

Expertise zu Effekten zentraler außerschulischer MINT-Angebote

Erstellt im Auftrag des Nationalen MINT Forum e.V.

(Stuttgart, Kiel, 2018)

Prof. Dr. Reinhold Nickolaus

Prof. Dr. Mirjam Steffensky

Prof. Dr. Ilka Parchmann

1. Vorbemerkungen

Die Angebote an außerschulischen MINT Programmen¹ wurden in den letzten Dekaden stark ausgebaut, primär verbunden mit der Erwartung, damit Beiträge zur Förderung von MINT Interessen, einem besseren Verständnis heutiger Wissenschaften sowie einschlägigen beruflichen Orientierungen als Abwendung von Fachkräfteengpässen zu erbringen. Getragen werden außerschulische MINT-Aktivitäten von zahlreichen Akteuren aus der Wissenschaft, der Industrie, Stiftungen und auch der Bildungsadministration. Eine besondere Entwicklung haben in Deutschland sogenannte Schülerlabore genommen, die in der vorgelegten Expertise auch besondere Beachtung finden, da sie sich an einen breiten Adressatenkreis richten und anders als beispielsweise Wettbewerbe auch jene ansprechen, die nicht bereits besondere MINT Orientierungen aufweisen. Allein im Netzwerk „Lernort Labor“ sind über 400 solcher Angebote verzeichnet. Der Schwerpunkt dieser Angebote liegt auf den Naturwissenschaften und der Technik und weniger auf den anderen MINT-Feldern Mathematik und Informatik, auch wenn letzteres z.T. in technischen Angeboten integriert ist. Die Angebote unterscheiden sich zwar in ihren konzeptionellen Zuschnitten und den Zielgruppen, gemeinsam ist ihnen allerdings das Bemühen, die naturwissenschaftlichen und technischen Interessen sowie das damit verbundene Verständnis positiv zu stimulieren, Selbstkonzeptentwicklungen zu befördern und entsprechende Berufswahlentscheidungen wahrscheinlicher werden zu lassen. Besondere Aufmerksamkeit erhalten spezifische Förderansätze, wie speziell auf Mädchen ausgerichtete Förderprogramme, da diese in weiten Teilen des MINT Bereichs unterrepräsentiert sind.

Flankierend zu diesen Aktivitäten wurden und werden Befragungen, Evaluationen und – noch vereinzelt – systematische Forschungsarbeiten durchgeführt. Diese sind einerseits darauf ausgerichtet, die Angebotsqualität zu verbessern und andererseits Auskunft zu den tatsächlich erreichten Effekten bereitzustellen. Ein früherer Versuch, die Wirksamkeit der außerschulischen MINT-Angebote in einer Metastudie (MoMOTech) zusammenzufassen (acatech 2012) bereitete Probleme, da die Dokumentationsqualität (und die Designs) zahlreicher Evaluationsstudien nicht ausreichte, um belastbare Aussagen zu Effekten zu generieren. Da zahlreiche Enrichmentangebote² wie die hier im Fokus stehenden Schülerlabore von Einrichtungen angeboten werden, die nicht über eigene Expertise in der empirischen Bildungsforschung verfügen, entwickelt sich die Tradition einer fundierten begleitenden Evaluation oder gar Grundlagenforschung analog zur schulischen Angebots-Nutzungs-Wirkforschung und zu Qualitätskriterien im Bereich der Schülerlabore nach wie vor nur langsam. Entsprechende Förderprogramme in Verbindung mit unmittelbaren Rückwirkungen auf die Weiterentwicklung der Angebote und Strukturen wären folglich wünschenswert, ergänzend zu bereits beginnenden Kooperationen zwischen Anbietern und Forschungseinrichtungen.

Vorhanden sind für viele Angebote Feedbackformate, die die Zufriedenheit der Teilnehmenden unmittelbar nach einem Laborbesuch erheben. Prä-post- und z.T. Follow-up-Untersuchungen zur Erfassung von Entwicklungen liegen nur für einzelne Angebote und Zielfaktoren vor, und selbst diese wurden bislang kaum vergleichend über verschiedene Angebote eingesetzt. Fast vollständig fehlen experimentelle oder quasi-experimentelle Designs

¹ Im internationalen Raum wird statt de Kürzels MINT das Kürzel STEM verwendet, das für Science, Technology, Engeneering und Mathematics steht. Da ein Teil der in Deutschland durchgeführten Studien in internationalen Zeitschriften veröffentlicht wurde, nutzen wir an den entsprechenden Stellen auch das Kürzel STEM.

² Mit Enrichmentangeboten werden in der Regel Zusatzangebote zum regulären Unterricht bezeichnet, die häufig für spezifische Gruppen, häufig auch für besonders Leistungsstarke angeboten werden. Im Falle der Laborangebote handelt es sich z.T. auch um Angebote für besondere Zielgruppen wie Mädchen, die bisher im MINT Bereich unterrepräsentiert sind.

sowie echte Längsschnittstudien mit einem längeren zeitlichen Horizont, die Einblicke in Wirkfaktoren und Entwicklungsprozesse ermöglichen.

In die vorliegende Expertise wurden Studien einbezogen, deren Zuschnitte geeignet sind, Effekte der jeweiligen Förderprogramme abzuschätzen. Anforderungen, die an die Auswahl der betrachteten Untersuchungen gestellt wurden, waren eine längsschnittliche Anlage mit mindestens einer Vor- und Nachbefragung, also zumindest zwei Messzeitpunkten (i.d.R. zu Beginn und am Ende der jeweiligen Maßnahmen), idealerweise mit einem dritten Messpunkt als Follow-up. Erwünscht waren zudem Experimental-Kontrollgruppendesigns sowie bereitgestellte Aussagen zur Güte der erzielten Messergebnisse und der einbezogenen Stichproben. Dabei wies jedoch selbst diese Analyse einige Herausforderungen auf, die für die Interpretation zu beachten sind:

- (1) Die Anzahl der vorhandenen Studien ist gering, so dass eine Übertragbarkeit der Befunde vor allem aufgrund der eingeschränkten Vergleichbarkeit der Designs und Instrumentarien kritisch betrachtet werden muss.
- (2) In den Studien werden unterschiedliche Adressatengruppen erfasst und
- (3) die Ziele, Inhalte und Zuschnitte der Förderprogramme variieren.
- (4) Da zumeist nur relativ kurze Interventionszeiten realisiert wurden, kann über längerfristige Förderpotentiale (noch) keine Aussage getroffen werden.

Die primär einbezogenen Adressatengruppen sind den Klassenstufen 5-13 zuzuordnen, mit Schwerpunkten in den höheren Klassenstufen. Diese Fokussierung vieler Projekte auf Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe ergibt sich u.a. daraus, dass negative Entwicklungen im Bereich von MINT-Interessen, Selbstkonzepten etc. vor allem mit dem jeweils einsetzenden Fachunterricht in der Sekundarstufe I auftreten (Möller, Kleickmann, & Lange, 2013; Tröbst, Kleickmann, Lange-Schubert, Rothkopf, & Möller, 2016). Schülerlaborangebote zielen hier darauf ab, durch die andere Lernumgebung, durch mehr Zeit und mehr eigene oftmals experimentelle Untersuchungen, durch Einblicke in authentische Forschung sowie durch andere Betreuungspersonen und -relationen einen Beitrag zur Aufrechterhaltung bzw. Förderung der Interessen, Selbstkonzepte etc. zu leisten (Braund & Reiss, 2006). Die konzeptionellen Gestaltungen variieren jedoch hinsichtlich zahlreicher Faktoren, etwa der Anbindung an einen fachlichen oder einen fachdidaktischen Forschungsschwerpunkt, der Selbsttätigkeit und Offenheit des forschenden Lernens oder der Betreuung durch (angehende) Lehrpersonen und/oder Personen aus der Fach- oder Erziehungswissenschaft. Verschiedentlich werden parallel Fortbildungen für Lehrkräfte sowie vor- und nachbereitende Materialien oder Anregungen angeboten, um einen Laborbesuch wirksamer mit dem Regelunterricht zu verbinden. Auch die erste Phase der Lehrkräftebildung wird zunehmend über sogenannte Lehr-Lern-Labore einbezogen.

