

Kapitel 10:
Best Practice in der frühkindlichen Förderung von Technik und
Naturwissenschaften – Ergebnisse aus der Evaluationsstudie
„MoMoTech“

Sylvia Hiller

Einleitung

Die Frage nach einer gezielten Förderung von Technik und Naturwissenschaften liegt darin begründet, dass der Bundesrepublik in den kommenden Jahrzehnten und teilweise bereits heute ein eklatanter Mangel an technischen und naturwissenschaftlichen Fachkräften droht. Ursächlich hierfür sind geringe Studierendenquoten in wichtigen klassischen technischen Disziplinen, wie Maschinenbau und Elektrotechnik, der demographische Wandel hinsichtlich einer geringeren Anzahl junger Menschen sowie die Altersüberhänge in der Erwerbstätigenstruktur von Ingenieuren in Deutschland. Viele Studien sehen einen volkswirtschaftlichen Wertverlust durch den Fachkräftemangel in technischen Berufen aufgrund nicht realisierbarer Aufträge oder Projekte. Aus diesen Entwicklungen resultieren Forschungsfragen zu den Determinanten der Berufswahl, ein klassisches Thema der Soziologie, ohne bisher jedoch zu eindeutigen Ergebnissen zu gelangen. Studien des HIS (Hochschul-Informationssystem GmbH) und der Universität Stuttgart zeigen allerdings auf, dass die Berufsorientierung einen Motivationsmix aus intrinsischen und extrinsischen Motivlagen darstellt.

Daneben konstatieren Taskinen et al., dass für die Teilhabe an kulturellen Prozessen „die mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung [...] in einer von Naturwissenschaften und Technik geprägten Gesellschaft“ (Taskinen et al. 2008: 80) für alle an Bedeutung gewinnt. Dieser kulturelle, bildungsbezogene Zugang stellt die generelle Frage nach einer Technikbildung als wichtiger Wissenskompetenz in modernen, technisierten Gesellschaften. Vor diesem Hintergrund spielt die Aufgabe des Bildungssystems, die Kompetenzen von Kindern und Schülern in den naturwissenschaftlich-technischen Sachgebieten zu unterstützen und nachhaltig zu fördern, eine zunehmende Rolle. Damit sind zwei Dimensionen für eine Technikbildung formuliert: eine ökonomische zur Talentförderung und zur erhöhten Akzeptanz der akademischen technischen Berufe (Rekrutierungsfunktion) und eine politische zur Förderung des technischen Interesses und technischer Basiskompetenzen, möglichst bereits in der Früherziehung. Beide Dimensionen haben konkrete Verknüpfungen. So ist die Talentförderung abhängig von der Ausbildung einer

intrinsischen Motivation aufseiten interessierter Kinder und Jugendlicher. Diese intrinsische Motivation sollte die Berufswahl entkoppeln von den externen Arbeitsmarktlagen und die Abbruchquote im Studium vermindern helfen. Hieraus resultiert ein soziologischer Forschungsbedarf zur Analyse von individuellen Technikbiographien und zur Bedeutung „sozialisativer“ und punktueller externer Faktoren bei der Berufsorientierung auf Basis einer kontinuierlichen allgemeinen Interessenförderung.

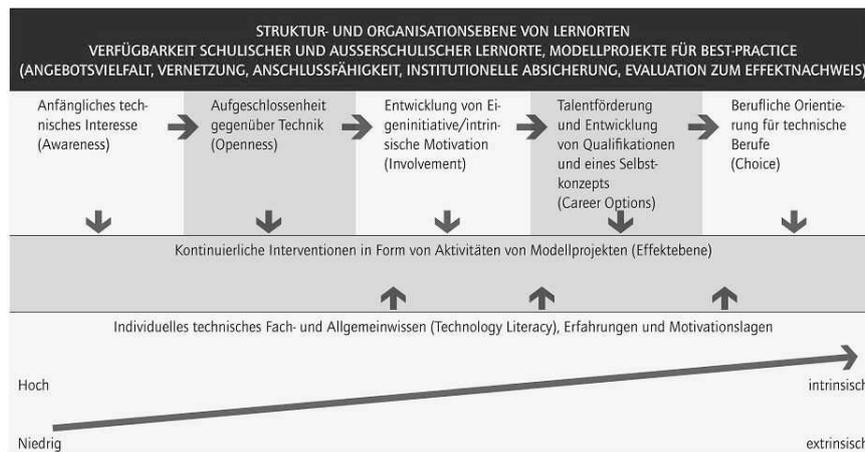
Ziel der öffentlichen Aktivitäten zur Technikvermittlung ist und bleibt die Entwicklung einer individuellen Technikmündigkeit. Damit ist die individuelle Fähigkeit gemeint, sich autonom und objektiv über technische Innovationen und Probleme zu informieren, Technik im Grundsatz zu begreifen, mit den technischen Geräten des Alltags – insbesondere im Haushalt und zur Kommunikation – umzugehen 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. Die anfängliche Förderung des technischen und naturwissenschaftlichen Interesses – wie im folgenden Kapitel beschrieben – sollte möglichst früh, d.h. im Kindergarten und parallel dazu im Elternhaus, beginnen.

