsprojekte

– *Forscherinnen-Camp*

Das Forscherinnen-Camp wird vom Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft durchgeführt: Zielgruppe sind Mädchen ab 15 Jahren, die eine Woche lang im Team an der Lösung einer technisch-naturwissenschaftlichen Fragestellung arbeiten und darüber einen Einblick in das Berufsbild einer Ingenieurin erhalten sollen. Ziel dieses Projekts ist es, das Vertrauen der Mädchen in ihre technischen Fähigkeiten zu stärken und weibliche Vorbilder aus Wirtschaft und Forschung zu erleben. Darüber hinaus will das Forscherinnen-Camp einen Beitrag zur Studien- und Berufswahlorientierung im technischen Bereich leisten, indem es die Perspektiven und Chancen technisch-naturwissenschaftlicher Studiengänge aufzeigt.

³⁵ Vgl. Ziefle/Jakobs 2009, S. 9 – 11.

³⁶ Ihsen/Renaud/Hantschel 2009.

– Roberta

„Roberta – Lernen mit Robotern“ ist ein Programm des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS). Es soll die Begeisterung für Naturwissenschaft, Mathematik und Technik schon im Schulalter (ab zehn Jahre) insbesondere bei Mädchen fördern. Dazu wurden besondere Lehr- und Lernmaterialien für Mädchen entwickelt, welche die Grundlage für die Gestaltung von Roberta-Kursen bilden. Handelsübliche Roboterbaukästen bilden mit speziellen Roberta-Modellen die Grundlage für themenzentrierte Projekte. Bei der Themenfindung wird ein besonderes Augenmerk auf die Interessen von Mädchen gelegt.

– CampusThüringenTour

Die CTT ist eine Studienorientierungswoche für Schülerinnen der 10. bis 13. Klasse, organisiert von der Thüringer Koordinierungsstelle Naturwissenschaft und Technik für Schülerinnen, Studentinnen und Absolventinnen (THÜKO). Sie bietet Einblicke in die technischen Studiengänge und Forschungslabore der verschiedenen Hochschulen in Thüringen und ermöglicht den Teilnehmerinnen, den Hochschulalltag hautnah miterleben sowie in Austausch mit Dozenten/innen und Studenten/innen zu treten. Ziel ist, die Attraktivität der landeseigenen Hochschulen für Schülerinnen mit technischem Interesse aufzuzeigen.

individuellen technischen Qualifikationen und Fähigkeiten generieren. Die Effekte können bei frühkindlichem Umgang mit Technik und Naturwissenschaften vor allem affektuel-ler 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/in. 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.

> Problemfelder und -bezüge

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/in“ 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/innen bei Betriebspraktika zur Vermittlung einer „Betreuungskompetenz“.

3.6 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

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/innen. Die Seriosität der Experimente und der Bezug zum

Alltag sind wichtige didaktische Elemente des Übergangs von „Spaßexperimenten“ zu Lernexperimenten.

> Exemplarische Evaluationsprojekte

Durch die Evaluation der Mädchen-Projekte Forscherinnen-Camp und Roberta, sowie teilweise auch der SIA, ist ein Großteil der Ergebnisse zur Beantwortung von Fragen zur Praxisorientierung abgedeckt worden. Darüber hinaus wurden zusätzlich zwei weitere Projekte zur Evaluation herausgegriffen, die sich bezüglich räumlicher Reichweite, Institutionalisierung und persönlichem Engagement der Initiatoren von den erwähnten Projekten unterscheiden.

– *Denzlinger Cleverle*

Mehrere Kriterien für die Charakterisierung als Modellprojekt zur Technikförderung erfüllt das Projekt Denzlinger Cleverle, ein regionales privates „Nachbarschaftsangebot“, das besonders auf persönlichem Engagement beruht. Ein pensionierter Entwicklungsingenieur ist der Initiator des Projekts und bietet den Kindern aus der Nachbarschaft die Möglichkeit, die Welt und ihre Talente spielerisch zu entdecken, in erster Linie in seinem Garten, aber auch im „Bastelkeller“ und in der Umgebung von Denzlingen. Das Projekt basiert auf dem wissenschaftsphilosophischen Kontext einer informellen autodidaktischen Selbstbildung und dem lerntheoretischen Paradigma der Kokonstruktion. Es ist Teil eines eigenen Projektverbundes („Edeju“), der internationale Kontakte und Austausche einschließt, und wendet eine informelle und kontinuierliche Form der Technikvermittlung an. Hauptsächlich sollen interessierten Kindern möglichst alle Möglichkeiten zur Entwicklung ihrer Fähigkeiten im Bereich der Technikwelt angeboten werden. Das Projekt Denzlinger Cleverle begann 2001 und führt derzeit circa 52 teilnehmende Kinder und Jugendliche im Internet auf, davon etwa zehn Mädchen. Das Projekt ist aufgrund des privaten Engagements nur in geringem Umfang institutionalisiert. Es findet auf pri-

vatem Gelände statt, dessen Ausstattung in mehreren Gebäuden bzw. Garagen hoch professionell ist und von der Laubsäge bis zum Hebekran reicht.

– *Projektzentrum Rabutz*

Ein vergleichbares Projekt ist das Projektzentrum (auch „Rennstall“ genannt) Rabutz, ein kommunales Techniklabor bzw. Technikhaus in lokaler Trägerschaft im Ort Rabutz zwischen Halle und Leipzig. Gemeinsam ist den Projekten die lokale bzw. kleinräumliche Fixierung beim Ansprechen technisch interessierter Kinder und Jugendlicher, der Zugriff auf viele technische Geräte mit hoher professioneller Ausstattung sowie der Praxis- und Projektbezug. Seit Mai 2010 ist der Umbau des Landschulheims abgeschlossen, und nun besteht für Schulklassen die Möglichkeit, mehrere Tage die verschiedenen Angebote des Projektzentrums zu nutzen. Sie können sich im Rahmen einer Projektwoche intensiv mit der Gewinnung von Solarenergie befassen und selber die Gewinnung und Anwendungen ausprobieren, zum Beispiel mit einem Formel-E-Rennwagen. Alle Themen und Projekte, die vom technisch-ökologischen Projektzentrum Rabutz angeboten werden, gehen auf Belange des Umweltschutzes und der Energiegewinnung ein. Explizit sollen die sozialen Kompetenzen der Jugendlichen gefördert werden, indem ihnen der technische Nutzen der jeweils laufenden Projekte für gesellschaftliche Anwendungen vermittelt wird. Ausdrücklich hervorgehoben wird der Praxisbezug der Angebote als berufliche Qualifizierung und Berufsnähe.

4 EMPIRISCHE ERGEBNISSE

Frühe Ansätze der Technikvermittlung reichen bis in die Mitte der 1960er-Jahre zurück, als in den USA die ersten Science Center gegründet wurde. Zunächst stand hier das Ziel der Technology Literacy als Bestandteil der außerschulischen Wissenschaftsvermittlung im Vordergrund. Später kamen Ziele wie Technikaufgeschlossenheit und Technikinteresse dazu. Diese Ansätze stehen im Kontext eines ersten vehementen Fachkräftemangels angesichts eines technologischen Wandels (Aufkommen der Informations- und Kommunikationstechnologien) in Wirtschaft und Gesellschaft. Die deutsche Antwort auf den wirtschaftlichen Mehrbedarf an Fachkräften war die Einführung der Fachhochschulen zu Beginn der 1970er-Jahre. Veränderungen im Bildungssystem in Richtung einer verstärkten Technikbildung standen damals nicht zur Debatte, zu sehr war das Technikverständnis immanent vorgegeben. Heute ist die Frage der Technikbildung neu zu stellen, zumal die Technisierung unserer Gesellschaft in Beruf, Alltag und Freizeit stark zugenommen hat. Die Defizite in der Technikbildung in Deutschland haben vielfältige Aktivitäten, Initiativen und Projekte von Unternehmen, Verbänden, Stiftungen und anderen ausgelöst. Diese Vielfalt zu ordnen und exemplarisch zu evaluieren war das Hauptanliegen von MoMoTech.

Die Ergebnisse der Evaluations- und Begleitstudien zum MoMoTech-Projekt sind in einzelnen, teilweise sehr umfangreichen und nicht immer frei verfügbaren Berichten festgehalten. Der vorliegende Ergebnisbericht soll diese vielen Teilergebnisse zusammenfassen und die Kernaussagen der empirischen Untersuchung vermitteln.

4.1 VORSTUDIE „WEGE ZUR TECHNIKFASZINATION“

Im Auftrag von acatech erstellte ein Forschungsteam an der RWTH Aachen unter der Leitung der Professorinnen Martina Ziefle und Eva-Maria Jakobs die Studie „Wege zur Technikfaszination“. Die Ergebnisse wurden 2009 in ei-

nem „acatech diskutiert“ Band publiziert. Ziel der Studie war es, Angaben über wichtige Sozialisationsphasen zur Technikvermittlung zu erhalten. Drei inhaltliche Komplexe wurden detailliert erhoben: Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit Technik, Einstellungen zu Technik und Sozialisationsfaktoren mit dem Schwerpunkt auf Elternhaus und Schule. Besonderes Augenmerk galt der Geschlechterspezifik.³⁷

Methodisch wurde interdisziplinär vorgegangen: In zwei Testgruppen (Schüler/innen der Mittelstufe, Schüler/innen der Oberstufe) und einer Kontrollgruppe wurden jeweils 16 Teilnehmer/innen beim Ausfüllen psychologischer Tests beobachtet. Dadurch sollten lebenszyklische Effekte auf den Umgang mit Technik erkennbar werden. In einer Online-Erhebung mit 175 Jugendlichen wurden sozialwissenschaftliche Skalen zu Einstellungen und Umgang mit Technik abgefragt. Im Fokus standen vor allem Erwartungen und Erfahrungen mit der schulischen Technikbildung und ihren Randbedingungen, wie zum Beispiel der Förderung im Elternhaus. Hinzu kamen qualitative Leitfadeninterviews mit elf- bis zwölfjährigen Kindern und deren Eltern zur Beschreibung der konkreten häuslichen Technikförderung. Hierbei wurden jeweils zwölf Kinder-Eltern-Paare befragt.

Die zentralen Ergebnisse dieser Studie können wie folgt zusammengefasst werden: Bereits zehn- bis zwölfjährige Schüler/innen verfügen über ein ausgeprägtes Bild von Technik allgemein und ein erstes Selbstkonzept hinsichtlich ihrer eigenen technischen Fähigkeiten. Die Förderung eines technischen Interesses ist weitgehend abhängig von diesem positiven technikbezogenen Selbstbild, das wiederum in enger Beziehung zu Erfolgserlebnissen, vor allem mit der Handhabung von Computern und Hobbytechnik, steht. Mit zunehmendem Alter steigt die kritische Reflexion von Technikfolgen. Für die Geschlechtsspezifik kommen die Autorinnen zu dem Ergebnis, dass es wenig Unterschiede in den kognitiven Fähigkeiten und im Nutzungsverhalten gibt, wohl

³⁷ Vgl. Ziefle/Jakobs 2009, S. 9 – 11.

aber in der Wahrnehmung des eigenen Selbstkonzepts. Mädchen sind hinsichtlich ihrer antizipierten technischen Fähigkeiten mehr im Selbstzweifel und unsicherer über ihre Begabung und Kompetenz als Jungen. Die Eltern fühlen sich vielfach in ihrer Technikkompetenz bei der Förderung ihrer Kinder überfordert. Einhellig von Eltern und Kindern gewünscht wurde ein schulischer Technikunterricht. Dieser sollte viele Praxisbezüge aufzeigen sowie Technik und Naturwissenschaften in ihren Zusammenhängen vermitteln.

Diese Ergebnisse sind weitgehend deckungsgleich mit den sozialwissenschaftlichen Ergebnissen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften. Die Resultate der acatech-Studie „Wege zur Technikfaszination“ wurden für das Erhebungsdesign und die Operationalisierung der MoMoTech-Evaluationsstudien von der Universität Stuttgart mit berücksichtigt.

4.2 MOMOTECH: MODELLPROJEKTE IM ÜBERBLICK UND EXEMPLARISCHE EVALUATIONEN

4.2.1 MODELLPROJEKTE: BESTANDSAUFNAHME UND ONLINE-DATENBANK

Nach Beginn des MoMoTech-Projekts wurden bis Frühjahr 2008 möglichst umfassend Modellprojekte 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.³⁸ Soweit verfügbar, wurden aus den jeweiligen Homepages der Projekte die Informationen für die Eingabefelder der Datenbank übernommen. Aufgrund

der Vielfältigkeit der Projektlandschaft kann nicht von einer vollständigen, aber doch sehr weitgehenden Erfassung der thematisch relevanten Projekte ausgegangen werden. Ausgehend von diesen Angaben wurden die öffentlich verfügbaren Informationen im Internet oder aus Publikationen systematisch gesucht und in eine spezifizierte Eingabemaske der Access-Datenbank übernommen. Insgesamt wurden über 1000 Projekte, einschließlich Projektnetzwerken, in die Datenbank eingetragen.

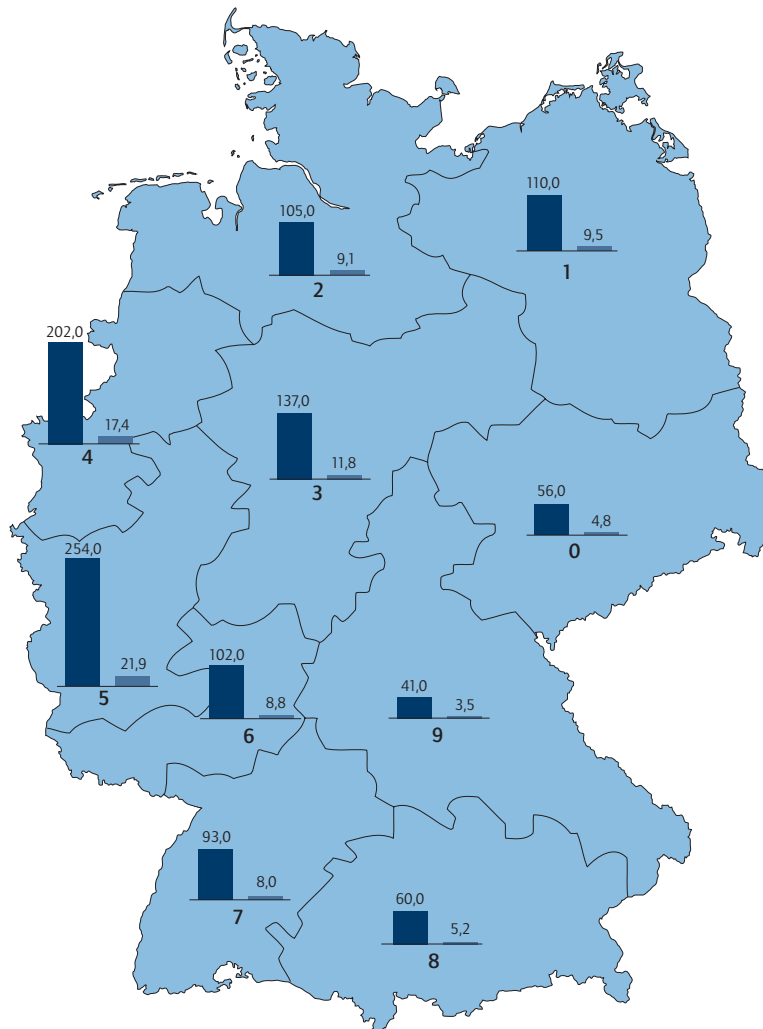
Eine Auswahl der Angaben, die für einen Informationsaustausch der Modellprojektträger nützlich erschienen (Kontaktadresse, Anschrift, Zielgruppe(n), Konzept etc.), wurde in einer von acatech aufbereiteten Online-Datenbank unter www.motivation-technik-entdecken.de öffentlich verfügbar gemacht. Modellprojektträger können ihre Initiativen in die Datenbank eintragen bzw. verändern. Zur Pflege und beständigen Aktualisierung der Datenbestände laufen derzeit Verhandlungen mit interessierten Trägern.

Die in Abbildung 1 dargestellte räumliche Verteilung aller recherchierten Modellprojekte zeigt auf, dass sich die Mehrzahl im norddeutschen Raum befindet, mit Schwerpunkten in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Hamburg. Ebenso sind viele Initiatoren in Brandenburg und Berlin aktiv. Überraschen mag, dass in den süddeutschen Regionen die Anzahl der Initiativen unterdurchschnittlich ist, wobei für diesen Raum der größte Fachkräftemangel in Technikberufen zu verzeichnen ist – nicht zuletzt auch wegen der Konzentration der Maschinenbauindustrie in Baden-Württemberg. Einige Regionen in den neuen Bundesländern weisen ebenfalls eine geringe Anzahl an Modellprojekten auf. Die Verteilung der Modellprojekte ist gerade umgekehrt zum oft beschworenen Nord-Süd-Gefälle in der deutschen Wirtschaft. Dieses Ergebnis lässt sich dahingehend interpretieren, dass nicht die tatsächlichen Engpässe am Arbeitsmarkt entscheidend für die Gründung entsprechender Modellprojekte sind, sondern wohl eher bildungspolitische Vorgaben

³⁸ Pfenning/Renn/Mack 2002.

und eine zufällige räumliche Verteilung von Initiatoren und Sponsoren im norddeutschen Raum. Allerdings gibt die Anzahl der Modellprojekte keinen Aufschluss über deren Qualität. Vorbildliche Modellprojekte wie die SIA oder die Forscherinnen-Camps haben ihren Ursprung in Süddeutschland.

Abbildung 1: Regionale Verteilung der Modellprojekte nach Postleitzahlen; Angaben in absoluten Fallzahlen (schwarzer Balken) und in Prozent (weißer Balken) aller Modellprojekte.



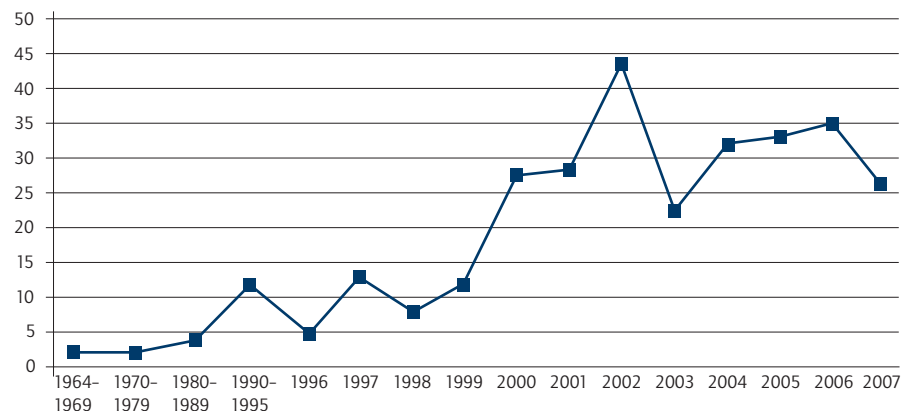
4.2.2 BEFRAGUNG DER MODELLPROJEKTRÄGER

Die öffentlich verfügbaren Angaben von Modellprojekträgern 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 Projekträgern vorgesehen. Die Befragung erfolgte von Frühjahr bis Mitte 2008, wobei 950 Modellprojekträger aus dem Pool der rund 1000 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.

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 (vgl. Abbildung 2). 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. Obwohl viele Förderprogramme und Ausschreibungen nach 2004 zu verzeichnen sind, fällt die absolute Anzahl neuer Projekte weit hinter das Boomjahr 2002 zurück.

Abbildung 2: Beginn von Modellprojekten nach Jahreszahlen³⁹ (in absoluten Fallzahlen)



³⁹ In dieser Übersicht sind die 2008 gestarteten Modellprojekte nicht aufgeführt, da die Befragung im Sommer 2008 endete und somit nicht das gesamte Jahr erfasst werden konnte.

> Projektbiografien

Als bedeutsame Hindernisse werden die Anschubfinanzierung (29 Prozent), die Suche nach qualifiziertem Personal (28 Prozent), das Finden von Kooperationspartnern sowie ideelle Unterstützung (jeweils circa 21 Prozent) genannt. Als größtes Hindernis liegt die laufende Finanzierung mit einem Anteil von circa 45 Prozent an der Spitze der Nennungen. 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. Ohne große Bedeutung (Anteile von weniger als 10 Prozent) erscheinen behördliche Auflagen, die Erreichbarkeit der Zielgruppen und verfügbare Materialien.

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. Der Großteil der Projekte (89 Prozent) sollte nach Angaben der Projektträger 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 Projektträger die Möglichkeit einer Anschlussfinanzierung also zu optimistisch ein.

> Initiatoren

Etwa die Hälfte der Projekte wurde von Naturwissenschaftlern/innen oder Ingenieuren/innen initiiert. Ein knappes Drittel geht auf Ideen und Initiativen von Pädagogen/innen und Schulleitern/innen zurück (29 Prozent) und circa ein Fünftel der Projekte wurde von Verbänden (zum Beispiel VDI, VDMA) oder Unternehmen gestartet. In zwölf Prozent der Fälle waren staatliche und kommunale Einrichtungen

(Behörden, Ministerien oder Verwaltungen) die Initiatoren und zu 6,3 Prozent wirtschaftsnahe Stiftungen. Damit sind finanzstarke Gründer wie Stiftungen oder Unternehmen eher die Ausnahme. Viele Projekte schöpfen ihre Mittel aus Drittmitteln und befinden sich im Wettbewerb um Förderetats.

> Finanzierung

Die Abfrage von Finanzierungsart und Geldquellen ist sensibel und heikel, weshalb nur etwa ein Drittel der befragten Modellprojektträger darauf geantwortet hat. Für diese Projektträger errechnet sich für den gesamten betrachteten Erhebungszeitraum seit ungefähr dem Jahr 2000 ein Finanzvolumen von etwa 160 Millionen Euro. Im Gegensatz zu den Angaben bei der Trägerschaft wird der deutlich höhere Anteil von Unternehmen bei der Finanzierung offensichtlich. Zudem basieren viele Modellprojekte auf Komplementärförderungen von Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und Mitgliedsbeiträgen. Diese Finanzierungsform ist auf die Kontinuität der Projekte bezogen besonders sensibel, weil jeweils Gelder mehrerer Sponsoren und Träger parallel abzusichern sind und beim Wegfall einer Teilförderung unter Umständen das gesamte Projekt scheitern kann oder gravierende Einschnitte eine sinnvolle Umsetzung des Konzepts verhindern.

> Vernetzung und Kooperationen

Hinsichtlich der Anbindung der Projekte sind die Hochschulen mit 34,9 Prozent vertreten, gefolgt von Vereinen (27 Prozent) und Schulen (16,5 Prozent). Dieses Ergebnis belegt, dass die Schulen und Hochschulen sich für eine technische Bildung im vorakademischen Bereich mehr und mehr öffnen. Unternehmen und Stiftungen (zusammen circa 17 Prozent) engagieren sich ebenfalls, allerdings in einem geringeren Umfang, bei der Trägerschaft entsprechender Projekte zur Förderung von Technik und Naturwissenschaften.

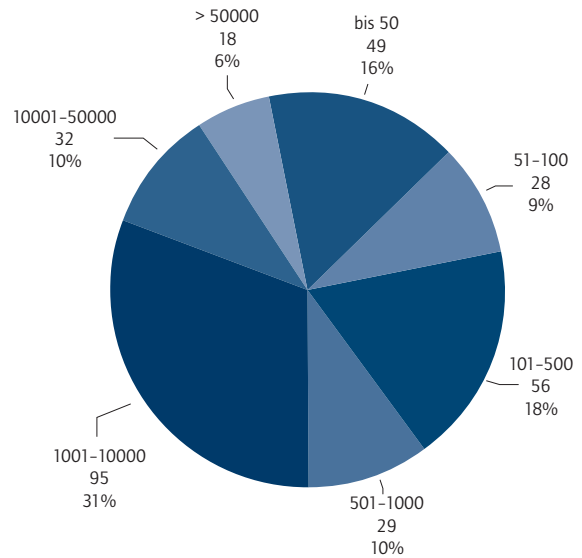
Dies ist auch ein Hinweis auf die Relevanz des Erfahrungsaustausches. Ein Leitfaden zur Projektorganisation (18 Prozent) und ein Verzeichnis von Kontaktadressen anderer Projektträger (17 Prozent) werden von jeweils einem knappen Sechstel für wichtig gehalten, Informationen über verfügbare Materialien und über formale Auflagen von jeweils etwa einem Zehntel der befragten Projektträger. Etwa 75 Prozent der Initiatoren halten eine Kommunikationsplattform zum Erfahrungsaustausch für sinnvoll.

> Teilnehmer/innen-Zahlen

Über alle Modellprojekte und recherchierten Projektzeiträume hinweg errechnet sich aus den Angaben in den recherchierten Quellen eine Anzahl von über 5,1 Millionen Teilnehmern/innen. Allerdings variieren die Teilnehmer/innen-Zahlen beträchtlich, wie die nachstehende Abbildung 3 aufzeigt. Für die Evaluation sind die Teilnehmer/innen-Zahlen ein Hinweis auf damit verbundene grundlegende Konzepte (eher publikumsorientiert oder betreuungsintensiv in kleinen Gruppen).

Insgesamt circa 25 Prozent aller Modellprojekte haben kleine Teilnehmer/innen-Zahlen und widmen sich dafür mehr dem Bereich Betreuung und Mentoring in Gruppenarbeiten, Arbeitsgemeinschaften, Teams und Schulklassen. Im Bereich der Teilnehmer/innen-Zahlen von 501 bis 1000 finden sich auch noch Projekte, die maßgeschneiderte Angebote für kleinere Gruppen mehrfach anbieten. Die Projekte mit 1001 bis 10.000 Teilnehmern/innen repräsentieren hingegen überwiegend einmalige Angebote mit lokalem oder regionalem Einzugsgebiet. Mit gut einem Drittel an allen Modellprojekten ist diese Teilnehmer/innen-Größe die häufigste. Etwa 16 Prozent aller Modellprojekte setzen vorrangig auf publikumswirksame Aktivitäten der Technikvermittlung mit dem Ziel, möglichst viele Personen zu erreichen.

Abbildung 3: Teilnehmer/innen an Angeboten der Modellprojekte (gruppiert, absolut und in Prozent)



> Zielgruppen und Zielsetzungen

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 4 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. Auf der anderen Seite des Spektrums zeigt sich auch eine Fokussierung auf die frühkindliche Technikvermittlung. Hier sind insgesamt 33 Prozent der Projekte aktiv.

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 4: Primäre Zielgruppen der Projekte (gruppiert); Mehrfachangaben möglich, Befragung Modellprojekttträger

	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 %
FALLZAHL (GÜLTIGE ANGABEN)	312	

Die Betrachtung der Zielgruppen legt nahe, dass die Beeinflussung der Studien- und Berufswahl ein zentrales Anliegen vieler Projekte ist. Entsprechend nennen 51 Prozent der Projekttträger das Ziel, mehr naturwissenschaftliche bzw. technische Fachkräfte zu gewinnen. Ein ebenso hoher Anteil von Projekten verschreibt sich der frühen Förderung des Technikinteresses. Klein- und Grundschulkinder 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 bzw. 53 (33,1 Prozent) Grundschulklassen 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 Projekttägern 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.

Tabelle 5: Primäre Ziele der Projekte; Mehrfachangaben möglich, Befragung Modellprojekträger

GENANNT ZIELSETZUNG	ANZAHL	IN %
Mehr naturwissenschaftliche bzw. technische Fachkräfte gewinnen	162	51,1 %
Technikinteresse bei Jugendlichen von klein auf fördern	162	51,1 %
Mehr Fachwissen über Technik bzw. Naturwissenschaften vermitteln	152	47,9 %
Technikinteresse von Mädchen fördern	129	40,7 %
Neue didaktische Methoden bzw. Materialien erproben	120	37,9 %
Neue pädagogische Konzepte anwenden	100	31,5 %
Andere Gründe	95	30,0 %
Individuelle Talentförderung (Auswahl und Betreuung begabter Jugendlicher)	81	25,6 %
Besseres Ansehen von Technik in der Gesellschaft	75	23,7 %
Technik in den Schulen präsentieren	70	22,1 %
Eigene Erfahrungen an junge Menschen weitergeben	65	20,5 %
Optimale Studienberatung für Schüler/innen	59	18,6 %
Mehr Informationen über Ingenieurberufe für Studierende	46	14,5 %
Mehr Praxis in das Studium einbringen	32	10,1 %
Ein Wettbewerb zur Förderung entsprechender Projekte	31	9,8 %
Kooperation Wirtschaft/Schule	31	9,8 %
Aufbau von Kontakten zwischen Unternehmen und Absolventen/innen	27	8,5 %
Thematische Neuausrichtung des eigenen Tätigkeitsbereichs	13	4,1 %
Auftrag von übergeordneter Stelle	4	1,3 %
FALLZAHL (GÜLTIGE ANGABEN)	317	

Methodenbasierte Projekte zur Erprobung neuer didaktischer Verfahren bzw. neuer Materialien (38 Prozent) und zur Anwendung neuer pädagogischer Konzepte (32 Prozent) werden ebenfalls häufig genannt. Bis heute lässt sich aber nicht schlüssig beantworten, welche didaktischen Konzepte und Methoden für welche Ziele und für welche Altersgruppe die beste Wirkung versprechen. Wie später noch aufgezeigt, gibt es mehrere konkurrierende Ansätze, die alle spezifische Vor- und Nachteile aufweisen. Wie so oft, ist ein gezielter Methodenmix die wohl beste Strategie.

> Angewandte Verfahren und Methoden

Das Spektrum der eingesetzten didaktischen Mittel und Konzepte ist äußerst variabel. Deutlich hervorzuheben sind die vielen Projekte, die sich einer praxisbezogenen Vermittlung von Technik und Naturwissenschaften widmen (vgl. Tabelle 6). Solche Modellprojekte kontrastieren mit den tradierten Lehrmethoden an Schulen und teilweise an Hochschulen und eröffnen neue Möglichkeiten für innovative Lernmethoden. Mit den Modellprojekten erfahren die Teilnehmer/innen die Kluft zwischen den didaktischen Möglichkeiten, wie sie diese in den Modellprojekten erleben, und den traditionellen Methoden im Schulunterricht. Somit wirken die Angebote von Modellprojekten als Kompensation der oftmals eher schlechten Rahmenbedingungen für das Lernen in der Schule. Da viele außerschulische Lernlabore sich an Schüler/innen bzw. Schulklassen als Zielgruppen richten, führt diese Diskrepanz zu einer überwiegend negativen Bewertung des Technikunterrichts in der Schule, was sich auch im Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften in den Bewertungen der Schüler/innen niedergeschlagen hat.

Tabelle 6: Aktivitätsprofile von Modellprojekten; Mehrfachangaben möglich, Befragung Modellprojekträger

AKTIVITÄTSPROFILE	ANZAHL	IN %
Beratung und Förderung	121	13,3 %
Besichtigungen	98	11,0 %
Experimente	385	43,3 %
Fortbildungen	161	18,1 %
Informationen	241	27,1 %
Initiativen und Veranstaltungen	104	11,7 %
Internetplattform	13	1,5 %
Mentoring und individuelle Betreuung	37	4,2 %
Netzwerke bilden, Kooperationen	57	6,4 %
Neues lernen	100	11,2 %
Praxis- und Projektarbeit	230	25,9 %
Schule und Unterricht	123	13,8 %
Studien- und Berufsorientierung	154	17,3 %
Vorträge	115	12,9 %
Wettbewerbe	123	13,8 %
Workshops	100	11,2 %
Sonstiges	60	6,7 %
FALLZAHL (GÜLTIGE ANGABEN)	317	

> Selbsteinschätzung der erreichten Effekte

Hinsichtlich der selbst gesetzten Ziele glauben 27 Prozent der Befragten, sie hätten alle Projektziele völlig erreicht. Weitere 60 Prozent nehmen an, dass sie die meisten Ziele verwirklicht hätten. Diesem Anteil positiver Selbsteinschätzungen stehen sechs Prozent gegenüber, die ihr Modellprojekt als definitiv gescheitert einschätzen, circa sieben Prozent können noch keine Angaben zur Erfolgsbilanz machen.

Zusätzlich wurde die Selbsteinschätzung der Organisatoren im Hinblick auf den Zielerreichungsgrad bei den anvisierten Zielgruppen erhoben. Der Großteil der Projektträger geht davon aus, mit ihren Angeboten bei den Teilnehmern/innen eine eher starke Wirkung ausgelöst zu haben (vgl. Tabelle 7). Der höchste Wert wurde in Bezug auf das Technikinteresse ($\bar{X} = 3,22$ auf einer Skala von null bis vier⁴⁰) erzielt. In der Regel wurde dies aber nicht bei der Zielgruppe gemessen, sondern von den Organisatoren geschätzt. Deutlich geringer fallen die Mittelwerte für die Vermittlung von Begeisterung für Technik und Naturwissenschaften aus.

Dieses Ergebnis legt die Interpretation nahe, dass bei vielen Projekten primär eine fachliche Vermittlung im Vordergrund steht. Eine affektive, motivationale Förderung ist zwar ebenfalls ein wichtiges Ziel, aber in seiner Gewichtung der fachlichen Vermittlung deutlich nachgeordnet. Damit wird ein didaktisches Defizit offensichtlich: Interesse an Technik und Naturwissenschaft wird eher über formale Wissensaneignungsprozesse vermittelt als über Spaß und Neugierde.