Partiell werden ebenso Angebote in der Grundschule sowie in Kindertageseinrichtungen (Kitas) bereitgestellt. Die Erweiterung des Angebots auf den Elementar- und Primarbereich ist u.a. mit der Erwartung verbunden, mit frühzeitig einsetzenden Angeboten, auf die weiterführend aufgebaut werden kann, die Wahrscheinlichkeit von Wirkungen durch mehrmalige Teilnahmen im Verlauf der Schulzeit zu erhöhen. Die Angebote für Kindertageseinrichtungen (Kitas) zielen in erster Linie darauf ab, die in den Bildungsplänen des Elementarbereichs verankerten MINT-Themen (der Schwerpunkt liegt dabei auf den naturwissenschaftlichen Themen) in der Praxis zu stärken und in höherer Qualität zu implementieren (vgl. Abschnitt 3.3). Vor diesem Hintergrund sind Fortbildungsangebote für frühpädagogische Fachkräfte ein zentrales Element dieser Bildungsangebote. Im Primarbereich finden sich häufig Kombinationen von Fortbildungen für Grundschullehrpersonen und Angeboten im Schülerlabor. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Regel auch auf naturwissenschaftlich-technisch Themen, oft handelt es sich um gängige Themen des Sachunterrichts wie Ernährung, Schwimmen und Sinken oder Brücken. Hintergrund dieses Ansatzes waren vor allem Erkenntnisse der 1980er und 1990er Jahre, die mithilfe von Klassenbuch-, Schulbuch- und Lehrplananalysen gezeigt haben, dass Themenfelder der Chemie und Physik sowie der Technik im mehrperspektivischen Sachunterricht im Vergleich zu solchen der Biologie, Geschichte oder der Geographie unterrepräsentiert waren (Blaseio, 2004; Einsiedler, 1998; Strunck, Lück, & Demuth, 1998). Aus

diesem Grund scheint die Schwerpunktsetzung auf unterrichtsnahe Themen sinnvoll, um z. B. Lehrpersonen Anregungen zu geben, wie die Themen mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden können, oder auch um durch die Verknüpfung des Besuchs im Schülerlabor mit dem Unterricht, die Themen in den Unterricht zu implementieren. Ob diese Strategie auch weiterhin sinnvoll ist, lässt sich schwer abschätzen. Auf der einen Seite deuten aktuellere Untersuchungen darauf, dass die genannten Themenfelder mittlerweile weder in Schulbüchern, noch in Lehrplänen oder Selbstberichten der Lehrpersonen augenfällig vernachlässigt werden (Blaseio, 2009; Steffensky, Kleickmann, Kasper, & Köller, 2016). Auf der anderen Seite muss aber bedacht werden, dass es immer noch viele Lehrpersonen gibt, die fachfremd Sachunterricht erteilen.

Die Expertise ist so aufgebaut, dass im Anschluss an eine theoretische Orientierung zunächst ein (tabellarischer) Überblick zu den verfügbaren Studien gegeben wird, wobei die angesprochenen Altersgruppen bzw. Klassenstufen als erstes Ordnungskriterium genutzt und zugleich zentrale weitere Merkmale (realisiertes Studiendesign, einbezogene Bedingungs- und Kriteriumsvariablen, einbezogene Fachkontexte, Anzahl der Maßnahmen, Stichprobengröße) ausgewiesen werden, die für die Interpretation der Ergebnisse bedeutsam sind. Der größte Teil der einbezogenen Studien bezieht sich auf Laborangebote, daneben wurden jedoch auch Effekte von Camps³, Mentoringprogrammen und besonderen Unterrichtsgestaltungen ermittelt, in die außerschulische Akteure einbezogen waren. Abschließend wird ein Ausblick auf weitere Förderprogramme sowie auf internationale Befunde gegeben, um mögliche zukünftige Perspektiven für Forschung und Entwicklung aufzuzeigen. Die Einbindung der Mentoringprogramme erfolgt vor dem Hintergrund, dass damit nachhaltige Effekte bezogen auf Studien- und Berufsentscheidungen erzielt wurden. Die besonderen Unterrichtsprogramme werden berücksichtigt, da damit die Effekte eines optimierten Unterrichts abgeschätzt werden können, der wesentliche Elemente außerschulischer Laborangebote einschließt. Zu bewerten ist dies vor dem Hintergrund der Debatte um Effektivitätssteigerungen der außerschulischen Laborangebote durch eine engere Verbindung zum Unterrichtsgeschehen (s.u.). Studien, in welchen über längere Abschnitte biographische Entwicklungsverläufe unter spezifischen Bedingungen beobachtet werden, stehen wie oben bereits erwähnt noch aus. Vereinzelt schließen die Förderkontexte allerdings Mehrfachbesuche außerschulischer Angebote ein. Angebote, die sich ergänzend auch an andere Zielgruppen als Schülerinnen und Schülern wenden, bspw. an (angehende) Lehrkräfte, wurden hinsichtlich dieser Wirkungen nicht ausgewertet, da auch hier entsprechende Studien u. a. durch den Verbund der Lehr-Lern-Labore der Deutschen Telekom Stiftung erst eingesetzt haben. Nicht systematisch in die Auswertung einbezogen wurden ebenfalls Studien zu Wettbewerben und anderen Maßnahmen für Hochinteressierte oder –begabte (siehe Ausblick), da diese Teilnehmenden i.d.R. bereits eine Positivauslese darstellen und zumindest für die erfolgreich Teilnehmenden eine Einmündung in den MINT- Ausbildungsbereich bereits (retrospektiv) gezeigt werden konnte. Hinweise auf dort gefundene Wirkfaktoren und Effekte werden jedoch kurz skizziert, um weitere programmatische Planungen einer Begleitforschung zu Schülerlaboren arrondierend zu unterstützen. Studien zu Effekten von Museumsbesuchen blieben dagegen gänzlich unberücksichtigt, da diese aufgrund ihrer heterogenen Besucherschaft und den i.d.R. ebenfalls kurzzeitigen Besuchen keine stärkeren Effekte als Laborbesuche erwarten lassen und die methodischen Probleme (z. B. zur Kontrollgruppenbildung) in diesem Bereich noch größer sind als im Laborbereich. Als übergreifende Kriterien für die Studienaushwahl nutzen wir also einerseits die mit der jeweiligen Studienzuschnitten verbundenen Erkenntnispotenziale und andererseits deren Potential zur Einlösung des übergreifenden Ziels der Gewinnung von zusätzlichen Personen für MINT-Bildungsprogramme bzw. MINT-Berufe. Zum einschlägigen Forschungsstand im internationalen Raum beschränken wir uns auf einige Hinweise, da die für Deutschland typische Laborangebotsstruktur international kaum auffindbar ist. Anregungen für weitere Entwicklungen dazu können jedoch durchaus diskutiert werden. In diesem Kontext werden auch Wettbewerbe kurz angesprochen, da aus deren Begleitforschung, wie oben angedeutet, Impulse für die deutsche Schülerlaborlandschaft ausgingen und weiter ausgehen können.