Begleitet wird die Kulturdebatte zur Technikbildung von einer Didaktikdebatte, denn durch den hohen immanenten Praxisbezug der Technologien stellt sich für deren Vermittlung die Frage des Verhältnisses von Theorie und Praxis durch Projektarbeit und problemorientierte Aufgabenstellungen. Hinzu kommen die neuen Ergebnisse der neuronalen Lernforschung, die etliche tradierte Annahmen über das kindliche und jugendliche Abstraktionsvermögen und Lernvermögen konterkarieren (vgl. Studien des Transferzentrums für Neurowissenschaften und Lernen in Ulm (ZNL), u.a. Evanschitzky 2009). Hieraus resultiert ein evaluativer Forschungsbedarf zum Vergleich der Lerneffekte zwischen alten und neuen Unterrichtsformen. Auf diesen aktuellen Stand der Frühförderung und Lernforschung wird im Kapitel „Forschungsstand zur Frühförderung“ eingegangen. Das darauf folgende Kapitel beschreibt und erläutert Forschungsergebnisse der Universität Stuttgart zur Frühförderung von naturwissenschaftlichem und technischem Interesse aus dem Projekt „Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs“ (MoMoTech). Abschließend werden Schlussfolgerungen gezogen und Handlungsempfehlungen gegeben.

Sozialwissenschaftliche Bezüge zur kognitiven Technikförderung

Im Rahmen der MoMoTech-Studie entwickelte die Universität Stuttgart als Resultat von Literaturstudien und eigenen Analysen ein theoretisches Stufenmodell zur technischen Bildung (vgl. Abbildung 1): Ausgehend von einem anfänglichen Technikinteresse entsteht 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 diesem Prozess vertiefen sich das fachliche und das allgemeine Technikwissen (Technology Literacy). Zudem verlagert sich die individuelle Motivlage von externen extrinsischen Motiven hin zu einem eigenen intrinsischen Antrieb, sich mit Technik und Naturwissenschaften intensiver zu beschäftigen.

Abbildung 1: Stufenmodell zur kognitiven Technikförderung



Quelle: acatech 2011

Angestoßen wird dieser kognitive Prozess in der ersten Stufe durch das Wecken von kindlicher Neugierde und Technikfaszination mittels affektiver Effekte, wie Spaß am Ausprobieren und spielerischem Experimentieren. Diese Phase ist für die frühkindliche Förderung im Rahmen der primären Techniksozialisation von besonderer Bedeutung. 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 beim Umweltschutz“) verfestigt. In der vierten und letzten Stufe kann diese Motivation zur Ausbildung einer Präferenz für einen technischen oder technikhnen Beruf führen, sofern neben dem Interesse auch die Eignung und Begabung für eine solche berufliche Karriere bestehen.

Die beschriebene Technikförderung ist als ein individueller Prozess im Wechselspiel von externen Förderangeboten und individuellen kognitiven (wissensbedingten) und affektiven (emotionsgeladenen) Effekten zu verstehen. Punktuelle Einflüsse wie der Besuch von Science Centern, Museen oder Mitmachlaboren führen vorrangig zu affektiven Effekten und extrinsischen Motivlagen (vgl. Hiller/Pfenning/Renn 2008), die in Entscheidungssituationen wirksam werden und intrinsische Motive überlagern können. 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.