Tabelle 7: Durchschnittliche Selbsteinschätzung der unterschiedlichen Effekte der Modellprojekte (Mittelwerte 0 (–) bis 4 (++)

AVISIERTE, SELBST GESETZTE ZIELSETZUNG DES MODELLPROJEKTS	MITTELWERT DER SELBSTEINSTUFUNG
Interesse an Technik	3,22
Interesse an Naturwissenschaften	3,18
Studien-/Berufswahl	3,17
Wissen über Naturwissenschaften	3,15
Wissen über Technik	3,10
Begeisterung für Naturwissenschaften	2,92
Begeisterung für Technik	2,89
FALLZAHL (GÜLTIGE ANGABEN): 317	

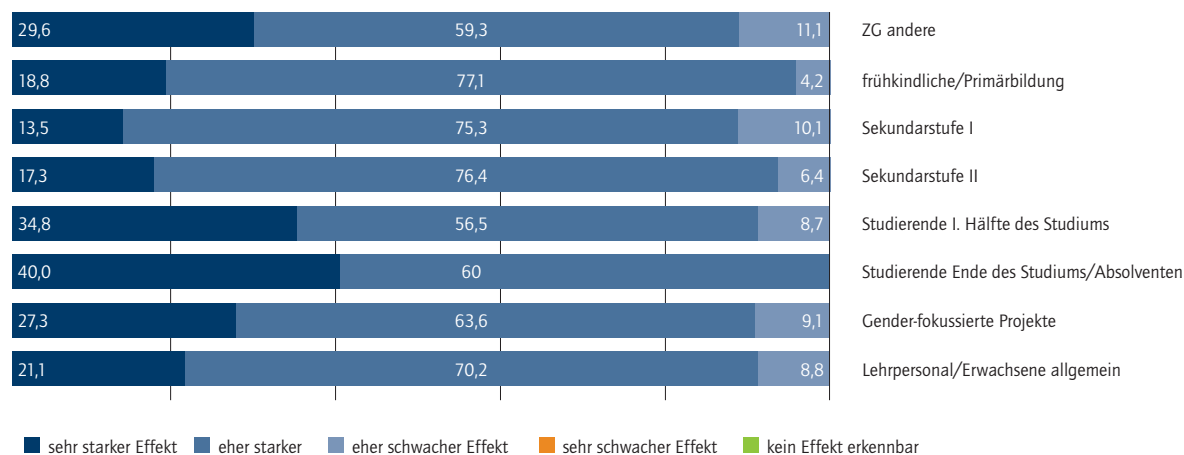
⁴⁰ Die Skala zur Selbsteinschätzung der Effekte der Projekte auf die Teilnehmer/innen ist folgendermaßen gestaffelt: 0 = „kein Effekt erkennbar“, 1 = „sehr schwacher Effekt“, 2 = „eher schwacher Effekt“, 3 = „eher starker Effekt“, 4 = „sehr starker Effekt“.



Erreichen Modellprojekte auch Effekte, die sie gar nicht proklamiert hatten? Die Auswertungen zeigen, dass aus Sicht der Initiatoren in vielen Projekten zusätzliche, nicht intendierte Effekte angestoßen wurden. Dies gilt insbesondere für die Förderung des Technikinteresses und die Beeinflussung der Studienwahl. Die unintendierten Effekte können als autodidaktische Effekte bezeichnet werden, weil die Teilnehmer/innen einen eigenen Gewinn aus dem Projektangebot ziehen.

Bei Betrachtung der von den befragten Modellprojekträgern eingeschätzten Effektstärken nach Zielgruppen ist auffällig, dass die stärksten Effekte bei Studierenden liegen (vgl. Abbildung 4). Hier liegt die Vermutung nahe, dass viele Projekte eine bereits vorhandene Technikaufgeschlossenheit verstärken. Darüber hinaus werden eher starke Effekte bei Modellprojekten in der Früherziehung sowie in der Schulförderung angenommen. Viele Studien belegen zudem, dass diese Effekte gerade bei Mädchen besonders hoch ausfallen. Aus Sicht der Modellprojekträger bewegen sich die genderspezifischen Effekte jedoch eher im Durchschnitt. Dies ist ein Anzeichen für eine geringe Förderung von Mädchen in nicht spezifisch auf diese Zielgruppe ausgerichteten Modellprojekten.

Abbildung 4: Stärke des selbst berichteten Gesamteffekts bei unterschiedlichen Zielgruppen (Angaben in Prozent) (Befragung der Modellprojekträger)



Angesichts der Tatsache, dass die Techniksozialisation schon in früher Kindheit beginnt und dabei die Grundlagen für eine weitere Beschäftigung mit Technik gelegt werden, erscheinen die Ergebnisse nicht verwunderlich. Projekte, die kurz vor der Studien- und Berufswahl ansetzen, erreichen keine großen Effekte mehr hinsichtlich der selbst gesetzten Ziele. Ein anderes Bild ergibt sich für Projekte, bei denen schon relativ früh im Prozess der Techniksozialisation angesetzt wird bzw. bei denen auf allgemeine sozialisationsspezifische Besonderheiten eingegangen wird.

4.2.3 EVALUATIONSSTUDIEN

Während der Projektlaufzeit von MoMoTech wurden insgesamt 16 Studien mit sehr unterschiedlichen Designs und Methoden evaluiert (vgl. Tabelle 8). Das Spektrum der sozialwissenschaftlichen Erhebungsverfahren wurde voll ausgeschöpft, von großen standardisierten Umfragen bei Teilnehmern/innen über Leitfadeninterviews bis hin zu quasiexperimentellen Designs. All dies dient dazu, allgemeine Trends und spezielle Effekte auf die angestrebten Lernziele möglichst valide und genau zu erfassen. Erst in weiteren Fallstudien zu den ausgewählten Bereichen kann eine Datenbasis für eine umfassende Metaanalyse erreicht werden.

Tabelle 8: Übersicht zu evaluierten Projekten, Evaluationsdesign, Fallzahlen und Zeitpunkten

PROJEKTNAME PROJEKTTYP TRÄGER	ZEITPUNKT ZEITRAUM	ZIELGRUPPEN, EVALUATIONSDESIGN UND -KONZEPT	FALLZAHLEN/AUSSCHÖPFUNG IN KLAMMERN
IdeenPark 2008 Mobile Technik- messe ThyssenKrupp Die Evaluation wurde von ThyssenKrupp separat finanziert, das Schüler/innen- Symposium wurde im Rahmen des MoMoTech-Pro- jekts durchgeführt. Der ausführliche Evaluationsbericht ist verfügbar.	17. bis 25. Mai 2008	Zielgruppenoffene Veranstaltung 1. Konzeptuelle Ebene: Vergleich zwischen dem wissenschaftlichen Forschungsstand zu Technikdidaktik und Wissenschaftskommunikation mit der Konzeption des IdeenParks 2. Standardisierte quantitative Erhebungen – Besucher/innen-Umfrage – IdeenBox Führungen (Angebot zur Vermittlung von Berufspraxis und Produktionsabläufen) – IdeenBox Tagespraktikanten/innen (betreutes Tagespraktikum mit vorheriger Anmeldung) – IdeenKompass (integriertes Angebot zur Berufsorientierung) – Umfrage bei Ausstellern (Firmen, Hochschulen, Verbände) – Auszählung Standbesucher/innen an zufällig ausgewählten Ständen 3. Qualitative Erhebungen – Verdeckte, nicht teilnehmende Beobachtung von Kindern und Jugendlichen an Ständen mit anschließendem Kurzinterview – Leitfadeninterviews mit Besuchern/innen – Schüler/innen-Symposium mit Jugendlichen zur Entwicklung eines idealen IdeenParks (Diskussionsgruppen, computer-gestützte Dialogverfahren und quasiexperimentelles Design)	2380 (0,82 %) 161 (16 %) 91 (76 %) 81 (100 %) 118 (69 %) 52 (33 %) 87 57 161

PROJEKTNAME PROJEKTTYP TRÄGER	ZEITPUNKT ZEITRAUM	ZIELGRUPPEN, EVALUATIONSDESIGN UND -KONZEPT	FALLZAHLEN/AUSSCHÖPFUNG IN KLAMMERN
TectoYou Berufsmesse Verein	Tagesreise am 24. April 2009	TectoYou ist an die Hannover Messe angegliedert und dient vorwiegend der Informationen über Berufe und Studiengänge. Die Veranstaltung wurde mit einer Schüler/innen-Gruppe des FSG Marbach aus den Klassen 9 bis 13 besucht (Schwerpunkt 11. bis 12. Klasse). Das Durchschnittsalter der Schüler/innen betrug 16,2 Jahre. Die Kosten wurden vom LeMoTech-Projekt übernommen, da dieser Besuch Teil der Evaluation außerschulischer Lernorte war. Die Evaluation beinhaltete: – Standardisierte Befragung vor Beginn der Gruppenfahrt – Standardisierte Nachbefragung unmittelbar nach Ende der Besichtigung – Nicht teilnehmende Beobachtung der Schüler/innen mit vorgegebenen Beobachtungsprotokollen	 38 38 15
Technorama Science Center Stiftung	Tagesreise am 23. Juni 2009	Technorama ist ein Science Center im Schweizerischen Winterthur und somit im „deutschen“ Einzugsgebiet, das nächstgelegene Science Center findet sich erst wieder in Freiburg. Technorama verfolgt das Konzept, vorwiegend Spaß und Neugierde an Technik und Naturwissenschaften mittels attraktiver Hands-on-Exponate und Phänomene zu vermitteln. Verfügbar ist ebenfalls ein Labortrakt für Gruppen und Einzelpersonen (unter Betreuung). Das Science Center wurde mit einer Schüle/innen-Gruppe des FSG Marbach aus den Klassen 9 bis 13 (Schwerpunkt 9. bis 10. Klasse) besucht. Das Durchschnittsalter betrug 15,8 Jahre. Die Kosten wurden vom LeMoTech-Projekt übernommen, da dieser Besuch Teil der Evaluation außerschulischer Lernorte war. Die Evaluation beinhaltete: – Standardisierte Befragung vor Beginn der Gruppenfahrt – Standardisierte Nachbefragung unmittelbar nach Ende der Besichtigung – Nicht teilnehmende Beobachtung der Schüler/innen mit vorgegebenen Beobachtungsprotokollen – Narratives Interview mit dem Leiter der Einrichtung	 36 36 18 1
Haus der kleinen Forscher Naturwissen- schaftliche Ele- mentarbildung Stiftung/BMBF	Juli 2009 bis Mai 2010	Ziel ist es, bereits bei Kindergartenkindern die Neugier auf Naturphänomene zu wecken und ihnen die Möglichkeit zu geben, beim Experimentieren selber Antworten auf alltägliche naturwissenschaftliche Phänomene zu finden. – Interviews mit Erziehern/innen und Kindergartenleitungen – Interviews mit Eltern – Gespräche mit Netzwerk-Koordinatorinnen – Nicht teilnehmende Beobachtungen bei den Aktivitäten – Standardisierte Elternbefragung: noch laufend	 6 4 4 2

PROJEKTNAME PROJEKTTYP TRÄGER	ZEITPUNKT ZEITRAUM	ZIELGRUPPEN, EVALUATIONSDESIGN UND -KONZEPT	FALLZAHLEN/AUSSCHÖPFUNG IN KLAMMERN
MatNat Mathematische und naturwis- senschaftliche Elementarbildung Stiftung Kinder- land Baden-Würt- temberg	Januar 2010	Wöchentliches in Kitas durchgeführtes Basteln, Experimentieren und Exkursionen zu mathematischen oder naturwissenschaft- lichen Themen (zum Beispiel „Von NICHTS bis UNENDLICH – Mathe ohne Rechnen“) unter Anleitung einer Naturwissen- schaftlerin – Teilnahme an einer MatNat-Einheit – Gespräch mit Naturwissenschaftlerin (Projektleitung) – Gespräch mit Erzieherin einer teilnehmenden Kita	 1 1 1
Magic-Elektro- Koffer Elektrotechnische Basisbildung an Schulen Georgsmarienhüt- te (GMH)	Dezember 2009	Das Projekt hat zum Ziel, Basiswissen der Elektrotechnik durch die Anwendung eines entsprechenden modularen Steckmoduls in den Schulen zu vermitteln. Vergleichbare Stecksysteme mit elektrotechnischen Bauteilen waren bereits in den 1970er- Jahren verfügbar. Zielgruppe sind die dritten bis vierten Grundschulklassen. Das Evaluationsdesign beinhaltetete: – Nicht teilnehmende Beobachtung in drei Schulklassen bei Anwendung des Stecksystems – Leitfadenterviews mit teilnehmenden Lehrkräfte und Schulleitern/innen – Standardisierte Erhebung bei den Schülern/innen einer Schulklasse – Verlaufsanalyse eines Workshops mit Lehrer/innen von Schulen, die am Projekt teilnehmen	 3 3 28 1
KiTec Förderprojekt für frühe Technikbil- dung Wissensfabrik	Oktober 2009 bis Februar 2010	Auch das KiTec-Förderprojekt arbeitet mit Forscherkisten, deren Inhalt vom einfachen technischen Werkzeug bis (teilweise hochwertigen) Materialien reicht, die vor allem in Grundschulen eingesetzt werden können. Erarbeitet wurden das Konzept und die Gestaltung der Kofferinhalte vom ZNL Ulm. Dieses über- nimmt auch die Schulung und das Training der Betreuer/innen in Unternehmen und an den Kindergärten und Schulen. Das Evaluationsdesign beinhaltetete: – Gespräche mit Schulleitungen – Leitfadenterviews (teilweise telefonisch) mit beteiligten Lehrern/innen – Nicht teilnehmende Beobachtung von Arbeitsgruppen bei Anwendung der Forscherkisten – Gespräche mit Kindern – Besuch von Multiplikatorentreffen	 2 5 7 8 1

PROJEKTNAME PROJEKTTYP TRÄGER	ZEITPUNKT ZEITRAUM	ZIELGRUPPEN, EVALUATIONSDESIGN UND -KONZEPT	FALLZAHLEN/AUSSCHÖPFUNG IN KLAMMERN
Schüler-Ingenieur-Akademie (SIA) Nachbildung eines Technikunterrichts in der Oberstufe BBQ Berufliche Bildung gGmbH und Arbeitgeberverband Südwestmetall	Schuljahr 2007/2008	SIA ist die Simulation eines Technikunterrichts und geht auf Anregungen von engagierten Lehrern/innen aus der Schulpraxis zurück. Durchgeführt wurde ein Paneldesign mit drei standardisierten Klassenraumbefragungen bei allen 32 SIA-Gruppen (Vollerhebung): – Erste Befragung zu Beginn des Schuljahres im September 2007 – Zweite Befragung im November/Dezember 2007 – Dritte Befragung im Februar 2008	512 (100 %) 389 (76 %) 378 (73 %/99 % bezogen auf die 2. Welle)
Techniklabor, FSG Marbach Lernmotivation an schulischen und außerschulischen Lernorten (LeMoTech) Eigenständiges BMBF-Projekt der Universität Stuttgart	März 2009 bis Januar 2010	LeMoTech ist eine Fallstudie zur Erhebung der Effekte einer schulischen Technikbildung, verbunden mit Nullmessung, Kontrolldesign (Befragung von Schülern/innen anderer Gymnasien ohne Techniklabor), quasiexperimentellem Design (Ersatz von Fachlehrern/innen durch Fachdidaktiker zum Thema Bionik) und diskursiven Verfahren (Schüler/innen-, Lehrer/innen- und Elterngutachten zum idealen Technikunterricht inklusive Experten/innen-Gutachten). Das Evaluationskonzept entspricht einem Mix aus folgenden Methoden: – Befragung aller Schüler/innen am FSG Marbach, die Unterricht im Techniklabor haben (Interventionsgruppe, 1. bis 5. Welle) – Kontrollgruppe am FSG (1. bis 4. Welle) – Kontrollgruppe an zwei anderen Schulen im gleichen Landkreis (1. bis 3. Welle) – Zusätzliche Befragung der FSG-Schüler/innen der fünften und sechsten Klasse mit dem Fach Naturphänomene (1. bis 2. Welle) – Qualitatives Schüler/innen-Gutachten (vier thematisch gegliederte Diskussionsrunden und zuvor eingereichte und ausgewertete Schüler/innen-Aufsätze) – Qualitatives Lehrer/innen-Gutachten (zwei Sitzungen zum NwT-Unterricht und Techniklabor) – Qualitatives Elterngutachten (eine Sitzung zum Techniklabor und zur Techniksozialisation im Elternhaus) – Experten/innen-Delphi zur Bewertung der qualitativen Befunde – Quasiexperimentelles Design mit Fachdidaktiker der PH Heidelberg zum Thema Bionik Zum Besuch außerschulischer Lernorte siehe Technorama und TectoYou.	313 / 287 / 252 / 241 / 13 62 / 43 / 69 / 18 190 / 184 / 80 174 / 117 11 Schüler/innen 8 Lehrer/innen 16 Elternteile 8 Experten/innen 2 Schulstunden

PROJEKTNAME PROJEKTTYP TRÄGER	ZEITPUNKT ZEITRAUM	ZIELGRUPPEN, EVALUATIONSDESIGN UND -KONZEPT	FALLZAHLEN/AUSSCHÖPFUNG IN KLAMMERN
Wissens-Float Autodidaktisches internetbasiertes Lernen FH Wuppertal	Mai bis Juli 2009	Die Wissens-Float sind eine öffentlich zugängliche Internet-plattform mit Podcasts und audiovisuell animierten Präsen-tationsdateien zu ausgewählten technischen Themen mit Berufs- oder Praxisbezug. Zielgruppen sind Schüler/innen und Studierende. Das Evaluationsdesign beinhaltet Fragebogenerhebungen und qualitative leitfadengestützte Interviews mit 15 Testnutzern (Studierende technischer Studiengänge an der Universität Stuttgart) und bisher fünf Schülern/innen des FSG Marbach zu Thementiefe, Detailliertheit, Nutzbarkeit der Informationen und Präsentationsmerkmalen (Sprache, Verständlichkeit, Darstel-lung, Zugriff).	15 Studierende 5 Schüler/innen
ODEKI Studien- und Be-rufsorientierung Privates Start-up-Unternehmen von Absolventen/-innen	Juni 2009 bis März 2010	ODEKI ist eine Internetplattform mit interaktiven Möglichkeiten zur Studien- und Berufswahl für Abiturienten/innen, Studieren-de, Absolventen/innen sowie für Unternehmen. Es knüpft an bestehende Internetplattformen an und erweitert diese um nut-zerorientierte, individuelle Anreize mit interaktiven Elementen. Die bisherige Evaluation erfolgte mit qualitativen Methoden: – Narrative Interviews mit Gründern – Qualitative Testnutzerbefragung Eine Online-Befragung bei Nutzern/innen ist in Planung.	2 5
Forscherinnen-Camp Genderförderung Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V. (bbw)	August 2009 bis Dezember 2009	Das Forscherinnen-Camp bietet, vergleichbar mit dem JUTEC-Angebot des VDI, technisch interessierten Mädchen der Oberstufe die Möglichkeit, sich außerhalb des schulischen Rahmens gemeinsam und selbstbestimmt mit konkreten technischen Aufgaben zu beschäftigen. Die Camps dauern fünf Tage, zusätzlich wird ein Vertiefungswochenende zur Reflexion durchgeführt. Die Camps finden in den Sommerferien statt, die Vertiefungswochenenden im November eines jeden Jahres. Das Projekt startete 2007. – Standardisierte Befragungen, bestehend aus einer Null- und einer Nachmessung der Teilnehmerinnen der Forscherinnen-Camps 2009 (1. bis 2.Welle) – Drei Fokusgruppen mit einem Teil dieser Mädchen – Quantitative Evaluation der Vertiefungswochenenden 2009 anhand einer Nachmessung – Standardisierte postalische Nachbefragung der Camp-Teilnehmerinnen 2007 und 2008	94 / 94 (100 %) 26 50 108 (Rücklaufquote 60 %)

PROJEKTNAME PROJEKTTYP TRÄGER	ZEITPUNKT ZEITRAUM	ZIELGRUPPEN, EVALUATIONSDESIGN UND -KONZEPT	FALLZAHLEN/AUSSCHÖPFUNG IN KLAMMERN
CampusThüringenTour Genderförderung: Unterstützung von Abiturien- tinnen bei der Studienwahl, akademischer Praxiseinblick Thüringer Koor- dinierungsstelle NWT	Oktober 2009	Die CampusThüringenTour bietet für technisch interessierte Abi- turientinnen eine betreute Tour zu den Hochschulen des Landes mit technischen Fakultäten und Einblicke in die Forschungs- und Laborarbeit. Die Teilnehmerinnen lernen das Studienangebot kennen und können mit Wissenschaftlerinnen der Natur- und Technikwissenschaften sprechen wie auch selbst an Experi- menten teilnehmen. Das Projekt richtet sich ausschließlich an Frauen. – Standardisierte quantitative Befragung der Teilnehmerinnen nach Abschluss der Tour – Leitfadeninterviews mit Teilnehmerinnen	18 5
Roberta Technikförderung im Bereich Robo- tik, spezifische Mädchenförde- rung Fraunhofer-Gesell- schaft	Oktober 2009 bis Dezember 2009	Roberta ist kein ausschließliches Förderprojekt für technisch interessierte Mädchen, da auch Jungen teilnehmen können. An- gesprochen werden 10- bis 15-jährige Schüler/innen. Das Projekt ist als Netzwerk konzipiert, das an bestehenden Schulstandorten Förderzentren einrichtet, die dann die Projektarbeit verrichten. Ausgelobt werden Preise und Wettbewerbe. Standardisierte postalische Erhebung bei teilnehmenden Mäd- chen (circa 2/3) und Jungen (circa 1/3)	274
Technisch- ökologisches Projektzentrum Rabutz (Rennstall Rabutz) Kommunales Techniklabor mit Schwerpunkt auf Praxisnähe und Ökologie Kommunale Trägerschaft und Verband	Punktuelle Evaluation an zwei Besuch- tagen im Mai 2009 und März 2010	Das Projektzentrum ist ein kommunales polytechnisches Techniklabor mit kommunaler Trägerschaft und unter Obhut des Sächsischen Landesjugendverbandes, zudem in internationale Kontakte eines Netzwerks zur Technikförderung bei Jugendli- chen eingebunden. Auf- und Ausbau zum „Landschulheim“ für Gruppen und Schulklassen. – Narrative Interviews mit dem Leiter und ehrenamtlichen Mitarbeitern/innen im Projektzentrum – Dokumentenanalyse der Homepage www.rennstall-rabutz.de	3

PROJEKTNAME PROJEKTTYP TRÄGER	ZEITPUNKT ZEITRAUM	ZIELGRUPPEN, EVALUATIONSDESIGN UND -KONZEPT	FALLZAHLEN/AUSSCHÖPFUNG IN KLAMMERN
Denzlinger Cleverle Kommunales Techniklabor Eigene private Trägerschaft	Punktuelle Evaluation an drei Besuchs- tagen im Juni 2008, April und Juli 2009	Denzlinger Cleverle ist ein lokales Nachbarschaftsprojekt und ein Beispiel für ein kommunales Techniklabor auf ehrenamtlicher Basis mit professioneller Ausstattung und individueller Betreuung. – Einzel geführte Leitfadeninterviews und eine Gruppendiskussion mit dem Initiator, fünf Eltern und einem Jugendlichen, der seit der Projektgründung teilgenommen hat – Kleine standardisierte Befragung bei sieben Eltern – Teilnehmende und nicht teilnehmende Beobachtung von mehreren Kindern während der drei Besuchstage – Dokumentenanalyse der Homepage, die ausführliche Informationen zu den teilnehmenden Kindern und Videos und Podcasts zu Projektinitiativen beinhaltet (www.edeju.de).	7 Interviews 1 Gruppendiskussion 7 3

4.2.3.1 AUSSERSCHULISCHE LERNORTE: LABORE – SCIENCE CENTER – WISSENSCHAFTSMESSEN

Im Rahmen von MoMoTech wurden exemplarisch die Effekte zur technischen Bildung bei einem Science Center und bei zwei Wissenschaftsmessen bzw. Ausstellungen durch Besucher/innen-Befragungen evaluiert: beim IdeenPark 2008⁴¹ (mobile Wissenschaftsmesse), bei der Science- und Berufsmesse TectoYou (angegliedert an die Hannover Messe) und beim Science Center Technorama in Winterthur (Schweiz). Zu Vergleichszwecken wurden auch weitere Science Center und Museen besucht und deren Konzepte in der vergleichenden Analyse berücksichtigt.

Evaluationsziele waren die Messung von Effekten punktueller Angebote zu Technik und Naturwissenschaften bei verschiedenen Zielgruppen, ein Vergleich von Erwartungen und Erfahrungen seitens der Besucher/innen sowie Aufzeigen von Trends (quantitativ standardisierte Erhebungen) und tiefer gehenden Motiven für den Besuch durch qualitative Leitfadeninterviews.

> IdeenPark 2008

Der IdeenPark von ThyssenKrupp zeichnet sich durch mehrere Merkmale aus: Er ist eine Ausstellergemeinschaft vieler Träger und Institutionen mit der ausdrücklichen Zielsetzung, nicht der Eigenwerbung von Unternehmen und Ausstellern zu dienen, sondern Technikinteresse zu vermitteln. Thematisch stellt er für das allgemeine Technikverständnis deren innovativen Charakter in den Vordergrund, wie dies in der Pressearbeit und vorliegenden Broschüren wiederholt betont wird. Die Messe ist thematisch gegliedert (sogenannte Lebenswelten) und beinhaltet durch Workshops („Ideen-Werkstatt“ und „IdeenBox“) auch Angebote zur vertieften individuellen Beschäftigung mit spezifischen Themen oder der Praxisvermittlung. Hinzu kam 2008 ein umfassender, nach drei Altersstufen (Kleinkinder, Kinder, Jugendliche) gegliederter Bereich für das junge Publikum zum Experimentieren und um mittels Animationen und Betreuungen selbst aktiv zu werden („SchlauLoPolis“). Ein unterhaltungsorientiertes Science-Programm ergänzte diese Angebote für Jugendliche („IdeenSounds“, Wissenschaftsshows). Das Mobilitätskonzept, bis 2008 im zweijährigen Rhythmus, ist eine Alternative zu standortgebundenen Science Centern. Der IdeenPark

⁴¹ Für den IdeenPark 2008 wurde von Hiller/Pfenning/Renn eine der national wie international umfassendsten Evaluationsstudien im Bereich Wissenschaftsmessen und öffentliche Wissenschaftskommunikation erstellt.

erreichte in Stuttgart mit circa 300.000 Besucher/innen einen neuen Besucher/innen-Rekord nach seinen vorherigen Stationen in Gelsenkirchen und Hannover. Auch in der Medienberichterstattung war er im Sinne einer (attraktiven) populärwissenschaftlichen Vermittlung von Technik und Naturwissenschaften präsent. Positiv ist die Internetseite aufgefallen, die den Besucher/innen bzw. Teilnehmer/innen auch längerfristig – sowohl zur Vorbereitung des Messebesuchs als auch danach – zur Verfügung steht. Die zentralen Ergebnisse der Evaluation sind in der folgenden Übersicht zusammengefasst:

Projektsteckbrief IdeenPark 2008

PRIMÄRES ZIEL DER VERANSTALTER	GENERIERUNG VON INTERESSE AN TECHNIK UND NATURWISSENSCHAFT, VERMITTLUNG VON INNOVATIONSNIVEAU VON TECHNIK UND NATURWISSENSCHAFTEN
	ERGEBNISSE
Publikum und Interesse	Die größte Besucher/innen-Gruppe bildeten Schüler/innen, während der IdeenPark für die 25- bis 49-Jährigen weniger attraktiv zu sein schien, ausgenommen junge Familien. Der IdeenPark erreichte außerdem viele interessierte Personen und Multiplikatoren/innen wie Lehrkräfte und Pädagogen/innen. Überwiegend wurden Schüler/innen und Jugendliche durch den IdeenPark angesprochen. Etwa ein Drittel der Besucher/innen des IdeenParks stufte sich subjektiv als technisch weniger interessiert ein. Insofern erscheint der IdeenPark als ein „Präsentationsformat“ für Technik, das auch technisch nicht interessierte Personen erreicht. Zudem gelang es diesem Personenkreis, sich während des Besuchs aktiv einzubinden. Somit erhöht der IdeenPark sowohl bezüglich seiner Reichweite (interessierte und desinteressierte Personen) als auch seiner situativen Effekte das Wissenschaftsverständnis in der Bevölkerung. Dies ist positiv einzuschätzen, da neben der Talentförderung von technikinteressierten Jugendlichen auch das allgemeine öffentliche Image von Technik und Naturwissenschaften bei „technikfernen“ Personen ein wichtiger Faktor von Technikakzeptanz und -toleranz ist. Der IdeenPark generierte in hohem Maße ein Interesse an Technik und Naturwissenschaften – weniger Wissen. Zum einen verstärkte er das Interesse bei bereits vorliegenden naturwissenschaftlich-technischen Vorlieben, zum anderen weckte er es bei bisher technisch und/oder naturwissenschaftlich eher unbedarften Personen – und dies gleichermaßen bei Jungen und Mädchen. Von den Angeboten wurden vor allem das praxisbezogene, experimentelle und auf animierte Betreuung basierende Programm von SchluLoPolis am besten bewertet. Dies ist ein Indiz für die hohe Bedeutung der Praxiskomponente bei solchen Science-Angeboten. Kritisch gesehen wurde der Informationswert der berufsorientierenden Angebote, ausgenommen die IdeenBox, in der Tagespraktikanten/innen individuell betreut wurden und den gesamten Produktprozess simulierten (Create, Produce, Sell). Gewünscht wurden zudem Darstellungen zum Verhältnis von Technik und Gesellschaft, also zum „sozialen Sinn“ der verschiedenen Technologien. Statistisch sind drei typische Gruppen von Besuchern/innen zu konstatieren: „Wissenshungrige“, „Schaulustige“, und „Pfadfinder/innen“. „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/innen“ (die konkreten Bedarf an spezifischen beruflichen, ausbildungs- oder studiumsbezogenen Informationen hatten) suchten nach Berufsinformationen und wurden nur teilweise fündig.

PRIMÄRES ZIEL DER VERANSTALTER	GENERIERUNG VON INTERESSE AN TECHNIK UND NATURWISSENSCHAFT, VERMITTLUNG VON INNOVATIONSNIVEAU VON TECHNIK UND NATURWISSENSCHAFTEN
	ERGEBNISSE
Publikum und Interesse	Insgesamt dominierte der „Mischtyp“, der seine Motivation zum Besuch aus allen drei Quellen schöpfte und deshalb bereit war, spontan auf Angebote einzugehen. Faktorenanalyse zur Besucher/innen-Typologie des IdeenParks 2008, PCA, Varimax-Rotation. Anteil erklärter Varianz bei 61 %, Kommunalitätswerte der Variablen zwischen .35 und .75.
Standbezogenes Interesse	Das standbezogene Technikinteresse von Kindern und Jugendlichen schien durch folgende Faktoren stimuliert zu werden: den Einsatz audiovisueller Medien, die Möglichkeit eigenständigen Experimentierens sowie geschulte und engagierte Standbetreuer/innen. Die Besucher/innen zeigten besonderes Interesse an Exponaten und Messeständen, die einen persönlichen Alltagsbezug widerspiegeln. Speziell männliche Jugendliche interessierten sich zudem für Alltags- und Konsumtechnologien, wie zum Beispiel PC, Fernsehen, PlayStation und Internet. Bei jüngeren Jungen war außerdem das Thema „Roboter“ sehr beliebt.
Beurteilung der Besucher/innen	Die individuellen Erwartungen wurden weitgehend erfüllt, im Schnitt eher übertroffen als enttäuscht. Die Kommunikation von Besuchern/innen und Betreuern/innen war ein Garant für positive Beurteilungen. Die persönliche Kommunikation war unabdingbar für den Erfolg der Vermittlung. Externe Animation und intrinsische Motivation gingen hier Hand in Hand. Wissenschaftlich vorgebildete Personen neigten erwartungsgemäß zu einer etwas kritischeren Bewertung hinsichtlich des wissenschaftlichen Anspruchs der Exponate und Angebote. Die Besucher/innen schätzten die Möglichkeit, durch interaktive Medien, Workshops und vor allem das punktuelle Experimentieren bzw. Mitmachen an Exponaten aktiv einbezogen zu werden. Als beeinträchtigend empfanden die Besucher/innen beim IdeenPark die durch den großen Besucher/innen-Andrang entstandenen langen Wartezeiten vor den Hallen und/oder Exponaten und den hohen Lärmpegel.

PRIMÄRES ZIEL DER VERANSTALTER	GENERIERUNG VON INTERESSE AN TECHNIK UND NATURWISSENSCHAFT, VERMITTLUNG VON INNOVATIONSNIVEAU VON TECHNIK UND NATURWISSENSCHAFTEN
	ERGEBNISSE
Berufsorientierung	Am wenigsten gelungen erschien die Umsetzung des Ziels „Vermittlung von Berufsinformationen bzw. Informationen zur Berufsorientierung“ durch das reale Angebot, sowohl bei den allgemeinen Besuchern/innen als auch bei der Zielgruppe der befragten Personen des IdeenKompass. Weitaus positiver hinsichtlich dieser Funktion wurde das Konzept der IdeenBox mit Tagespraktikum und Führungen eingeschätzt.
Gender	Der Anteil von Mädchen und Frauen war hoch (53 Prozent) und ist im Vergleich zu ihren geringen Anteilen in entsprechenden schulischen Leistungskursen, Studiengängen und Berufszweigen positiv zu bewerten. Jedoch war das standbezogene Technikinteresse von Jungen höher als das von Mädchen. Daher sollte zukünftig versucht werden, die Anzahl mädchengerechter Stände zu erhöhen. Hierzu könnten sich beispielsweise alltags- und naturnahe Themen eignen.
Nachhaltigkeit	Die Effekte auf das individuelle Technikinteresse, wie sie durch den IdeenPark evoziert wurden, lassen sich als gute Voraussetzung für nachhaltige Effekte aufgrund individueller Motive zu einer intensiveren Beschäftigung mit Technik charakterisieren.