³ Der Unterschied der Camps zu den üblichen Laborzuschnitten besteht meist darin, dass es sich um mehrtägige Angebote, meist an Wochenenden handelt, die neben Laboraktivitäten auch verstärkt Angebotselemente einbezogen, die auf eine Intensivierung sozialer Austauschprozesse gerichtet waren um die Erlebnisintensität zu fördern.

An die Übersicht zu den vorliegenden Studien schließt sich das Hauptkapitel zu den Ergebnissen an, in dem wir neben den in den Sekundarstufen I und II angesiedelten Studien speziell auch auf Studien eingehen, in welchen engere Verzahnungen mit dem schulischen Unterricht angestrebt bzw. realisiert wurden. Hierbei nehmen Studien, in welchen über längere Zeit außerschulische Angebote und Unterricht eng verzahnt wurden bzw. der reguläre Unterricht durch außerschulische Angebote ersetzt wurde, eine besondere Rolle ein. Weiterhin stellen wir erste Ergebnisse zu Bildungsangeboten für den vorschulischen Bereich dar. Anzumerken ist allerdings, dass die eingangs erwähnten Kriterien zur Auswahl der Studien hier nicht haltbar sind, sodass auch auf erste Daten mit nur einem Messzeitpunkt Bezug genommen wird.

Eine Zusammenfassung, eine kritische Würdigung der Geltungsansprüche der bereitgestellten Aussagen und ein Abschnitt zu denkbaren Perspektiven der MINT-Aktivitäten und der einschlägigen Begleitforschungen schließen den Beitrag ab.

2. Theoretische Grundlagen von Zielen außerschulischer MINT-Angebote

Wie im vorherigen Abschnitt bereits angedeutet, werden als Zielvariablen der außerschulischen Maßnahmen vor allem Interessen, bereichsbezogene Selbstkonzepte und berufliche Orientierungen berücksichtigt. Auch eine Förderung von Fachkenntnissen, einem besseren Verständnis der grundlegenden Konzepte (Basiskonzepte) aus und über die Naturwissenschaften („Nature of Science“) sowie weiteren Kompetenzbereichen, wie dem des Bewertens wird von vielen Laboren angestrebt. Diese werden jedoch bisher kaum vergleichend untersucht, nicht zuletzt aufgrund der großen thematischen Bandbreite der Labore. Die Förderung authentischerer Vorstellungen über das breite Tätigkeitsspektrum von Wissenschaftler/-innen rückt dagegen aktuell zunehmend in den Fokus und wird zukünftig vermutlich verstärkt berichtet werden können.

2.1 Konstrukte

Interessen sind sowohl für Lehr- bzw. Lernerfolge als auch für berufliche Orientierungen bedeutsam (z. B. Krapp 1992 a, b; Bergmann 2007). Im Kontext von Förderaktivitäten ist die Unterscheidung zwischen situativen bzw. aktuellen Interessenausprägungen und situationsübergreifenden Interessenausprägungen, wie fachlichen bzw. individuellen Interessen wichtig (z. B. Krapp 1992 a, b). Während positiv ausgeprägte fachliche bzw. individuelle Interessen die Basis für eine dauerhafte Beschäftigung mit einem Gegenstand bzw. einer Thematik darstellen, sind situationale bzw. situational aktualisierte Interessen an eine spezifische Situation wie z. B. eine besonders ansprechende Laborumgebung gebunden, jedoch nicht notwendigerweise auch darüber hinaus bedeutsam. Prinzipiell sind situationale Interessen auch in individuelle bzw. fachliche Interessen überführbar. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die positiven Erfahrungen nicht durch negative Erfahrungen im gleichen fachlichen Kontext konterkariert werden. Untersuchung des situationalen Interesses allein erlauben noch keine längerfristigen Prognosen, stabilere Interessenausprägungen hingegen schon (Krapp 1992 a, b).

Zum Teil wurden und werden in den Evaluationsstudien feinere Ausdifferenzierungen des Interessenkonstrukts zugrunde gelegt, indem beispielsweise zwischen emotionalen, wertbezogenen und epistemischen Komponenten (Krapp, 1992 a,b) des Interesses unterschieden wird (z. B. Engeln 2004), was insoweit von Bedeutung ist, als in diesen Komponenten z. T. deutlich unterschiedliche Ausprägungen und Entwicklungen beobachtet werden können. Auch Interessen an verschiedenen naturwissenschaftlich-technischen Tätigkeitsprofilen rücken zunehmend in den Fokus der Differenzierung (Hoffmann, Häußler & Lehrke 1998; Swarat, Ortony & Revelle 2012; Dierks, Höffler & Parchmann 2014), insbesondere vor dem Hintergrund avisiertem Interesses an weiterführenden Studiengängen und Berufen.

Beruflichen Interessen werden in Berufs- und Studienwahlprozessen bzw. zugehörigen Theorien zentrale Bedeutung zugeschrieben (Ratschinski 2009; Gottfredson 1981). Das bestätigt sich in zahlreichen Studien, in welchen beruflichen Interessen eine hohe prognostische Validität zur Vorhersage der Berufswahl bescheinigt wird und zugleich für den Fall der Passung von Interessen und Anforderungen eine hohe Zufriedenheit im Beruf konstatiert wird sowie die Abbruchwahrscheinlichkeit insbesondere im ersten Ausbildungsjahr entsprechend sinkt (Volodina, Nagy & Köller 2015). Für die Differenzierung wird vielfach das von Holland entwickelte RIASEC-Modell genutzt, das Interessen sowie Charakteristika verschiedener Berufe in verschiedene grundlegende Bereiche einteilt (Holland 1997). Eine speziell auf die Naturwissenschaften adaptierte Version dieses Konstrukts (Dierks et al. 2014) wird aktuell in verschiedenen Schülerlabor- und Enrichmentuntersuchungen eingesetzt.

Bezogen auf Deutschland sind in diesem Kontext die Befunde der LifE Studie wichtig. Hier wird einerseits eine hohe prädiktive Kraft der bestehenden Berufswünsche für die Einmündung in den Beruf berichtet, andererseits werden auch deutliche Unterschiede in der Realisierung der verschiedenen beruflichen Orientierungen dokumentiert, die insbesondere hinsichtlich der investigativen und künstlerischen Orientierungen⁴ unterdurchschnittlich ausfällt (Stuhlmann 2009; siehe auch Mokhonko 2016). Im Anschluss an Bergmann und Eder (2005, S. 12) können berufliche Interessen als in der Person relativ stabile, kognitiv, emotional und wertbezogen verankerte Handlungstendenzen beschrieben werden. Das heißt, dass diese zumindest ab einer gewissen Altersspanne relativ schwer zu stimulieren sind. Bergmann und Eder (2000) berichten im Rekurs auf verschiedene Studien, dass berufliche Interessen ab dem Alter von 15-16 Jahren weitgehend stabil bleiben, was die Wahrscheinlichkeit, in außerschulischen Maßnahmen Veränderungseffekte auf der Ebene beruflicher Interessen zu erzielen, vor allem in der Sekundarstufe II erheblich reduziert. Auch Nagy und Husemann (2010) konstatieren, dass Lernende bereits vor dem Übergang in die gymnasiale Oberstufe ihre beruflichen Interessen ausbilden. Im Anschluss an Holland (1997) bzw. Eder (1992) ist dann mit Änderungen beruflicher Interessen zu rechnen, wenn in der Auseinandersetzung mit Tätigkeiten Erfahrungen zur Übereinstimmung von Tätigkeit und der eigenen Person (Fähigkeiten, Orientierungen) gemacht werden. Prinzipiell dürfte es in außerschulischen Maßnahmen möglich sein, Umgebungsbedingungen zu schaffen, in welchen man sich im MINT-Bereich als kompetent erleben und/oder prototypischen Vorstellungen über Berufe verändern und mit eigenen Zielen abgleichen kann. Aussichtsreicher scheinen Veränderungen der beruflichen Interessen jedoch bei jüngeren Adressatengruppen.