Im Gegensatz zu den punktuellen Effekten beschreibt der Begriff der Techniksozialisation die Prozesse zur Förderung langfristiger individueller Wirkungen und deren Internalisierung. Wichtige Schritte innerhalb dieser individuellen Technikbiographie 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. Dies kann im späteren Verlauf zu einem Abgleichen dieses Selbstkonzepts mit den Kenntnissen über Berufsanforderungen und Tätigkeitsprofile und eventuell zu einer technisch-naturwissenschaftlichen Berufswahl führen.

Forschungsstand zur Frühförderung

Die Lern- und Motivationseffekte einer frühzeitigen Förderung von Kindern sind in der Wissenschaft noch nicht ganz geklärt. Studien belegen, dass frühzeitiges Techniklernen mit viel Spaß, Affekt und Neugierde verbunden ist. Im Vordergrund

steht oftmals die affektive Technikvermittlung, weniger die Vermittlung von Wissen. Dies ist wichtig, denn ohne Spaß kann Lernen nicht funktionieren. Gleichwohl betonen einige Studien, dass auch Kinder im Kindergartenalter bereits basale technische Kompetenzen entwickeln und problemorientiert an technische Aufgaben herangehen (vgl. u.a. Lück 2006, Stiftung Haus der kleinen Forscher 2008, 2009a, 2009b, BertelsmannStiftung 2010). Die Kinder sind in der Lage, kausale Schlussfolgerungen zu ziehen sowie einfache wissenschaftliche Methoden zu erlernen und teilweise auch anwenden zu können, um zu plausiblen Schlussfolgerungen zu gelangen (vgl. Risch 2006, Koerber 2006). 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 und Mathematik als Vorstufe der technisch-naturwissenschaftlichen Bildung. Studien weisen nach, dass das Abstraktionsvermögen wesentlich früher einsetzt und bereits bei Kindern in der Vorschulzeit vorhanden ist. Für mathematische Fähigkeiten konnte gezeigt werden, dass Defizite beim frühen Lernprozess später selbst durch eine hohe Intelligenz nicht genügend kompensiert werden konnten (vgl. Stern 1994, 1997). Kinder, die hingegen bereits vor Schuleintritt erfolgreich mit mathematikbezogenen Aufgaben umgehen konnten, zeigen einen über Jahre relativ stabilen Vorsprung verglichen mit Gleichaltrigen (vgl. Kaufmann et al. 2005, Krajewski/Schneider 2006, Duncan et al. 2007). Diese neuen Erkenntnisse sind gerade für die Technikbildung bedeutsam und weisen erneut auf den zentralen Stellenwert einer frühen Förderung des Technikinteresses hin.

Noch ungeklärt ist die Frage, inwieweit dadurch bereits in frühen Kinderjahren ein Selbstkonzept zum Umgang mit Technik und Naturwissenschaften entsteht. Blickt man auf die Entwicklung der technikrelevanten Einstellungen und bezieht man erste Erfolgserlebnisse im Umgang mit Technik und die Faszination technischen Spielzeugs (zum Beispiel Computerspiele, Modellbahn) mit ein, dann zeigt sich, dass bereits im Vorschulalter Grundkomponenten einer Technikeinstellung ausgebildet werden. Im Alter von zehn bis zwölf Jahren verfügen die Kinder bereits über eine grundsätzliche Haltung für oder gegen Technik (Ziefle/Jakobs 2009: 9-11). Es sollte auf eine frühzeitige Stärkung des positiven Selbstkonzepts hingewirkt werden, insbesondere wenn von der These ausgegangen wird, dass das positive Selbstbild umso stabiler ist, je früher es ausgebildet wird. Im Gegensatz dazu haben Negativzuschreibungen, wie ein angstbesetzter Umgang mit Technik und Naturwissenschaften und eine hohe Versagensangst, ebenfalls einen Einfluss auf die Leistungsmotivation und die mit einer Handlung verbundenen Erfolgserwartungen, die zur Vermeidung des Kontakts mit technisch-naturwissenschaftlichen Sachverhalten führen können. Diese negativen Einstellungen bilden sich früh im kindlichen Entwicklungsverlauf aus und verfestigen sich.