> Science Center im interpretativen Vergleich

Science Center haben vielfältige Funktionen: Sie entstanden zunächst im Kontext der Umsetzung des PUSH-Konzepts als Orte attraktiver und interaktiver Wissenschaftsvermittlung. Sie dienen nunmehr in ihrer dritten und vierten Generation auch der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung als Labororte, zur Fortbildung und vereinzelt als Bildungszentrum für die Gestaltung von Lehr- und Bildungsplänen (vgl. Heureka in Finnland)⁴². In einigen Fällen vermitteln sie auch explizit die sozialen Zusammenhänge von Technik und Wirtschaft sowie Technik und Gesellschaft. Ihre Ziele haben also eine deutliche Ausweitung erfahren. Technik wird in diesen sozialen Kontexten nachvollziehbarer für die Besucher/innen, Alltagsbezüge werden erkennbar und längst als Alltagsgüter in Vergessenheit geratene technische Innovationen in Erinnerung gerufen. Europaweit befindet sich Deutschland, was die Anzahl solcher Science Center und Life Science Museen betrifft, nach Großbritannien und Italien an dritter Stelle mit 43 Standorten (vgl. ECSITE)⁴³. Der Hochtechnologiestandort Deutschland benötigt jedoch auch die Vernetzung dieser Einrichtungen mit Orten einer kontinuierlichen Technikbildung und -förderung.

Vernetzung, das heißt die Zusammenarbeit von wissenschaftlichen Institutionen und/oder wirtschaftlichen Verbänden mit Bildungsinstitutionen, ist ein wichtiger und nicht zu unterschätzender Baustein für eine erfolgreiche Bildungsarbeit. Die skandinavische Bildungsreform scheint damit erfolgreich zu sein: Die dortigen Science Center, wie das Heureka in der Nähe von Helsinki, sind eng verbunden mit den lokalen und regionalen Schulen und zugleich auch Forschungseinrichtungen für die Technik- und Wissenschaftsdidaktik. In Deutschland wären solche Strategien für die wenigen Modellschulen zur Einführung eines Schulfachs Technik überlegenswert. Auffallend in der Schweiz ist darüber hinaus die enge Kooperation zwischen den klassischen Museen und Science Centern.

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass der ein- oder mehrmalige Besuch außerschulischer Lernangebote das Interesse von Jugendlichen an technischen und naturwissenschaftlichen Phänomenen zwar kurzfristig steigern kann. Angezweifelt wird jedoch, ob diese Effekte sich verfestigen. Solche punktuellen Ereignisse im „Lern-Erleben“ der Schüler/innen können als singuläres Phänomen keine nach-

⁴² <http://www.heureka.fi/portal/englant/>

⁴³ <http://www.heureka.fi/portal/englant/>

haltige Wirkung auf die Interessensentwicklung ausüben. Guderian und Priemer⁴⁴ verweisen zur Erklärung dieses Absinkens des Interesses auf die Interessengenese nach Mitchell⁴⁵ und Krapp⁴⁶. Danach stellen Interessendispositionen einen langwierigen Prozess dar, dessen Erfolg stark von den Rahmenbedingungen beeinflusst wird. Zunächst muss durch die Rahmenbedingungen der ersten Stufe – den nach Mitchell sogenannten Catch-Komponenten – das Grundinteresse der Schüler/innen geweckt werden. Auf einer zweiten Stufe müssen den Schülern/innen die Bedeutsamkeit und Sinnhaftigkeit des Gelernten aufgezeigt werden, Mitchell spricht hier von Hold-Komponenten. Dies sind die Voraussetzungen, um sich mit dem Interessegegenstand aus eigener Motivation zu beschäftigen.

Im Detail gibt es große Unterschiede zwischen den Science Centern. Diese zeigen sich im Widerspruch von Wissensvermittlung versus rein phänomenologischer Vermittlung von positiven Affekten, dem Ausmaß der Vernetzung mit anderen Bildungsträgern für Technik und Naturwissenschaften und damit verbunden in Zahl und Umfang der angebotenen Workshops und Laboraufenthalte mit Zielgruppenorientierung im Vergleich zur Publikumsorientierung durch attraktive Ausstellungen und Exponate.

TectoYou stellt, zumal in Verbindung mit der Hannover Messe, spezifisch auf die Zielgruppe bereits technisch interessierter Schüler/innen ab. Im eigentlichen Sinn kann man nicht von einem außerschulischen Lernort sprechen. Schüler/innen ohne vorherige Neigung zu einem technischen Beruf zeigen sich durch die Messestände wenig beeindruckt. Den Interaktionsmöglichkeiten an den Messeständen gegenüber reagieren die Schüler/innen aufgeschlossen, wobei eher kleine selektive Anreize bedeutsam erscheinen (Give-aways). Die durchschnittliche Verweildauer an einem der Messestände ist kürzer als zehn Minuten. Dies entspricht ungefähr den Werten des IdeenParks. Hier

lag der Durchschnitt bei fünf bis sechs Minuten (bei einer durchschnittlichen Verweildauer von etwa vier bis viereinhalb Stunden auf der gesamten Messe). Diese Ergebnisse liegen deutlich unter jenen der Science Center, wie zum Beispiel Technorama oder Experimenta.

Die Schüler/innen, die das Schweizerische Science Center Technorama in Winterthur besucht haben, bewerten die große Auswahl an Exponaten zum „Anfassen“, das heißt den interaktionistischen Charakter der Ausstellung, besonders positiv. Dies deckt sich mit der Evaluation anderer Science Center/Museen, allen voran des IdeenParks. Das selbstständige Erarbeiten der Ausstellung kann jedoch zu Ziellosigkeit und einer unstrukturierten Erkundung der Exponate und Vorführungen führen. So kommt es häufig nicht zu einer ausdauernden Betrachtung/Interaktion, weil die Schüler/innen durch sehr viele „aufmerksamkeitsheischende“ Shows und Exponate auf engem Raum abgelenkt werden. Spielerisch gestaltete Exponate führen oft zu einem lediglich spielerischen Umgang. Die Schüler/innen hinterfragen in Science Centern nicht den Sinn des Experiments und fragen nicht, welche technischen oder naturwissenschaftlichen Phänomene sich dahinter verbergen. Auch beim IdeenPark 2008 wurde ersichtlich, dass das didaktische Ziel und die tatsächliche Nutzung nicht immer übereinstimmen. So wurden Exponate von jüngeren Kindern aus anderen Motiven benutzt, als es von den Veranstaltern fachdidaktisch geplant war. Dies muss nicht als Manko empfunden werden, weil auch zweckentfremdete Nutzungen einen Zugang zur Technik ermöglichen. In einem engen evaluativen Sinne wurde in diesen Fällen jedoch das didaktische Ziel verfehlt. Auf einzelne Exponate gehen die Schüler/innen nur zögerlich ein. Ist bei einem Exponat nicht ersichtlich, was von den Schülern/innen erwartet wird, dann wenden sie sich wieder ab. Auch ist eine leichte Tendenz zu erkennen, dass Jungen eher die Initiative ergreifen und sich mehr zutrauen als Mädchen. Bei

⁴⁴ Guderian/Priemer 2008, S. 32.

⁴⁵ Mitchell 1993.

⁴⁶ Krapp 2002.

der Zuwendung zu bestimmten Exponaten werden zudem gruppendynamische Prozesse deutlich: Die Wahrnehmung der Ausstellung erfolgt in geschlossenen Einzelgruppen, wie zum Beispiel Cliquen oder Schulklassen, bzw. orientiert sich teilweise an vorbeikommenden Mitschülern/innen oder daran, welchen Exponaten sich vorherige Besucher/innen zugewendet haben. Diese Verhaltensweisen zeigen einen grundsätzlichen Unterschied zu den kontinuierlichen und den betreuten außerschulischen Lernangeboten auf. Dort werden Sinn und Zusammenhang, Erklärung und Verstehen von den Kindern und Jugendlichen gewünscht. Sie schlüpfen hier in die Rolle eines Forschers, wohingegen sie im Science Center Publikum sind.

Für alle Science Center stellt sich die Frage der Anschlussfähigkeit und inwieweit es tatsächlich zu einer intensiveren kognitiven Auseinandersetzung mit Technik und Naturwissenschaften kommt. Diese kann entweder in einer Aufnahme des affektuellen Moments für eine wissensbasierte Vertiefung in Schule oder Kindergarten liegen oder in einer wissensbasierten Vor- und Nachbereitung ausgewählter Themen oder Exponate. Für letztgenannte Zielsetzung sind entsprechend themenorientierte Science Center von Belang, für allgemeine positive Assoziationen zu Technik hingegen eher die phänomenologisch aufgebauten Science Center.

Hieran schließt sich die gewünschte und als sinnvoll erachtete Einbindung außerschulischer Lernangebote in den regulären Unterricht an. Huck/de Haan/Plesse konnten zeigen, dass eine stärkere Anbindung von außerschulischen Aktivitäten an den Schulunterricht durch vor- und nachbereitende Maßnahmen deren Wirksamkeit verstärkt. Leider wird dies jedoch kaum realisiert – weder werden Erfahrungen der Schüler/innen aufgearbeitet noch mit theoretischem Wissen verknüpft.⁴⁷ Sachverhalte, welche die Schüler/innen im Unterricht nicht verstanden haben, stellen

sich in Realsituationen oftmals anschaulicher dar. Bei Anschauung und Anwendung können die Schüler/innen vieles logischer nachvollziehen. Besonders positiv wurde eine thematische und zeitliche Koinzidenz zwischen Unterricht und Besuch eines außerschulischen Lernortes bewertet, insbesondere dann, wenn schulisch erworbenes Wissen in der Einrichtung praktisch angewendet werden kann. Dies geht mit den Erkenntnissen der Forschungsliteratur zur Nachhaltigkeit außerschulischer Lernangebote einher: Eine enge Einbindung der Inhalte solcher Exkursionen kann positive Effekte mit sich bringen, wenn der Besuch im Unterricht vor- und nachbereitet wurde. Das Interesse von Schüler/innen an einzelnen Phänomenen blieb nachweislich in den Wochen nach dem Besuch konstant, wenn dieses Phänomen im Unterricht ausführlicher besprochen wurde.⁴⁸ Nach vorliegenden Studien wird dies jedoch in den wenigstens Fällen im Unterricht verstärkt vorangetrieben.⁴⁹ Allerdings bieten neben dem regulären Unterricht freiwillige Bildungsangebote (AGs etc.) im Rahmen der Schule die Möglichkeit, diesen nachhaltigen Effekt zu erreichen.

> Die Sicht der Schüler/innen

Die Schüler/innen-Diskussionsrunden beim Schüler/innen-Gutachten im Rahmen des Projekts LeMoTech und beim Schüler/innen-Symposium anlässlich des IdeenParks 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

⁴⁷ Vgl. Huck/de Haan/Plesse 2009, S. 118.

⁴⁸ Guderian/Priemer/Schön 2006, Jarvis/Pell 2005.

⁴⁹ Engeln 2004.

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.

Im Vergleich von Erwartungen und Erfahrungen der Schüler/innen bei den Besuchen zeigten sich für Technorama durchweg positive Entwicklungen, auch bei bereits technisch interessierten Schülern/innen. Selbst die bedeutendste 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“. Die höchsten Effekte für ein gesteigertes Technikinteresse erzielte der IdeenPark 2008.

Der interaktive Aspekt der Ausstellungen steht zumeist im Vordergrund: Je mehr die Schüler/innen 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.

> Mitmachlabore

Dieses spezielle Angebot der Technikvermittlung für Schulen und Gruppen wurde bei MoMoTech nur im Kontext des separaten Projekts zur Lernmotivation im Vergleich schulischer und außerschulischer Lernorte betrachtet. Derzeit finden verschiedene Studien zu deren Evaluation statt, so zum Beispiel für den Projektverbund Lernort Labor durch das Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und der Mathematik an der Universität Kiel. Das LeMoTech-Projekt leistet die detaillierte Betrachtung der Motivations- und Lerneffekte eines schulischen Techniklabors.

Bekannt ist, dass die Resonanz dieser Mitmachlabore sehr gut ist und viele bis zur Kapazitätsgrenze ausgelastet sind. Die Frequentierung ist jedoch nur ein quantitativer Indikator und kein individueller Kennwert für die Lern- und Motivationseffekte. Die Integration solcher Labore in neue Science Center ist ein Indiz für deren Erfolgsgeschichte. Es verbleibt, die Ergebnisse der entsprechenden Forschungsstudien abzuwarten.

> Fazit

Mit geschätzten Kosten von über 15 Millionen Euro erreichte der IdeenPark 2008 circa 300.000 Besucher/innen innerhalb von neun Veranstaltungstagen. Für die IdeenParks 2004 und 2006 wurden 60.000 bzw. 200.000 Besucher/innen 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/innen) anziehen und bei diesen einen positiven primären Eindruck hinterlassen können. Ein zusätzlicher Effekt ist, dass bereits technisch interessierte

Schüler/innen durch den IdeenPark über neue Technologien 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/innen auf der Basis ihrer Berufsangabe (Lehrkraft/Dozent/in) 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.

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 Technikbeschwörung aus. Nicht umsonst wurde beim IdeenPark die fehlende Präsentation sozialer Folgen bemängelt, beim Mercedes-Benz-Museum 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.

4.2.3.2 PROJEKTE IN KINDERGARTEN/VORSCHULE

Die Modellprojekte mit der Zielgruppe Kinder nehmen am stärksten zu. Dieser Trend scheint ungebrochen, wenn man die neueren Projekte betrachtet, insbesondere das „Haus der kleinen Forscher“. Daher wird im Folgenden vorwiegend auf die Evaluationsergebnisse dieses Modellprojekts eingegangen, ergänzt um die Eindrücke aus den Aktivitäten von „MatNat – Mathe ist mehr als Rechnen“. Obwohl die Projekte sich in Organisation und Inhalt deutlich voneinander unterscheiden, sind die Ergebnisse sehr ähnlich.

Die Evaluation der Forscherangebote der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ im Rahmen von MoMoTech ist eine in der Fallzahl stark restringierte und regional bezogene Fallstudie, die also keine systematische und flächendeckende Evaluation – wie sie in einem wissenschaftlichen Forschungskonsortium und einer Begleitforschung vom HdKF selbst angedacht ist – ersetzt. Die Besonderheit der MoMoTech-Evaluation als Beitrag zu dieser Begleitforschung liegt darin, dass speziell der Anteil der Eltern an der Förderung der naturwissenschaftlich-technischen Elementarbildung analysiert werden soll. Dem wird insbesondere durch die derzeit noch nicht abgeschlossene standardisierte Elternbefragung in Kitas mit und ohne HdKF-Aktivitäten inklusive einer Nullmessung als Basis einer geplanten längerfristigen Begleitforschung Rechnung getragen.

Projektsteckbrief „Haus der kleinen Forscher“

PRIMÄRE ZIELSETZUNG DER INITIATOREN	FRÜHKINDLICHE FÖRDERUNG DES TECHNISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN INTERESSES BEI KINDERN IM ALTER VON DREI BIS SECHS JAHREN .
Didaktische Konzeption	Einfache, nachvollziehbare Experimente mit allgemein verfügbaren Alltagsmaterialien, Beschreibung auf Experimentierkarten, Schulung von Erziehern/innen in der Durchführung dieser Experimente durch kokonstruktive Vorgehensweise, Zertifizierung von Kindergärten bei Erfüllung der Voraussetzungen für die Teilnahme am Programm. Angestrebt wird eine flächendeckende bundesweite Diffusion.
ERGEBNISSE	
Effekte	Spontane Experimentierfreude bei Kindern wird geweckt. Kokonstruktion fördert Internalisierung und affektuelle Assoziationen zu Naturwissenschaften. Frühes Abstraktionsvermögen und Empathie für Forscherrolle werden erkennbar. Interaktionseffekte verstärken die Kommunikation zu den Experimenten. Die Angebote fördern zusätzlich Sozialkompetenz wie auch individuelle Selbstorganisation der Kinder. Keine signifikanten Verhaltensunterschiede bei Jungen und Mädchen. Kinder übernehmen Anregungen auch ins häusliche Umfeld, wodurch die spielerischen Bezüge im Elternhaus für eine Förderung und frühe Internalisierung naturwissenschaftlichen Interesses angeregt werden (Vernetzungseffekt).
Kritik und Defizite	Nur teilweise Realisierung des kokonstruktiven Lernansatzes. Einfluss auf Lerneffekte im Vergleich zu alternativen Lernmodellen ist noch unklar. Umsetzbarkeit der Experimente und deren Alltagsbezug nicht immer möglich, wissenschaftlicher Anspruch wird von Erziehern/innen als zu hoch bewertet. Bisher thematisch alleinig auf Naturwissenschaften bezogen. Teilweise Probleme bei der Unterstützung der Kindergärten durch die Eltern.
Bewertung	Weitgehende Realisierung der angestrebten Ziele für die naturwissenschaftliche Bildung. Plädoyer für informelles und freies Lernen. Synergieeffekte von Technikerziehung, Sozialkompetenz und autodidaktischen Lernansätzen.
Interpretation	Empfehlenswertes Projekt für die Ausbildung früher nachhaltiger, positiver affektueller Assoziationen mit Naturwissenschaften auf individueller Ebene.
Ausblick	Erweiterung auf technische Bildung angestrebt (Frage der Vereinbarkeit von technisch-naturwissenschaftlicher Bildung). Anschlussfähigkeit an Grundschule: neu definierte Zielsetzung.

Das HdKF kooperiert mittlerweile nach eigenen Angaben mit über 15.000 Kindergärten. Die Organisationsstruktur gleicht einem Netzwerk mit regionalen Betreuungszentren und kommunalen Standorten. Die Vermittlung erfolgt dezentral mit einem Multiplikatorenkonzept: Trainer/innen schulen in gemeinsamen Kursen Erzieher/innen in der kokonstruktiven Vermittlung von Naturwissenschaften, die dieses Wissen an Kollegen/innen in den Kindergärten weitergeben.

> Didaktische Innovationen in der frühkindlichen Technikvermittlung

Gespräche mit den Kindergartenleitungen, Erziehern/innen und Netzwerkkordinatoren/innen zeigen, dass in den meisten Kitas mit „Haus der kleinen Forscher“-Aktivitäten die Kinder die Möglichkeit haben, zusätzlich zu festen Experimentiervorgaben auch selbstständig zu forschen und zu experimentieren. Nachdem die Aktivitäten einige Zeit laufen, wird oftmals spontan und ohne besonderen Anlass experimentiert. Meistens kommt die Initiative dabei von den Kindern selbst oder ergibt sich durch situative Anlässe bzw. Fragen der Kinder. Solche Alltagsbezüge spielen bei den Erzieher/innen-Fortbildungen eine große Rolle. Andererseits gibt es aber auch Kitas, die einen festen Wochenrhythmus für das Experimentieren – zum Beispiel für jede Vorschulgruppe – haben, oder die Erzieher/innen führen die Kinder per Instruktion an das Experimentieren heran. Die konzeptionelle Ausrichtung des HdKF orientiert sich jedoch an einem kokonstruktiven Bildungsverständnis⁵⁰, das heißt die Kinder sind aktiv am Lernprozess beteiligt und lernen im gemeinsamen Dialog mit anderen. Dabei erhalten sie die Möglichkeit, Dinge zu hinterfragen, zu reflektieren, eigene Erklärungsansätze und Hypothesen zu entwickeln, unterschiedliche Perspektiven kennenzulernen und sich mit anderen darüber auszutauschen. Bei der Nachfrage bezüglich des „Haus der kleinen Forscher“-Konzepts sehen manche der Erzieher/innen den Wissenserwerb im Vordergrund und drängen auf das Gelingen von Experimenten.

Die Erzieher/innen bemängelten teilweise den zu hohen wissenschaftlichen Anspruch der Experimente. Dies wurde aber in vielen Fällen nicht als ein größeres Problem angesehen, da die Kinder sich noch nicht für Erklärungen interessieren würden und momentan das Ausprobieren und Tun im Vordergrund stünde. Teilweise wurde von Schwierigkei-

ten, die Experimente in den Alltag zu übertragen, berichtet. Gerade durch die Einbettung der Experimente in die konkrete Lebens- und Erfahrungswelt der Kinder wird jedoch erst ein Lernen in Sinnzusammenhängen und konkreten Handlungsbezügen ermöglicht.

Die Gruppen zum Experimentieren sind in der Regel nicht von den Erziehern/innen zusammengestellt, stattdessen haben sich die „Forschergruppen“ unter den Kindern selbst gefunden und bestehen aus Kindern, die sonst wenig zusammen spielen. Eine Erzieherin berichtete, die Kinder würden „wie Wissenschaftler miteinander kommunizieren“. Die Wichtigkeit der Beziehungen zu Gleichaltrigen, um gemeinsam Wissen zu konstruieren und Bedeutungen zu ergründen, wurde im Rahmen des kokonstruktiven Bildungsverständnisses in den letzten Jahren zunehmend erforscht und erwiesen.⁵¹ 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.

In einigen Kitas sind zusätzliche Anmeldungen für die Nachmittage zu verzeichnen, da die Kinder auch nachmittags kommen möchten, um Experimente weiterzuführen bzw. um öfter forschen zu können. Der „inhaltlich perfekte Aufbau“ der Experimentierkarten wurde positiv erwähnt. Viele Kindertagesstätten beziehen die Eltern ein, so zum Beispiel bei Vorführungen von Experimenten auf Sommerfesten oder für das Mitbringen von Materialien. Zusätzlich gibt es Foto-Ausstellungen mit Bildern vom Forschen und

⁵⁰ Die genannten Ziele sind „neue Inhalte gemeinsam zu erarbeiten, verschiedene Perspektiven kennenzulernen, gemeinsam mit anderen Probleme zu lösen, den momentanen Verstehenshorizont zu erweitern, Ideen auszutauschen“ (Stiftung HdKF 2009a, S. 13).

⁵¹ Vgl. Liegle 2008.

Kurzinfos zu den Experimenten sowie ein Forschertagebuch als Dokumentation für die Eltern. Denn wie eine Erzieherin es ausdrückte, „zeigen die Fotos die Begeisterung der Kinder besser als jeder Bericht“.

> Beitrag der Eltern für die Förderung der naturwissenschaftlich-technischen Elementarbildung

Die meisten Erzieher/innen schätzen die Wirkung der „Haus der kleinen Forscher“-Aktivitäten auf die Eltern als sehr positiv ein. Nur selten wurde von Erziehungsberechtigten erzählt, die den Vorhaben eher gleichgültig gegenüberstanden. Alle Kindergärten bis auf einen berichteten, dass die Eltern zahlreich Material zur Verfügung stellen, vielfach auch Forscherkittel oder Ähnliches. Den Kitas fehlen jedoch oftmals noch Paten (Eltern, Großeltern) für die Aktivitäten. Die Eltern freuen sich zwar über das Experimentieren der Kinder und befürworten das Projekt, wollen bzw. können sich aber nicht selbst engagieren. Nur vereinzelt konnten Elternteile gewonnen werden, die regelmäßig zum Experimentieren in die Kita kommen, so zum Beispiel ein Physiklehrer oder eine Musiktherapeutin, die an den Aktivitäten teilnehmen. Die Vernetzung von Elternhaus und Kindergarten erscheint auf einer personellen Ebene als eher kritisch. Sie vollzieht sich vielmehr über die Imitation und das Bedürfnis der Kinder, die Technikerlebnisse im Kindergarten auch zu Hause fortzuführen.

Die Kita-Experimente wirken sich auch auf die häuslichen Aktivitäten der Kinder aus. Mehrere Eltern berichteten, dass sie nun auch zu Hause mit den Kindern experimentieren würden, weil deren Begeisterung für diese Experimente weit über den Kindergarten hinaus anhält. Dadurch schließt sich der Förderkreis von Elternhaus und Kindergarten, was als ein Ausdruck nachhaltiger Anschlussfähigkeit zu bewerten ist. Zum Teil werden die Eltern von ihren Kin-

dern auch nach Hintergründen der Experimente gefragt, wobei engagierte Eltern die Internetseite vom Haus der kleinen Forscher zu Hilfe nehmen. Dieses Angebot wurde als informativ, übersichtlich und hilfreich bewertet. Außerdem wurde die Durchführbarkeit der Experimente – ohne Aufwand und große Vorbereitung – positiv erwähnt. In weiteren quantitativen Evaluationen ist zu prüfen, ob dieser Effekt qualitativer Interviews einen Trend darstellt und zu welchem Anteil dieses soziale Phänomen in der Elternschaft vorzufinden ist.

Anfangs bestanden teilweise Einwände, dass die Naturwissenschaften auf Kosten der Förderung musischer und künstlerischer Fähigkeiten Einzug in die Kita halten würden – ein Argument hinsichtlich des Zeitbudgets und der scheinbaren Konkurrenz von Kultur- und Naturwissenschaften. Diese Befürchtung konnte im Laufe der Aktivitäten zerstreut werden. Insgesamt ist den Eltern der Spaß der Kinder beim Experimentieren wichtiger als das Erzielen von nachhaltigen Effekten auf das Wissen und Lernen. Dies stimmt mit den Zielsetzungen des „Haus der kleinen Forscher“-Konzepts überein.

> Sicht der Kinder und der Betreuer/innen

Bei den beobachteten Experimentiereinheiten der Initiativen HdKF 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/innen erwies sich als sehr hilfreich. Die Kinder zeigten ein großes Interesse an technischen und mathematischen Dingen, die sie selbst tun, anfassen und ausprobieren konnten. Immer wieder zeigten sich ihre Fähigkeiten, abstrakt

zu denken und Zusammenhänge zu erkennen. Die durchgeführten Versuche und Experimente waren durch bildliche Zusammenhänge, Symbole und Illustrationen (zum Beispiel Wassermännchen etc.) kindgerecht aufbereitet. Animismen⁵² gelten in der Naturwissenschaftsdidaktik als sehr empfehlenswert, da die Wissenschaftssprache allein keinen affektiven Bezug zur Natur ermöglicht.⁵³

Beim beobachteten angeleiteten Experimentieren wurden die Kinder von den Betreuern/innen zu Vorhersagen und der Beobachtung sowie Beschreibung und Deutung von Ergebnissen ermutigt. Besonders bei MatNat wurde großen Wert auf die Kommunikation während der Experimente und somit die Förderung der sprachlichen Fähigkeiten gelegt. Neben der Motivation für die Naturwissenschaften stehen hier besonders der sprachliche Umgang mit abstrakten Begriffen zum Quantifizieren und Deuten und das genaue Beschreiben von Beobachtungen im Vordergrund.

Geschlechtsspezifische Unterschiede bezüglich des Interesses wurden weder beim HdKF noch bei MatNat beobachtet, vereinzelt fanden sich Hinweise darauf, dass Mädchen intensiver beobachten und eine größere Ausdauer besitzen, während Jungen schneller und mutiger an die Sache herangehen. Insgesamt wurde ein selbstständiges Ausprobieren sowie ein Problemlösen durch Versuch und Irrtum beobachtet.

Stehen die Experimentieranleitungen nicht in einem Zusammenhang mit der Lebenswelt und den Erfahrungen der Kinder, sind diese beim Verstehen und Erzieher/innen beim Erklären oft überfordert. Es empfiehlt sich, die Experimente in ein übergeordnetes Thema einzubinden, zum Beispiel ausgelöst durch die Frage eines Kindes (etwa: Warum schwimmt Holz?) oder durch ein Alltagserlebnis (zum Beispiel Eiskristalle am Fenster). Verbinden Kinder das For-

schen mit eigenen zuvor gemachten Erfahrungen, ergibt es für sie eher einen Sinn. Wenn die Kinder die Handlungen beim Experimentieren hingegen sehr fremdbestimmt ausführen, gibt es für sie keine Gelegenheit, das Vorgehen für sich nachzuvollziehen. Handeln die Kinder nur nach Instruktionen und werden Kommentare nicht aufgenommen, erleben sie auch das Gelingen eines Experiments nicht als eigenen Erfolg.

Die Erzieher/innen geben idealerweise kein „richtig“ oder „falsch“ vor. Denn gerade in „Fehlern“ liegt großes Lernpotenzial, da die Kinder dadurch zu Nachfragen angeregt werden und gemeinsam Lösungswege entwickelt werden können. Hier liegt der Vorteil von MatNat und anderen Projekten, wo die Experimente von Naturwissenschaftlern/innen selbst durchgeführt werden: Da sie sich aufgrund ihres Fachwissens in der Thematik sicher fühlen, können sie freieres Forschen zulassen und auf entstehende Fragen besser eingehen. Jedoch ist der finanzielle Aufwand nicht zu unterschätzen. Die Expertin, die MatNat durchführt, wies darauf hin, dass selbst sie als erfahrene Projektleiterin pro Experimentiereinheit von einer Stunde mit Materialbeschaffung etwa zwei Stunden Vorbereitung und eine Stunde Nachbereitung zum Aufräumen und für die Dokumentation benötigte. Um eine Experimentiereinheit nachhaltig im Kindergartenalltag zu verankern, sollten das inhaltliche und das pädagogische Fachwissen gemeinsam vertreten sein. Wenn – wie bei MatNat – eine Biologin das Projekt wöchentlich im Kindergarten durchführt, sollte sie von einem/r Erzieher/in begleitet werden, der/die sie pädagogisch unterstützt und später das Projekt mithilfe der Versuchsprotokolle selbstständig durchführen kann.

Durch die Projektaktivitäten und durchgeführten Experimente entwickelten die befragten Erzieher/innen mehr und mehr Ideen, wie man Naturwissenschaften auch auf andere

⁵² Darunter wird die Beseelung der unbelebten Natur verstanden, zum Beispiel „die Sonne lacht“ oder „das Atom freut sich, wenn ...“.

⁵³ Vgl. Lück 2006.

Weise in den Kita-Alltag integrieren könnte. Insgesamt wird nach Angaben der Erzieher/innen naturwissenschaftlichen Themen nun mehr Raum gegeben und dieser Fokus auch häufig mit anderen Themen verknüpft (zum Beispiel Musik). Dadurch wird die Technikvermittlung mehr und mehr auf die kommunalen Gegebenheiten zugeschnitten und alltagsnaher für die Kinder: eine Folge der dezentralen Technikvermittlung.

Jedoch ist ein institutionelles Defizit zu verzeichnen, da sich in den teilnehmenden Kindergärten oftmals nur ein bis zwei Erzieher/innen für die Technikförderung interessieren und das Engagement des gesamten Kindergartens von deren Einsatz abhängig ist. Dies kann im Einzelfall bedeuten, dass die Ziele des HdKF nicht umfassend Eingang in das Konzept des jeweiligen Kindergartens finden, sondern vom personellen Engagement einzelner Fachkräfte abhängig bleiben.

> Rahmenbedingungen und Infrastruktur

Ein abgeteilter Raum zum Forschen und Experimentieren in Kindergärten erwies sich als vorteilhaft für die Konzentration der Kinder. Bei Raumknappheit können Experimentierecken bzw. Forscherecken eingerichtet werden. Ideal ist ein großer abwaschbarer Tisch mit Sitzplätzen für jedes teilnehmende Kind, weil dann herumliegende Materialien oder andere Aktivitäten die Kinder nur wenig ablenken können. Zudem können dadurch Versuchsergebnisse oder noch nicht fertige Exponate stehen gelassen werden, sodass die Kinder die Versuche selbstständig fortführen können. Für die kindliche Konzentration wurde eine Zeitdauer von circa dreißig Minuten als kritische Grenze genannt, darüber hinaus sind Abwechslungen nötig. Zugleich gibt diese Zeitspanne die Grenze für mögliche Experimente hinsichtlich ihrer Komplexität und Lösung vor.

Als optimale Gruppengröße erwiesen sich maximal acht Kinder pro Betreuer/in, bei jüngeren Kindern (drei bis vier Jahre) maximal fünf Kinder. Kleine Gruppen sind die Voraussetzung für ein konzentriertes, kreatives Experimentieren, bei dem die Kinder und Betreuer/innen in den Forschungsprozess einbezogen sind. Die Verwendung von „Forscherkitteln“, Helmen oder Schutzbrillen erleichtert es den Kindern, in die Rolle eines Forschers zu schlüpfen und sich als Team wahrzunehmen. Darüber hinaus wird dadurch die Konzentration auf die Aufgabe gesteigert. Zur Dokumentation ihrer Erfolgserlebnisse wird von den Initiatoren und Trägern der Projekte angeregt, den Kindern einfache wissenschaftliche Instrumente (zum Beispiel Pipette) oder ihr „Endprodukt“ (etwa eine Sanduhr) mit nach Hause zu geben, unter anderem als Anreiz zur Fortführung ihrer Aktivitäten im Elternhaus.

> Anschlussfähigkeit

Von allen Beteiligten wurde während der Gespräche immer wieder darauf hingewiesen, wie wichtig es sei, die begonnene Heranführung an Naturwissenschaften und Technik in der Grundschule fortzusetzen. Die Initiativen zur vorschulischen Förderung sind derzeit mit dem Problem behaftet, dass das durch Aktivitäten im Kindergarten geweckte Interesse nicht für einen kontinuierlichen Aufbau eines anschlussfähigen fachlichen Verständnisses genutzt wird und somit im Grundschulalter oft wieder nachlässt. Zwar nehmen naturwissenschaftliche Themen im Sachunterricht in der Grundschule mit 31 bis 60 Prozent, je nach Bundesland, einen großen Anteil ein, jedoch sind Themenfelder der unbelebten Natur aus den Bereichen Physik und Chemie eindeutig unterrepräsentiert.⁵⁴ Netzwerkkordinatoren/innen berichteten in diesem Zusammenhang, dass sie bei dem Versuch einer Kooperation bei Schulleitungen von Grundschulen vielfach auf Konkurrenzdenken und Ablehnung stoßen würden.

⁵⁴ Vgl. Lück 2007, S. 9.

> Fazit

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. Die qualitativen Studien verdeutlichen, wie leicht sich Kinder in eine Forscherrolle hineinversetzen und zu experimentieren beginnen. Bedeutsam sind hierbei die Interaktionseffekte mit den Betreuer/innen und anderen Kindern. Der „kleine Forscher“ erlebt und erfährt Naturwissenschaften und Technik als Teamprozess. Die pädagogische Kunst der Betreuer/innen und Erzieher/innen 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.