Fähigkeitsselbstkonzepte repräsentieren Zuschreibungen von Individuen zu den eigenen Fähigkeiten und Eigenschaften (Dickhäuser & Moschner 2006; Mokhonko 2016). Im MINT-Bereich sind insbesondere die bereichsspezifischen Fähigkeitsselbstkonzepte relevant, da davon ausgegangen wird, dass diese bereichsspezifischen Ausprägungen sowohl für Lernprozesse als auch für die Berufs- und Studienwahl bedeutsam werden (Filipp 2006, Mokhonko 2016, Trautwein & Lüdtke 2010). Fähigkeitsselbstkonzepte sind zwar ebenfalls vergleichsweise stabil (Möller & Trautwein 2009), für bereichsspezifische Ausprägungen wird jedoch eine stärkere Dynamik unterstellt als für generalisierte, die ganze Person betreffende Zuschreibungen (Dickhäuser & Moschner 2006). Auf Grundlage des Forschungsstands (z. B. Marsh 1986, Möller & Trautwein 2009) kann unterstellt werden, dass Fähigkeitsselbstkonzepte über externe (z. B. andere Schüler) und interne (z. B. Vergleich mit eigenen Leistungen in anderen Fächern) Vergleichsprozesse stabilisiert oder auch verändert werden können. Im Kontext von außerschulischen MINT-Angeboten ist dabei zu berücksichtigen, dass vor allem bei Maßnahmen, in die Lernenden mit relativ hohen Leistungspotentialen einmünden, der soziale Vergleich für einen Teil der Teilnehmenden ungünstiger ausfallen kann als in der Ausgangsgruppe (z. B. der Schulklasse), wissenschaftlich bekannt als „Big Fish Little Pond – Effekt“. Mögliche positive Wirkungen eines erwiesenen Interesses an einem Austausch mit Gleichgesinnten können folglich von einem verminderten Selbstkonzept wieder verringert werden. Denkbar ist jedoch auch, dass der soziale Vergleich zu jenen vorgenommen wird, die an solchen Angeboten nicht partizipieren. Auch kriteriale Vergleiche über die Zeit können wirksam werden, in günstigen Fällen in der Weise, dass die außerschulische Maßnahme positive Erfahrungen bei der Annäherung an als bedeutsam eingeschätztes

⁴ Zugrunde liegt hier das Interessenkonstrukt von Holland.

Kriterium ermöglicht. So können bspw. Vorstellungen über die eigene Person und eigene Ziele und Fähigkeiten sowie Erkenntnissen über MINT-Berufe und dortige Personen abgeglichen werden (Selbst-Prototypenabgleich), um Stereotype in Frage zu stellen und eigene MINT-Perspektiven zu entwickeln (Kessels & Hannover, 2004; Wentorf, Höffler & Parchmann, 2015). Zu berücksichtigen sind ebenso unterschiedliche Zuschreibungsmechanismen von Erfolg und Misserfolg, die auf Zufall, eigene Leistung oder eigene Unzulänglichkeiten wie Fähigkeiten oder auch temporäre eigene Verhaltensweisen wie z. B. mangelnde Anstrengungsbereitschaften zurückgeführt werden können.

Die hier knapp skizzierten Zusammenhänge verdeutlichen die Komplexität der Zuschreibungs- und individuellen Verarbeitungsprozesse. In den Studien zu Effekten der außerschulischen Maßnahmen auf die Selbstkonzeptentwicklung werden in der Regel die individuellen Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse nicht näher beschrieben, erfasst werden meist Ausprägungen der bereichsspezifischen Ausprägungen der Fähigkeitsselbstkonzepte. Bei sozialen Vergleichen, wird insbesondere auf Vergleiche zwischen den Geschlechtern abgehoben, da Mädchen zu Unterschätzungen ihrer Fähigkeiten im MINT-Bereich neigen, selbst wenn sie vergleichbar erfolgreich sind (Höffler, Bonin & Parchmann 2017). Von monoedukativen Angeboten wird z.T. eine Kompensation solcher Unterschätzungen erwartet (z. B. Mokhonko 2016).

In verschiedenen Evaluationsstudien zu außerschulischen MINT-Angeboten wurden und werden **weitere Zielvariablen** berücksichtigt, wie z.B. individuelle Voraussetzungen, Selbstzuschreibungen zum verfügbaren Wissen, zu Studienprogrammen und MINT-Berufen oder auch bereichsspezifische Kompetenzen (Stoeger et al. 2013). Eher eine Ausnahme stellen Studien dar, in welchen Einflüsse von außerschulischen Maßnahmen auf testbasiert erhobene Kompetenzen erfasst wurden (z. B. Sumfleth & Henke 2011; Schütte & Köller 2015). Dies ist umso bemerkenswerter, als es nach diesen Studien deutlich einfacher zu sein scheint, über spezifisch ausgerichtete Förderprogramme die Kompetenzentwicklung zu stimulieren als Interessen und Selbstkonzepte. Ein Grund für die geringe Berücksichtigung könnte in der vergleichsweise aufwändigen Erfassung durch auf das jeweilige Angebot zugeschnittenen Testinstrumenten liegen, im Gegensatz zu standardisiert vorliegenden Fragebögen zu Interessen oder zum Selbstkonzept, die keine curriculare Ausrichtung erfordern. Ein weiterer Grund könnten die als gesellschaftlich bedeutsamer eingeschätzten Wirkungen auf Interessen an weiterführenden beruflichen oder gesellschaftlichen Beschäftigungen mit MINT-Themen sein. Als Vernetzung von fachbezogenem Wissen und beruflichen Vorstellungen werden in einigen Studien Aspekte eines übergeordneten Wissenschaftsverständnisses erfasst, international Konstrukt wie „Nature of Science“ oder „Nature of Scientific Inquiry“ zugeordnet. Da ein mehrfach angeführtes Ziel und Kriterium außerschulischer Lernorte ist, Einblicke in „authentische Wissenschaft“ zu gewähren (u.a. Braund & Reiss 2006; Euler & Weßnigk 2011), liegt es nahe, auch dieses Verständnis zu erfassen.

2.2 Wirkannahmen zu Gestaltungsfaktoren und konzeptionelle Grundelemente

Wie erwähnt, liegt vielen Laborangeboten die Annahme zugrunde, dass außerschulische Maßnahmen hilfreich sein können, um fachliche und berufliche Interessen im MINT-Bereich zu befördern bzw. negative Entwicklungen, wie sie sich im Verlauf der Schulbiographie beobachten lassen, zu mildern, zu kompensieren oder gar umzukehren. Dabei setzt man auf Lernumgebungen, die Möglichkeiten bieten, an adaptiven Problemstellungen positive Lernerfahrungen zu sammeln, selbsttätig zu experimentieren, gegebenenfalls gendergerechte Zugänge kennen zu lernen, vorbildhafte Rollenbilder zu erleben, authentische Einblicke in eine (faszinierende) MINT-Welt zu gewinnen und Alltagsbezüge der MINT-Disziplinen zu erkennen. Positive Zusammenhänge zwischen diesen Merkmalen von Lernumgebungen und den zentralen Zielvariablen der außerschulischen MINT-Angebote wurden vielfach bestätigt (z. B. Glowinski 2007; Pawek 2009). Sofern allerdings die Ausprägungen der Zielvariablen (Interessen, Selbstkonzepte) zu einem vorausgegangenem Meßzeitpunkt einbezogen werden, schwindet die