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

Die frühkindliche Didaktikdebatte zeichnet sich durch die Auseinandersetzungen zwischen instruktionstheoretischen und informellen Lerntheorien (vgl. EU/POLLEN 2007, OECD 2009) aus. Wahrscheinlich ist eine Kombination von anleitungsorientierten Phasen und Selbstlernphasen die optimale Lernstrategie, da die beiden Ansätze sich nicht ausschließen, sondern kombiniert werden sollten, um den verschiedenen Themen und unterschiedlichen Lerntypen zu entsprechen. Doch an deutschen Schulen werden diese neuen Erkenntnisse nur zum Teil berücksichtigt. Das liegt weniger daran, dass es keine verfügbaren Handlungsleitfäden und Materialien gibt (vgl. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus/IKIT 2007, LPE Technische Medien 2009), sondern eher daran, dass diese Leitfäden und Orientierungen in der Praxis der Bildungsinstitutionen nicht eingesetzt werden. Das Problem liegt somit nicht bei der Herstellung von entsprechenden Materialien und Anleitungen, sondern bei der Implementierung. Zu fördern ist daher in besonderem Maße auch die Lern- und pädagogische Innovationsbereitschaft der Erzieher/-innen und Lehrer/-innen.

Empirische Ergebnisse

Die zu Beginn von MoMoTech durchgeführte Modellprojekträgerbefragung zeigt, dass trotz einer Zunahme der Projekte für Kindergartenkinder derzeit nur wenige der Modellprojekte diese Zielgruppe im Fokus haben (vgl. Tabelle 1). Die meisten Modellprojekte richten sich an Schüler. Bei der Betrachtung der Zielgruppen fällt auf, dass die Beeinflussung der Studien- und Berufswahl ein zentrales Anliegen vieler Aktivitäten ist. Diese Projekte legen Talentförderung als direktes Ziel nahe, weil sie für eine Interessenförderung zu spät einsetzen und strategisch am Abschluss der Schulzeit platziert sind.

Tabelle 1: Primäre Zielgruppen der Projekte (gruppiert)

	Anzahl	in %
Sekundarstufe II - höherer Bildungsbereich mit Hochschulzugang	187	59,9 %
Sekundarstufe I - mittlerer Bildungsbereich	168	53,8 %
Lehrpersonal/Erwachsene allgemein	128	41,0 %
Frühkindliche Bildung/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	11	3,5 %
Fallzahl (gültige Angaben)	312	

Mehrfachangaben möglich, Befragung Modellprojekträger

Neben der Modellprojekträgerbefragung wurden im Rahmen der MoMoTech-Studie nach einem Kriterienraster ausgewählte Modellprojekte zur Förderung des naturwissenschaftlichen und technischen Interesses zum Zweck einer Best-Practice-Analyse evaluiert. Projekte mit Kindergartenkindern waren dabei eine der sechs Dimensionen, nach denen sich die Zielsetzungen der Modellprojekte klassifizieren ließen. Hierbei kamen folgende qualitativen wie quantitativen sozialwissenschaftlichen Erhebungsverfahren zum Einsatz:

- Interviews mit Eltern,
- Interviews mit Kindergartenleitungen und Erziehern,
- Teilnehmende und nichtteilnehmende Beobachtungen bei den Aktivitäten,
- Standardisierte Elternbefragung (n > 300).

Die Ergebnisse der Evaluationsstudien legen dar, dass in den untersuchten Projekten bei den Kindern Interesse an Naturwissenschaft und Technik geweckt werden kann (Awareness im Sinne des Stufenmodells). Dies äußert 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.

Interviews mit den Kindergartenleitungen und Erziehern zeigen, dass in den meisten Kindergärten mit Aktivitäten zur Förderung des naturwissenschaftlichen bzw. technischen Interesses 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 Erzieherfortbildungen eine große Rolle. Teilweise wird von Schwierigkeiten, 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. Ist eine wirkliche Bedeutung für das reale Leben nicht vorhanden, schwindet auch die intrinsische Motivation, sich mit diesen Themen weiter zu beschäftigen.