4.2.3.3 SCHULPROJEKTE

> Magic-Elektro-Koffer

Der Magic-Elektro-Koffer, ein Modellprojekt der Georgsmarienhütte GmbH, ist eingebettet in die Unternehmensstrategie, durch eine technisch-mathematische Frühbildung im regionalen Umfeld langfristig qualifizierte Fachkräfte zur Verfügung zu haben. Zur Anwendung kommt ein „Koffer“, bestehend aus einer Platine, auf der elektronische Bauteile montiert werden können. Diese können beliebig herausgenommen und neu zusammengesetzt werden. Die Anwendungen sind batteriebetrieben im Schwachstrombereich, vergleichbar mit Modellbahnanlagen. Beigefügt sind auch Anwendungsbeispiele mit Schaltplänen.

Zum qualitativen Forschungsdesign der Evaluation des Magic-Elektro-Koffers gehörten die nicht teilnehmende Beobachtung bei der Verwendung des Magic-Elektro-Koffers in Grundschulklassen, leitfadengestützte Interviews mit Lehrkräften, die das System bereits im Unterricht verwendet hatten, sowie eine Diskussion über den Workshop zum Umgang mit dem Magic-Elektro-Koffer, den die Georgsmarienhütte für Lehrkräfte angeboten hatte (Reflexion zum Einsatz und dessen Optimierung).

Zusätzlich wurden Kinder der vierten Klasse, die mit dem System gearbeitet hatten, anhand eines kindgerecht aufbereiteten Fragebogens befragt. Zur Überprüfung der Reliabilität der Fragen wurde eine Frage mehrfach gestellt, wobei die Kinder erstaunlich konstant antworteten.

Projektsteckbrief Magic-Elektro-Koffer der Georgsmarienhütte GmbH

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Förderung des naturwissenschaftlich-physikalischen Interesses in der Grundschule durch Einsetzen eines „Koffersystems“ mit elektrischen und elektronischen Bausteinen bzw. einem Stecksystem. Zielgruppe: dritte und vierte Grundschulklassen. Spielerische Umsetzung einfacher und komplexer elektrischer und elektronischer Technikanwendungen.
Didaktische Konzeption	Modulares Koffer-Stecksystem
Effekte	Hohes Interesse am Projekt, auch durch die Abwechslung vom normalen Sachunterricht. Bestreben des freien Experimentierens (anstatt lediglich Nachvollziehen vorgegebener Beispiele und Schaltpläne) analog einer „Entdeckertour“. Fachlehrer/innen sehen das Modellprojekt eher als praktische Ergänzung zum bestehenden Lehrplan oder zu Unterrichtseinheiten in Sachen Elektronik bzw. Elektrik. Beim Umgang mit den Materialien sind nur marginale Gendereffekte sichtbar.
Kritik und Defizite	Wenig nachgefragt werden die Erklärungen für den jeweiligen Versuchsaufbau bzw. Schaltplan – ein Wissenseffekt ist nicht festzustellen. Der Transfer vom spielerischen Umgang hin zum abstrahierenden Erlernen und Erklären der physikalischen Grundlagen ist kritisch einzuschätzen.
Bewertung	Punktuelle, attraktive Aufbereitung des Fachunterrichts, vor allem im Bereich der Darstellung naturwissenschaftlicher bzw. physikalischer Phänomene. Die komplexe Materie erschwert die Verbindung von Praxisseinheit und dazugehöriger Erklärung komplexer Phänomene. Die kritischen Einschätzungen der Lehrer/innen sind hierbei kongruent mit den subjektiven Einschätzungen der Schüler/innen. Insofern stellt sich die didaktische Frage der Praxisbezüge von komplexen theoretischen Hintergründen. Angeregt wird die Verwendung des Magic-Elektro-Koffers als ergänzendes, unterrichtsbegleitendes Praxiselement.
Interpretation	Das Projekt greift eine klassische Vermittlungsmethode auf, denn die benutzten Modulsysteme (Koffersysteme) wurden bereits Mitte der 1970er-Jahre kommerziell angeboten. Neu ist die explizite pädagogische Aufbereitung durch die flankierende Begleitforschung an der FH Osnabrück und Universität Göttingen sowie die Einbettung in den Schulunterricht. Die Effekte erscheinen bisher marginalisiert auf ein punktuelles Interesse in Verbindung mit einer attraktiven, weil spielerischen Ergänzung und Abwechslung im normalen Schulunterricht. Die Nachhaltigkeit wird von Lehrern/innen angezweifelt, wobei die Positionen der Lehrer/innen anscheinend auch ein sehr tradiertes und keineswegs kokonstruktives Lehrverständnis dokumentieren. Ohne die Bereitschaft zur pädagogischen Innovation im Schulalltag zeigt die Benutzung solcher Praxiskomponenten nur bedingt längerfristige Wirkungen.
Ausblick	Überarbeitung der Steckmodule durch farbliche Gestaltung und neue Schaltpläne sowie die Bereitschaft, in einen konstruktiven Diskurs mit den beteiligten Fachlehrern/innen zu treten.

Die Förderung des elektrotechnischen Technikverständnisses ist ein ambitioniertes Vorhaben, weil viele der auf dem Markt verfügbaren Baukästen sich auf naturwissenschaftliche Themen oder Bauen und Konstruieren in Sachen Technikwissenschaften beziehen. Im Gegensatz zu Letzterem bedingen elektronische Schaltungen einen geringeren Freiraum für die Kreativität der Schüler/innen, eben weil diese nur in bestimmten Konstellationen funktionieren. Zudem wird allgemein postuliert, dass für ein Verständnis der Elektrotechnik abstraktes Denkvermögen und ein mathematisches Grundverständnis vonnöten sind. Entsprechend präsentiert sich der Magic-Elektro-Koffer als ein System mit Anwendungsbeispielen und vorgegebenen Schaltplänen und richtet sich an Schüler/innen der dritten bis vierten Grundschulklassen. Für die Evaluations-

studien ist dieses Projekt für die Frage von Interesse, ob man ein Technikinteresse eher über die klassischen Systeme zum Bauen und Konstruieren als über die Elektrotechnik bewirken kann. Aus der Sichtweise des Alltags gesehen ist dies – im digitalen Zeitalter mit zunehmender Bedeutung der Elektronik für viele Lebensbereiche – eine wichtige Frage zur geeigneten Technikvermittlung.

Im Rahmen der Beobachtung einer Fördergruppe von Schülern/innen der vierten Klasse⁵⁵, aber auch aus den Erfahrungsberichten der Lehrer/innen ließ sich feststellen, dass die Verwendung des Koffers auf große Begeisterung bei den Schülern/innen stößt und insofern einen hohen affektuellen Effekt bewirkt. Die Schüler/innen beschäftigen sich von Anfang an selbstständig und hoch motiviert mit den Koffern. Es ist keine Motivation durch die Lehrkraft nötig, da die Schüler/innen von sich aus und auf eigene Initiative neue Versuche ausprobieren. Dabei wird größtenteils nach dem „Trial-and-Error“-Prinzip vorgegangen. Dadurch gleicht die Arbeit mit den Koffern einer Entdeckungstour, wobei das spielerische Element eindeutig im Vordergrund steht. Zudem scheint das Arbeiten mit dem Magic-Elektro-Koffer sowohl Jungen als auch Mädchen gleichermaßen und unter gleichen Ausgangsbedingungen anzusprechen. Die quantitative Befragung in den untersuchten Klassen zeigt, dass sich die Jungen in ihrer Freizeit nicht öfter mit Technik und Naturwissenschaften beschäftigen als die Mädchen. Die Verwendung des Magic-Elektro-Koffers scheint somit sehr erfolgreich zu sein, wenn es darum geht, den Spaß an Technik durch spielerische Elemente zu vermitteln und dadurch die Begeisterung für Technik zu wecken.⁵⁶ Jedoch zeigt sich aus den Erfahrungen der Lehrkräfte, dass er relativ wenig dazu beiträgt, ein Verständnis für die dahinter liegenden physikalischen und elektronischen Prinzipien zu erzeugen, die den unterschiedlichen Experimenten zugrunde liegen.

Durch die Farbgestaltung der Bauanleitungen und der jeweils benötigten Bauteile in der neuen, überarbeiteten Version des Magic-Elektro-Koffers ist das Zusammenbauen relativ einfach, wodurch die Kinder einerseits schnell zu einem Erfolgserlebnis kommen. Andererseits entsteht dadurch kein Lerneffekt, der darauf abzielt, die zugrunde liegenden elektrischen Prinzipien zu verstehen, wie er durch die schon zuvor benutzten CVK-Experimentierkästen erreicht werden konnte. Bei diesen müssen die Schüler/innen nicht nur Bauteile mit den richtigen Farben zusammensetzen, sondern stattdessen „... selber ihren Stromkreis anlegen

⁵⁵ Diese Gruppe hat sich nach dem Einsatz des Koffers im regulären Unterricht auf Betreiben der Lehrkräfte zusammengefunden.

⁵⁶ Zitate vonseiten der Lehrkräfte: „... und die Kinder sind alle total begeistert bei diesen Themen. Technik kommt total gut an.“ „... aber das ist schon sehr ansprechend, also wenn man das Ziel hat, dass man die Kinder für Technik begeistert oder für so physikalische Sachen, das erreicht man auf jeden Fall.“ „Ja, hm, das hatte dann mehr so `nen spielerischen Charakter. Also, vom Ansprechen her kommt das Material unglaublich gut an bei den Kindern.“

und die Schalter und die Verbraucher einsetzen, und so ist denen viel deutlicher, was eigentlich dahintersteckt“ (Lehrkraft). Es ist deshalb kritisch zu sehen, dass die Schüler/innen den Hintergrund der Effekte bei der Benutzung des Magic-Elektro-Koffers nicht nachvollziehen können.⁵⁷ Hier zeigt sich somit derselbe Effekt wie bei der im Zusammenhang mit außerschulischen Lernorten beobachteten zweckentfremdeten Nutzung einzelner Exponate.

Nach der Erfahrung der befragten Lehrkräfte bietet sich eine Experimentiereinheit mit dem Magic-Elektro-Koffer eher als Ergänzung von Unterrichtseinheiten über physikalische Grundlagen der E-Technik in einer wechselnden Abfolge von Theorie und Praxis (bzw. spielerischen Einheit) an. Außerdem wird angeregt, Schwarz-Weiß-Kopien von einigen Schaltungen anzufertigen, um die Schüler/innen zum Nachdenken anzuregen und nicht reines Replizieren zu fördern.

Von den Kindern wurde der Magic-Elektro-Koffer sehr gut angenommen. Der Umgang mit den Materialien hat ihnen viel Spaß bereitet und überwiegend würden sie gerne öfter mit dem Koffer im Unterricht arbeiten. Die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen sind marginal. Das Arbeiten mit dem Magic-Elektro-Koffer wird von den Schülern/innen überwiegend mit Technik in Verbindung gebracht, etwas weniger mit Physik. Bei den Jungen war dies noch stärker der Fall als bei den Mädchen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass durch das erfolgreiche Wecken des Interesses und der Begeisterung an Technik eine wichtige Weiche in der Techniksozialisation gestellt wird. Für die Effektbewertung wären weitergehende, panelbezogene Datenerhebungen nötig. Indizien für einen nachhaltigen Effekt liefern Informationen darüber, inwieweit die schulischen Experimente auch zu Hause zu einem Nachahmungs- und Imitationseffekt führen und damit durch die Förderung der Eltern eine Internalisierung angestoßen wird.

> KiTec

KiTec wird von der „Wissensfabrik – Unternehmen für Deutschland“ getragen. Die Organisationsstruktur zielt auf eine dezentrale, auf Vernetzung basierende Vermittlung von Technik für Kindergärten und Grundschulen. Die Umsetzung sieht einen zweistufigen Multiplikatorenan-

⁵⁷ Weitere Zitate von Lehrkräften: „Also grundsätzlich ist der Koffer gut, weil da so viel passiert, aber das, was dahintersteckt, wird dann von diesem Spielerischen ein bisschen überlagert.“ „Da muss man natürlich auch beachten, was diese Kästen leisten und was sie eben auch nicht leisten. Das gemeinsame Durchdringen von Sachverhalten und auch dieses naturwissenschaftliche Hinterfragen, das steht ja bei den Kisten nicht so sehr im Vordergrund, sondern es ist ja mehr die praktische Auseinandersetzung, die damit initiiert wird.“ „... als Ergänzung zu dem, was wir haben, ist der Koffer ganz gut. Nur der Koffer zu dem Bereich Strom, das reicht nicht. Das ist zu abstrakt. Die sehen nicht, was dahinter passiert. Die müssen ja die Leitungen sehen und alles, was man so einbauen kann. Das müssen die selber machen, bevor die da was zusammenstecken.“

satz vor: Die Geschäftsstelle stellt Kontakte zu Unternehmen her und schult in speziellen Seminaren des ZNL von diesen benannte Betreuer/innen in der Handhabung der Forscherkisten und der Vermittlung der didaktischen Ziele. Die Betreuer/innen bauen dann im Umfeld ihres Unternehmens Kontakte zu Schulen und Kindergärten auf und schulen wiederum Erzieher/innen und Lehrer/innen bzw. organisieren die entsprechenden Schulen und gewährleisten die Kontaktpflege.

Projektsteckbrief KiTec

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Förderung des frühkindlichen Interesses an Technik durch den Umgang mit Forscherkisten (Materialien, Stoffe, einfache Werkzeuge) unter Anleitung von Lehrern/innen
Didaktische Konzeption	Einbindung von Praxiselementen in den Schulunterricht für die Dauer von zwei bis vier Wochen. Zudem wird ein Multiplikatorenansatz verfolgt: Eine zentrale Geschäftsstelle bietet mit wissenschaftlicher Unterstützung des ZNL erstellte Forscherkisten an und schult Lehrkräfte dezentral (regional) in deren Anwendung durch ein Netzwerk von Betreuer/innen aus Unternehmen. Angeboten werden Schulungen der Betreuer/innen und Lehrer/innen.
Effekte	Motorisches Erlernen der Nutzung klassischer technischer Werkzeuge. Erfahrungen mit Materialien und Stoffen. Konstruieren von einfachen bis komplexen technischen Objekten (Wippen, Türme, Brücken). Interesse der Kinder an Praxis und möglichst sofortigem Beginn ohne konkrete Pläne oder Vorlagen. Genderspezifische Effekte im Umgang mit den Materialien wurden beobachtet.
Kritik und Defizite	Teilweise Unerfahrenheit der Lehrer/innen im Umgang mit den Werkzeugen. Zunehmend fehlende manuelle Erfahrungen der Kinder im Umgang mit den klassischen technischen Instrumenten und Materialien.
Bewertung	Wiederum Anwendung des dezentralen „Kofferprinzips“, weil teilnehmende Schulen eine zentral erstellte und abrufbare Sammlung von Materialien für einen projektbezogenen Technikunterricht benutzen können. Der zweifache Multiplikatoreffekt ist fragil. Die Kooperationen KiTec/Unternehmen und im Anschluss daran Unternehmen/Schulen machen das Projekt sehr abhängig vom persönlichen Engagement der unternehmerischen und schulischen Betreuung. Dies gilt insbesondere dann, wenn in Unternehmen diese Aufgabe delegiert wurde und nicht unmittelbar von engagierten, sondern beauftragten Personen ausgeführt wird. Wichtige Beiträge von KiTec sind das Erlernen basaler technischer Fähigkeiten im motorischen Umgang mit einfachen Werkzeugen und die kognitiven Erfahrungen beim Umgang mit Materialien und Stoffen.
Interpretation	Die Forscherkisten ermöglichen zum einen das Erlernen des motorisch-handwerklichen Umgangs mit einfachen, klassischen technischen Werkzeugen (Säge, Hammer, Schraubenzieher und andere) und Materialien (Holz, Metall, Plastik) und in einem zweiten Schritt das Konstruieren komplexer technischer Objekte.
Ausblick	Tiefer gehende Evaluation des Multiplikatorenansatzes durch Kontrolle des Engagements von beteiligten Unternehmen in Abhängigkeit von der Beauftragung ausgewählter Personen oder dem freiwilligen Engagement interessierter Beschäftigter.

Die drei Forscherkisten beinhalten Materialien wie Holz, Plastik und Eisen, einfache Werkzeuge und anspruchsvolle mechanische Bausätze, mit denen die Kinder in Arbeitsgruppen durchschnittlich zu viert arbeiten. Die Kisten verbleiben als Ensemble bis zu vier Wochen vor Ort, um innerhalb dieser Zeit relativ beständig damit arbeiten zu können. Der Verleih ist kostenlos, die Materialien werden jeweils von der Wissensfabrik aufgefüllt und weiteren Interessenten zur Verfügung gestellt. Im Rahmen der Evaluation von KiTec fanden (Telefon-)Interviews mit der Schulleitung und Lehrern/innen, die mit

den KiTec-Forscherkisten arbeiten, statt sowie nicht teilnehmende Beobachtungen bei den Aktivitäten, Gespräche mit den Kindern und mit einzelnen Multiplikatoren.

Bei den Lehrkräften der befragten Schulen handelt es sich um technisch interessiertes Lehrpersonal. Männliche Lehrer arbeiten, verglichen mit ihrem sehr geringen Anteil an Grundschulen, relativ häufig mit den Forscherkisten. Nach der Erfahrung einer Multiplikatorin würden die besten Endprodukte, wie beleuchtete Türme, aus Schulen mit männlichen Lehrern kommen. Andere Multiplikatoren stellten fest, dass Lehrerinnen oft sehr unerfahren mit Technik sind. Sie würden jedoch große Begeisterung beim Arbeiten mit Holz zeigen. Weniger Interesse hätten sie hingegen an Fahrzeugtechnik. Für die Lehrer/innen-Fortbildungen sei es wichtig, Berührungängste im Umgang mit den Werkzeugen und Materialien abzubauen. Insgesamt wünschen sich die Lehrer/innen mehr Elektrotechnik in den Kisten. Eine Lehrerin berichtete, dass ihre Kollegen zum Teil keine Lust darauf hätten, mit KiTec zu arbeiten. Das unstrukturierte Arbeiten, das lange freie Ausprobieren der Kinder und die Tatsache, dass die Kinder viel Hilfestellung benötigen, würde sie abschrecken.

KiTec wird von den Lehrern/innen als eine gute und praktische Ergänzung des Sachkundeunterrichts beurteilt, aber auch in andere Unterrichtsfächer wie Mathematik integriert oder als freiwillige AG angeboten. Gearbeitet wird in Kleingruppen, die sich meistens selber zusammengefunden haben. Für die Bearbeitung des KiTec-Baufauftrags war es von Vorteil, wenn die Kinder (in der Regel aus der vierten Klasse) schon im Werkunterricht mit Holz gearbeitet hatten. Es wurde oft von sehr geringen Vorkenntnissen der Kinder berichtet. Dies könnte ein Hinweis auf eine Vernachlässigung einfacher technischer Fähigkeiten im Zeitalter der Digitaltechnik und Computer sein.

Die Kinder arbeiten mit KiTec im Rahmen von Doppelstunden oder von Projekttagen. Die Beobachtungen haben gezeigt, dass es ideal ist, wenn mindestens eineinhalb Stunden zur Verfügung stehen. Dies auch deshalb, weil es

zu Beginn etwas Zeit in Anspruch nimmt, bis die Kinder sich ihre Materialien zusammengesucht haben, und zum Schluss die letzte Viertelstunde zum Aufräumen genutzt werden muss. Bis zu dreißig Minuten arbeiteten die Kinder sehr konzentriert, danach ließen Aufmerksamkeit und Ausdauer etwas nach.

Da in den beobachteten Klassen die jeweiligen KiTec-Projekte schon weit fortgeschritten waren, arbeiteten die Kinder, besonders am Anfang, sehr selbstständig und hatten wenig Nachfragen an die zuständige Lehrkraft. Planung in Form von Skizzen oder Entwürfen fand bei den Kindern oft nicht statt. Häufig erlebten sie dann aber, dass sie an irgendeinem Punkt intuitiv nicht mehr weiterkamen, und stellten einen Plan zusammen. Die Planungskompetenz entsteht somit oftmals erst während der Aktivität. Von den Eltern hatten die Lehrer/innen bisher nur positives Feedback erhalten. Es wird versucht, die Eltern mit einzubinden, so zum Beispiel durch Präsentation der Ergebnisse auf Schulfesten. In einem berichteten Fall kam ein Vater regelmäßig zum Arbeiten im Rahmen von KiTec mit in den Unterricht.

Kritik an dem Material in den Kisten gibt es kaum, außer dass zum Teil die Maße der enthaltenen Holzstücke und die Länge der Nägel nicht zweckmäßig waren, sodass neue dazugekauft werden mussten, und das Werkzeug nicht für alle Gruppen reichte. Gelobt wurden die Qualität des Holzes und die gute Handhabung der Werkzeuge. Teilweise gibt es Probleme mit den KiTec-Schraubstöcken, da diese nur an normale Tische passen und zum Beispiel nicht an Werkbänke mit dicken Platten. Die Sicherheit beim Umgang mit den Werkzeugen wurde von den Lehrkräften als zufriedenstellend eingestuft, während auf Nachfrage bei den Kindern vereinzelt von kleineren Verletzungen berichtet wurde. Da die Interviews und Beobachtungen mehrere Hinweise auf genderspezifische Differenzen zeigten, sind diese in der folgenden Übersicht aufgeführt.

Tabelle 9: Beobachtete genderspezifische Unterschiede im Projekt KiTec

MÄDCHEN	JUNGEN
Beim Einstieg eher nervöses Herangehen.	Selbstsicheres Herangehen.
Durch kleine Misserfolge wird das Selbstvertrauen in die eigenen Fähigkeiten geschwächt.	Selbstbewusstsein wird auch durch Misserfolge kaum beeinträchtigt.
Nehmen eher die Hilfe der Lehrer/innen in Anspruch.	Fragen deutlich weniger und weisen angebotene Hilfe der Lehrer/innen eher zurück.
Lassen sich von Mitschülern/innen helfen, profitieren dabei aber weniger von der Hilfe der Jungen, da deren Erklärungen sehr lösungsorientiert sind und Details, die zum Verständnis wichtig wären, weggelassen werden. Mädchen leisten eher Hilfe zur Selbsthilfe.	Helfen den Mitschülern/innen ungeduldig und werden dabei gern aufgrund ihrer Geschicklichkeit und Schnelligkeit bewundert.
Setzen gezielt ihre Kenntnisse für inhaltlich gute, gründliche und saubere Arbeiten ein.	Vergessen leicht die eigentliche Aufgabenstellung und probieren Sachen aus, die sie noch nicht gelernt haben.
Arbeiten sich langsamer ein, zeigen aber eine größere Ausdauer und sorgfältigere Endprodukte	Arbeiten so schnell wie möglich, Quantität zählt mehr als Qualität.
Gehen strukturierter und planvoller vor und teilen sich vor Beginn die Arbeit in Aufgaben für jeden Einzelnen auf. Während der Projektarbeit tauschen sie sich immer wieder aus und präsentieren Zwischenergebnisse.	Stimmen sich innerhalb der Gruppe weniger ab, kommunizieren beim Arbeiten kaum miteinander.
Zeigen mehr Kreativität und verwenden mehr Zeit für das „Verschönern“ des eigentlichen Endprodukts. Das Präsentieren des Ergebnisses macht ihnen großen Spaß.	Agieren lauter und sind präsenter. Das „Action“-Denken der Jungen tritt hier deutlich zutage. Machen gern aus dem Arbeiten mit den KiTec-Kisten eine Art Wettbewerb mit anderen Gruppen.
Übernehmen in gemischtgeschlechtlichen Gruppen eher Nebentätigkeiten wie kleinere Bastelarbeiten und verbringen mehr Zeit damit, den anderen aus der eigenen Gruppe sowie den anderen Gruppen zuzuschauen. (Beispiel Brückenbau: Bauen Autos und eine Ampel und bemalen diese, sind außerdem für das „Zusammenhalten“ bei Klebearbeiten zuständig.)	Übernehmen in gemischtgeschlechtlichen Gruppen eher Führungsrollen und die Hauptarbeit und sind eher für „grobe“ Tätigkeiten wie Hämmern, Sägen etc. zuständig. (Beispiel Brückenbau: Schneiden Holzteile zurecht und nageln sie zusammen.)

> Schüler-Ingenieur-Akademie (SIA)

Die Schüler-Ingenieur-Akademie startete in Baden-Württemberg im Jahr 2003/2004 und stellte die Nachbildung eines Technikunterrichts über ein Schuljahr hinweg dar. Eingebunden waren längere Betriebspraktika in kooperierenden Unternehmen. Die Universität Stuttgart übernahm 2007 bis 2008 die Durchführung der Evaluation aller SIA-Projekte. Das Angebot der Evaluation wurde allen beteiligten Schulen unterbreitet (Vollerhebung), und zumindest bei der ersten Erhebung 2007 nahmen alle 32 „SIA-Schulen“ mit 512 Schülern/innen teil. Das Durchschnittsalter betrug etwa 17 Jahre. Die Evaluation erfolgte mittels eines standardisierten schriftlichen Fragebogens als Klassenbefragung zu drei Messzeitpunkten (Paneldesign). Dieses Design ermöglicht die Messung von Veränderungen im Interesse, im Wissen und in der Motivation gegenüber Technik und Naturwissenschaften im Verlauf des Schuljahres.

Projektsteckbrief Schüler-Ingenieur-Akademie

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Förderung technisch und naturwissenschaftlich talentierter Schüler/innen durch einen durchgängigen Schulunterricht mit hohem Praxisanteil und ausführlichen Betriebspraktika. Dadurch soll deren Präferenz für einen technischen Beruf gestärkt werden.
Didaktische Konzeption	Selektive Auswahl technisch und naturwissenschaftlich interessierter Schüler/innen, vornehmlich der Oberstufe. Experimentell orientierter Unterricht und längere Betriebspraktika, ebenso Teilnahme an Hochschulinformationstagen und speziellen Seminaren, um Einblicke in MINT-Studiengänge zu erhalten. Seriöse Simulation durch zeugnisrelevante Noten und Zertifikate für die teilnehmenden Schüler/innen.
Effekte	Mittelstarke Effekte auf die Bereitschaft, einen technischen Studiengang zu ergreifen. Geringe Effekte bei Interesse und Wissen aufgrund der selektiven Vorauswahl technisch interessierter Schüler/innen. Durchschnittlicher Anteil von Schülerinnen von knapp 24 Prozent, wobei sich eine Schule mit einer ausschließlichen Mädchen-SIA-Klasse beteiligte, was eine Sonderauswertung sinnvoll machte. Gute bis sehr gute Bewertung aus Sicht der teilnehmenden Schüler/innen, insbesondere wegen der praxis- und berufsbezogenen Komponenten.
Kritik und Defizite	Kritik an der teilweise schlechten Betreuung in einzelnen Betrieben und bei den Hochschulseminaren bzw. -angeboten, eingeschränkt auch an einzelnen SIA-Betreuern/innen.
Bewertung	Innovatives Projekt eines seriös-professionell simulierten dauerhaften Technikunterrichts in der Oberstufe, der wiederum vor allem experimentelle und berufsbezogene Aspekte in den Vordergrund stellt und damit den bestehenden tradierten Unterricht in der Schule konterkariert. Das Projekt wirkt in Richtung einer subjektiven Verstärkung der Wahl eines technischen Studiengangs bzw. Berufs. Das Konzept wurde mittlerweile von anderen Bundesländern übernommen und für die JIA auf die Realschulen und gewerblich-technischen Berufsangebote erweitert.
Interpretation	Das Projekt ist professionell aufbereitet und betreut. Es macht auch deutlich, dass für solch institutionell-flächendeckende Bildungsangebote zur Technikförderung eine zentrale Stelle für die organisatorische Abwicklung nötig ist. Andererseits könnten aber auch die SIA-Erfahrungen hinsichtlich der erzielten Effekte durch die sehr praxisbezogenen Elemente in das Design des neuen Schulangebots übernommen werden. Diese Erfahrungen könnten Ausgangsbasis für die erste Evaluation der Lehrpläne für den NwT-Unterricht in Baden-Württemberg sein.
Ausblick	Aufgrund der sukzessiven, aber verpflichtenden Einführung eines landesweiten Technikunterrichts in Baden-Württemberg geht der Simulationscharakter von SIA verloren und es müssen neue Zielsetzungen definiert werden.

Das SIA-Projekt hat neue Wege der technischen Bildung an allgemeinbildenden Schulen beschritten und einen innovativen, schulähnlichen Vermittlungsweg gewählt. Die Implementierung der SIA-Gruppen an den beteiligten Schulen ist letztlich ein Experiment zur Quasisimulation eines praxisorientierten Technikunterrichts an allgemeinbildenden Schulen zur Begabten- und Talentförderung und zur beruflichen Orientierung in Richtung Technik und Ingenieurwissenschaften. Es ist explizit nicht Ziel der SIA, Jugendliche für Technik allgemein zu interessieren.

Angesprochen werden überwiegend Schüler/innen, die über eine Förderung im Elternhaus und vorherige Aktivitäten an Schulen für Technik und Naturwissenschaften sensibilisiert waren (Talentprädisposition). Für die Teilnahme an den SIA-Gruppen gab es ein Auswahlverfahren des Projektträgers. Ausgewählt wurden vornehmlich Gymnasien und Schüler/innen

der Oberstufe. Die Motive der Schüler/innen zur Teilnahme an der SIA ergeben sich, wie bei den Forscherinnen-Camps, primär aus dem Wunsch, praxisorientierte Technikbezüge zu erfahren, wobei der Praxisbegriff vornehmlich berufliche Erfahrung und Einblicke meint und in zweiter Linie auch die didaktische Komponente im Umgang mit Materialien und Objekten (Roboter bauen etc.) einbezieht. Hinzu kommt eine generelle Neugierde, mehr über Technik zu erfahren.

In der folgenden Übersicht sind die wesentlichen Evaluationsergebnisse dargestellt.

Tabelle 10: Zusammenfassung der Evaluationsergebnisse von SIA

	POSITIV	NEGATIV
Einstellung zu Technik		Technik wird im Projektverlauf immer weniger als nützlich, lehrreich, wissensintensiv und mit Wirtschaft zusammenhängend gesehen. Die Effekte auf das Interesse an Technik und Naturwissenschaften sind eher gering, allerdings von einem bereits hohen vorliegenden Fachinteresse der teilnehmenden Schüler/innen ausgehend.
Berufliche Orientierung	Das Interesse zur Teilnahme an der SIA lebt vom individuellen Suchen nach beruflicher Orientierung und Praxiserfahrungen durch Praktika und Praxisprojekte. Die SIA wird als sehr wichtige Informationshilfe zur beruflichen Orientierung in Bezug auf technisch-naturwissenschaftliche Berufe wahrgenommen. Die begleitenden Angebote für Soft Skills und Teamarbeit werden erst im Zeitverlauf als interessant und attraktiv wahrgenommen. Hier leistet das Projekt Aufklärungsarbeit über relevante Tätigkeitsprofile von Ingenieuren/innen.	Es zeigt sich kein signifikanter Effekt auf eine Fixierung in Richtung technisches oder naturwissenschaftliches Studium bzw. Beruf.
Mentoring	Die Betreuung in der Schule durch SIA-Betreuer/innen und Lehrkräfte wurde anfänglich schlechter bewertet als gegen Ende des SIA-Projekts bzw. Schuljahres. Dies gilt auch für die pädagogischen Elemente im konkreten Angebot: Anfänglich in der subjektiven Bewertung eher skeptisch gesehen, gewinnen diese im Projektverlauf an subjektiver Bedeutung, wobei die Erwartungen übertroffen werden.	Die Betreuung in Betrieben und Hochschulen erreicht nicht vollständig die Erwartungen der Schüler/innen.
Praxisbezug	Die Praxisvermittlung gelingt den Betrieben gut.	Den Hochschulen gelingt die Praxisvermittlung weniger gut. Das Engagement der involvierten Unternehmen und Hochschulen wird sehr unterschiedlich gesehen, in der vergleichenden Bewertung von Erwartungen und Erfahrungen kommt es oft zu Enttäuschungen.

	POSITIV	NEGATIV
Institutioneller Technikunterricht	Etwa ein Drittel der teilnehmenden Schüler/innen hätten ohne die SIA während ihrer Schulzeit keinerlei Bezug zu Technik und Ingenieurberufen erfahren. Die SIA wird als interessante und attraktive Alternative zum „trockenen“ Schulunterricht angesehen und deshalb gerne „mitgenommen“.	
Gender	Die Betreuung erweist sich insbesondere für Mädchen als relevanter Faktor für die Teilnahme an der SIA.	Es gelingt nicht, verstärkt Mädchen für die Teilnahme an dem Projekt zu gewinnen: Der Anteil von teilnehmenden Schülerinnen ist mit 24 Prozent nicht viel höher als die durchschnittliche Frauenquote in technischen Studiengängen. Es ist für die Teilnehmer signifikant wahrscheinlicher, dass sie ein technisch-naturwissenschaftliches Studium aufnehmen werden, als für die Teilnehmerinnen.
Gesamtbeurteilung	Bilanzierend wird die SIA als gut bewertet, so würden 45 Prozent retrospektiv auf jeden Fall wieder teilnehmen.	Bei circa zehn Prozent überwiegen kritische bis negative Urteile. Die SIA bleibt etwas hinter den (hohen) Erwartungen zurück, die die Schüler/innen mit dem Projekt verbunden haben. Die SIA wird als sehr „techniklastig“ wahrgenommen, Naturwissenschaften erscheinen zu wenig repräsentiert. Das Interesse am SIA-Projekt verringert sich im Projektverlauf. Das angestrebte strategische Ziel einer Förderung der Wahl technischer Berufe wird (im Gegensatz zur Talentförderung) nicht erreicht.

Mit Einführung von NwT an allen baden-württembergischen Schulen als reguläres Schulfach geht das Alleinstellungsmerkmal der SIA verloren. Die Neuorientierung könnte entweder in Richtung einer veränderten Zielgruppenauswahl für gewerblich-technische Berufe an Realschulen (siehe JIA) gehen oder sich explizit als Angebot zur Talentförderung zusätzlich zum NwT-Fach positionieren.