Erklärungsmächtigkeit der Lernumgebungen weitgehend (z. B. Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012). Da angesichts konkurrierender Einflussfaktoren bei der einmaligen Teilnahme an Maßnahmen vor allem bezogen auf die relativ stabilen Konstrukte der Sach-/Fachinteressen und Fähigkeitsselbstkonzepte kaum nachhaltige Effekte zu erwarten sind, wurde in einem Teil der Studien geprüft, ob mehrmalige Besuche zu stabileren Effekten führen (Guderian 2007; Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012). Partiiell wurde bei der Gestaltung der außerschulischen Lernumgebungen auch dem Sachverhalt Rechnung getragen, dass vor allem die Schule eine bedeutsame Sozialisationsinstanz für den MINT-Bereich darstellt, indem für die Lernenden sichtbare Bezüge zwischen den Lernorten hergestellt wurden bzw. eine gezielte Einbindung der außerschulischen Angebote in den Unterricht erfolgte (z. B. Glowinski 2007, Guderian 2007, Pawek 2009). Eine Sonderstellung nehmen Studien ein, in welchen der gesamte Unterricht über eine längere Phase in Kooperation mit außerschulischen MINT-Einrichtungen realisiert wurde (Schütte & Köller 2015; Sumfleth & Henke 2011). Hier wurde der Versuch unternommen, gegebenenfalls vom schulischen Unterricht ausgehende negative Effekte auf die Interessen- und Selbstkonzeptentwicklung zu vermeiden, die außerschulische Angebotseffekte reduzieren oder (über)kompensieren können.

Einflüsse des Elternhauses als weitere bedeutsame Sozialisationsinstanz wurden in den vorliegenden Evaluationsstudien zu außerschulischen MINT-Angeboten bisher nicht kontrolliert, obgleich Hinweise vorliegen, die Erfahrungen im Elternhaus als relevant für die Ausbildung von einschlägigen Interessen ausweisen (z. B. Luttenberger, Ertl, Aptarashvili & Paechter 2014). Vor diesem Hintergrund ist nicht auszuschließen, dass bei Kontrolle weiterer potentieller Einflussfaktoren entgegen der bisherigen Befundlage doch noch (nachhaltige) Effekte außerschulischer MINT-Angebote beobachtet werden können. In Abbildung 1 sind die potentiellen Einflussfaktoren auf die besonders häufig adressierten Outputindikatoren skizziert, die zugleich angedeuteten Wechselwirkungen sind bisher nicht systematisch untersucht, wenngleich in einzelnen Studien Aussagen bereitgestellt werden, die einzelne Zusammenhänge bezogen auf je spezifische Zuschnitte der außerschulischen Angebote erhellen.

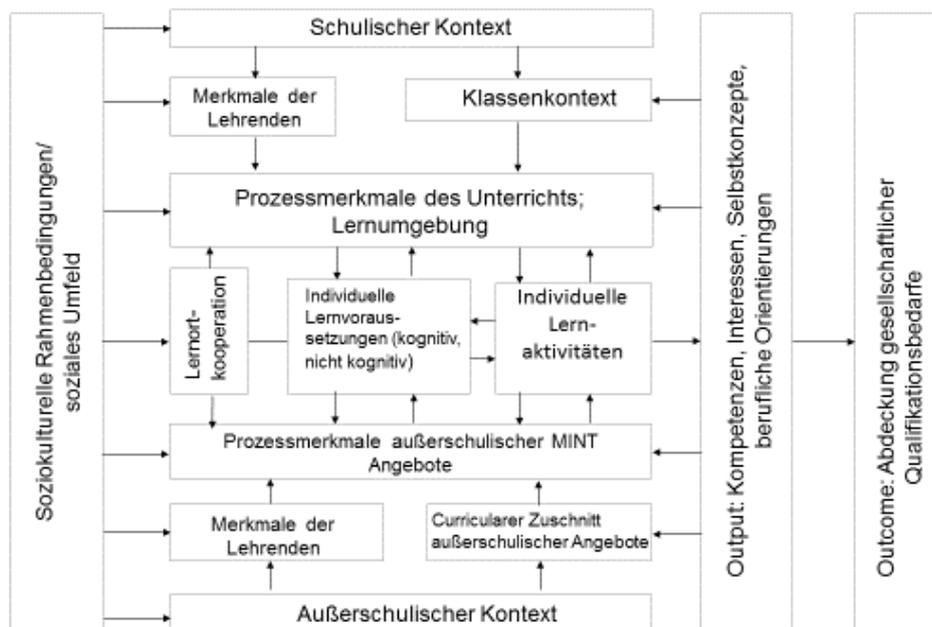


Abbildung 1: Rahmenmodell zu Wirkmechanismen außerschulischer MINT-Angebote (Nickolaus 2017)

Wünschenswert wäre letztlich eine systematische Klärung der hier angedeuteten Bezüge, was allerdings in Einzelstudien kaum leistbar sein dürfte. Hilfreich wäre dafür ein Forschungsprogramm, in dem die offenen Fragen koordiniert bearbeitet werden.

3. Ausgewählte Studien

Wie bereits angedeutet, sind Studien, die die in Abbildung 1 angedeuteten Wirkmechanismen vollständig in den Blick nehmen nicht verfügbar. Die vorliegenden Studien analysieren Ausschnitte der Wirkmechanismen und unterscheiden sich in mehrfacher Hinsicht, was uns zu folgenden Vorbemerkungen veranlasst:

Die Studien beziehen überwiegend Labore und Angebote aus unterschiedlichen Fächern ein, wobei der Anteil der Studien im naturwissenschaftlichen Bereich und hier insbesondere in Physik und Chemie am größten ist. Studien im Bereich der Technik sind eher selten, gleiches gilt für die Informatik. Auch die Biologie ist relativ schwach vertreten, was vermutlich durch die in diesem Bereich weniger stark ausgeprägte Mangelsituation und die deutlich stärkere Repräsentanz von Frauen in entsprechenden Studiengängen und Berufen zurückzuführen sein dürfte.

Verschiedene Angebotsvarianten ermöglichen einerseits Individualanmeldungen und andererseits Klassenanmeldungen. Einzelanmeldungen basieren auf einer positiven Vorauslese, um interessierte Schülerinnen und Schüler weiter zu fördern. Aufgrund dieser bereits vorselektierten Auswahl überdurchschnittlich Interessierter mit eher positiven Ausprägungen der einschlägigen Selbstkonzepte sind Wirkungen kaum auf eine breite Schülerschaft zu übertragen (Schütte & Köller 2015; Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012). Breitenangebote richten sich eher an eine mittlere Zielgruppe, getragen von der Annahme, dass bei den völlig Desinteressierten keine substantiellen Effekte zu erwarten sind und die ohnehin Interessierten mit hoher Wahrscheinlichkeit keine weiteren Anreize benötigen um Ihre MINT-Interessen zu stabilisieren (z. B. das von der Vector Stiftung geförderte Projekt „Mach MI(N)T“). Eine zu diesem Projekt laufende Effektstudie befindet sich allerdings noch in einem frühen Stadium, so dass noch keine Ergebnisse über die Eingangserhebung hinaus vorliegen.