Die Gruppen zum Experimentieren sind in der Regel nicht von den Erziehern zusammengestellt, stattdessen haben sich die „Forschergruppen“ unter den Kindern selbst gefunden und bestehen oft auch aus Kindern, die sonst eher 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 ko-konstruktiven Bildungsverständnisses in den letzten Jahren zunehmend erforscht und erwiesen (vgl. Liegle 2008) und bei Projekten, wie dem „Haus der kleinen Forscher“, praktisch umgesetzt.

Bei den beobachteten Experimentiereinheiten der Initiativen zur Frühförderung zeigt sich, dass die Kindergartenkinder sich auf die Aktivitäten im Forscherteam freuen und ausdauernd und hoch konzentriert daran teilnehmen. Dies ist eine wichtige Unterscheidung zu den eher kurzen Verweilzeiten in Science Centern. Die motivierende Unterstützung von erfahrenen und am Thema interessierten Erziehern erweist sich als sehr hilfreich, denn Neues zu lernen und zu erforschen funktioniert am besten, wenn der Betreuer begeistert ist von dem, was er vermitteln möchte. Die Kinder zeigen ein großes Interesse an technischen und naturwissenschaftlichen Dingen, die sie selbst tun, anfassen und ausprobieren können. Immer wieder lassen sich ihre Fähigkeiten, abstrakt zu denken und Zusammenhänge zu identifizieren, erkennen.

Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass sich durch das gemeinsame Experimentieren sowohl die sozialen als auch die sprachlichen Kompetenzen verbessern. Es ist eine hohe Kommunikationstätigkeit zu beobachten: Die Kinder 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.

Bei 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 auf einen geschlechtsspezifischen Umgangsstil. Mädchen beobachten genauer und wechseln nicht so oft die Experimente bzw. Versuchsobjekte, sondern beschäftigen sich län-

ger und ausgiebiger damit. Jungen gehen hingegen mutiger an die Sache heran. Gleiche Intensität bei unterschiedlichem Umgang deutet zwar auf unterschiedliche Erlebnishorizonte hin, aber nicht auf eine generelle Technikferne der Mädchen (dazu ausführlicher: Pfenning/Renn/Hiller 2011: 130f.).

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

Erkennbar wird ein nachhaltiges Interesse an Naturwissenschaften und Technik, 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. Die qualitativen Ergebnisse werden durch signifikante Effekte der standardisierten Elternbefragung bestätigt: Nach Beginn der Aktivitäten im Kindergarten werden auch zu Hause deutlich mehr Experimente durchgeführt als vorher. Dabei geht nun öfter die Initiative vom Kind selbst anstatt von den Eltern aus. Die Kinder werden beim Experimentieren häufiger selbst kreativ und entwickeln eigene neue Ideen. Darüber hinaus zeigen sie sich generell interessierter an Naturphänomenen und stellen den Eltern häufiger Fragen zu derartigen Themen. Letzteres ist auch für den Themenbereich Technik festzustellen, erwartungsgemäß jedoch in geringerem Ausmaß, da die evaluierten Projektaktivitäten sich vorwiegend mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen beschäftigen.

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 (Lück 2007: 9). Teilweise wurde in diesem Zusammenhang berichtet, dass Versuche vonseiten der Kindergärten bezüglich einer Kooperation mit Schulleitungen von Grundschulen vielfach

auf Konkurrenzdenken und Ablehnung stoßen würden. Kontinuität und Anschlussfähigkeit sicherzustellen ist jedoch von hoher Bedeutung, wenngleich schwierig in der praktischen Umsetzung. Eine durchgehende Förderung von Interessen hin zur Motivation und gegebenenfalls späteren 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 Kindergarten und Schule kommt es vor allem darauf an, die intrinsische Motivation kontinuierlich zu vertiefen und über die selbst erlebte Faszination an Technik und Naturwissenschaften den Grundstein für ein gesteigertes Interesse an einer Ausbildung und Berufswahl in diesem Bereich zu legen. Ein Problem ist, dass der inhaltliche Fokus bei den vorschulischen Einrichtungen auf Experimenten liegt, während die Grundschullehrpläne auf die Vermittlung von technisch-naturwissenschaftlichen Phänomenen (Magnetismus, Stromkreis usw.) abheben. 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.