Bezüglich des geringen Mädchenanteils unter den Teilnehmern/innen besteht ein Handlungsbedarf für die gezielte Ansprache durch Mädchengerechte Angebote zu Praxis und Seminaren. Ein Ansatzpunkt ist das Herausheben der sozialen Aktivitäten, die im Vergleich von Erwartungen und Erfahrungen deutlich positiver gesehen werden als von den Teilnehmern/innen vorab angenommen, oder ähnlich wie bei Roberta das Verknüpfen von Technik und Informatik mit mädchengerechten Themen.

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 der SIA-Projekte erfordern, idealerweise bereits ab der achten Klasse.

> Techniklabor am Friedrich-Schiller-Gymnasium, Marbach am Neckar (Baden-Württemberg)

Das Friedrich-Schiller-Gymnasium (FSG) diente in Baden Württemberg als Modellschule zur Einführung des Faches NwT und war zweiter Bundessieger beim Schulpreis Technik des BMBF. Besondere Merkmale der Evaluation des Techniklabors am FSG waren die fünf Mehrfachbefragungen der Schüler/innen und der Mix von quantitativen und qualitativen Erhebungsverfahren. Zu einer besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden größtenteils Skalen und Items aus Fragebögen der anderen MoMoTech-Evaluationsstudien der Universität Stuttgart, die sich als valide Messinstrumente erwiesen haben, und dem Schüler/innen-Fragebogen vom Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften verwendet. Um einen Entwurf eines idealen Technikunterrichts zu entwickeln, wurden insgesamt sieben Diskussionsgruppen mit Schülern/innen, Lehrern/innen und Eltern durchgeführt und zuvor Schüler/innen-Aufsätze zu den Fragestellungen „Was bedeuten für dich die Begriffe Technik und Naturwissenschaft?“ und „Wie schätzt du die Auswirkungen von Technik auf dich persönlich und auf die Gesellschaft ein?“ inhaltsanalytisch ausgewertet. Die daraus erstellten Gutachten wurden zuletzt in einem zweistufigen Verfahren von Experten/innen bewertet.

Im Hinblick auf das schulische Techniklabor ist die Evaluationsstudie interessant für den Vergleich mit außerschulischen Lernorten und für den Kontrast zum SIA-Projekt als simulierter Technikunterricht. Die oben beschriebene Evaluation des Techniklabors ist ausführlich im LeMoTech-Projektbericht dargestellt.⁵⁸

⁵⁸ Vgl. Arnold/Hiller/Weiss 2010.

Projektsteckbrief Techniklabor

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Ziel der Einführung des Techniklabors war das Erreichen einer höheren Motivation und von Wissensfortschritten bei den Schülern/innen durch das gute Equipment und das Vertrautmachen der Schüler/innen mit Technik im sinnrelevanten Kontext (zum Beispiel Optik). Die basale Annahme ist, dass Technikbildung 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	Das Techniklabor wird durch seine Ausstattung, Gruppenarbeit und den veränderten Lehrstil der Fachlehrer/innen gut angenommen. 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. Das Interesse an Technik steigt durch den Fachunterricht in einem Techniklabor linear an, insbesondere bei Schülerinnen. Bei technisch bereits interessierten Schülern/innen sind diese Effekte nicht signifikant ausgeprägt. Verstärkereffekte finden sich erst verzögert nach sechs bis neun Monaten. Die relative Deprivation der Schüler/innen 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. Insgesamt ergibt sich ein hoher Synergieeffekt, wenn gute Fachlehrer/innen in einem gut ausgestatteten Fachraum unterrichten. Die Verbesserung in den einzelnen Bereichen Infrastruktur und Fachdidaktik erbringt nur durchschnittliche Effektstärken. Die größten Effektstärken finden sich bei bisher technisch eher desinteressierten Schülerinnen. Tendenziell zeigt sich eine objektive Verbesserung der Lernleistungen (gemessen nach Noten) durch den Unterricht im Techniklabor, wiederum insbesondere bei Mädchen.
Kritik und Defizite	Kritisiert wurde die geringe Unterrichtszeit im Techniklabor sowie dessen Größe angesichts der Vielzahl der sich darin aufhaltenden Schüler/innen. Die Lehrkräfte monierten die hohe Klassenstärke, da zu viele Schüler/innen eine fachgerechte Gruppenbetreuung verhindern. Sowohl Schüler/innen als auch Lehrer/innen attestierten Einführungsprobleme bei der Inbetriebnahme des Techniklabors. 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/innen dokumentierten (Technik als Option des Menschen, seine biologischen Fähigkeiten auszuweiten).
Bewertung	Das Techniklabor macht sich nur bezahlt, wenn darin fachlich und didaktisch ausgebildete Fachlehrer/innen unter guten Rahmenbedingungen (geringe Schüler/innen-Zahl, gute Ausstattung) unterrichten.
Interpretation	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/innen testen und evaluieren zu können. Die Evaluationseffekte sind verzerrt, weil teilweise Technik als Wahlpflichtfach unterrichtet wurde und somit wiederum technisch positiv vordisponierte Schüler/innen erreicht wurden.
Ausblick	Es sind weitere Evaluationsstudien nötig, die über zwei bis drei Schuljahre hinweg die Lernbiografien der Schüler/innen mit einem Technikunterricht im Techniklabor erfassen (Folgestudie LeMoTech II). Ein Modellversuch ist vom Kultusministerium Baden-Württemberg ab Herbst 2010 bewilligt.

Die Situation am FSG Marbach ist ein schulischer Idealfall, weil neben dem hochwertig ausgestatteten Techniklabor auch qualifizierte Techniklehrer/innen zur Verfügung stehen. Der Test, welcher Effekt für das Technikinteresse der Schüler/innen stärker ist – qualifizierte Lehrer/innen oder gute Ausstattung –, ist von zentraler Bedeutung für die Zielsetzung von MoMoTech. Die quantitativen Befragungen haben gezeigt, dass ein spezieller Technikraum das Lernen unterstützt. Es finden sich zwar nur graduelle Unterschiede zwischen den Beurteilungen der Schüler/innen des FSG Marbach und den Schülern/innen des anderen Gymnasiums mit einem weniger gut ausgestatteten speziellen Unterrichtsraum, jedoch wird der Unterricht in diesen beiden Gymnasien signifikant besser beurteilt als der Unterricht im anderen Kontrollgymnasium mit einem Technikunterricht ohne Fachraum. In dem einjährigen Untersuchungszeitraum verbesserte sich außerdem die Bewertung des Unterrichts im Techniklabor.

Bezüglich des Unterrichts werden Verständlichkeit (Erklärungen zum Stoff) und Praxisbezug durch das Techniklabor 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/innen 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 Schulfach Technik. Denn nach den Einschätzungen der Schüler/innen blieb ihr Wissen über das Fach Technik unverändert. Dies zeigen auch die nur geringfügigen Veränderungen im Notendurchschnitt auf. Insgesamt scheint das Techniklabor den Zugang zu technischen Vorgängen zu unterstützen. Diese Unterstützung drückt sich geschlechtsspezifisch aus: Die Mädchen können sich durch das Techniklabor Wissen besser merken, die Jungen haben ein besseres Verständnis von Technik.

Hinsichtlich des Technikverständnisses stimmten fast drei Viertel der Schüler/innen 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.

Die Ergebnisse der Schüler/innen-Diskussionsgruppen zeigen auf, dass der Unterricht im Techniklabor trotz einiger Schwierigkeiten als Bereicherung empfunden wird. Der Lehrerschaft wird von den Schülern/innen ein sehr positives Zeugnis ausgestellt, was die Einarbeitung in die Gerätschaften des Labors betrifft. Derzeit bestehende vereinzelte Schwierigkeiten werden als „Startschwierigkeiten“ angesehen. Ein wesentlicher Kritikpunkt ist jedoch die Enge im Unterrichtsraum, ebenso wird die Anzahl der Geräte als eher unzureichend eingestuft. Analog fordern auch die Lehrer/innen kleinere Klassen bzw. deren Aufteilung für den Technikunterricht. Besonders die Mädchen reagieren auf hohe Belegungsstärken sensibel.

Große Bedeutung kommt der Interaktion zwischen Schülern/innen und Lehrkräften zu. Von den Schülern/innen als gut eingeschätzte Lehrer/innen bewirken in einem professionellen Technikraum den größten Effekt auf das Interesse an Technik bei allen Schülern/innen. 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/innen diesen Unterricht als ausgezeichnet beurteilten.

> Fazit

Je mehr Technikbildung an Schulen eingeführt wird, desto mehr verlieren Projekte zur Nachbildung eines Technikunterrichts 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? Die Analysen der SIA und von LeMoTech weisen darauf hin, dass der Praxisbezug für technisch interessierte und begabte Schüler/innen an vorderster Stelle ihrer Motivation für die Teilnahme an einem Technikunterricht steht. Dementsprechend konnte auch nachgewiesen werden, dass die SIA erfolgreich über Tätigkeitsprofile von Ingenieuren/innen aufklärt. Beim Techniklabor in Marbach zeigt die Evaluation, dass es den Initiatoren dort gelungen ist, Technik auch für zuvor eher desinteressierte Schüler/innen attraktiv zu machen. Selbst bei relativ wenigen Unterrichtsstunden lassen sich bereits positive Entwicklungen hin zu mehr Interesse und mehr Wissen über einzelne Technologien nachweisen. Dabei kommt der Ausstattung des Techniklabors eine eher symbolische denn didaktische Bedeutung zu: Durch sie wird die Seriosität des Technikunterrichts unterstrichen.

Die größte Lernwirkung wird durch den intensiven Austausch zwischen qualifizierten Fachkräften und den Schülern/innen 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.

4.2.3.4 INTERNETBASIERTE PROJEKTE/AUTODIDAKTISCHES LERNEN

Das Internet als außerschulischer virtueller Lernort und als Informationsquelle für technische Berufe ist laut dem Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften eine für Jugendliche sehr wichtige Option.⁵⁹ Im Rahmen von MoMoTech wurde dem Internet als autodidaktischer Lernort (Wissens-Floaters) und als Quelle zur Studien- und Berufsorientierung nachgegangen. Letztgenannter Punkt ist nach Analysen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften eines der größten schulischen Defizite bei der positiven Imagebildung über Technikberufe.

> Wissens-Floaters

Der Wissens-Floaters bietet audiovisuelle, internetbasierte Lernmaterialien, erweitert um autodidaktische Elemente in Form kleiner Podcasts oder animierten Filmen zu spezifischen Wissensthemen (www.wissensfloater.de). Diese sind zielgruppenbezogen für Schüler/innen oder Studierende aufbereitet. Mit der Evaluation des Wissens-Floaters sollte untersucht werden, welche motivationalen und inhaltlichen Effekte ein internetbasiertes, studienbegleitendes Lernangebot entfalten kann. Anhand von standardisierten Fragebögen und leitfadengestützten Interviews wurden Studierende von MINT-Studienfächern vor und nach Ansicht des Wissens-Floaters befragt, wobei die qualitativen Verfahren im Vordergrund standen.

⁵⁹ Vgl. acatech/VDI 2009.

Projektsteckbrief Wissens-Floater

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Autodidaktisches Lernen anhand kleiner audiovisueller Informationsmedien im Internet.
Didaktische Konzeption	Animierte audiovisuelle Medien zu technischen Themen, Podcasts und Powerpoint-Präsentationen, auch zum Download.
Effekte	Die steigende Nachfrage signalisiert ein erhöhtes Interesse an den Wissens-Floatern. Die evaluierten Wissens-Floater werden insgesamt als gelungen und sinnvoll bewertet. Individuelle Nutzer/innen sehen die Wissens-Floater als ein eher ergänzendes, veranschaulichendes Lernmaterial an, unter anderem als Vorlagen für Referate und Präsentationen sowie zur Wissenswiederholung. Generell werden sie jedoch bei entsprechender Darstellung und spezifischer Detailtiefe auch für ein eigenständiges autodidaktisches Lernen als sinnvoll erachtet, wobei sie zunächst in ihrer Beurteilung noch hinter diesem Anspruch zurückblieben.
Kritik und Defizite	Die mangelnde Abstimmung von optischer Darstellung und audiovisuellem Text wird kritisiert, ebenso die mangelnde Detailtiefe der Informationen.
Bewertung	Die Wissens-Floater erscheinen als eine sinnvolle Ergänzung zur Darstellung komplexer und einfacher Sachverhalte, von denen eine inhaltliche Tiefe nicht unbedingt erwartet wird. Sie haben jedoch nur eine geringe Eigendynamik. Ihre Effizienz entfalten sie vor allem im interpersonalen Kontext durch Einbindung in den Unterricht oder die Lehre und über die Empfehlung der Lehrer/innen oder Dozenten/innen.
Interpretation	Wichtig für die Effizienz der Wissens-Floater erscheint deren Gestaltung unter Einbeziehung der Adressaten und Anwendungskriterien (wie Verständlichkeit, Menüführung, Sprache, Grafik- und Textabstimmung) sowie hinsichtlich der inhaltlichen Auswahl und Detailtiefe der Präsentationen.
Ausblick	Studien zur Wirksamkeit der Wissens-Floater mit der Unterscheidung von expertenbasierten und nutzerbasierten Designs wären sinnvoll, um deren Akzeptanz weiter zu erhöhen. Die zunehmende thematische Ausdifferenzierung entkräftet den Einwand der zu einfachen Darstellung, zumal die Wissens-Floater ständig zielgruppenorientierter gestaltet werden.

Die Erklärungen, die die verschiedenen Wissens-Floater anbieten, wurden in fast allen Fällen als anschaulich und lehrreich beurteilt, aber das Niveau der Wissens-Floater insgesamt von den befragten Studierenden meist als eher durchschnittlich oder zu niedrig eingeschätzt. Angemessener erschien es dem Großteil der Befragten dagegen als grober Überblick, zur Wiederholung eines Themas oder aber für Schüler/innen und andere Personen „ohne technischen Background“. Insofern erscheinen die Wissens-Floater als ergänzender Lehrstoff sinnvoll. Allerdings behandeln neue Wissens-Floater zwischenzeitlich auch sehr komplexe und spezifische Themen in dem notwendigen Detaillierungsgrad.

Kritisiert wurden die monoton wirkende akustische Gestaltung und die Handhabung. Als Beispiel wurde vorgeschlagen, den Abruf der Tonpassagen bei den Wissens-Floatern nach eigenem Belieben zu aktivieren, um bei schwierigeren Passagen konzentrierter mitlesen zu können. Dies könnte zu einem verbesserten Verständnis beitragen. Ein Großteil der Nutzer/innen würde es begrüßen, wenn in Wissens-Floatern noch zusätzliche interaktive Möglichkeiten zur Programmsteuerung vorhanden wären. Insgesamt wurden die untersuchten Wissens-Floater inhaltlich für Stoffwiederholungen und als ergänzendes Lernmaterial als sinnvoll beurteilt.

> ODEKI – Berufs- und Studienplattform

Die Internetplattform ODEKI ist ein Start-up-Unternehmen von ehemaligen Studierenden der Universität Stuttgart, die den Versuch wagen, die verschiedenen Informationsoptionen durch das Internet für die individuelle Nutzung zu optimieren. Dazu zählen folgende Aspekte: Informationen von Hochschulen (Bewerbungsverfahren, Erfahrungsberichte von Studierenden, Örtlichkeiten, Ausstattung, Studienplan) und Studiengängen (Fachrichtung, Fachkombinationen, Praktika, Prüfungsordnungen) zur Studienwahl für Schüler/innen, Informationen über Unternehmen und Stellenangebote für Studienabgänger/innen, Praktika, Hospitationen, Assessment Center Training sowie die Möglichkeit, ein individuelles Bewerberporträt und Profil online zu hinterlegen und jeweils per Knopfdruck an attraktive Unternehmen versenden zu können. Darin spiegelt sich die Reflexion technischer Applikationen für Innovationen und Technikkompetenz im Alltag wider.

Projektsteckbrief ODEKI

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Informationsangebote für Schüler/innen, Studierende, Unternehmen und Hochschulen für die Studien- und Berufsorientierung, individueller Nutzen durch Online-Bewerbungen.
Didaktische Konzeption	Internetplattform mit interaktiven Komponenten.
Effekte	Die Gründung als Start-up-Unternehmen junger Absolventen/innen erlaubt den Test, inwiefern solche Plattformen näher an den Interessen der Zielgruppen sind als professionelle Designs. Die Nutzung von Odeki ist Ausweis technischer Kompetenz.
Kritik und Defizite	Komplexe Menüführung, eingeschränkte Nutzung der weitreichenden Optionen mangels Übersichtlichkeit und vertrauensbildender Informationen.
Bewertung	Innovatives Projekt, um sich an der relevanten Schnittstelle durch das Internet über das komplexe Studien- und Berufsangebot adäquat informieren zu können.
Interpretation	Diese Projekte sind wichtig, um antizipierte Selbstkonzepte über individuelle Talente mit den realen Anforderungsprofilen abgleichen zu können.
Ausblick	Zunehmende Bedeutung von Internetplattformen in dieser Form für die Studien- und Berufsorientierung. Sinnvoll wäre ein Kontrollgruppendesign zur Nutzung bestehender Informationsdatenbanken über technische Berufe und Unternehmen zum Vergleich mit diesem neuen, relational verknüpften Angebot.

Die Evaluation von ODEKI, die sich zum Teil noch in der Umsetzung befindet, umfasst(e) aus der Nutzerperspektive die Realisierung für diese Informations- und Vermittlungsangebote sowie den Nutzeraspekt hinsichtlich der Handhabung, Internetpräsentation, Nutzungszeiten, Sicherheit etc. Ein Pretest ist bereits abgeschlossen.

Erkennbar ist, dass die Internetplattform von Nachfrage- (Unternehmen) und Angebotsseite (Absolventen/innen, Schüler/innen, Studierende) zunehmend in Anspruch genommen wird. Dies ist zunächst ein grober Akzeptanzindikator für dieses Modellprojekt hinsichtlich eines zuvor fehlenden Informationsangebots. Internetbewerbungen gewinnen insgesamt an Bedeutung. Zum einen, weil sie selbst Ausdruck technischer Kompetenz sind (zum Beispiel Einbinden von Grafiken, Bildern, At-

tachments, Animationen usw.). Zum anderen, weil sie eine enorme Arbeitserleichterung für beide Seiten darstellen. Dies ist ein pragmatischer Generalindikator ihrer Bedeutung für den technischen Arbeitsmarkt, der in besonderem Maße von sehr spezifischen und ausdifferenzierten Jobangeboten sowie sehr hohen Bewerbungszahlen – allein schon durch die hohe Anzahl der ausgeschriebenen Stellen – betroffen ist.

Eine Vermittlung von Berufspraktika für Schüler/innen ist nachweislich von großer Bedeutung⁶⁰, weil dadurch der Abgleich von technischem Selbstkonzept und beruflichen Anforderungen möglich wird. Hierzu werden weitere Studien über konkrete Effekte hinsichtlich der Auswahl des Praktikumsplatzes benötigt. Förderprogramme, wie das mittlerweile ausgelaufene Technikum des BMBF (www.technikum.de), oder Stipendien dienen der Schaffung der materiellen Rahmenbedingungen für Praktikumsplätze.

> Fazit

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 weitverbreitet.

Die Wissens-Floater sind ein positives Beispiel für eine gute audiovisuelle Aufbereitung komplexer technischer Sachverhalte. Die Kritik richtet sich vornehmlich an die Inhal-

te, nicht aber die Form und Präsentation. 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.

Auch im Projekt Denzlinger Cleverle (vgl. Abschnitt 4.2.3.6 Praxis/Praktika) 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.

4.2.3.5 GENDERSPEZIFISCHE PROJEKTE

Immer wieder werden bei Technikangeboten Mädchen und jungen Frauen als besondere Zielgruppe benannt, weil deren Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen auf eine andere Weise geweckt werden muss als das der Jungen. 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.

⁶⁰ Vgl. acatech/VDI 2009.

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.

> Forscherinnen-Camp

Das Forscherinnen-Camp zählt zu den monoedukativen Formen der Technikvermittlung. Es wird vom Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e.V. als Projektträger durchgeführt und richtet sich an Schülerinnen in der gymnasialen Oberstufe. Die ausführlichen Ergebnisse sind im Abschlussbericht der Evaluationsstudie dargestellt.⁶¹

Projektsteckbrief Forscherinnen-Camp

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Stärkung des technischen Selbstkonzepts von Mädchen. Kontakte zu weiblichen Vorbildern aus Wirtschaft und Forschung herstellen, um einen Beitrag zur Studien- und Berufswahlorientierung im technischen Bereich zu leisten, indem die Perspektiven und Chancen technisch-naturwissenschaftlicher Studiengänge aufgezeigt werden.
Didaktische Konzeption	Gemeinsam mit anderen Schülerinnen werden während der Schulferien innerhalb einer Woche konkrete technische Aufgabenstellungen für ein Unternehmen bearbeitet. Als Mentorinnen fungieren Ingenieurinnen und Studentinnen der entsprechenden Technikstudiengänge. Die Veranstaltungen haben durch Übernachtungen in Jugendherbergen oder Pensionen den Charakter eines „Feriencamps“, flankiert von kommunikativen gemeinsamen Unternehmungen. Am Ende der Woche werden die Projektergebnisse in einer Abschlussrunde präsentiert. Ein paar Monate nach den Camps werden Vertiefungswochenenden zur Sicherung der Nachhaltigkeit und konkreten Unterstützung bei der Berufs- und Studienwahl angeboten.
Effekte	Die Forscherinnen-Camps sprechen besonders bereits technisch und naturwissenschaftlich interessierte Mädchen an. Dies zeigt sich sowohl in den Lieblingsschulfächern als auch in den erzielten Noten und der Leistungskurswahl. Außerdem haben sich die Mädchen durchschnittlich häufiger mit technischen und naturwissenschaftlichen Dingen in ihrer Kindheit beschäftigt als die Befragten der anderen evaluierten Projekte. Viele gängige Vorurteile, wie zum Beispiel Technik und Naturwissenschaften seien eher etwas für Jungen als für Mädchen, waren bereits vor Beginn der Forscherinnen-Camps bei den Teilnehmerinnen geringer ausgeprägt, als es sich etwa bei der Schüler/innen-Befragung des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften ⁶² gezeigt hat. Zudem wurden die Vorurteile durch die Erfahrungen während der Camp-Woche weiter abgebaut. Die Vorteile, die die Mädchen in monoedukativen Projekten sahen, waren unter anderem, dass sie sich weniger gehemmt fühlten als im Beisein von Jungen.
Kritik und Defizite	Vorbehalte äußerten die Schülerinnen dahingehend, ob sie als relevante Berufsgruppe für die Unternehmen tatsächlich infrage kämen ⁶³ und das Forscherinnen-Camp insofern nur eine „Alibi-Funktion“ darstelle. Diese konnten jedoch im weiteren Projektverlauf zerstreut werden.

⁶¹ Vgl. Hiller 2010.

⁶² Vgl. acatech/VDI 2009.

⁶³ „Das Ziel ist ja, dass möglichst viele Mädchen sich trauen, den Ingenieurberuf zu ergreifen, aber die Frage kam dann irgendwie auf, ob das wirklich in der Wirtschaft so ankommt, dass wir Mädchen dort gebraucht werden, und nicht, dass dann nachher den Jungs der Vorzug gegeben wird.“

Bewertung	Die monoedukative Form der Technikvermittlung wird von den Schülerinnen fast durchweg als positiv empfunden. In konkreten Äußerungen wird deutlich, dass vor allem weniger Konkurrenz und weniger Leistungsehrgeiz wahrgenommen werden. ⁶⁴ Auch bezüglich des Umgangs mit Technik fühlten sich die Mädchen freier und weniger ängstlich als in der Gegenwart von Jungen. Deren technische Fähigkeiten wurden von vielen als höher und einschüchternd wahrgenommen, und dies erzeugte bei einigen Mädchen durch ihr geringeres individuelles technisches Selbstkonzept die Angst, sich zu blamieren. ⁶⁵
Interpretation	Die Forscherinnen-Camps verstärken vor allem das individuelle Selbstkonzept der Schülerinnen durch das erfolgreiche Abgleichen von antizipierten technischen Fähigkeiten und gelungener Lösung für die gegebene Fragestellung. Das Mentoring-Konzept wird am positivsten bewertet, weil es Berufsinformationen aus erster Hand bietet und somit den Vergleich von Selbstbild und externem Tätigkeitsprofil ermöglicht.
Ausblick	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.

In ihrer Kindheit und bisherigen Jugend beschäftigten sich die Schülerinnen vorwiegend mit allgemeinen und kulturellen technischen Spielbezügen sowie mit sozial praktischen Bezügen. Es zeigt sich ein Mangel an spezifischer Objektförderung bei Mädchen. Die elterliche Förderung ist bei den Teilnehmerinnen des Forscherinnen-Camps geringer als bei technisch interessierten Jungen. Zugleich ist sie aber höher als die durchschnittliche Förderung von Mädchen auf Basis anderer Vergleichsstudien. Das Forscherinnen-Camp erreicht insofern vorwiegend technisch interessierte und begabte Schülerinnen (gemessen jeweils an Vergleichsstudien, wie den Ergebnissen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften oder der SIA). Die besten Schulleistungen erzielten die Schülerinnen in Mathematik, Biologie und Physik, wobei sie vor allem Mathematik und Physik attraktiv finden.

Zur Entscheidungsfindung der Berufswahl werden am ehesten Informationsquellen herangezogen, die einen engen Praxisbezug aufweisen (Praktikum, Forscherinnen-Camps, Infos von Betrieben bzw. Hochschulen), oder die Schülerinnen informieren sich über das Internet. Persönliche Ratschläge von Eltern und Freunden spielen eine geringere Rolle. Sehr bedeutend für ihre Berufswahl sind ihnen ein sicherer Arbeitsplatz und Faktoren, die im Zusammenhang mit ihrer Selbstverwirklichung stehen (kreativ sein und eigene Talente einbringen können). Männerdominanz in einem Berufs- oder Ausbildungsbereich stellt für die Schülerinnen kein Ausschlusskriterium dar. Aber schlechte Chancen am Arbeitsmarkt, schlechtere Verdienstchancen gegenüber Männern bei gleicher Qualifikation und schlechte Chancen, eine Leitungsposition erreichen zu können, sind K.o.-Kriterien.

Die Null- und die Nachmessung zeigen, dass die Forscherinnen-Camps die Wahrscheinlichkeit für die Wahl eines technischen oder naturwissenschaftlichen Berufs steigern. Auch bei den Schülerinnen, die nach den Vertiefungswochenenden erneut befragt wurden, konnte bei der dritten Befragungswelle ein weiterer Anstieg derjenigen verzeichnet werden, die sehr

⁶⁴ „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.“

⁶⁵ „Ich denk mal, es schreckt schon viele Mädels ab, wenn da so Kerle dabei sind, die sich wirklich mit Technik auskennen, wenn man selber total unwissend ist ...“

wahrscheinlich ein technisches oder naturwissenschaftliches Studium beginnen möchten. Der geringe Anteil der Mädchen, die das Ergreifen eines technischen oder naturwissenschaftlichen Studiums bzw. einer entsprechenden Ausbildung für sehr unwahrscheinlich halten, stieg jedoch ebenfalls im Lauf der drei Befragungen an. Solch ein Effekt war ebenfalls bei den drei Erhebungswellen der Schüler-Ingenieur-Akademie festzustellen.

Die Ergebnisse der Nachbefragung der Forscherinnen-Camp-Teilnehmerinnen von 2007 und 2008 zeigen, dass 16 Mädchen mittlerweile ein technisches bzw. naturwissenschaftliches Studium ergriffen haben, während sich nur zwei bereits für eine andere Ausbildung entschieden haben. Knapp drei Viertel, die noch kein Studium aufgenommen hatten, gaben an, dass die Wahl eines technischen oder naturwissenschaftlichen Studiums für sie sehr oder eher wahrscheinlich sei. Zwar liegen ohne eine Nullmessung in den jeweiligen Jahren keine Vergleichswerte vor, jedoch sind die Ergebnisse, verglichen mit denen der Forscherinnen-Camps 2009 und denen der anderen Evaluationsstudien, positiv zu bewerten. Als Grund für die Teilnahme wurde sehr häufig Interesse und Spaß an Naturwissenschaften und Mathematik in der Schule genannt. Als weitere wichtige Motive stellten sich die Berufsorientierung und das Sammeln praktischer Erfahrungen heraus. Die Schülerinnen sind vornehmlich an der Betriebspraxis und den anwendungsorientierten Angeboten interessiert. Dies lässt darauf schließen, dass sowohl die Camps als auch die Vertiefungswochenenden den Mädchen eine gute Orientierungs- und Entscheidungshilfe für oder gegen einen Ingenieurberuf geben.

Generell wurden die an das Forscherinnen-Camp gerichteten Erwartungen erfüllt bzw. teilweise sogar übertroffen. Die Interviews und Fragerunden mit den berufstätigen Ingenieurinnen wurden besonders positiv beurteilt, da die Mädchen dadurch einen guten Einblick erhielten, wie beispielsweise der Berufsalltag für eine Frau im Ingenieursbereich aussieht – zum Beispiel auch mit Familie – oder wie es ist, sich in einer Männerdomäne durchsetzen zu müssen. Dies wurde deshalb von einigen auch als Highlight des Forscherinnen-Camps angesehen, da es für die Mädchen beeindruckend war, wie „tough“ alle Frauen wirkten und trotzdem sehr unterschiedlich in ihren Lebensentwürfen waren.

Insgesamt tragen die Camps dazu bei, gängige Vorurteile bezüglich Frauen und Technik abzubauen, sie unterstützen die Mädchen – ergänzt durch die angebotenen Vertiefungswochenenden – bei der Berufsentscheidung und -konkretisierung und tragen zur (Weiter-)Entwicklung eines positiven technischen Selbstkonzepts bei. Dafür steht beispielhaft folgende Aussage:

„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.“

> CampusThüringenTour

Die CampusThüringenTour (CTT) wird von der Koordinierungsstelle NWT des Landes Thüringen durchgeführt. Vorrangige Zielsetzung ist die attraktive Präsentation von Hochschulstandorten für technisch interessierte Schülerinnen.

Projektsteckbrief CampusThüringenTour

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Die CampusThüringenTour ist ein Angebot zur Studienorientierung für technisch und naturwissenschaftlich interessierte Schülerinnen der 10. bis 13. Klasse an Gymnasien in Thüringen. Es sollen Informationen zu Studium und Hochschulen auf Basis eigener Erfahrungen und durch Kontakte vermittelt werden. Damit ist das Konzept nahe einer Berufsberatung angesiedelt.
Didaktische Konzeption	Besuchsprogramm mit der Möglichkeit, sich die Arbeit in Forschungslaboren anzusehen, teilweise mitzumachen sowie mit Forschern/innen und Studierenden zu sprechen und Erfahrungen mit dem Studium vermittelt zu bekommen. Die Auswahl der Schülerinnen erfolgte in der Regel über Lehrer/innen.
Design der Evaluation	Standardisierte Befragung von Teilnehmerinnen im Anschluss an die Tour, wobei im Schnitt 16- bis 17-jährige Schülerinnen teilnahmen. Qualitative Leitfadeninterviews bei fünf Teilnehmerinnen zur Diskussion tiefer gehender Teilnahmemotive.
Effekte	Steigerung der Attraktivität der Studienfächer und Hilfe bei der Wahl des Studienorts auf Basis der jeweiligen Erfahrungen in den Laboren und Gesprächen.
Kritik und Defizite	Selektive Auswahl technisch interessierter Schülerinnen durch Lehrkräfte, weniger eine „eigenmotivierte“ Teilnahme. Entsprechend finden sich im Teilnehmerkreis auch mehr Schülerinnen mit diffusen Studienorientierungen zwischen Wirtschafts-, Ingenieur- und Naturwissenschaften.
Bewertung	Größtenteils nahmen die interviewten Schülerinnen weniger mit spezifischen Erwartungen teil, sondern eher, um sich einen allgemeinen Überblick sowohl über einzelne Fächer als auch über die unterschiedlichen Hochschulen verschaffen zu können. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der quantitativen Auswertung: Zu den „motivationalen“ Spitzenreitern für eine Teilnahme zählen neben dem Kontakt zu Professoren/innen, Dozenten/innen und Studierenden der möglichst schnelle Überblick über Studienangebote, während praktische Aspekte, die bei anderen ähnlichen Projekten meist am wichtigsten sind (SIA, Forscherinnen-Camps), hier eher eine Nebenrolle einnehmen.
Interpretation	Die CTT ist ein Modellprojekt zur Förderung der Studienwahl und der Wahl des Studienorts. Das Design der CTT orientiert sich jedoch weitgehend nur an der Studienwahl und vernachlässigt die indirekte und latente Funktion, dass durch den Ortsbezug auch Kriterien des Hochschulstandorts eingehen. Diese Ortsfaktoren sind sehr bedeutsam und können inhaltliche Angebote und Attraktivität durchaus überlagern.
Ausblick	Die CCT ist ein innovativer Versuch, die Wahl des Studienorts mit interpersonalen Erfahrungen zu verbinden. Die Ergebnisse zeigen, dass vor allem die Gespräche mit Forscherinnen für die angehenden Studentinnen interessant waren. Die Studienortwahl ist jedoch von vielen anderen Faktoren abhängig: Neben materiellen Gründen (Kosten für Wohnung, Fahrten usw.) sind vor allem soziale Gründe sowie die Fachangebote relevant, weniger das Bundesland. Angesichts der Vielzahl von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen ist die Wahl sehr komplex und im Rahmen einer einwöchigen Tour nicht zu leisten. Hier sind die internetbasierten Angebote aufgrund ihrer Übersichtlichkeit und Vollständigkeit der Informationen (vgl. ODEKI) im Vorteil. Deshalb wäre der interaktive Teil der CCT (Gespräche mit Forscherinnen, Mitarbeit im Labor) idealerweise mit der Nutzung der Internetangebote zur Studienortwahl zu kombinieren. Hierzu ist ein beständiger Ortswechsel nicht zwingend erforderlich. Ein Vorschlag wäre, die CCT an einem Hochschulstandort in Thüringen durchzuführen und diesen Standort im jährlichen Rhythmus zu wechseln. Die Beschränkung der Studienfachwahl auf Standorte in Thüringen erscheint allerdings nicht zielführend. Die latente Annahme einer Konkurrenz der Hochschulen um Studierende auf Landesebene sollte gegenüber der Konkurrenz um verschiedene Vertiefungen, Praxisbezüge und Fachausrichtungen der ingenieurwissenschaftlichen Studienangebote zurückstehen.