Ausgehend von der Annahme, dass kurzzeitige Interventionen besonders stark der Gefahr unterliegen, lediglich kurzfristige Effekte zu erzielen, kommt jenen Arbeiten, in welchen entweder längere Laufzeiten realisiert wurden oder auch mehrere Angebote in Folge genutzt wurden (in der Tabelle mit Besuchshäufigkeit ausgewiesen), besonderes Interesse zu. Für die Interpretation der Ergebnisse ist von entscheidender Bedeutung, welche Zielvariablen und welche unabhängigen Variablen in den jeweiligen Studien Berücksichtigung fanden. Als Zielvariablen sind die Interessenausprägungen und Selbstkonzepte besonders häufig einbezogen, da unterstellt werden kann, dass deren Ausprägung sowohl für Bildungsvorhaben als auch für berufliche Orientierungen von hoher Bedeutung sind. So belegen z.B. Köller u.a. (2000) substantielle Effekte des Selbstkonzepts für die Leistungskurswahl und in Berufswahltheorien kommt den fachlichen Interessen und den vorgängigen Bildungsprofilen als Einflussfaktoren für die Entscheidungsprozesse Bedeutung zu (im Überblick Ratschinski 2006). Angesprochen sind damit theoretische Überlegungen, die für die Ausgestaltung der außerschulischen MINT-Aktivitäten grundlegend (vgl. Abschnitt 2.2) und notwendig sind, um die Interpretation der vorgestellten Untersuchungsergebnisse zu ermöglichen. Als unabhängige Variablen werden vorgängige Ausprägungen der abhängigen Variablen aber auch Qualitätsmerkmale und Zuschnitte der Angebote, persönliche Merkmale der Adressaten wie Geschlecht und Alter und schließlich die mehr oder weniger gegebene Verbindung zum schulischen Unterricht berücksichtigt. Unkontrolliert bleiben in der Regel die sozialen Hintergrundfaktoren, die für die Entwicklung bedeutsam sein dürften.

Wesentliche Unterschiede weisen die Studien nicht zuletzt bezogen auf die einbezogenen Stichproben, die Klassenstufen und die Anzahl der Messzeitpunkte auf. Während in den Anfängen des Aufschwungs außerschulischer MINT-Angebote vor allem der Sekundarbereich im Vordergrund stand, hat sich inzwischen, nicht zuletzt vor dem Hintergrund skeptischer Zwischenbilanzierungen das Augenmerk auch auf die frühkindliche Erziehung ausgeweitet (vgl. Abschnitt 4.4). Die Stichprobengrößen scheinen auf den ersten Blick akzeptabel, wenn

allerdings Analysen auf Subgruppenebene durchgeführt werden sollen, restringieren die Stichprobengrößen dennoch da und dort den Einsatz statistischer Verfahren. Von entscheidender Bedeutung sind auch die Anzahl der Messzeitpunkte und der Einbezug von Kontrollgruppen. Idealerweise sollten zumindest zu Beginn und am Ende der Maßnahme sowie in einem Follow up Daten erhoben werden um Aussagen zur Entwicklung und zur Nachhaltigkeit der Veränderungen einbringen zu können. In einem Teil der unten aufgelisteten Studien fehlt einer dieser Messpunkte, was jeweils spezifische Einschränkungen der Ergebnisinterpretation nach sich zieht. Sofern die Eingangsmessung fehlt, können lediglich Aussagen zu Veränderungen nach der Maßnahme bereitgestellt werden, häufiger sind allerdings die Fälle, in welchen man auf eine Follow up Erhebung verzichtete und damit die Nachhaltigkeit nicht adäquat abgeschätzt werden kann. Der Einbezug von Kontrollgruppen erfolgte in etwa der Hälfte der Studien. Erleichtert wird die übergreifende Bilanzierung des Forschungsstandes durch die relativ große Homogenität der einbezogenen Zielvariablen, wobei eine genauere Analyse der einbezogenen Konstrukte auch dort eine gewisse Varianz deutlich werden lässt (vgl. Abschnitt 2.1).

Tabelle 1: Übersicht über die für das Gutachten erschlossenen und einbezogenen Evaluationsstudien zu Laborangeboten, besonderen schulischen Angeboten und ausgewählten Mentoringprogrammen

Autor	Fach/ Fächer	Anz. Labore	B- H	Berücksichtigte Variablen (Auswahl)	N	K- St.	Mess Zeitp	KG
Engeln 2004	Physik/ Chemie	5	1	AV: aktuelles Interesse UV: Fach- /Sachinteresse, Selbstkonzept, Geschlecht, Q- Merkmale	265	9/10	-,t1,t2	-
Brandt 2005	Chemie	1	1	AV: Selbstkonzept, Geschlechtsstereotype, Sach-, Freizeit- und Berufsinteresse, Bedeutsamkeit; Freude am Schulfach UV: u.a. Alter, Geschlecht, Schulerf., Schultyp, Migrationsh., Gruppenkomp.	272	7/8	t1,2,3	+
Glowinski 2007	Biologie	2	1	AV: Aktualisiertes Interesse UV: Interesse, Selbstkonzepte, Labormerkmale, Q- Merkmale, Einbindung in Unterricht	378	O- Gym	-,t2,3	-

Autor	Fach/ Fächer	Anz. Labore	B- H	Berücksichtigte Variablen (Auswahl)	N	K- St.	Mess Zeitp	KG
Guderian 2007	Physik	1	3	AV: aktuelles Interesse, Sachinteresse UV: Einbindung in den Unterricht; Anzahl der Laborversuche	46/37	5/8	Bis zu 6	KG s.k.
Brandt, Möller, Kohse- Höinghaus 2008	Chemie	1	1	AV: Motivation, Fähigkeitsselbstkonzept, Inhalts-, Kontext- und tätigkeitsbezogenes Interesse UV: Geschlecht, Schulart, Messzeitpunkt	272/222	7/8	t1,t2,t3	+
Pawek 2009	Physik	4	1	AV: aktuelles Interesse, Sachinteresse, Selbstkonzepte UV: Labormerkmale, Einbindung in den U, Fach-, Sachinteresse Selbstkonzepte	734	9-13 ü. G		
Weßnigk 2013	Physik/ Chemie	1 in 5 Teillab. aufget.	1	AV: Selbstkonzept, berufl. Orientierung, Image Physik/Chemie UV: Fach- /Sachinteresse, U- Merkmale, Laborerleben	324	10/11		
Streller 2015	Physik	1	1	AV: situationales Interesse, Naturw. Interesse, Selbstkonzept, UV: versch. Fachinteressen, Labormerkmale, Geschlecht, Alter, Vor- und Nachbereitung der L in der Schule	374/ 230	7/8		

Autor	Fach/ Fächer	Anz. Labore	B- H	Berücksichtigte Variablen (Auswahl)	N	K- St.	Mess Zeitp	KG
Nickolaus/ Mokhonko/ Windaus 2012	Physik Chemie (Technik)	6	1- 4	AV: Fachinteresse, berufliche Interessen, Selbstkonzepte, Berufsvorhaben UV: Labormerkmale, Q- Merkmale, Geschlecht, Dauer, Standort, Alter	Ca. 2000	7-10		
Ausgewählte schulische Projekte								
Schütte/ Köller 2015	Naturw. Technik	1-2 J		AV: NW Interesse, berufliche Orientierung; Selbstkonzept	320	8,11 Gym	t1, t2	
Sumfleth/ Henke 2011	Naturw. Chemie	2,5 J		Experimentelle Fähigkeiten, Fachwissen	22 chem.	Gym 11ff	t1, t2	

4. Zentrale Ergebnisse der Studien

Wie in Abschnitt 2 bereits skizziert, werden in den Studien vor allem inhaltlich-fachliche Interessen, Selbstkonzepte und berufliche Interessen als Zielvariablen berücksichtigt. Lediglich in zwei Studien, die auch durch ihre Einbindung in den Unterricht und ihre Interventionsdauer einen Sonderstatus einnehmen, wurden auch fachliche Kompetenzen als Zielvariablen einbezogen. Differenziertere Erfassungen von Verhaltensmerkmalen im MINT-Bereich wie z.B. bei Stoeger et al. (2013) in Form von eigenen MINT-Aktivitäten, Selbstzuschreibungen zum verfügbaren Wissen zu Studienprogrammen im MINT-Bereich sind eher selten anzutreffen. Wir stellen im Folgenden zentrale Ergebnisse der Studien in verdichteter Form dar und gehen dabei auf folgende Fragehorizonte besonders ein:

1. Lassen sich (nachhaltige) Effekte der außerschulischen Maßnahmen bezogen auf situationale/aktuelle, fachliche/sachliche Interessen, Fähigkeitsselbstkonzepte und beruflichen Orientierungen beobachten?
2. Gibt es Hinweise auf Einflussfaktoren bzw. Qualitätsmerkmale der Lernangebote, die für die Interessen, Fähigkeitsselbstkonzeptausprägungen und Berufsorientierungen bedeutsam sind und die in außerschulischen Maßnahmen gestaltbar sind bzw. funktional berücksichtigt werden können?
3. Ist bei einer systematischen Verbindung außerschulischer Maßnahmen mit dem einschlägigen Unterricht eher mit der Einlösung der Erwartungen zu rechnen als bei isolierten Angeboten?
4. Für den frühkindlichen Bereich erweitern wir diese Fragehorizonte durch die Frage nach den Effekten von einschlägigen Fortbildungsprogrammen für die pädagogischen Fachkräfte.

4.1 Ergebnisse zur Entwicklung von Interessen und Selbstkonzepten in außerschulischen Förderkontexten der Klassenstufen 5-13

Effekte im Bereich inhaltlich-fachlicher Interessen: Fasst man die Ergebnisse zur Interessenentwicklung zusammen, so zeigen sich in den Studien relativ häufig positive, aber eher schwache Effekte der Maßnahmen auf das situationale Interesse. Die Angebote werden als interessant erlebt. Das ist zugleich mit nahezu durchgängig sehr positiven Bewertungen der Angebote durch Schülerinnen und Schüler verbunden. Relativ selten sind (ebenfalls schwache) Effekte auf fachliche Interessen, d.h. auf Interessenausprägungen, die situationsübergreifend von Bedeutung sind. Nachhaltige Effekte, die auch noch in Follow up Erhebungen messbar sind, sind ebenfalls selten und weisen zwischen den Messpunkten am Ende der Maßnahmen und den Follow up Messungen in der Regel Regressionen auf. Diese Befunde sind erwartungskonform und im Einklang mit anderen Kurzzeitmaßnahmen sowie mit dem generell abnehmenden Interesse im Verlauf der Schulzeit der Sekundarstufe I. Zum Teil werden bestehende regressive Tendenzen durch die MINT-Angebote jedoch gemildert. So berichtet Brandt (2005) z. B. für das Sachinteresse keine Zuwächse, aber eine Verlangsamung der Regression im Vergleich zur Kontrollgruppe. Auch bei Guderian (2007) zeigen sich bei Einbezug unterschiedlicher Klassenstufen keine Effekte bezogen auf das Sachinteresse, das aktuelle Interesse kann jedoch in beiden Klassenstufen (5 und 8) stimuliert werden, wobei das in Klassenstufe 8 durch die Einbindung in den Unterricht begünstigt wird. In der Follow up Erhebung erweisen sich die Interessenzugewinne nicht als stabil, es können weder bezogen auf das aktuelle Interesse noch auf das situationsübergreifende Sachinteresse nachhaltige Effekte berichtet werden (Guderian 2007). Brandt, Möller & Kohse-Höinghaus (2008) berichten für den Laborcontext Stabilisierungseffekte im Interessenbereich, wie in anderen Studien bleiben die Effekte nach dem einmaligen Besuch jedoch nicht nachhaltig. Guderian unternahm auch den Versuch über aufeinanderfolgende Laborbesuche die Effektivität zu erhöhen, konnte allerdings ähnlich wie Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012 auch bei Mehrfachbesuchen keine nachhaltigen Effekte bezogen auf das Sach- bzw. Fachinteresse erzielen. In der Studie von Nickolaus, Mokhonko & Windaus (2012) wurden zudem die Angebotstypen variiert. Dabei erwiesen sich Laborangebote als weniger effektiv als mehrtägige (Ferien)camps. Die dokumentierten Effekte fielen bei

Schülerinnen und Schülern von Realschulen in der Regel stärker aus als bei den Gymnasiasten. Nachhaltige Effekte konnten bezogen auf die fachlichen Interessen nicht dokumentiert werden.

Bemerkenswert ist, dass sich auch in Studien, in welchen sich bezogen auf andere Zielvariablen durchaus nachhaltige Effekte dokumentieren ließen (z. B. Stoeger u.a. 2013), das Fach- bzw. Sachinteresse nicht nachhaltig gefördert werden konnte. Damit stellt sich das Fach- bzw. Sachinteresse offenbar als besonders schwer zu stimulieren dar. Möglicherweise wird das Sachinteresse nachhaltig durch andere Umgebungen und Lerngelegenheiten wie den Schulunterricht und das häusliche Umfeld geprägt. Positiv auffällig sind die Ergebnisse von Streller (2015), der nachhaltige Effekte bezogen auf das Interesse an den Naturwissenschaften und das Interesse an Experimenten berichtet, wobei allerdings auch von ihm eine deutliche Regression zwischen t2 und t3 beobachtet wurde (ebd. S. 105).

Effekte im Bereich von Fähigkeitsselbstkonzepten: Wie oben bereits dargestellt, handelt es sich auch bei Fähigkeitsselbstkonzepten um relativ stabile Konstrukte. Dennoch stellt sich in diesem Falle die Befundlagen positiver dar als für die Effekte auf das Fach- und Sachinteresse. Sie sind jedoch auch hier nicht konsistent und der Anteil an Studien, in welchen keine nachhaltigen Effekte berichtet wurden, ist ebenso zu beachten wie der der positiven Wirkungen. Positive Effekte der außerschulischen Förderkonzepte auf die Fähigkeitsselbstkonzepte zwischen t1 und t2 berichten z. B. Brandt (2004), Brandt, Möller & Kohse-Höinghaus (2008), Pawek (2009), Nickolaus, Mokhonko & Windaus (2012), Weißnigk (2013) und bezogen auf Selbstzuschreibungen von MINT-Kompetenzen Stoeger u.a. (2013). Nachhaltig erweisen sich diese Effekte bei Pawek (2009), Weißnigk (2013) und Stoeger et al. (2013). Sowohl Weißnigk als auch Pawek berichten zwar zwischen t2 und t3 eine (schwache) Regression, es bleibt allerdings zwischen t1 und t3 ein schwacher signifikanter Effekt erhalten (z. B. Pawek $d=0.11$). Bei Weißnigk erweist sich der Effekt allerdings nur für Physik (nicht für Chemie) und eingeschränkt auf die Mädchen als nachhaltig. Regressionen der Fähigkeitsselbstkonzepte in den Treatmentgruppen berichtet z. B. Streller (2015), keine Effekte werden von Nickolaus, Mokhonko & Windaus z. B. für das Fähigkeitsselbstkonzept in Technik, bei sehr kurzen Interventionsdauern und in der Regel für Gymnasiasten berichtet. Auch Sumfleth & Henke (2011) berichten keine signifikanten Effekte für die Fähigkeitsselbstkonzepte. Bei Brandt, Möller & Höinhaus (2008) erweist sich der schwache Effekt als nicht nachhaltig. Soweit Effekte berichtet werden, erweisen sich die Effektstärken in allen Studien in aller Regel als gering. Fraglich ist, ob angesichts der regressiven Tendenzen zwischen t2 und t3 in jenen Studien, in welchen die Effekte dennoch über t2 hinaus erhalten blieben, tatsächlich nachhaltig bleiben. Mehrfachdurchläufe hatten keine signifikanten nachhaltigen Effekte zur Folge (vgl. z. B. Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012). Insgesamt ist festzuhalten, dass sich zwar in einigen Studien Effekte der außerschulischen Maßnahmen auf die Fähigkeitsselbstkonzepte nachweisen ließen, die Effekte jedoch wiederum schwach ausfielen und nach Abschluss der Maßnahmen Regressionen beobachtet wurden. Es kann somit ein Forschungsdesiderat dahingehend konstatiert werden, dass die uneinheitlichen Wirkungen unter definierten Bedingungen besser und hinsichtlich ihrer möglichen Nachhaltigkeit weiterführend untersucht werden müssen.