Schlussfolgerungen

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 („Bildungskette“). Denn eine fehlende bzw. mangelhafte Techniksozialisation bedeutet automatisch auch fehlende Möglichkeiten, am von Technik und Wissenschaft dominierten gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. Wichtig ist, dass alle Kinder zumindest die ersten beiden Stufen der Technikbildung durchlaufen, einerseits um die Technikbildung und damit die Technikmündigkeit in der Bevölkerung insgesamt zu verbessern und andererseits um den Pool der Kandidaten, die für eine spätere berufliche Karriere im technischen Bereich infrage kommen, auch wirklich ausschöpfen zu können.

Die basale Technikförderung beginnt mit der frühen affektuellen Vermittlung durch phänomenologische Experimente und Exponate. Das kann in Museen, Science Centern und Techniklaboren, aber auch in einfachen Visualisierungen in Kindergarten und Grundschule geschehen. Die Untersuchungen in Kindergärten legen dar, 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. Dieser Transfereffekt durch den Alltagsbezug ist wichtig für das Verständnis von technischen und naturwissenschaftlichen Zusammenhängen. Die Beobachtungen im Kindergarten und im Primarschulbereich illustrieren, wie interessiert und neugierig sich die Kinder mit Naturwissenschaften und Technik auseinandersetzen, damit Rollenspiele verbinden und sich als Forscher verstehen. Eine Trennung von Naturwissenschaft und Technik ist für sie nicht vorhanden.

Ohne entsprechende Anleitung zeigt sich allerdings, dass Kinder häufig sprunghaft von Experiment zu Experiment wechseln und dabei selten länger als 15 Minuten bei einer Aktivität 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 Belehrung und Nachvollziehen, sondern ko-konstruktives Lernen im Vordergrund steht. Angesichts der unklaren Befundlage bei den Evaluationen der MoMoTech-Studie 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 können jedoch Projekte, die auf ko-konstruktiver Pädagogik (Lernen durch Zusammenarbeit) beruhen, vorrangig empfohlen werden. Gerade in der kritischen Übergangsphase, in der kindliche Neugierde motivational vertieft werden soll, ist die persönliche Betreuung von größter Bedeutung. Projekte mit intensiven Betreuungsangeboten und Mentoring-Konzepte sind auch besonders im weiteren Verlauf der Techniksozialisation computerbasierten oder auf Selbstlernmethoden ausgerichteten Ansätzen überlegen. Diese Konzepte schließen einander dabei nicht aus. Zum Übergang von Neugierde an Technik bzw. Naturwissenschaften hin zu einer „präintrinsic“ Motivationsphase sind jedoch weitere Studien erforderlich.

Die Ergebnisse bestätigen die These, dass sich das Abstraktionsvermögen zum einfachen Verstehen von technischen Zusammenhängen und Experimenten bereits weitaus früher ausprägt, als bislang entsprechende Angebote in dem bestehenden Bildungssystem zur Verfügung stehen. Kindergarten und (Vor-)Schule sind zentrale Orte der technischen und naturwissenschaftlichen Bildung für Kinder. Dort durchgeführte spielerische Experimente im frühkindlichen Bereich fördern nachweislich das Interesse an Naturwissenschaften und Technik. Außerschulische Bildungsangebote können diese Bildungsarbeit effektiv unterstützen und bereichern, sie aber nicht ersetzen.