Bei fast allen Befragten wurden die Information und die Motivation zur Teilnahme durch die Schule vermittelt – meistens direkt von einer Lehrkraft. Nur eine Teilnehmerin stieß bei ihrer selbstständigen Suche nach Hilfe oder Unterstützung bei der Berufsentscheidung im Internet auf die CampusThüringenTour. Zum beruflichen Hintergrund der Eltern lässt sich aussagen, dass sowohl die Väter als auch die Mütter der befragten Schülerinnen deutlich seltener einen technischen bzw. naturwissenschaftlichen Beruf ausüben als bei den Teilnehmern/innen der Forscherinnen-Camps oder der SIA. Die Prozentzahlen sind ähnlich wie bei den Kontrollgruppen (männliche und weibliche Gymnasiasten im selben Alter).

Die Auswertungen zeigen sehr deutlich, dass die CampusThüringenTour besonders Teilnehmerinnen anzieht, die sich im Unklaren darüber sind, ob ein technisch-naturwissenschaftliches Studium für sie infrage kommt. Die anderen Aspekte wie Experimentieren sind zwar auch nicht zu vernachlässigen, spielen aber eine eher nachrangige Rolle.⁶⁶ Im Vergleich mit den Forscherinnen-Camps und der SIA scheinen deutlich mehr Mädchen an der CampusThüringenTour teilzunehmen, die nicht ausschließlich an technischen bzw. naturwissenschaftlichen Berufen interessiert sind. So gaben 22,2 Prozent der Teilnehmerinnen an, bereits ein Betriebspraktikum in der Kategorie „Banken/Sparkassen/andere Finanzunternehmen“ absolviert zu haben. Außerdem wurden der medizinische und soziale Bereich sowie andere Praktika außerhalb technischer und naturwissenschaftlicher Berufe häufiger genannt. Im technischen Bereich lag der frauentypische Bereich Architektur vorne. So ist es nicht überraschend, dass die Teil-

nehmerinnen die Vielfalt der möglichen Studiengänge nicht ausreichend dargestellt sahen. Es wurde der Wunsch geäußert, auch Studiengänge vorgestellt zu bekommen, die nicht ausschließlich in den MINT-Bereich fallen.

Insgesamt sind die Teilnehmerinnen mit der CampusThüringenTour recht zufrieden und bewerten sie gut. Bezüglich des Aspekts „Einblicke in Forschungslabore erhalten“ wurden die Erwartungen übertroffen. Die meisten Erfahrungen blieben im Rahmen der positiven Erwartungen der Teilnehmerinnen. Aber auch hier wurden, wie bei den Forscherinnen-Camps und der SIA, die Erwartungen an die praktischen Aspekte nicht in Gänze eingelöst. Auf die Frage, ob sie wieder an der Tour teilnehmen würden, wenn sie sich noch einmal entscheiden könnten, wählten fast 60 Prozent die Kategorie „auf jeden Fall“.⁶⁷ Die Erwartungen hinsichtlich eines allgemeinen und umfassenden Überblicks wurden nur in Ausnahmen nicht vollständig erfüllt.⁶⁸ Weitere negative Punkte waren der zu große Alters- und Wissensunterschied (10. bis 13. Klasse) und damit zum Teil Probleme mit der Verständlichkeit von Vorträgen, zu wenig praktische und organisatorische Hinweise zum Studium und keine bzw. kaum Informationen über die späteren beruflichen Möglichkeiten der verschiedenen Studiengänge. Jedoch berichteten die Teilnehmerinnen auch von positiven Erfahrungen, die sie so gar nicht erwartet hätten und welche die Bilanz zusätzlich positiv anheben. Besonders gut in Erinnerung blieben dabei der direkte Kontakt zu den Studierenden, die Bezüge zur Alltagswelt bei einigen Hochschulangeboten und „Dinge selber ausprobieren können“.⁶⁹

⁶⁶ Bei der Faktorenanalyse bilden Aspekte um den Einblick in Hochschulen den ersten Faktor, ein zweiter Faktor besteht aus „generelle Information bekommen“ und „Freizeitgestaltung während der CTI“. Der dritte Faktor wird durch die Beratung gebildet, ob ein technisch-naturwissenschaftliches Studium infrage kommt.

⁶⁷ Bei den Ausprägungen „auf jeden Fall“ = 1, „eher wahrscheinlich“ = 2, „vielleicht“ = 3, „eher unwahrscheinlich“ = 4, „auf keinen Fall“ = 5 liegt der Mittelwert bei 1,65.

⁶⁸ „Na ja, nur, dass halt manche Universitäten wirklich auf nur ein Fachgebiet eingehen und nicht noch vorgestellt haben, was es noch gibt.“

⁶⁹ „Wobei ich nicht darauf gefasst war, dass wir wirklich auch so viel selbst machen können, also das hat mich wirklich positiv überrascht. Aber eigentlich sind meine Erwartungen auch vollkommen erfüllt. Was das angeht, was man an den Universitäten alles kennenlernen kann, und dass man auch das Studentenleben noch am Rand mitbekommt, und ja, was halt angeboten wird in dem Bereich.“

Elf Prozent der Befragten gaben an, sich bereits vor der CampusThüringenTour für ein Studienfach bzw. einen Beruf entschieden zu haben. Im Anschluss an die Tour hatten sich 16,7 Prozent der befragten Mädchen noch nicht für eine Studienrichtung entschieden.⁷⁰ Insgesamt ist der Anteil von Schülerinnen, die sich unsicher sind, ob sie einen technischen oder naturwissenschaftlichen Studiengang wählen möchten, geringer als bei den vergleichbaren Modellprojekten des Forscherinnen-Camps und der SIA: 44,4 Prozent können sich vorstellen, ein naturwissenschaftliches Studium zu ergreifen, 27,8 Prozent ein ingenieurwissenschaftliches. Die durchgeführten Interviews geben darüber hinaus Hinweise darauf, dass es sich vielfach nicht um klassische, sondern interdisziplinäre ingenieurwissenschaftliche Fächer handelt – genannt wurden Wirtschaftsingenieurwesen und Medientechnologie.

Insgesamt waren die meisten Schülerinnen nach Ende der Tour nicht sicher, wie groß der Einfluss der Projektstage auf ihre Studien- bzw. Berufswahl sein wird. Im Vergleich mit den anderen evaluierten Projekten liegt die CampusThüringenTour hier im Mittelfeld. Den Forscherinnen-Camps wurde bei der Nachmessung direkt im Anschluss an die Camps ein deutlich größerer Einfluss zugeschrieben. Auch im Vergleich mit anderen Einflüssen, wie zum Beispiel dem Rat durch Eltern, Geschwister, Lehrer/innen oder Freunde, lag der Einfluss der CampusThüringenTour hinter dem der Forscherinnen-Camps. Bezüglich der Wichtigkeit der Informationsquellen, die Einfluss auf die Berufswahl haben, zeigt sich – genau wie bei den Forscherinnen-Camps –, dass die persönlichen Erfahrungen bei einem Praktikum ganz vorne stehen. Darauf folgen Informationen von Betrieben und die Teilnahme am jeweiligen Projekt (Forscherinnen-Camp oder CTT). Informationen von Verbänden und Ratschläge von Freunden haben den geringsten Einfluss.

> Roberta

Roberta wurde von der Fraunhofer-Gesellschaft initiiert und präsentiert sich als ein bundesweites Netzwerk von lokalen Trägern außerschulischer Projekte. Es hat die Besonderheit, dass primär die Konstruktion und das Programmieren von Robotern didaktisch und technisch aufgegriffen werden. Ausgehend von subjektiven Beobachtungen, dass dieses Technikgebiet gerade bei männlichen Jugendlichen großen Anklang findet, war die Überlegung, diese Technikfaszination auch auf Mädchen zu übertragen.

⁷⁰ „Nee, das muss noch ein bisschen verarbeitet werden und wirken, und ich les mir auf jeden Fall noch mal die Unterlagen durch, die wir alle bekommen haben. Ich bin eigentlich ohne genaue Vorstellungen hergekommen, einfach damit ich mir ein Bild machen kann.“

Projektsteckbrief Roberta

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Förderung der Begeisterung für Naturwissenschaft, Mathematik und Technik bei Schulkindern ab zehn Jahren, insbesondere bei Mädchen mit dem Schwerpunkt auf der Robotik, weil diese Konstruktion und Information ideal verbindet.
Didaktische Konzeption	Fraunhofer IAIS hat gendergerechtes Lehr- und Lernmaterial entwickelt, das die Grundlage für die Gestaltung von Roberta-Kursen bildet. Handelsübliche Roboterbaukästen schaffen mit speziellen Roberta-Modellen die Grundlage für themenzentrierte Experimente in den Kursen. Bei der Themenfindung wird ein besonderes Augenmerk auf die Interessen von Mädchen gelegt.
Effekte	Explizite Ziele von Roberta sind genderspezifische Hemmnisse im Umgang mit der Robotik abzubauen und die Neugierde und den Spaß an Technik zu wecken, also eine affektive positive Technikeinstellung zu schaffen.
Kritik und Defizite	Es bleibt unklar, inwieweit die guten Effekte hinsichtlich der übertroffenen Erwartungen auf eine individuelle Prädisposition, wie intensive elterliche Förderung oder gute schulische Leistungen, zurückzuführen sind.
Bewertung	Für die Kinder bzw. jüngeren Jugendlichen steht vor allem noch der Spaß am Umgang mit Technik im Vordergrund, also das spielerische Moment. Soziale Aspekte wie Teamarbeit und kommunikative Aspekte, wie Präsentieren der eigenen Ergebnisse, sind in dieser Altersphase weitaus weniger bedeutsam. Insgesamt werden alle positiven Erwartungen aus subjektiver Sicht der Teilnehmer/innen übertroffen, wobei diese Effekte bei den monoedukativen Gruppen stärker ausfallen als bei den koedukativen Gruppen. Es sind keine negativen Effekte festzustellen.
Interpretation	Roberta ist ein Projekt, das eher jüngere Jugendliche und Kinder anspricht. Es bewirkt einen hohen affektuellen Effekt und fördert somit über einen erfolgreichen Umgang mit einer komplexen Technik (Robotik) das technische Selbstbild. Aufgrund des Fehlens negativer Effekte erscheint Roberta als ein Modellprojekt mit hohem Ausstrahlungswert, bedingt durch die hohe Professionalität in der Vorbereitung.
Ausblick	Die Übertragung von Roberta hinsichtlich der Projektpraxis und der guten professionellen Vorbereitung auf andere Altersgruppen wäre zu prüfen.

Die Evaluation von Roberta ist durch die Besonderheit gekennzeichnet, dass der Altersdurchschnitt der Teilnehmer/innen mit lediglich 12,2 Jahren ein sehr junges Publikum präsentiert.

47,1 Prozent der Befragten gaben an, dass ihr Vater einen technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf hat. Damit sind es deutlich weniger als unter den Teilnehmern/innen der SIA und Forscherinnen-Camps und sogar weniger als bei den Teilnehmerinnen der CampusThüringenTour, den FSG-Schülern/innen und denen der Kontrollgymnasien. Hinsichtlich der Mütter gaben 15,4 Prozent der Teilnehmer/innen an, dass diese einen technischen oder naturwissenschaftlichen Beruf haben.

Technikunterricht in der Schule haben 70,1 Prozent der Befragten. Etwas weniger als ein Drittel hat hierzu ein eigenes Schulfach (31,4 Prozent). Hier zeigt Roberta einen deutlichen Vorsprung gegenüber anderen Erhebungen, wie den Forscherinnen-Camps (7,5 Prozent) oder der CampusThüringenTour (11,1 Prozent). Dies könnte an dem geringeren Durchschnittsalter der Roberta-Befragten liegen, die eventuell verstärkt von der zunehmenden Einführung des Technikunterrichts profitiert haben.

Gut ein Viertel der Teilnehmer/innen nennt ein naturwissenschaftliches Fach als Lieblingsfach in der Schule (26,9 Prozent). Hier liegt Roberta deutlich unter dem Durchschnitt aller MoMoTech-Erhebungen (58,4 Prozent). Ein technisches Lieblingsfach haben 6,8 Prozent der Roberta-Teilnehmer/innen. Hier liegt Roberta wiederum deutlich über dem Gesamt-MoMoTech-Durchschnitt (3,9 Prozent), was an dem höheren Anteil derer mit Technikunterricht liegen könnte.

Informatik wird von den Roberta-Teilnehmern/innen am stärksten mit „nützlich“ oder „informativ“ gleichermaßen assoziiert. Am wenigsten wird eine Verbindung zu dem Item „Informatik ist nur für Jungs“ hergestellt. Insgesamt unterscheiden sich die Assoziationen zu Informatik und Technik zwar in ihrer Rangfolge, werden aber jeweils eher mit positiven als mit negativen Eigenschaften in Zusammenhang gebracht.

Bei Roberta wurden auch Jungen zu gängigen Vorurteilen, wie zum Beispiel „Die meisten Jungs wissen über Informatik besser Bescheid als Mädchen“ befragt. Hierbei stimmten die Jungen den vier Aussagen⁷¹ signifikant stärker zu als die Mädchen. Dies deckt sich mit den Ergebnissen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften.

Bei Roberta wurden die Erwartungen in allen Aspekten übertroffen. Selbst die sehr hohe Erwartung an den „Spaßeffekt“ wurde eingehalten. Hier stellt Roberta eine Ausnahme dar: Bei allen anderen evaluierten Projekten gab es neben den erfüllten und den übertroffenen Erwartungen auch Enttäuschungen bei einzelnen Aspekten. Es ist zu vermuten, dass die älteren Teilnehmer/innen der anderen Projekte bereits genauere Vorstellungen und Erwartungen haben, weil sie sich schon mehr Gedanken über ihre Berufsvorstellungen machen.

Für den Erfolg von Roberta spricht auch, dass 77,5 Prozent der Befragten Technik nach der Teilnahme interessanter finden als vorher; 64,5 Prozent sagen dies bezüglich Informatik. Die meisten signifikanten positiven Veränderungen, bezogen auf das Informatikinteresse, gibt es dabei in der reinen Mädchengruppe, gefolgt von der reinen Jungengruppe und erst zuletzt in der koedukativen Gruppe. Steigendes Desinteresse nach der Roberta-Teilnahme ist in keiner der Gruppen zu erkennen. Außerdem würden 65,6 Prozent auf jeden Fall wieder an Roberta teilnehmen, wenn sie sich noch einmal entscheiden könnten.⁷² Das junge Alter der Teilnehmer/innen macht Fragen zur Studienwahl und Berufsorientierung weniger relevant, denn weder lebenszyklisch noch kognitiv ist dieses Themengebiet für die Kinder und jungen Jugendlichen präsent.

> Fazit

Die erste zentrale Botschaft der genderspezifischen Projekte ist eindeutig: Monoedukative Technikbildung wird von den Teilnehmern/innen der Projekte eindeutig präferiert. Die zweite zentrale Botschaft lautet: Mädchen haben keinerlei Problem im Umgang 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, provokant formuliert, 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.

⁷¹ Bei den anderen drei Aussagen handelt es sich um: „Die meisten Jungs wissen über Technik besser Bescheid als Mädchen“, „Für Mädchen ist Technik nicht so interessant wie für Jungen“ und „Für Mädchen ist Informatik nicht so interessant wie für Jungen“.

⁷² 15,98 Prozent halten dies für „eher wahrscheinlich“, während 16,60 Prozent „vielleicht“ angaben, 1,21 Prozent „eher wahrscheinlich“ und 1,62 Prozent „auf keinen Fall“.

Die evaluierten Projekte mit Kleinkindern und Grundschulkindern zeigen ein differenziertes Bild: Bis auf die qualitativen Studien bei der Evaluation von KiTec können die Studienergebnisse in diesem Alter keine oder nur zufällige Verhaltensunterschiede dokumentieren. Die Unterschiede scheinen sich in einer Altersphase zu manifestieren, in der Projekte wie Roberta oder auch das HdKF 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.

4.2.3.6 PRAXIS/PRAKTIKA

> Denzlinger Cleverle

Die Denzlinger Cleverle (DC) in der Nähe von Freiburg/Breisgau sind innerhalb der Projektlandschaft von MoMoTech ein besonderes Projekt: Es findet ausschließlich in privater Trägerschaft auf eigenem Gelände statt, das sich mit vielen kleinen, provisorisch wirkenden Anbauten als ein „Technikgarten“ präsentiert, in dem Kinder von den klassischen Werkzeugen bis hin zum professionellen Hebekran viele technische Geräte vorfinden. Es kann deshalb als „Garagenprojekt“ beschrieben werden. Der Einzugsbereich ist vorwiegend auf Nachbarschaftskontakte und individuelle Empfehlungen beschränkt.

Projektsteckbrief Denzlinger Cleverle

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Förderung frühkindlicher und jugendlicher Interessen an Technik und eingeschränkt Naturwissenschaften durch individuelle Betreuung und informelles Lernen.
Didaktische Konzeption	Informelles Lernen mit hohem Praxisanteil und praktischen Bezügen (Technikhilfe im Haushalt), Vermittlung basaler manueller Technikkompetenzen, kommunikative Elemente der Dokumentation technischer Erfolgsergebnisse und Austausch, intensive individuelle Betreuung, einschließlich von Projekten, Stärkung autodidaktischer Lernkompetenz.
Effekte	Großes Interesse der Kinder und Jugendlichen am Umgang mit technischen Geräten und Anwendungen. Sammeln von Erfahrungen im Umgang mit technischen Geräten (Säge, Hammer, Bohrer und Schleifmaschine) bis hin zur Nutzung komplexer technischer Geräte, wie Computer und ferngesteuertem Hebekran. Betonung des spielerischen und selbstständigen Umgangs mit technischen Geräten. Dokumentation technischer Projekte und Präsentation von individuellen Erfolgen, unter anderem für das Internet oder für öffentliche Präsentationen der Denzlinger Cleverle (zum Beispiel Fastnachtsumzug). Im Vordergrund steht die Förderung technischer Eigenschaften und Fähigkeiten. Der vorwiegend spielerische Bezug führt zu einem häufigen Wechsel zwischen verschiedenen technischen Angeboten während des Aufenthalts der Kinder (circa zwei bis drei Stunden an ein bis zwei Tagen in der Woche). Geschlechtsspezifische Effekte sind nicht festzustellen, allerdings findet sich auch kein erhöhter Anteil von Mädchen im Kreis der betreuten Kinder und Jugendlichen. Nur eingeschränkte Effekte durch oftmaligen Wechsel der Gerätschaften.

Kritik und Defizite	Geringe Institutionalisierung im Verbund mit hoher Abhängigkeit vom derzeit ehrenamtlich aktiven Träger. Frage der Generalisierbarkeit und Übertragbarkeit.
Bewertung	Die Denzlinger Cleverle sind ein Projekt der Individualförderung in einem weitgehend „entinstitutionalisierten“ Rahmen und unter gänzlich freien Lernsituationen. Es umfasst vielfältige interdisziplinäre Technikerfahrungen, von der Mechanik bis zur Elektrotechnik, und beinhaltet auch die motorische Schulung im Umgang mit technischen Geräten.
Interpretation	Das Projekt zeigt auf, dass geschlechtsspezifische Unterschiede bei freien Lernbedingungen nicht vorzufinden sind und dass praktische Übungen und Bezüge von hohem Belang für eine frühe Technikprägung sind. Der angstfreie Umgang von Kindern mit elektrischen und technischen Geräten belegt, dass sie motorisch wie kognitiv in der Lage sind, diese mit Vorsicht und Umsicht zu nutzen, was auch als ein Ausdruck von abstraktem Denken gesehen werden kann.
Ausblick	Ansätze zur dezentralen Übertragung des Konzepts auf andere lokale Stätten der Technikbildung.

Die Evaluation des Projekts Denzlinger Cleverle umfasste drei Besuche vor Ort mit Elterngesprächen, Gruppendiskussionen und Leitfadeninterviews mit Eltern, Kindern und dem Projektinitiator sowie eine kleine, eher explorativ zu bewertende schriftliche Elternbefragung und nicht teilnehmende Beobachtung.

Das Mentoring ist hinsichtlich der Betreuung bei der Ausführung sehr hoch, auch können die Kinder eigene Ideen einbringen. Die Kinder haben Zugriff auf sämtliche Geräte, die aus den Bereichen Mechanik, Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik, Physik, Biologie und Chemie stammen. Im Rahmen des „Cleverle Service“ erbringen die Jugendlichen sporadisch technische Hilfen im Haushalt von Personen, die diese personell nachfragen. Dieses Konzept ähnelt dem TheoPrax-Ansatz.⁷³ Zudem findet sich auf der Homepage eine Vielzahl von audiovisuellen Dokumentationen von Projekten, an deren Erstellung wiederum die Kinder beteiligt waren. Damit wird auch die Erstellung von Dokumentationen zum Exempel für technisches Lernen und zum vorzeigbaren Erfolgserlebnis. Die Cyber-Cleverle ermöglichen die virtuelle Vernetzung mit Kindern in anderen Ländern, zu denen über den Träger persönliche Kontakte bestehen. Hinzu kommt die Präsentation der DC-Aktivitäten, jeweils mit einer Gruppe von Jugendlichen, auf prominenten Messen und Veranstaltungen bis hin zum lokalen Fastnachtsumzug. Das Projekt ist geringfügig vernetzt mit lokalen Firmen und Kindergärten. Finanziert wird es aus geringen Elternbeiträgen.

Die Vision ist, dass viele lokale Cleverle ein flächendeckendes Netzwerk für informelles Lernen und Selbstverwirklichung kindlicher Talente im Bereich Technik ermöglichen. Die Eltern sehen das Projekt durchweg positiv, wobei neben dem experimentellen Technikkernen auch die Betreuungsfunktion von Relevanz ist.

In einer zusammenfassenden Bewertung sind die Denzlinger Cleverle ein sehr inspirierendes, ambitioniertes Modellprojekt auf hohem Niveau für Betreuung und Ausstattung. Der spielerische und autodidaktische Bezug mit kokonstruktiven Anteilen entspricht dem modernen Stand der Lernforschung. Das ausgewählte Projekt zeigt auf, welche Potenziale persönliches

⁷³ TheoPrax setzt sich aus Theorie und Praxis zusammen und beschreibt eine Lehr-Lern-Methodik, deren Hauptziel es ist, in Naturwissenschaft und Technik sowie in Sozial- und Geisteswissenschaften die Motivation zum Lernen zu steigern. Das Zentrum von TheoPrax befindet sich im Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal bei Karlsruhe. Weitere Informationen unter <http://www.theo-prax.de/de/was-ist-theoprax/was.html>.

Engagement entfalten kann, und es ist – soziologisch gesehen – eine Herausforderung für die Attraktivität des konventionellen schulischen Unterrichts in Sachen Technik und Naturwissenschaften. Problemfelder der Denzlinger Cleverle sind die Übertragbarkeit der sehr spezifischen Bedingungen vor Ort (hohes persönliches Engagement, vorhandenes Gelände, Zugriff auf Geräte und Materialien) auf andere Projekte, wie es die Edeju-Vision benennt, sowie der geringe Grad der Institutionalisierung. Zudem ist aufgrund der Interviews anzunehmen, dass vorwiegend Kinder höher gebildeter Eltern Zugang zu diesem Projekt haben. Die Effekte der Teilnahme an den Denzlinger Cleverle strahlen ins Elternhaus aus, weil die Kinder auch dort eine Förderung ihrer technischen Interessen artikulieren. In einzelnen Fällen wurde berichtet, dass die Beteiligung an den DC auch zur Wahl einer entsprechenden Ausbildung führte. Beobachten ließen sich der freie Umgang der Kinder mit den technischen Geräten sowie ein genderunabhängiges Interesse an Geräten aller Art. Die teilnehmende Beobachtung ergab zudem, dass die Kinder nur jeweils zehn bis zwanzig Minuten bei einzelnen Tätigkeiten verweilen und sich im Gesamtzeitraum mit jeweils drei bis fünf verschiedenen technischen Geräten beschäftigten.

> Projektzentrum Rabutz

Das ökologische Jugendprojektzentrum unterscheidet sich vom Modellprojekt der Denzlinger Cleverle durch die verbandliche und öffentliche Trägerschaft sowie auch die Lage im eher ländlichen Raum zwischen Halle und Leipzig. Dies ist für die Frage einer flächendeckenden Versorgung mit Angeboten zur Technikbildung von Bedeutung. Ebenso wie bei den Projekten der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ wird der kommunale Bezug für eine möglichst optimale Anpassung der Förderstruktur an die Interessen technisch begabter und talentierter Kinder und Jugendlicher gesehen.

Projektsteckbrief Projektzentrum Rabutz

Primäre Zielsetzung der Initiatoren	Kommunale Technikförderung durch Aufbau eines lokalen Technikbildungszentrums mit hoher Vernetzung mit anderen Bildungsakteuren wie auch Firmen. Im Vordergrund stehen Projekte mit Praxisbezug, insbesondere die Nutzung regenerativer Energien oder Innovationen in der Mobilität (E-Mobile).
Didaktische Konzeption	Projektarbeiten in Werkstätten und Laboren, Ausbau zu einem Landschulheim für einen ausgelagerten Technikunterricht mit Praxisbezug. Erkennbar wird ein polytechnischer Bezug im Angebot.
Effekte	Für eine theoretische narrative Evaluation zum Konzept ist der Rennstall Rabutz wegen seines hohen Anwendungsbezugs, der kommunalen Integration und der damit verbundenen Notwendigkeit zur Vernetzung interessant. Die empirische Evaluation läuft aktuell.
Kritik und Defizite	Abhängigkeiten von externer Förderung und Suche nach Sponsoren oder Förderern für eine zumindest mittelfristige Förderung von einzelnen Projekten.

Bewertung	Das Projekt ist interessant aufgrund der kommunalen Trägerschaft und der Rolle der Kommunen für eine positive Technikförderung. Kommunale Techniklabore können sehr spezifisch auf regionale und lokale Besonderheiten in den Förderschwerpunkten, bei den Kooperationen mit Schulen und Firmen, eingehen und effizient arbeiten.
Interpretation	Der Modellversuch, kommunale Techniklabore einzurichten und miteinander zu vernetzen, ist ein alternativer Ansatz zur Technikförderung durch Science Center und unternehmensbezogene Mitmachlabore. Die Förderung kann sehr lebensweltlich gestaltet werden, das heißt sehr konkret an den Bedürfnissen von Jugendlichen und Kindern ansetzen, und mit Maßnahmen zur beruflichen Integration oder der Studienwahl verbunden werden.
Ausblick	Fortführung der Evaluation durch ein empirisches Forschungsprojekt zur Messung der Effekte kommunaler Techniklabore und zum Vergleich der Studienevaluationen von Science Centern und kommunalen Techniklaboren.

Das Projekt verfügt über internationale Kontakte im Bereich der Jugendbildungswerke und kann auf entsprechende Teilnahmen mit den solarbetriebenen Elektro-Karts an verschiedenen Wettbewerben, Messen und Ausstellungen verweisen. Es entspricht in seiner Organisationsstruktur im Prinzip den ehemaligen polytechnischen Technikzentren zur Zeit beider deutscher Staaten. Derzeit wird es von der Gemeinde und in Eigenhilfe zum Seminarhaus ausgebaut, in dem auch Gruppen für längere Aufenthalte untergebracht werden können.

Mit dem ökologischen Schwerpunkt greift das Projektzentrum einen der aktuellen, innovativen Techniktrends auf und überführt ihn in Praxisangebote für Kinder und Jugendliche. Dieser Praxisaspekt ist den Initiatoren sehr wichtig: Technik soll im Projektzentrum seriös, aber mit Spaß vermittelt werden, technische Anwendungen und das Lernen sollen dem Anspruch praktischer Anforderungen und Ziele entsprechen. Die Mitwirkung der Jugendlichen bei der Formulierung dieser Ziele ist ausdrücklich erwünscht. Zudem soll die Teamarbeit im Vordergrund stehen. Damit will das Projektzentrum den „sozialen Sinn“ der Technik praxisnah vermitteln. Die Evaluation des Projektzentrums Rabutz basiert auf zwei Besuchen und einer Dokumentenanalyse. Eine Ausweitung der Evaluationsaktivitäten ist geplant. Ähnlich hoch wie bei den Denzlinger Cleverle ist beim Rennstall Rabutz das persönliche Engagement der Betreuer/innen und Initiatoren/innen, die jeweils beide aus technischen Berufen stammen.

Das Projektzentrum spricht in erster Linie Schüler/innen und ganze Schulklassen an und bietet Projekte an, die auch im Schulunterricht eine Anschlussfähigkeit besitzen sollen. Sehr viel Wert wird auf eine Gruppenorientierung und Praxisbezüge gelegt. Die Kinder können ihre Selbstkompetenz erfahren und stärken. Beide Projekte – Denzlinger Cleverle und Rennstall Rabutz – präsentieren und dokumentieren trotz ihrer Unterschiede den thematischen Wandel in der technischen Bildung hinsichtlich der Bedeutung außerschulischer Lernorte mit räumlichem Bezug, vornehmlich auf der lokalen Ebene als Orte der Inspiration, Praxisnähe, Kooperation mit Unternehmen und individuellen Betreuung.

Die Frage der Anschlussfähigkeit wird durch die Projekte mit lokalem Bezug zur Herausforderung der Technikförderung. Ein Alleinstellungsmerkmal des Rennstalls Rabutz ist die kommunale Förderung. Es kann als Modellprojekt für den Aufbau eines kommunalen oder regionalen Netzwerks von Technikwerkstätten oder Techniklaboren gesehen werden.

> Fazit

Die kommunalen Projekte Denzlinger Cleverle und Projektzentrum Rabutz können für die flächendeckende Versorgung mit Angeboten zur Technikvermittlung eine 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.

5 VERGLEICH DER ERGEBNISSE UND INTERPRETATION

Der Vergleich der Ergebnisse der 16 einzelnen Evaluationen bezieht sich auf die drei folgenden Punkte: die institutionelle Ebene der Bildungseinrichtungen und deren Beziehungen untereinander, die Effekte der Modellprojekte bei den Zielgruppen und die Auswirkungen der Modellprojekte auf die gesellschaftliche Technikbildung und -wahrnehmung.

5.1 INSTITUTIONELLE EBENE

In Deutschland existiert eine vielseitige Projektlandschaft zur Förderung des technischen und naturwissenschaftlichen Interesses bei Kindern und Jugendlichen, getragen von einem hohen institutionellen und ehrenamtlichen Engagement und einer erfreulichen Bereitschaft zu hohen Investitionen.

Merkmale dieser Projektlandschaft sind:

- Die hohe Anzahl der Projekte und die Investitionen in Projekte dokumentieren die Wertschätzung der technischen Bildung, sowohl gesellschaftlich (als Bildungsziel) als auch wirtschaftlich (als Sicherung qualifizierter technischer Nachwuchskräfte). Diese Erkenntnis hat viele Bildungspolitiker/innen jedoch noch nicht erreicht.
- Zurzeit ist Technikbildung in Deutschland Stückwerk. Durch die geringe Vernetzung der Akteure und Disziplinen (Technik und Naturwissenschaften) und die kaum vorhandene Anschlussfähigkeit der Inhalte gehen potenzielle Effekte verloren. Punktuelle Effekte verpuffen, weil sie in Bildungsinstitutionen nicht vertieft und aufgegriffen werden.
- Technikbildung und -förderung müssen als Allgemeinut verstanden werden. Einzelne Projekte haben sich bereits in Dachinitiativen wie „MINT Zukunft schaffen“

und ECSITE zusammengeschlossen und profitieren von Synergieeffekten. Zudem konzentriert sich die Förderung auf immer weniger Institutionen, die ein Interesse an der Koordination der geförderten Projekte aufweisen. Dieser Trend wird anhalten. Nach einer Gründungsphase steht eine Konsolidierungsphase für erfolgreiche Projekte an, um vom Status der Modellprojekte zur flächendeckenden Umsetzung zu gelangen.

- Eine weitere Vernetzung ist im Auf- und Ausbau dezentraler kommunaler Techniklabore zu sehen, die in der Projektlandschaft ebenfalls prominent vertreten sind und eine sinnvolle Ergänzung zu den wenigen, weit verstreuten Science Centern darstellen. Im Gegensatz zu Letzteren leisten kommunale Techniklabore die Vernetzung mit lokalen Firmen und Schulen, wodurch sie Technik sehr nahe an den konkreten Bedürfnissen der Jugendlichen und der Gegebenheiten vor Ort vermitteln. Dadurch bezieht die Technikvermittlung Alltagsbezüge mit ein.
- 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.
- Institutionalisierte Projekte, getragen von Verbänden oder Stiftungen, dominieren mehr und mehr die Trägerschaft dieser Modellprojekte und verstärken den Wettbewerb um Fördermittel. Allerdings ist diese Institutionalisierung nicht mit einer dauerhaften finanziellen

Absicherung verbunden. Angesichts der erstrebenswerten langen Projektlaufzeiten, mit denen eine kontinuierliche, individuelle Förderung sichergestellt werden soll, ist diese Unsicherheit ein klares Manko für dauerhaft nachhaltige Effekte.

- Die Professionalisierung der Technikbildung hat begonnen. Dies gilt sowohl für die Entwicklung und Bereitstellung von verfügbaren Lern-, Lehr- und Didaktikmaterialien als auch hinsichtlich der Schulung und Ausbildung von technikpädagogischem und -didaktischem Personal. Viel zu oft verharren die Bildungsträger in traditionellen Formen des formalen Lernens, derweil in den außerschulischen Lernorten zusehends die informellen, kokonstruktiven Lehrweisen dominieren. Dieser Gegensatz behindert die gegenseitige Anschlussfähigkeit.

Die Modellprojekte sollten laufend evaluiert und wissenschaftlich begleitet werden, weil die bisherigen Untersuchungen bestenfalls Aussagen über Trends zur optimalen Technikvermittlung erlauben. Dies gilt für die Erforschung der Wirkungen in Bezug auf die benutzten Hilfsmittel, die Interaktionen zwischen Betreuern/innen und Betreuten sowie den angestrebten Lernerfolg bei den Zielgruppen. Die wissenschaftliche Evaluation sollte sich hierbei an strikten methodischen Kriterien orientieren (vor allem Mehrfachmessungen, Kontrollgruppendesign und ausreichende Fallzahlen) und mithilfe von qualitativen Methoden auch die Sichtweisen der involvierten Akteure (Träger, Betreuer/innen, Lehrer/innen, Schüler/innen und Studierende) einbringen. Als Begleitforschung kann sie beständig Verbesserungsvorschläge auf wissenschaftlicher Basis der empirischen Bildungsforschung einbringen (Begriff der formativen Evaluation).

> Fazit

Viele Modellprojekte versuchen, die fehlende institutionelle Technikförderung in Kindergärten und an Schulen auszugleichen oder sogar zu ersetzen. Dies geschieht durch die Nachbildung eines Technikunterrichts oder durch ergänzende Lern- und Bildungsangebote. So notwendig solche Versuche auch sind, können sie doch empirisch wenig überzeugen, solange Technikbildung an den allgemeinbildenden Schulen nicht adäquat umgesetzt ist. Modellprojekte – so das Fazit der empirischen Evaluierung – können den Schulunterricht „herausfordern“⁷⁴, ergänzen und bereichern, aber nicht ersetzen. Der Vorteil der Schule ist die Möglichkeit einer dauerhaften Technikvermittlung durch ein Schulfach für alle Schüler/innen und die Ausdifferenzierung in Angebote für interessierte und begabte Schüler/innen. Die Einführung eines Technikunterrichts als Teil der Allgemeinbildung ist daher eine „*Conditio sine qua non*“. 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. 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).

⁷⁴ Damit ist die Konfrontation der veralteten schulischen Infrastruktur und altpädagogischer Pädagogik mit bestens ausgestatteten, semi-professionellen Techniklaboren und neuen innovativen Pädagogikansätzen gemeint. Außerschulische Lernorte sind ein Quell ständiger Konkurrenz für die Schule.

Didaktisch und inhaltlich muss zwischen der Förderung des allgemeinen technischen Interesses und der Talentförderung bei Ausgestaltung der Bildungsangebote unterschieden werden. In Zukunft müssen auf der Basis der MoMoTech-Ergebnisse die Modellprojekte mit nachweisbaren Erfolgen in allen Alters- und Bildungsstufen zusammengefasst und den Initiatoren und Betreibern anderer, weniger erfolgreicher Projekte zur Verfügung gestellt werden. Das bisher vorherrschende Kirchturmdenken ist durch eine aktive Vernetzung zu ersetzen.

5.2 INDIVIDUELLE EBENE: DIE WIRKSAMKEIT BEI DEN ANGESTREBTEN ZIELGRUPPEN

Die im Rahmen von MoMoTech vorgenommenen Evaluationen lassen auch Rückschlüsse auf die Wirkungen bei den anvisierten Zielgruppen zu:

- Technikförderung bedeutet nicht, alle Schüler/innen zwangsweise mit Technik in Kontakt zu bringen, sondern ihnen die Chance anzubieten, sich dem Thema offen zu nähern. Diese Chance zu nutzen ist jedoch lohnenswert. Insgesamt dürfte das Potenzial an latent technikinteressierten Jugendlichen den Erhebungen zufolge bei rund 30 bis 35 Prozent liegen.
- Technisch interessierte Oberstufenschüler/innen oder Studierende geben signifikant häufiger als andere Jugendliche an, bereits im Elternhaus durch technisches Spielzeug früh an technische Zusammenhänge und Fragen herangeführt worden zu sein. Oftmals geschieht dies mit Alltagsbezügen, wie Reparaturen am Fahrrad oder Heimwerkertätigkeiten, sowie anhand der bekannten Kinderspielzeug-Klassiker wie Plastikbausteine und Modellbahnen. Zunehmend gewinnen digitale Spielbezüge rund um den PC an Bedeutung. Diese Resultate können als Beleg für die Wirksamkeit einer frühen Techniksozialisation angesehen werden: Ein früher Beginn und eine

kontinuierliche Fortführung münden in eine hohe intrinsische Motivation, sich aus eigenem Antrieb mehr mit Technik und Technikwissenschaften zu beschäftigen.

- Die basale Technikförderung beginnt mit der frühen affektuellen Vermittlung mittels phänomenologischer Exponate und Experimente. Das kann in Museen, Science Centern und Techniklaboren, aber auch in einfachen Visualisierungen in Kindergarten und Schule geschehen. Die Evaluationen bestätigen, dass dieser phänomenologische Zugang sowohl bei den außerschulischen als auch bei den schulischen Angeboten gelingt. Die Untersuchungen in Kindergärten weisen nach, dass Kinder das dort Gelernte in den häuslichen Alltag einfließen lassen. Dies kann als eine Abstraktionsleistung der Kinder gesehen werden, da sie nicht nur im gewohnten institutionellen Kontext ihrer technischen Neugierde nachgehen, sondern Technik auch ohne direkte Anleitung in anderen sozialen Umgebungen eigenständig zu suchen beginnen.
- Ist dieser technische Zugang eröffnet, kommt es in einem zweiten Schritt darauf an, dieses Anfangsinteresse in eine basale Technikkompetenz zu überführen. Je nach Präferenz der Jugendlichen können hier eher induktive oder deduktive Strategien (oder eine Kombination aus beiden) wirksam werden. Bei vielen Jugendlichen vertiefen deduktive Wege (Aufzeigen von Gesetzmäßigkeiten, Formeln, „Mathematisierung“) der Technikbildung das Technikinteresse. Bei den meisten sind aber induktive Wege angezeigt. Darunter sind zunächst die motorischen Fähigkeiten beim Umgang mit Werkzeug und Stoffen zu verstehen, die dann in den versierten Umgang mit komplexen technischen Geräten, wie Mikroskopen, Fernrohren, Messgeräten und natürlich Computern, einmünden können. Teilweise wird auch die Elektrotechnik dieser basalen Technikkompetenz zugeordnet (Magic-Elektro-Koffer). Das früher im klassischen Werkunterricht vermittelte Basiswissen im Umgang mit Geräten und Materialien scheint in un-

serer technisierten modernen Gesellschaft und an unserem Hochtechnologiestandort unterrepräsentiert zu sein. So ähneln einzelne Materialien aus dem Spektrum der „Forscherkoffer-Projekte“ nicht ohne Grund einem klassischen Werkzeugkasten. Die Bedeutung der induktiven Annäherung liegt in der kognitiven Verstärkung von Handeln und Lernen. Jedes konkrete Erfolgserlebnis erhöht die intrinsische Motivation.

- In einem dritten Schritt geht es um die Technikaufgeschlossenheit. Die Fragen zur Sinnhaftigkeit und Funktionalität von Technik für Gesellschaft und Wirtschaft sind zu stellen und im Rahmen der Technikbildung zu beantworten. Wie verändert Technik unseren Alltag? Was sind technische Innovationen? Was bringen die Technologien der Zukunft? Welche Chancen, welche Risiken sind absehbar? Was sind technische Berufe? Was macht ein Ingenieur? Diese gesellschaftlichen Zusammenhänge werden besonders von Mädchen gewünscht und haben durchaus Einfluss auf ihre Studienwahl, wie die relativ hohen Frauenanteile in den technischen Studiengängen der Umwelt- und Gesundheitstechnik aufzeigen.
- In einem vierten Schritt gilt es, die spezielle individuelle Talentförderung auf den Weg zu bringen. Dieser Schritt richtet sich nur an die Schüler/innen, die über Technikinteresse und Technikaufgeschlossenheit hinaus auch entsprechende Begabungen und Neigungen zeigen. Für diese Gruppe sollten spezielle Förderangebote entwickelt werden, die schulische und außerschulische Bildungsangebote miteinander verzahnen.
- Bei all diesen Zielen haben die sozialen Interaktionseffekte mit Praxisbezug die höchste Bedeutung: Ermutigende Animatoren bei Experimenten in Science Centern, Gespräche mit Forschern/innen im Hochschullabor, Betreuer/innen von Praktika in Betrieben und motivierende Techniklehrkräfte beim Unterricht im Techniklabor sind die Role Models, die das technische Selbstbild der Jugendlichen am ehesten fördern können.

- Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung als ergänzende Lernweise kommt den eher neuen, autodidaktischen Technikangeboten zu. Hier können sich intrinsisch motivierte Jugendliche nach eigenen Vorlieben Informationen zusammensuchen und ihr Wissen dort vertiefen, wo ihre Hauptinteressengebiete liegen.

> Fazit

Die Ergebnisse der Evaluierung belegen, wie bedeutsam eine kontinuierliche und altersgerechte Technikbildung vom Kindergarten bis zum Hochschulabschluss ist. Zu Beginn steht neben dem spielerischen Kennenlernen die Faszination der Technik im Vordergrund, um bei den Kindern Interesse und Neugier zu wecken. Dann folgt eine Phase des Erwerbs von Technikkompetenz, dies sind motorische Fähigkeiten des direkten Umgangs mit technischen Geräten oder eher abstrakte, theoretisierende Beschäftigungen mit den Gesetzmäßigkeiten der Technikwissenschaften. In Phase drei wird aus dem Interesse eine intensive Beschäftigung mit Technik, die im Idealfall in der Phase vier zu einem entsprechenden Berufswunsch führt. Die enge Verzahnung dieser vier Schritte setzt eine ziel- und phasenorientierte Ausgestaltung der Technikbildung voraus, bei der schulische und außerschulische Angebote Hand in Hand gehen.

Kinder interessieren sich vor allem für die Forscherrolle und die damit verbundene soziale Einbettung, bei Jugendlichen treten eher Fragen zum Zusammenhang von Technik und Gesellschaft sowie Technik und Ökonomie in den Vordergrund. Darunter fallen Beiträge der Technik zu Fortschritt, Innovation, Prosperität, soziale Folgen vergangener technischer Innovationen, Risiken und Chancen, Befürchtungen über Missbrauch sowie Erwartungen und Visionen.

Die Evaluationen legen es nahe, zwischen Interessenvermittlung und Talentförderung technisch begabter Schüler/innen zu trennen. Für die Talentförderung benötigt man eine spezielle Förderung, die in Leistungskursen oder Schul-AGs umgesetzt werden kann. Dabei kommt es darauf an, die Schüler/innen weder zu überfordern noch zu unterfordern. Vor allem sollte man nicht den Lehrstoff der Universitäten in die Schule vorziehen, weil dann häufig Halbwissen entsteht, das einer reflexiven und fundierten Durchdringung der komplexen Materie eher entgegensteht.

5.3 DIE WIRKSAMKEIT DER MODELLPROJEKTE FÜR EINE GESELLSCHAFTLICHE TECHNIKVERMITTLUNG

Neben den Wirkungen auf die individuelle Technikbildung zeigen sich in den Evaluationen aber auch Anzeichen für gesamtgesellschaftliche Auswirkungen:

- Die offenen, an ein breites Publikum gerichteten Angebote zur attraktiven Technikpräsentation (zum Beispiel IdeenPark) erreichen Besucher/innen-Zahlen, die man sonst nur bei prominenten Sportveranstaltungen erwarten kann. Auch die Besuchszahlen von Science Centern sind beachtlich. In der Bevölkerung besteht ein latentes Interesse an einer sachgerechten, attraktiven und objektiven Technikvermittlung. Solche Veranstaltungen erreichen auch zu einem Drittel technisch eher desinteressierte Personen.
- Die punktuellen Angebote sind keine Eintagsfliegen und keinesfalls wirkungslos. Sie fördern ein Anfangsinteresse an technischen Themen und wecken affektive Assoziationen, wie Neugierde und Spaß. Durch die spezifischen Themenbezüge tragen sie zu einem gesteigerten Interesse an spezifischen Technologien bei. Dieser Effekt ist auch dann zu beobachten, wenn er von den Projektträgern gar nicht bewusst intendiert wurde.
- Allerdings verpufft dieses anfängliche Interesse an Technikphänomenen bei Jugendlichen, wenn es nicht systematisch im Bildungsprozess fortgeführt wird. Das Anfangsinteresse entwickelt keine kognitive Eigendynamik, es ist kein Selbstläufer. Bis zur intrinsischen Motivation in der späten sekundären Sozialisationsphase bedarf es beständig weiterer externer Anreize und Förderungen.
- Besonders stark sind diese Effekte eines Anfangsinteresses bei Gruppen, die bislang technikfern waren, beispielsweise bei Schülerinnen. Bei technisch bereits interessierten Jugendlichen lassen sich Verstärkereffekte hin zur intrinsischen Motivation und deren Umsetzung in eine konkrete Handlung, so zur Studien- und Berufswahl, finden. Ein direkter Einfluss von Besuchen solcher Veranstaltungen auf die Studien- bzw. Berufswahl findet sich jedoch nicht.
- Die Beobachtungen im Kindergarten und im Primarschulbereich illustrieren, wie interessiert und neugierig sich die Kinder mit Technik und Naturwissenschaften auseinandersetzen, damit Rollenspiele verbinden und sich als Forscher/innen verstehen. Von Kindern gemalte Bilder über ihre Vorstellungen von Ingenieuren/innen und Technikern/innen zeigen Menschen mit Kittel und Helm inmitten anderer Menschen. Sie forschen mit Experimenten nicht nur für sich, sondern im Team. Die Trennung von Naturwissenschaft und Technik ist für sie nicht vorhanden. Die Ergebnisse bestätigen die These, dass sich das Abstraktionsvermögen zum einfachen Verstehen von technischen Zusammenhängen und Experimenten im wahrsten Sinn des Wortes im Kleinen bereits weitaus früher ausprägt, als bislang entsprechende Angebote in dem bestehenden Bildungssystem zur Verfügung stehen.
- Ohne entsprechende Anleitung zeigt sich allerdings, dass Kinder häufig sprunghaft von Gerät zu Gerät bzw. von Exponat zu Exponat wechseln und dabei selten länger als 15 Minuten an einem Gerät oder bei einer „Forschestation“ verharren. Dieser Befund spricht zunächst

gegen Ansätze, die ausschließlich auf eine phänomenologische Vermittlung setzen. Eine professionelle pädagogische und didaktische Anleitung ist hilfreich und effektiv, sofern in der pädagogischen Betreuung nicht auf Belehrung und Nachvollziehen, sondern auf kokonstruktives Lernen abgestellt wird.

- In der Phase der sekundären Sozialisation ist es wichtig, Technik in das Freizeitverhalten der Jugendlichen zu integrieren. Die Analysen der SIA und aus LeMoTech zeigen auf, dass sich Schüler/innen auch im Schulalltag freiwillig auf Bildungsangebote mit technischen Inhalten einlassen. Allgemein wird angenommen, dass Schule und Freizeit zunehmend miteinander verschmelzen (Stichwort: Ganztagschulen). Dies eröffnet der Technikbildung neue Wege zur schulischen Integration. Die Verankerung im Freizeitbereich der Jugendlichen ist ein wichtiger Indikator für das Entstehen einer intrinsischen Motivation. Neben den Schulen kann dies vorrangig von kommunalen Technikzentren geleistet werden.
- Insgesamt kommen bei den meisten Schülern/innen praktische und experimentelle Technikbezüge gut an. Nach Meinung der befragten Schüler/innen sollen Experimente der eigenen Erfahrung und Übung dienen und nicht dazu, starre Versuchsanordnungen nachzuvollziehen oder bei Experimenten zuzuschauen.
- Neben diesen praktischen Lernbezügen sehen Schüler/innen in der Technik auch die Chance, ein verwertbares Produkt nahe einer alltäglichen Nutzung oder eines Problems zu erstellen. Technik wird hier nicht mehr als Spiel verstanden, sondern als eine wirklichkeitsnahe Form der Problemlösung.
- Berufspraxis durch zeitweilige Praktika im Verlauf der Schulzeit hat eine wichtige Orientierungsfunktion. Sie dient dem Abgleich zwischen dem technischen Selbstkonzept (der individuelle Eindruck über Fähigkeiten, Fertigkeiten und Talente) und den realen, erlebten Anforderungen an Qualifikationen und Kompetenzen im Studium oder Beruf. Damit werden praxisorientierte

Projekte zum Experimentierfeld, um eigene Begabungen mit externen Anforderungen zu vergleichen sowie die subjektiv wahrgenommenen individuellen Talente extern zu validieren. Dies ist eine wichtige Phase in der persönlichen Technikbiografie und entscheidend für die Wahl entsprechender Berufe. Für die SIA lassen sich Effekte nachweisen, dass die Wahrscheinlichkeit der Wahl eines technischen Studienganges mit der Zufriedenheit mit einem Betriebspraktikum steigt. Die Bedeutung von Berufspraktika war eines der maßgeblichen Motive zur Teilnahme der Schüler/innen.

- Die Bewertung des Engagements von Dozenten/innen, Trainern/innen und Multiplikatoren/innen bei Modellprojekten ist zwiespältig. Trotz der hohen Bedeutung von Betriebspraktika für individuelle Entscheidungen über Studien- und Berufspräferenzen ist die Qualität der Angebote in diesem Bereich vor allem in Bezug auf die Motivation und Qualifikation der oft ehrenamtlichen Betreuer/innen verbesserungsbedürftig. Hinzu kommt, dass Schüler/innen und Studierende der schulischen Berufsinformation nach den Ergebnissen des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften ein miserables Zeugnis ausstellen.

> Fazit

Angebote von Wissenschaftsmessen und Science Centern finden ihr Publikum und stoßen auch bei eher technikfernen Personengruppen ein allgemeines Interesse an Technik an, für bereits technisch interessierte Personen dienen sie der Information über neue, spezifische Technologien, wie beispielsweise die moderne Bio- oder Nanotechnologie. Sie verbleiben aber 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 Motivati-

on erreicht werden. Die Vernetzung kann Auf- und Nachbereitung solcher Angebote umfassen, die von Schüler/innen-Seite auch ausdrücklich gewünscht wird.

Die Debatte über die Effekte alter (formaler) und neuer (informeller) Lernformen ist mit den Ergebnissen von MoMoTech nicht eindeutig zu beantworten. Klar zeigt sich aber, dass sich bei praxis- und projektbezogenen Vermittlungsformen die stärkeren Effekte einstellen, bei der Frühförderung jedoch eine professionelle Anleitung unabdingbar ist. Ein spaßhafter Umgang mit Technik allein reicht nicht aus, um Interesse anhaltend zu wecken und in eine intrinsische Motivation zu überführen. Projekte, die auf Multiplikatoren/innen beruhen, können wichtige Informationen über die Berufswelt vermitteln, bislang sind die meist ehrenamtlichen Einsatzkräfte aber noch nicht genügend geschult, um diese Aufgabe effektiv zu bewältigen.

5.4 TECHNIKVERMITTLUNG BEI MÄDCHEN UND JUNGEN FRAUEN

Die geringen Anteile von Frauen in den klassischen Ingenieurberufen Elektrotechnik und Maschinenbau waren Anlass zu genderspezifischen Evaluationsstudien. Zwei zentrale Fragen lauteten, ob sich geschlechtsspezifische Verhaltensweisen im Umgang mit Technik bereits in frühen Altersphasen zeigen und ob spezifische Frauenförderungen auch die gewünschten Wirkungen hin zu mehr Technikinteresse bei Mädchen, Schülerinnen und Studentinnen erzielen.

- In den untersuchten Modellprojekten der Früherziehung finden sich kaum Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen, wenn es um die Intensität des Umgangs mit technischen Spielangeboten geht. Jedoch finden sich Hinweise für einen geschlechtsspezifischen Umgangsstil. Mädchen wechseln nicht so oft die Spielobjekte und beschäftigen sich länger und ausgiebiger mit

einem technischen Spielzeug. Vor allem die Ergebnisse von KiTec weisen auf diese unterschiedlichen Umgangsformen von Mädchen und Jungen hin, allerdings auf einer geringen Datenbasis. Gleiche Intensität bei unterschiedlichem Umgang deutet zwar auf unterschiedliche Erlebnishorizonte hin, aber nicht auf eine generelle Technikferne der Mädchen.

- Im Gegensatz zu Modellprojekten mit jüngeren Kindern finden sich bei Projekten mit älteren Jugendlichen (zum Beispiel SIA) nur geringe Anteile von Schülerinnen. Erstmals zu beobachten waren geschlechtsspezifische Unterschiede in der Grundschule beim Unterricht im Klassenverband für den Bereich Technik, nicht für die Naturwissenschaften. Insgesamt sind diese Befunde ein Indiz dafür, dass die ablehnende Haltung von Mädchen und Schülerinnen gegenüber der Technik in frühen Phasen der Sozialisation erlernt und verinnerlicht wird.
- Technisch interessierte Schülerinnen bevorzugen Technikanwendungen mit sozialen Bezügen zu Umwelt und Gesundheit, Biotechnologie und Gentechnik. Jungen interessieren sich hingegen mehr für Energie, Kraftfahrzeugtechnik, Elektrotechnik und Maschinen.
- Insgesamt bestätigt sich die schon in anderen Studien⁷⁵ belegte Tendenz, dass sich Mädchen bei gleichen oder sogar besseren Noten in Mathematik, Physik oder Technik signifikant als weniger technikkompetent einschätzen als Jungen. Diese halten sich gegenüber Mädchen überwiegend für kompetenter und besser geeignet für entsprechende Berufe.
- Mädchen fühlen sich in gruppenbezogenen monoedukativen Lernsituationen am besten gefördert. Hierbei sind nicht nur fachliche Aspekte, sondern auch Interaktionseffekte bedeutsam. In reinen Mädchenklassen fühlen sich die Schülerinnen freier, Nachfragen zu stellen. Sie erleben sich als weniger kontrolliert, sind motivierter für eigenständiges Handeln und übernehmen wie selbstverständlich Verantwortung bei Versuchen und Experimenten.

⁷⁵ Vgl. OECD 2007.

> Fazit

Die Antworten auf die beiden eingangs beschriebenen zentralen Fragen sind aus Sicht der Evaluationsergebnisse eindeutig. Techniknähe wird Jungen eher vermittelt als Mädchen, wobei Jungen zugleich den Mädchen weniger an Technikkompetenz zugestehen. Technisch interessierte Mädchen treffen hier auf einen doppelten negativen Rückkopplungseffekt: Sie erfahren weniger externe Förderung, haben externe Hindernisse zu überwinden und werden von technisch begabten Jungen beim gemeinsamen Lernen in ihren technischen Begabungen kritisch beurteilt.

Es gelingt in unserem Bildungssystem nicht, das anfängliche, intuitive Interesse von Mädchen an Technik über die (Schul-)Zeit zu retten und in ein stabiles Selbstkonzept bezüglich ihrer technischen Fähigkeiten zu überführen. Technisch begabte Mädchen gehen mit gehörigen Selbstzweifeln an ihrer technischen Kompetenz in gemeinsame Lernsituationen mit Jungen und werden dabei meist in ihren Selbstzweifeln anstatt ihrer intrinsischen Motivation bestärkt.

Die Frage nach den Effekten der monoedukativen Erziehung ist aus Sicht der Evaluationsergebnisse ebenso eindeutig zu beantworten: Mädchen fühlen sich in rein weiblichen Lernorten und -situationen am wohlsten und besonders gefördert. Ihre Selbstzweifeln verringern sich, ihre intrinsische Motivation steigt. Die vorliegenden Ergebnisse sind ein Plädoyer für die monoedukative Technikförderung von Schülerinnen. Die Unterschiede im Technikverständnis sind sicher zu einem Großteil Produkt der Erziehung und der Interaktionen mit der sozialen Umwelt.

6 PROGRAMM- UND KONZEPTEVALUATIONEN

Die zur Evaluation ausgewählten Projekte stehen in ihrer Bandbreite für typische Formen und Herangehensweisen zur Technikvermittlung. Deshalb sollen in diesem Kapitel die zentralen Befunde hinsichtlich der in den Projekten vorherrschenden Ansätze und Vorgehensweisen zusammengefasst werden. Angestrebt ist damit eine Konzeptevaluation, die über die summarische und vergleichende Bewertung einzelner Effekte hinausgeht.

6.1 PUSH-AKTIVITÄTEN

PUSH-Aktivitäten (Public Understanding of Science and Humanities) zählten zu den ersten Aktivitäten zur verbesserten Technikvermittlung in modernen Gesellschaften. Vor allem in den USA und Großbritannien entstanden in den letzten zwanzig Jahren entsprechende Aufklärungskampagnen, Science Center und Partizipationsprojekte (unter anderem America Speaks, Nano-Nation und GM-Nation in Großbritannien). Diese waren didaktisch innovativ und begründeten neue, informelle Lehrmethoden. Heute sind die Science Center weltweit miteinander vernetzt und tauschen Erfahrungen, Programme und Materialien aus. In den Ursprungsländern USA und Großbritannien haben PUSH-Initiativen zu einer frühen Reform der Schulpädagogik beigetragen und mit einem erhöhten Praxis- und Projektbezug bedeutsame Frei- und Zeiträume für informelles Lernen geschaffen.

Lange Zeit galt PUSH als ein Erfolgsrezept gegen Technikverdrossenheit und zur Sicherung eines nachhaltigen Interesses an Wissenschaften. Dieses Bild zeigt seit Neuestem Risse, weil eine punktuelle Wissenschaftsvermittlung nicht vor einem nachlassenden Interesse an Technik und Naturwissenschaften schützt. Während in Deutschland neue Science Center nach den Vorstellungen der PUSH-Programme gebaut werden, laufen international die ersten weitreichenden Evaluationsstudien zu den individuellen und systemischen Wirkungen der PUSH-Aktivitäten an. Hier

wäre es durchaus ratsam, die Ergebnisse dieser Studien abzuwarten, bevor weitere hohe Investitionen in neue PUSH-Programme und -Zentren getätigt werden.

In den PUSH-Projekten sind die tradierten Lehrformen der Naturwissenschaften und Technik durch neue pädagogische Ansätze und didaktische Verfahren ersetzt worden. Vor allem wird in diesen Projekten geübt, eigene Forschungsfragen zu stellen, sich Experimente selbst auszudenken und durchzuführen und die Ergebnisse mithilfe des gelernten Stoffes selbstständig zu interpretieren. Sobald Schüler/innen einmal diese neuen Lernerfahrungen gemacht haben, wächst das Interesse an einem vergleichbaren Schulunterricht. Dieser Effekt kann aber erst dann zum Tragen kommen, wenn Schüler/innen ihre Erfahrungen mit außerschulischen und schulischen Lernorten in die Schulpraxis einbringen können. Das Schüler/innen-Gutachten des LeMoTech-Projekts und das Schüler/innen-Symposium bei der Evaluation des IdeenParks 2008 zeigen Möglichkeiten auf, wie die Sichtweisen der Betroffenen in die Gestaltung von Unterricht und Bildungsangeboten eingebracht werden können. Bisher wird in Deutschland die Pädagogik von Experten/innen und Verbänden bestimmt, selten aber mit den betroffenen Schülern/innen diskutiert oder entwickelt.

Aus Sicht der Evaluationsstudien sind PUSH-Aktivitäten mit dem Ziel individueller Förderung und Inspirationen für Technik nur dann sinnvoll, wenn sie im Zusammenhang mit kontinuierlichen Bildungsangeboten vor- und nachbereitet werden oder gar in den Unterricht integriert sind. Dies ist das Ergebnis der evaluierten Besuche in Science Centern im Rahmen des IdeenParks 2008, der SIA und LeMoTech. Der positive Beitrag der PUSH-Aktivitäten liegt jedoch darin, dass ihre Angebote Personen mit bisher eher geringem Technikinteresse erreichen und diese für Technik zumindest kurzfristig zu interessieren vermögen. Für technisch talentierte Jugendliche leisten sie einen Überblick über aktuelle Technikinnovationen und neue Entwicklungen, denn oft

mals sind diese – so die Ergebnisse des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften – in ihren Interessen sehr einseitig auf nur eine Technologie ausgerichtet.

6.2 MULTIPLIKATOREN- UND MENTORING-PROGRAMME

Die einfache Methodik, durch mobile Materialien (Forscherkisten und Forscherkoffer) möglichst viele interessierte Personen zu erreichen, hat vielfältige Vorteile. Gemeinsam ist diesen Vermittlungskonzepten, dass sie dezentral an unterschiedlichen Lernorten angeboten werden und an bestehenden Bildungsinstitutionen leicht anzukoppeln sind. Dies gilt für die Angebote der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ ebenso wie für den Magic-Elektro-Koffer, die KiTec-Forscherkisten und viele andere. Als besonders positiv wirkt sich dabei aus, dass der Zugriff auf diese mobilen Materialien mit Schulungs- und Trainingskursen für die Bezugspersonen der Technikvermittlung vor Ort (unter anderen Erzieher/innen, Lehrer/innen) verbunden ist. Wenn man dieses Konzept bundesweit und flächendeckend ausweiten will, sind große organisatorische Anstrengungen notwendig, um die erforderlichen regionalen und lokalen Vernetzungen aufzubauen. So wirkungsvoll diese Vorgehensweise ist, so hat sie auch ihre Risiken. Die Verantwortlichkeit wird delegiert und hängt vom Engagement mehrerer zwischengeschalteter Institutionen und deren Beauftragten für die Betreuung und Weitergabe der Inhalte ab.

In den Modellprojekten finden sich verschiedene Lösungsansätze. KiTec geht den Weg der Vernetzung über Firmen und Mitgliedsunternehmen, also über eine institutionelle Vernetzung, auf die eine persönliche Delegation folgt. Gespräche mit Wissenschaftlern/innen, die mit dem Training der betrieblichen Betreuer/innen und Lehrer/innen beauftragt wurden, zeigen, dass institutionelle Vernetzung sowie persönliches Engagement und Verantwortlichkeit nicht immer zueinanderfinden. Die Stiftung „Haus der kleinen For-

scher“ geht einen umgekehrten Weg: Erzieher/innen werden geschult, und diese Schulungen sind Voraussetzung für die Zertifizierung der Kindergärten. Hier folgt die institutionelle Vernetzung einer persönlichen Verantwortlichkeit und dem Engagement von Vermittlern/innen. Die Evaluationsergebnisse sind zwiespältig: Nicht immer springt der Funke auf andere Erzieher/innen über, was aber für die dauerhafte Wirksamkeit eines Kindergartens als Stätte der kleinen Forscher nötig wäre. Darüber hinaus wenden viele Kindergärten das angestrebte pädagogische Konzept der kokonstruktiven Technikvermittlung nicht an, sondern vermitteln die neuen Themen, Ziele und Materialien nach der traditionellen, lehrerzentrierten Methode. Tendenziell hat sich aber das Konzept der kleinen Forscher bewährt: Die Evaluationsergebnisse zeigen hier deutliche Lerneffekte bei den Kindern.

Von besonderer Bedeutung ist die Fach- und Sozialkompetenz der beauftragten Personen. In den USA hat die AESA beispielsweise ausführliche Standards für diese Kompetenzen entwickelt und damit die Technikvermittlung professionalisiert. In Deutschland herrscht hingegen das Ehrenamt vor, bei dem einzelne Pioniere die Projektgestaltung oft nach eigenem Belieben vornehmen. Dabei ist dies keineswegs ein Hinderungsgrund für effektive Technikbildung. Gerade Projekte in ausschließlich ehrenamtlicher Trägerschaft weisen teilweise die beste Betreuung der teilnehmenden Kinder und Jugendlichen auf. Dies gilt zumindest für die hier evaluierten Projekte. Um das Ehrenamt wirksam in die Technikbildung einzubinden, ist vor allem ein ausdifferenziertes Angebot an attraktiven Weiter- und Fortbildungsangeboten sowie die aktive Vernetzung mit schulischen Bildungsinstitutionen zu empfehlen.

In allen Evaluationsstudien wurde deutlich, dass pädagogisch geschultes Personal mit hohem und erkennbarem Engagement am meisten zu einer gelingenden Technikvermittlung bei jeder Zielgruppe beiträgt. Je intensiver dieses Mentoring ausfällt, umso besser ist der individuelle Effekt

bei den Zielgruppen. Einen positiven Interaktionseffekt bildet die Kommunikation der beteiligten Kindern und Jugendlichen untereinander. Nach diesen Ergebnissen sind – zugegebenermaßen auf einer sehr hohen Verallgemeinerungsstufe – Förderprojekte mit Mentoring-Ansätzen den Multiplikatoren-Ansätzen vorzuziehen.

6.3 TECHNIKUNTERRICHT AN SCHULEN

Die vorliegenden Evaluationsergebnisse von LeMoTech und vom Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften belegen eindrücklich den positiven Effekt eines eigenständigen Technikunterrichts auf das Interesse und den Kompetenzerwerb der Schüler/innen. Bei einer guten Fachdidaktik und engagierten, geschulten Lehrkräften steigert sich dieser Effekt nochmals erheblich. Zusammenfassend betrachtet sind die Vorteile der Schule als Lernort für Technik vor allem, dass sie ein früh beginnendes und kontinuierliches Förderangebot über die gesamte Schulzeit von zumindest 9 bis 13 Jahren gewährleistet, die interdisziplinäre Technikvermittlung ermöglicht (fachlich, mathematisch, sozioökonomisch, kulturell, literarisch) und die Ausdifferenzierung der Lernangebote nach Interesse und Talentförderung erlaubt. Dem Einwand einer ungenügenden technischen Infrastruktur an Schulen für einen modernen Technikunterricht konnte die Evaluation von LeMoTech eindrucksvoll begegnen: Schulische Techniklabore sind für Schüler/innen attraktiv gestaltbar und bezahlbar. Für Lehrkräfte ist ein gut ausgestattetes Techniklabor eine notwendige Voraussetzung für einen guten Technikunterricht.