Literaturverzeichnis

- acatech/VDI (2009): Ergebnisbericht Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften. München/Düsseldorf.
- acatech (2011): Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs. Reihe „acatech berichtet und empfiehlt“, Nr. 5. München/Berlin/Heidelberg.
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus unter Mitwirkung von Initiativkreis Informationstechnik (IKIT) (2007 Hrsg.): Technik erleben – Materialien für einen schülerzentrierten Unterricht. Donauwörth.
- Bertelsmann Stiftung Bildung (2010 Hrsg.): Change 2/2010. Schwerpunkt: Lernen – Glück ein Leben lang. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh.
- Duncan, G.J./Dowsett, C.J./Claessens, A./Magnuson, K./Huston, A.C./Klebanov, P./Pagani, L. S./Feinstein, L./Engel, M./Brooks-Gunn, J./Sexton, H./Duckworth, K./Japel, C. (2007): School Readiness and Later Achievement. In: *Developmental Psychology*, 44, No. 6. S. 1428-1446.
- Europäische Kommission (2007): Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future Europe (POLLEN). European Commission. Brüssel.
- Evanschitzky, P. (2009): 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.
- Hiller, S./Pfenning, U./Renn, O. (2008): Ergebnisbericht zur wissenschaftlichen Evaluation des IdeenParks 2008. Universität Stuttgart.
- Kaufmann, L./Delazer, M./Pohl, R./Semenza, C./Dowker, A. (2005): Effects of a Specific Numeracy Educational Program in Kindergarten Children: A pilot Study. *Educational Research and Evaluation*, Vol. 11, Issue 5. S. 405-431.
- Koerber, S. (2006): (Natur)Wissenschaftliches Denken im Kindergarten- und Vorschulalter: Kognitive Voraussetzungen. Wissen & Wachsen, Schwerpunktthema Naturwissenschaft und Technik. URL: <http://www.wl-lang.de/Lernbereich%20SU/Lernbereich%20SU%20Wissenschaftl.%20Denken%20bei%20Kindern.pdf> (Stand: 30.11.2011).
- Krajewski, K./Schneider, W. (2006): Mathematische Vorläuferfähigkeiten im Vorschulalter und ihre Vorhersagekraft für die Mathematikleistungen bis zum Ende der Grundschulzeit. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53. S. 246-262.
- Liegle, L. (2008): Erziehung als Aufforderung zur Bildung. In: Thole, W./Rossbach, H.G./Fölling-Albers, M./Tippelt, R. (Hrsg.): *Bildung und Kindheit. Pädagogik der frühen Kindheit in Wissenschaft und Lehre*. Opladen. S. 85-114.
- LPE Technische Medien GmbH (2009 Hrsg.): Die LPE Technik-Akademie – ein außerschulischer Lernort für Technik nach einem Konzept von LPE. Eberbach.
- Lück, G. (2006): *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung – Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen*. Freiburg/Basel/Wien/Herder.
- Lück, G. (2007): Naturwissenschaften: ein Fall für Kinder. In: Hausherr, C./Lück, G./Sörensen, B.: *Tüfteln, forschen, staunen: Naturwissenschaftliche Experimente für Kindergruppen von 4 bis 8. Hölstein*. S. 8-19.
- OECD (2009): *Education Today – The OECD Perspective*. OECD Publishing. Paris.
- Pfenning, U./Renn, O./Hiller, S. (2011): Frauen für Technik – Technik für Frauen. Zur Attraktivität von Technik und technischen Berufen bei Mädchen und Frauen. In: Wentzel, W./Mellies, S./Schwarze, B. (Hrsg.): *Generation Girls' Day*. Opladen. S. 123-158.
- Risch, B. (2006): *Entwicklung eines an den Elementarbereich anschlussfähigen Sachunterrichts mit Themen der unbelebten Natur*. Dissertation Universität Bielefeld. Bielefeld/Göttingen.

- Stern, E. (1994): A Microgenetic Longitudinal Study on the Acquisition of Word Problem Solving Skills. In: Luit, J. van (Hrsg.): Research in Learning and Instruction of Mathematics in Kindergarten and Primary School. Döttingen/Rapallo. S. 229-242.
- Stern, E. (1997): Erwerb mathematischer Kompetenzen: Ergebnisse aus dem SCHOLASTIK-Projekt. In: Weinert, F.E./Helmke, A. (Hrsg.): Entwicklung im Grundschulalter. Psychologie. Weinheim. S. 157-170.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2008): Jahresbericht 2008. Berlin.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2009a): Jahresbericht 2009. Berlin.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2009b): Philosophie, pädagogischer Ansatz und praktische Hinweise zur Umsetzung. Berlin.
- Taskinen, P./Asseburg, R./Walter, O. (2008): Wer möchte später einen ingenieurwissenschaftlichen oder technischen Beruf ergreifen? Berufserwartungen und Schülermerkmale in PISA 2006. In: Prenzel, M./Baumert, J. (Hrsg.): Vertiefende Analysen zu PISA 2006. Sonderheft der Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, Heft 10/2008. Wiesbaden. S. 79-106.
- Ziefle, M./Jakobs, E.-M. (2009): Wege zur Technikfaszination – Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte. Berlin.