Oft werden die Effekte der infrastrukturellen Rahmenbedingungen unterschätzt. Sie sind aus Sicht der Schüler/innen mehr symbolischer Natur, sie vermitteln den Eindruck von Professionalität, Seriosität und Qualität des Unterrichts. Nach wie vor entscheidend für den Lernerfolg bleiben aber die Beziehungen zwischen Lehrenden und Lernenden – also der intensive kommunikative Austausch aller Beteiligten.

Die formale Einbettung des Technikunterrichts in den Schulalltag, ob als eigenes Fach oder integriert in die Naturwissenschaften, ist so lange ohne Bedeutung, wie dem Technikunterricht keine eigene Fachdidaktik zuteil wird. Diese muss praxis- und problemorientiert sein, das heißt den Schüler/innen 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 Schüler/innen 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.

> Fazit

Die derzeitige Mangelsituation bei technischen Fachkräften ließe sich sehr weitgehend auch als ein Scheitern bisheriger Studien und Konzepte ansehen. Hierbei ist Vorsicht geboten, weil negative demografische Faktoren (Bevölkerungsrückgang, „Überalterungseffekte“ in den Berufsgruppen und andere) sowie auch kurzfristige gesellschaftliche Trends die langfristig positiven Effekte dieser Programme überlagern können. Die Ergebnisse der Einzelevaluationen zeigen auf, dass vor allem interaktive Betreuungen für die Förderung von Interesse und Motivation bezüglich Technik und Naturwissenschaften sehr wirksam sind und diese Effekte durch gute Rahmenbedingungen verstärkt werden, während sie sich bei negativen Rahmenbedingungen aber auch verflüchtigen können. Im Gegensatz zu den Mentoring-Ansätzen sind die Multiplikatoren-Konzepte zur Technikvermittlung eher ein fragiles Konstrukt mit einigen Risiken, zumal häufig Personen in institutionellen Kontex-

ten, wie Betrieben, Kindergärten oder Schulen, eingebunden werden, ohne dass eine entsprechende institutionelle Absicherung des individuellen Engagements gegeben ist.

Die Ausweitung von PUSH-Aktivitäten ist besonders sinnvoll vor dem Hintergrund, dass die sozialen und soziohistorischen Zusammenhänge bei technischen Innovationen und deren Folgen in den individuellen Sichtweisen von Jugendlichen oftmals ausgeblendet erscheinen. Sie sollten auf die Vermittlung insbesondere dieser Zusammenhänge abstellen, da PUSH-Aktivitäten eine kontinuierliche Technikförderung in der Regel nicht leisten können. Dies kann nur institutionell und über Bildungseinrichtungen gewährleistet werden.

7 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

7.1 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE GESTALTUNG DER TECHNIKBILDUNG

> Zentrale Stufen der Technikbildung

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/innen sein. Dies erfolgt in vier Stufen: Angestoßen wird dieser kognitive Prozess in der ersten Stufe durch das Wecken von kindlicher Neugierde und Technikfaszination (affektuelle Komponente). Daran anschließend kommt es in der zweiten Stufe darauf an, diese anfängliche Aufmerksamkeit für Technik in ein vertieftes Interesse an ausgewählten Technikthemen zu überführen. Dabei sind Mentoring und Betreuung wichtige Komponenten der Förderung. Im Wechselspiel von eigenen Erfahrungen mit Alltagstechnik, der Vermittlung der grundlegenden Fähigkeiten im Umgang mit technischen Geräten und kognitiven Erfolgserlebnissen wird der Grundstock für ein dauerhaftes Interesse an Technik gelegt. In der dritten Stufe erfolgt die konkrete Beschäftigung mit Technik aus eigenem Antrieb, begleitet von autodidaktischen Lernformen. Hier wird vor allem eine dauerhafte intrinsische Motivation ausgebildet, in der sich auch eine kognitive Repräsentation von Technikleitbildern (zum Beispiel „Technik hilft bei Umweltproblemen“) verfestigt. In der vierten und letzten Stufe kann diese Motivation zur Ausbildung einer Präferenz für einen technischen oder technikenahen Beruf führen, sofern neben dem Interesse auch die Eignung und Begabung für eine solche berufliche Karriere bestehen. Wichtig ist, dass alle Jugendlichen zumindest die ersten beiden Stufen durchlaufen, einerseits um die Technikbildung und damit die Technikmündigkeit in der Bevölkerung insgesamt zu verbessern und andererseits den Pool der Kandidaten/innen, die für eine spätere berufliche

Karriere im technischen Bereich infrage kommen, auch wirklich ausschöpfen zu können.

> Orte der Technikbildung

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 zu thematisieren. Dabei sollten die Chancen sowie die Risiken offen angesprochen werden. 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 bei ihrer Studienfachwahl.

> Gestaltung von Übergängen

Gerade in der kritischen Übergangsphase, in der kindliche Neugierde motivational vertieft werden soll, ist die persönliche Betreuung von größter Bedeutung. Projekte mit intensiven Betreuungsangeboten (bei guten, das heißt geringen Relationen von betreuten Kindern je Betreuer/in) und Mentoring-Konzepte sind nach den vorliegenden Resultaten internetbasierten oder auf Selbstlernmethoden ausgerichteten Ansätzen überlegen. Diese Konzepte schließen einander jedoch nicht aus.

> Lernformen

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 eigengestaltetes Lernen hin, zeigen aber auch die Grenzen dieser Lernmethode auf: Ohne eine Vor- oder Nachbetreuung, sei es im Unterricht oder an außerschulischen Lern-

orten, verpufft die Wirkung von internetbasiertem Lernen schnell. Angesichts der Computerisierung unseres Alltags erscheinen jedoch Internetangebote zur ergänzenden Wissensvermittlung dank ihrer audiovisuellen und interaktiven Technikooptionen durchaus angebracht. Die Wissens-Floater sind ein erster konstruktiver, aber noch kein ausreichender Ansatz hierzu. Es fehlt ein übergreifendes Technikportal, ein „virtueller IdeenPark“, auf dem sich sowohl Informationen zum Technikverständnis als auch Links zu Bildungsangeboten finden lassen. Diese Lücke ist jetzt dank der MoMoTech-Datenbank weiter geschlossen worden.

> Förderformen nach Alter

Angesichts der unklaren 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 ausgesprochen werden. Für die Frühförderung im Elementar- und Primarbereich (Kindergarten und Grundschule) können jedoch Projekte, die auf ko-konstruktiver Pädagogik (Schüler/innen sind gleichzeitig Lehrende und Lernende) beruhen, vorrangig empfohlen werden.

> Formate

So sehr die kokonstruktive Pädagogik in den Modellprojekten Platz gegriffen hat, so selten wird 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/innen-Symposium, Science Cafés, Zukunftswerkstatt, Schüler/innen-Foren, Schüler/innen-Gutachten und Schüler/innen-Parlamente.

> Didaktikmaterialien

Das vielseitige Angebot an Technikkisten und Handlungsempfehlungen für Experimente konnte im Rahmen von MoMoTech nicht evaluiert werden. Aufgrund der gesammelten Eindrücke im Rahmen der Evaluierung von LeMoTech zeigte sich, dass Materialien, die sowohl eigenständiges als auch angeleitetes Arbeiten in Kombination ermöglichten, besonders hohe Lerneffekte auslösten. An diesem Punkt besteht aber weiterer Forschungsbedarf.

7.2 EMPFEHLUNGEN FÜR AUßERSCHULISCHE TRÄGER VON TECHNIKBILDUNG

> Vernetzung

Schulische und außerschulische Angebote zur Technikvermittlung stehen heute meist unvermittelt nebeneinander. Inzwischen ist der außerschulische Sektor im Bereich Technikbildung mindestens so bedeutend wie der öffentlich-rechtliche Bildungssektor. Selbst im Bereich der frühen Vermittlung technischer und naturwissenschaftlicher Elementarbildung in Kindergärten hat sich inzwischen, vor allem mit dem Haus der kleinen Forscher, eine hohe Dichte von externen Angeboten ergeben. Derzeit verläuft aber die Zusammenarbeit zwischen externen Anbietern und den entsprechenden öffentlichen Bildungseinrichtungen zäh und schwerfällig. Das primäre Ziel aller externen Anbieter sollte es deshalb sein, eine Vernetzung (bei parallelen Zielgruppen) oder Anschlussfähigkeit (bei institutionellen Übergängen) der schulischen und außerschulischen Lernorte zu schaffen. Die entscheidende Größe, um eine Vernetzung

zu erreichen, sind die Förderwege und deren Ausrichtung nach einem Förderkatalog, der den neuesten Ergebnissen der Lernforschung, Didaktik und besten organisatorischen Rahmenbedingungen entspricht.

> Erfahrungsaustausch

Auch der Erfahrungsaustausch der Träger untereinander ist nach den MoMoTech-Ergebnissen zu urteilen defizitär. Oftmals wird versucht, das Rad der technischen Bildung neu zu erfinden. Es mangelt an einem Verständnis dafür, dass die Förderung von Technikvermittlung und Technikbildung gemeinsame Anstrengungen und Aktivitäten erfordert. Das sogenannte Stückwerk ist hier nicht zielführend. 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.

> PUSH-Aktivitäten

Science Center ohne Techniklabore und ohne Vernetzung mit Schulen leisten vorrangig PUSH-Aktivitäten im Sinne einer punktuellen Technikvermittlung, nicht aber Basisarbeit für eine fundierte Technikbildung. Sie verhelfen der Technik zu einer erhöhten Attraktivität, beispielsweise durch Ausstellungen oder Messen. Ihr Beitrag zur individuellen Technikförderung besteht vorwiegend darin, das kurzzeitige Interesse an ausgewählten „exponierten“ Technologien oder Phänomenen emotional zu befördern. Ihr Effekt besteht bestenfalls darin, „Neugierde“ zu wecken. Auch das ist wichtig, sollte aber nicht den Kern der Technikbildung ausmachen.

> Allgemeine Technikvermittlung

Für die Aufgabe der allgemeinen Vermittlung von Technik und Naturwissenschaften überzeugt vor allem das mobile

Konzept des IdeenParks. Er erreicht eine hohe mediale Aufmerksamkeit und hohe Besucher/innen-Zahlen, er richtet sich auch an technikferne Personen. Die Angebotspalette ist weitreichend und sollte sich in Zukunft auf attraktive Mitmachbereiche (SchlauLoPolis) und auf die Dokumentation des Beitrags technischer Innovationen für Leben, Freizeit und Beruf konzentrieren. Daneben haben sich auch Workshops für spezifische Zielgruppen (hierunter insbesondere Lehrer/innen und Dozenten/innen) in der Evaluation gut bewährt. Die Auswertung der Evaluation des IdeenParks zeigt aber auch, dass Informationen und Ratschläge zur Berufsorientierung bei der angestrebten Zielgruppe nicht angekommen sind und langfristig kaum wirksame Resonanz erzeugen konnten.

> Lernangebote

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 verschiedene Altersgruppen verfügen. Damit werden diese für Schulen ein interessanter Kooperationspartner für aufeinander abstimmbare Programme und Projekte zur Technikbildung. Alle Aktivitäten, die Schulen mit Science Centern gemeinsam angehen, sollten im Schulunterricht thematisch vor- und nachbereitet werden, um kontinuierliche Bildungsangebote sicherzustellen.

> Talentförderung

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. Die SIA-Evaluation lässt Zweifel aufkommen, ob diese Voraussetzungen bei allen teilnehmenden Unternehmen vorliegen. Zu empfehlen sind deshalb Zertifizierungsprogramme und intensive Schulungen für Praktikumsbetreuer/-innen.

> Informationspool

Die vorhandenen Lehrmaterialien, von Forscherkisten über Forscherecken mit ansprechender Ausstattung bis hin zu Handbüchern mit experimentellen Anleitungen, sollten in einem Informationspool zentral zusammengefasst werden, denn viele Akteure in den Modellprojekten wissen über Angebote anderer Anbieter kaum oder gar nicht Bescheid. Dies vermeidet Replikationen und macht die Projektarbeiten effizienter.

> Multiplikatoren/-innen schulen

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

7.3 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE TECHNIKBILDUNG IN SCHULEN UND ÖFFENTLICHEN BILDUNGSEINRICHTUNGEN

> Technikunterricht

Die Einführung eines Technikunterrichts ist nach den vorliegenden Evaluationen nicht nur sinnvoll, sie ist längst überfällig, weil unsere Gesellschaft in Alltag, Freizeit und Beruf durchgängig technisiert ist. Technische Kompetenzen betreffen den Umgang mit entsprechenden Geräten im Alltag und Beruf, befähigen zur elektronischen Kommunikation (Internet) und erlauben eine fundierte Einschätzung von Chancen und Risiken neuer Technologien. Technische Kompetenz muss Allgemeingut menschlicher Bildung sein. Ziel ist dabei die individuelle Technikmündigkeit.

> Gestaltung des Unterrichts

Das erforderliche Wechselspiel von eigenen Erfahrungen, gestalterischen Ansätzen in Design und Konzipierung von Technik, experimenteller Herangehensweise und dem Begreifen allgemeiner Funktionsprinzipien bedingt eine hohe Vielfalt in der individuellen Technikbildung: 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. Wegen dieser Vielfalt kann es auch keine einheitlichen Empfehlungen zur Technikdidaktik geben. Wichtig 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. Besonderes Gewicht sollte dabei auf die Bearbeitung realitäts-

naher Fragestellungen, wie dies zum Beispiel bei TheoPrax, der SIA oder dem Rennstall Rabutz zum Ausdruck kommt, gelegt werden.

> Rahmenbedingungen

Technikbildung in der Schule braucht geeignete Rahmenbedingungen. 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.

> Ko- versus Monoedukation

Bei der gezielten Förderung von Mädchen und Schülerinnen gibt es noch kein abschließendes Urteil in der Frage der Koedukation. Die empirischen Resultate von MoMoTech sind eindeutig und münden in ein klares Plädoyer für monoedukative Lernformen. In der konkreten Ausgestaltung bedeutet dies nicht in jedem Fall eine räumliche oder zeitliche Trennung bei den Angeboten zur Technikbildung und -vermittlung, oftmals reicht es, wenn Arbeitsgruppen geschlechtsspezifisch zusammengesetzt werden. Allerdings befürworten nach den Ergebnissen der Forscherinnen-Camps die Mädchen auch eine räumliche Trennung. Dies wird durch die Evaluation gestützt: Tendenziell sind die Lerneffekte bei den Mädchen hinsichtlich Interesse und Motivation bei räumlich separierten Formen der Monoedukation 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/innen beider Ge-

schlechter offen anzusprechen und zum anderen zumindest teilweise monoedukative Lernformen zu bevorzugen.

7.4 EMPFEHLUNGEN FÜR DEN INSTITUTIONELLEN AUF- UND AUSBAU DER TECHNIKBIEDUNG

> Lehrer/innen-Ausbildung

Wie bereits bei den schulischen Empfehlungen angesprochen, ist die flächendeckende Einführung eines Technikunterrichts in allen Schultypen vom Kindergarten über die Primar- bis zur Sekundarstufe II unerlässlich, um Technikvermittlung und Technikbildung voranzutreiben. Ob dabei das Fach Technik eigenständig im Curriculum verankert oder aber in andere fachliche Zusammenhänge (Wirtschaft, Kultur, Werkunterricht, Naturwissenschaften oder Design) eingebettet werden soll, ist dabei nicht wesentlich und kann den landesspezifischen Strukturen angepasst werden. Allerdings erfordert der Technikunterricht fachlich und didaktisch ausgebildetes Lehrpersonal, eine eigene Technikdidaktik und eine entsprechende Ausstattung in den Schulen.

> Förderpraxis

Die meisten externen Modellprojekte befinden sich in privater Trägerschaft, organisiert als persönliche (zum Beispiel Denzlinger Cleverle), betriebliche (etwa Mitmachlabore), verbandliche (zum Beispiel Forscherinnen-Camps) oder von Stiftungen finanzierte Vorhaben (KiTec der Wissensfabrik, Haus der kleinen Forscher). Die legitime Planungshoheit für konzeptuelle Gestaltungen von Programmen ist jedoch eher bei den staatlichen Institutionen, einschließlich der Wissenschaft, zu verorten. Hier gilt es, die privaten Initiativen mit dem staatlichen Auftrag der Allgemeinbildung besser zu verzahnen, vor allem um die verfügbaren finanziellen Ressourcen in wissenschaftlich geprüfte Modellprojekte zu lenken. Besonders geeignet erscheint dazu ein gemeinsames

Stiftungskonzept, in dem sich öffentliche, wissenschaftliche und private Träger zusammenfinden. Empfehlenswert ist auch ein gemeinsames Förderprogramm, das von allen Akteuren mitgetragen wird. Die jetzige Förderpraxis von Einzelprojekten lässt oft den Wald vor lauter Bäumen nicht erkennen und viele gut gemeinte Initiativen versanden, weil es keine Folgeaktivitäten in der Schule oder an außerschulischen Lernorten gibt. Bereits kritisch angemerkt wurde, dass viele Förderprojekte nicht evaluiert und bei Mittelvergaben Evaluationsergebnisse oft nicht berücksichtigt werden.

> Kommunale Technikzentren

Um eine flächendeckende Versorgung mit Angeboten zur Technikvermittlung zu gewährleisten, gilt es auch, kommunale Jugendtechnikzentren zu fördern und aufzubauen. In größeren Städten können auch Science Center diese Funktion übernehmen. In kleineren Gemeinden können dies die Schulen in Kooperation mit lokalen Betrieben oder anderen externen Betreibern sein. Kommunale Technikzentren sind vor allem im ländlichen Raum bedeutsam. Ihr Vorteil liegt in der kleinräumigen Vernetzung mit lokalen Firmen und Schulen, wodurch Alltagsbezüge bei der Technikvermittlung in den Vordergrund rücken. Die Schüler/innen lernen dabei die berufliche Praxis kennen, eignen sich grundlegende motorische Fähigkeiten im Umgang mit technischen Geräten an und erleben damit Technik in ihrer einzigartigen Kombination als ein analytisch abstraktes Konzept angewandter Naturwissenschaften sowie als ein gestalterischer Auftrag zur besseren Befriedigung menschlicher Bedürfnisse.

> Berufs- und Studieninformation

Die schulischen Berufs- und Studieninformationen werden überwiegend schlecht bewertet. Dies ist auf zwei Faktoren zurückzuführen: 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 eine/n BOGY-Beauftragte/n an der Schule, der/die für Rückmeldungen zum Praktikum verantwortlich ist und Hilfestellung bei der Bewerbung und Adressenbereitstellung von Unternehmen anbietet. Solche Projekte sollten ergänzt werden durch Angebote zur Schulung von Betreuern/innen in Betrieben und auch Hochschulen (Frage der Freistellungen). Auch die Initiative Technikum des BMBF zeigt einen in der Theorie erfolgversprechenden Weg auf, der in der praktischen Umsetzung allerdings noch verbessert werden kann.

> Internet-Informations-Portal

Angesichts der Komplexität der Berufswelt von Ingenieuren/innen und der Vielzahl von entsprechenden akademischen Ausbildungsmöglichkeiten in drei verschiedenen Bildungszweigen (Universitäten, Fachhochschulen, duale Hochschulen/Berufsakademien) ist die berufliche Orientierung für technisch interessierte Schüler/innen beschwerlich und kompliziert. Individuelle Ansätze, wie Berufsinfo-Abende mit ein bis zwei anwesenden Ingenieuren/innen, 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. Dieses Portal zu initiieren könnte eine Aufgabe der entsprechenden Berufsverbände oder der Dachverbände der Wirtschaft sein.

> Gesellschaftliches Image der Ingenieurberufe

Die Ergebnisse von MoMoTech sowie auch des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften zeigen auf, wie sehr

situative Schlüsselerlebnisse und gesellschaftliche Trends auch in späten Sozialisationsphasen die individuelle Technikbiografie beeinflussen können. Im Positiven wirken sie als Initialzündung, im Negativen als Hemmnis. Wenige falsche Signale genügen, um das zu zerstören, was mühevoll im Engagement der Modellprojekte aufgebaut wurde. Die negativen Schlüsselerlebnisse können negative Medienberichte sein oder auch Trendaussagen, die den Ingenieurberuf diskreditieren (Entlassungswellen). So äußerten im Ingenieurbarometer 2001 der TA-Akademie gut zwei Drittel der befragten Ingenieure/innen Selbstzweifel am positiven Image ihres Berufes – eine schlechte Ausgangsbasis, um der jüngeren Generation ein positives gesellschaftliches Image der Ingenieurberufe zu vermitteln, wenn deren Repräsentanten/innen an ihrem eigenen Berufsimagen Zweifel haben. Obwohl sich diese Zweifel in den letzten zehn Jahren weitgehend verflüchtigt haben, stehen Ingenieur- und Berufsverbände, Arbeitgeber/innen, Gewerkschaften und wissenschaftliche Einrichtungen, wie acatech, nach wie vor in der Pflicht, für ein gesellschaftliches und berufliches Umfeld zu sorgen, in dem eine techniknahe Tätigkeit als Auszeichnung und als konstruktiver Beitrag zum Wohlergehen der Gesellschaft gewertet wird.

> Technikmündigkeit

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. Die Entwicklung zur Technikmündigkeit umfasst die Stufen der Förderung des

Interesses, der Technikaufgeschlossenheit und einer zumindest rudimentären Motivation, sich intensiver mit Technik zu beschäftigen. Dazu können alle Initiativen einen wichtigen Beitrag leisten.

Zum Schluss soll noch auf den weiteren Forschungsbedarf hingewiesen werden. Vorrangig gilt es, die Nachhaltigkeit von einzelnen Lernprozessen in vergleichenden Panelstudien (Befragungen der gleichen Gruppe über mehrere Jahre hinweg) systematisch zu überprüfen. Zudem sollten die Effekte der Betriebspraktika auf die Berufswahl gründlicher untersucht werden. Praktika sind zentral für die Motivation und die spätere Berufswahl, weil sie einen Abgleich des individuellen Selbstbildes mit den erfahrbaren beruflichen Tätigkeitsprofilen von Ingenieuren/innen ermöglichen. Zum Dritten sind weitere Studien zum Übergang von Neugierde an Technik hin zu einer „prä-intrinsischen“ Motivationsphase erforderlich, weil die Evaluationen in Übereinstimmung mit anderen Studien zeigen, dass Technikinteresse bereits im Kindergarten und in der Primarstufe ausgebildet wird. Nachdrücklich empfohlen wird die Fortführung des Nachwuchsbarometers Technikwissenschaften, insbesondere um an Panelstandorten von Hochschulen und Schulen den Verlauf der akademischen Ausbildung im Einzelnen nachzuzeichnen.

LITERATUR

acatech 2009

acatech (Hrsg.): *Strategie zur Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaft. Handlungsempfehlungen für die Gegenwart, Forschungsbedarf für die Zukunft*, Heidelberg u. a.: Springer Verlag, 2009.

acatech/VDI 2009

acatech/VDI (Hrsg.): *Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften*, München/Düsseldorf 2009 – Ergebnisbericht.

Arnold/Hiller/Weiss 2010

Arnold, A./Hiller, S./Weiss, V.: *LeMoTech – Lernmotivation im Technikunterricht. Projektbericht*, Stuttgart: Universität Stuttgart, 2010.

Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus/IKIT 2007

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

Bertelsmann-Stiftung 2010

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

Landesanstalt für Erziehung und Unterricht 2008

Landesanstalt für Erziehung und Unterricht, Stuttgart: *BOGY, Informationen zur Berufs- und Studienorientierung an Gymnasien (2008)*. URL: <http://www.leu.bw.schule.de/berat/bogy.htm>.

Engeln 2004

Engeln, K.: *Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken*, Berlin: Logos Verlag, 2004.

Evanschitzky 2009

Evanschitzky, P.: *Forschendes Lernen – selbstbestimmt und interessengeleitet. Vortrag im Rahmen der internationalen Fachtagung Sprache 2009*, Heidenheim. URL: http://www.heidenheim.de/fileadmin/gb50/fachtagung2009/Evanschitzky_Kernfolien_HDH.pdf [Stand: 10.02.2010].

FEANI 2001

Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs (FEANI) (Hrsg.): „*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).*“ In: FEANI News 02 – 2001, Brüssel.

FEANI 2010

Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs (FEANI) (Hrsg.): „*More Engineers for Europe.*“ In: FEANI News Vol./Issue 6, February 2010, Brüssel.

Guderian/Priemer 2008

Guderian, P./Priemer, B.: „*Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche – eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland.*“ In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, PhyDid 2/7, S. 27 – 36.

Guderian/Priemer/Schön 2006

Guderian, P./Priemer, B./Schön, L.: „*In den Unterricht eingebundene Schülerlaborbesuche und deren Einfluss auf das aktuelle Interesse an Physik.*“ In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, PhyDid 2/ 5, S. 142 – 149.

Hellmer 2007

Hellmer, J.: *Schule und Betrieb. Lernen in der Kooperation*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2007.

Hiller/Pfenning/Renn 2008

Hiller, S./Pfenning, U./Renn, O.: *Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation des Ideen-Parks 2008*, Stuttgart: Universität Stuttgart, 2008.

Hiller 2010

Hiller, S.: *Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation der Forscherinnen-Camps*, Stuttgart: Universität Stuttgart, 2010.

Huck/de Haan/Plesse 2009

Huck, J./de Haan, G./Plesse, M.: *Schülerlabor und Co. Außerschulische, naturwissenschaftlich-technische Experimentierangebote als Ergänzung des Schulunterrichts in der Region Berlin-Brandenburg*, Berlin: Regioverlag, 2009.

Ihsen/Renaud/Hantschel 2009

Ihsen, S./Renaud, J./Hantschel, V.: *Potenziale nutzen - Ingenieurinnen zurückgewinnen – zum Drop-Out von Ingenieurinnen*, TU München, Stiftung Impuls Baden-Württemberg, Stuttgart, 2009.

Jakobs/Lehnen/Ziefle 2008

Jakobs, E.-M./Lehnen, K./Ziefle, M.: *Forschungsstudie, Alter und Technik – Studie zu Technikkonzepten, Techniknutzung und Technikbewertung älterer Menschen*, Aachen: Apprimus, 2008.

Jarvis/Pell 2005

Jarvis, T./Pell, A.: „*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 (2005), S. 53 – 83.

Kirschner/Sweller/Clark 2006

Kirschner, P. A./Sweller, J./Clark, R. E.: „*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., S. 75 – 86.

Krapp 2002

Krapp, A.: „*Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective.*“ In: *Learning and Instruction* 12/2002, S. 383 – 409.

Liegle 2008

Liegle, L.: „*Erziehung als Aufforderung zur Bildung.*“ In: Thole, W./Rosbach, H. G./Fölling-Albers, M./Tippelt, R. (Hrsg.): *Bildung und Kindheit. Pädagogik der frühen Kindheit in Wissenschaft und Lehre*, Opladen: Leske + Budrich, S. 85 – 113.

LPE Technische Medien 2009

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

Lück 2007

Lück, G.: „*Naturwissenschaften: ein Fall für Kinder.*“ In: Hausherr, C./Lück, G./Sörensen, B.: *Tüfteln, forschen, staunen: Naturwissenschaftliche Experimente für Kindergruppen von 4 bis 8*, 3. überarb. Aufl., Hölstein: Verlag KgCH, 2007, S. 8 – 19.

Lück 2006

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

Milberg 2009

Milberg, J. (Hrsg.): *Förderung des Nachwuchses in Technik und Naturwissenschaften. Beiträge zu den zentralen Handlungsfeldern*. Berlin und Heidelberg: Springer Verlag, 2009.

Minks 2004

Minks, K.-H.: „Wo ist der Ingenieur Nachwuchs?“ In: Kurzinformation des Hochschul-Information-Systems (HIS), Aktuelle Informationen zur Attraktivität des Hochschulstandortes Deutschland, A5/2004, Hannover, S. 13 – 29.

Mitchell 1993

Mitchell, M.: „Situational interest: Its multi-faceted structure in the secondary school mathematics classroom.“ In: *Journal of Educational Psychology* 85(3), S. 424 – 436.

OECD 2009

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

OECD 2007

OECD (Hrsg.): *PISA 2006. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen*. Kurzzusammenfassung. Paris/Brüssel, 2007.

Pfenning/Renn/Mack 2002

Pfenning, U./Renn, O./Mack, U.: *Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe. Strategien gegen den Nachwuchsmangel*, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg: Stuttgart, 2002.

POLLEN 2007

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

Stiftung HdKf 2008

Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): *Jahresbericht*, Berlin, 2008.

Stiftung HdKf 2009a

Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): *Jahresbericht*, Berlin, 2009.

Stiftung HdKf 2009b

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

Wachinger 2009/2010

Wachinger, G.: „*Forschen ist mehr als Zuschauen.*“ Artikelreihe in: KiTa aktuell, Ausgabe Baden-Württemberg, Hefte Juni 2009 bis Juni 2010, Neuwied: Carl Link.

Ziefle/Jakobs 2009

Ziefle, M./Jakobs E.-M.: *Wege zur Technikfaszination – Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte*. Heidelberg u. a.: Springer Verlag, 2009.

GLOSSAR

AESA	American Educational Studies Association
BBAW	Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
BBQ	Bildungsverband Berufliche Qualifikation
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BOGY	Berufs- und Studienorientierung am Gymnasium
CTT	CampusThüringenTour (Kurzbezeichnung eines Modellprojekts)
DC	Denzlinger Cleverle (Kurzbezeichnung eines Modellprojekts)
ECSITE	European Network of Science Centres and Museums
EUTENA	Bezeichnung des Projekts zur Zukunft der technisch-naturwissenschaftlichen Berufe an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften
JIA	Junior-Ingenieur-Akademie
HdkF	Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (fördert bundesweit die frühkindliche Bildung in den Bereichen Naturwissenschaften und Technik in Kindergärten)
IKIT	Initiativkreis Informationstechnik
JUTEC	Jugend und Technik, eine Initiative des Vereins Deutscher Ingenieure
Kita	Kindertagesstätte
KiTec	„Kinder entdecken Technik“, ein Leuchtturmprojekt der Wissensfabrik
LeLa	Lernort Labor – Zentrum für Beratung und Qualitätsentwicklung
LeMoTech	Lernmotivation und Lerneffekte im Vergleich von schulischen und außerschulischen Lernorten (BMBF-Projekt an der Universität Stuttgart)
LPE	LPE Technische Medien GmbH, kommerzieller Anbieter von Technikmedien
LTA	Landesmuseum für Technik und Arbeit (ehemalige Bezeichnung des heutigen Technoseums in Mannheim)
MINT	Mathematik – Informatik – Naturwissenschaften – Technik
NwT	Naturwissenschaft und Technik, landesweites Schulfach seit 2007/08 in Baden-Württemberg
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PUSH	Public Understanding of Science and Humanities
SIA	Schüler-Ingenieur-Akademie
UMT	Universelles Mediensystem Technik (variable Kunststoffmaterialien für Unterrichtsmodelle)
TA-Akademie	Ehemalige Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
zdi-Zentrum IST.Bochum	Zukunft durch Innovation/Innovationszentrum Schule – Technik, Innovatives Projektzentrum an Schulen in Bochum
ZNL	Transferzentrum für Neurowissenschaften und Lernen in Ulm

BISHER SIND IN DER REIHE „acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT“ FOLGENDE BÄNDE ERSCHIENEN:

acatech (Hrsg.): *Wirtschaftliche Entwicklung von Ausgründungen aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen* (acatech berichtet und empfiehlt, Nr. 4), Heidelberg u. a.: Springer Verlag 2010.

acatech (Hrsg.): *Empfehlungen zur Zukunft der Ingenieurpromotion. Wege zur weiteren Verbesserung und Stärkung der Promotion in den Ingenieurwissenschaften an Universitäten in Deutschland* (acatech berichtet und empfiehlt, Nr. 3), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2008.

acatech (Hrsg.): *Bachelor- und Masterstudiengänge in den Ingenieurwissenschaften. Die große Herausforderung für Technische Hochschulen und Universitäten in Deutschland* (acatech berichtet und empfiehlt, Nr. 2), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2006.

acatech (Hrsg.): *Mobilität 2020. Perspektiven für den Verkehr von morgen* (acatech berichtet und empfiehlt, Nr. 1), Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2006.

> **acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN**

acatech vertritt in die Interessen der deutschen Technikwissenschaften im In- und Ausland in selbstbestimmter, unabhängiger und gemeinwohlorientierter Weise. Als Arbeitsakademie berät acatech Politik und Gesellschaft in technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen. Darüber hinaus hat es sich acatech zum Ziel gesetzt, den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu erleichtern und den technikwissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Zu den Mitgliedern der Akademie zählen herausragende Wissenschaftler aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. acatech finanziert sich durch eine institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie durch Spenden und projektbezogene Drittmittel. Um die Akzeptanz des technischen Fortschritts in Deutschland zu fördern und das Potenzial zukunftsweisender Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft deutlich zu machen, veranstaltet acatech Symposien, Foren, Podiumsdiskussionen und Workshops. Mit Studien, Empfehlungen und Stellungnahmen wendet sich acatech an die Öffentlichkeit. acatech besteht aus drei Organen: Die Mitglieder der Akademie sind in der Mitgliederversammlung organisiert; ein Senat mit namhaften Persönlichkeiten aus Industrie, Wissenschaft und Politik berät acatech in Fragen der strategischen Ausrichtung und sorgt für den Austausch mit der Wirtschaft und anderen Wissenschaftsorganisationen in Deutschland; das Präsidium, das von den Akademiemitgliedern und vom Senat bestimmt wird, lenkt die Arbeit. Die Geschäftsstelle von acatech befindet sich in München; zudem ist acatech mit einem Hauptstadtbüro in Berlin vertreten

Weitere Informationen unter www.acatech.de

> **DIE REIHE „acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT“**

In der Reihe „acatech berichtet und empfiehlt“ erscheinen die Ergebnisberichte von acatech Projekten. Das Themenspektrum umfasst technikwissenschaftliche und daran angrenzende Gebiete. Die Projektberichte enthalten Empfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Die Mitglieder der Projektgruppen verfassen die Ergebnisberichte, die von acatech autorisiert und herausgegeben werden.