Obwohl **berufliche Interessen** als zentrale Zielvariablen von außerschulischen Angeboten angesehen werden, sind sie nur in einem Teil der oben gelisteten Studien als Zielvariablen berücksichtigt. Das gilt für die Studien von Brandt 2005, Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012, Stoeger et al. 2013, Weißnigk 2013 und Schütte & Köller 2015. Auch hier ist die Befundlage nicht konsistent und die Dokumentation von nachhaltigen Effekten auf drei Studien beschränkt. Das gilt zunächst für die Studie von Brandt, der für die Fördergruppe zwischen dem Beginn und dem Ende der Maßnahme einen Effekt von $d=0.32$ ausweist. Bis zum Follow up reduziert sich der Effekt auf $d=0.20$. Ob mit weiteren Regressionen über die Zeit zu rechnen ist, ist auf der Basis der verfügbaren Daten nicht abschätzbar. Einen schwachen stabilen, d.h. auch nachhaltigen Effekt ($d=0.2$) berichtet auch Weißnigk (2013), allerdings eingeschränkt auf die Mädchen, bei den Jungen zeigten sich keine Veränderungen. Keine nachhaltigen Effekte berichten Nickolaus, Mokhonko & Windaus (2012) und Schütte & Köller (2015). Stoeger et al (2013), die Effekte eines Mentoringprogramms in den Blick nahmen, berichten ebenfalls signifikante und nachhaltige Effekte, wobei die Fördergruppe mit deutlich geringer ausgeprägten beruflichen Orientierungen im MINT-Bereich startete

und sich an die Kontrollgruppe annäherte. Gleiches gilt für die Einschätzungen der Probandinnen und Probanden zu ihrem Wissen zu den Berufsoptionen im akademischen und nichtakademischen MINT-Bereich (ebd, S. 414). Im Vergleich zu den Laborangeboten und modifizierten Unterrichtsarrangements berichten Stoeger et al. (2013) deutlich stärkere Effekte ($\eta^2=0.35$; $p < 0.001$). Denkbar wäre, dass dies mit der spezifischen Angebotsform assoziiert ist, die von vornherein eher beratenden Charakter aufweist und sich an Personen richtet, die relativ starke einschlägige Interessen/Leistungen aufweisen. In einer weiteren Studie von Stoeger et al. (2017), in der Einzel- und Gruppenmentoring verglichen wurden, erwies sich das Gruppenmentoring als effektiver. Insgesamt scheint es somit durchaus möglich, mit außerschulischen MINT-Angeboten berufliche Orientierungen zu stimulieren.

4.2 Verzahnung von außerschulischen und schulischen Angeboten als Erfolgsrezept?

Zu Effekten der Einbindung von Laborangeboten in den Unterricht bieten Guderian (2007), Pawek (2009, S. 172ff) und Streller (2015) Aussagen. Eine Besonderheit stellen in diesem Kontext die Studien von Sumfleth & Henke (2011) sowie Schütte & Köller (2015) dar, in welchen jeweils für besonders interessierte und leistungsfähige Schülerinnen und Schüler der Unterricht über längere Zeit von außerschulischen Forschungseinrichtungen eingebracht wurde. D.h., die Integration des außerschulischen Angebots erfolgte in idealtypischer Weise, indem die außerschulischen Möglichkeiten nicht nur partiell als Ergänzungsangebot, sondern als unterrichtliches Regelangebot über die Dauer von ein bis 2.5 Jahren eingebracht wurden. Während in diesen Konstellationen substantielle Effekte für die Kompetenzentwicklung berichtet wurden, ergaben sich in keiner der beiden Studien signifikante Effekte für das Fachinteresse, das Selbstkonzept und berufliche Interessen. Sumfleth & Henke (2011) berichten allerdings bezogen auf die Motivation eine gemessen an den deskriptiven Werten deutliche, jedoch nicht signifikante Entwicklungstendenz zugunsten der Treatmentgruppe, wobei die kleine Stichprobe zu berücksichtigen ist.

Für die Laborangebote berichtet Guderian (2007) bezogen auf die Klassenstufe 8, dass es bei Einbindung der Angebote in den Unterricht gelingt, das aktualisierte Interesse über die verschiedenen Meßzeitpunkte zu stabilisieren, es existieren allerdings keine statistisch signifikanten Unterschiede, die sich eindeutig auf die Unterrichtsbindung zurückführen lassen (vgl. Pawek 2009, S. 59). Zudem war die Stichprobe von Guderian sehr klein, was die Analyse- und Aussagemöglichkeiten einschränkt. Für das individuelle Interesse ergaben sich keine Effekte der Unterrichtseinbindung auf die Entwicklung. Pawek (2009) ging auch der Frage nach, inwieweit überhaupt eine Einbindung der Laborangebote in den Unterricht erfolgt und kam zum Ergebnis, dass dies Schulform und Klassenstufen übergreifend eher selten der Fall ist. Bezogen auf die Fähigkeitsselbstkonzepte berichtet Pawek einen tendenziellen, jedoch nicht signifikanten Effekt einer unterdurchschnittlichen/überdurchschnittlichen Nachbereitung, bezogen auf die Interessenentwicklung ergeben sich lediglich bezogen auf die emotionale Komponente (signifikante) Vorteile zugunsten der Gruppe mit überdurchschnittlicher Nachbereitung der Laborangebote im Unterricht. Streller (2015) stellt die Frage, welche Effekte eine Vor- und Nachbereitung der Laborangebote, für die mit den Laborangeboten angestrebten Ziele haben in den Mittelpunkt seiner Untersuchungen. Genutzt wird dafür ein Online Portal, das die Vor- und Nachbereitung der Angebote flankieren soll. Untersucht wurden Effekte auf das situationale Interesse, das Selbstkonzept, das Interesse an den Naturwissenschaften am Experimentieren und an einer beruflichen Karriere in Physik. Streller selbst zieht eine positive Bilanz zu den Vor- und Nachbereitungseffekten, eine Analyse der berichteten Ergebnisse stellt allerdings diese positive Bilanzierung in Frage. Dokumentiert werden positive Effekte des Treatments bezogen auf das situationale Interesse, zwischen Posttest und Follow up ergeben sich allerdings Regressionen, die je nach Interessenkomponente (geföhlbezogen, wertbezogen, intrinsisch) und Subgruppe signifikant werden. Signifikante Effekte des Treatments über die gesamte Zeitspanne werden nicht berichtet. Das Selbstkonzept erweist sich als weitgehend stabil, in der Treatmentgruppe ist eine signifikante Regression zwischen Posttest und Follow up

beobachtbar. Das individuelle naturwissenschaftliche Interesse bleibt stabil, das berufliche Interesse an einer Tätigkeit im Bereich der Physik ist in der Treatmentgruppe bereits im Pretest etwas höher als in der Kontrollgruppe, im Follow up ist der Unterschied zwischen beiden Gruppen etwas geringer. Insgesamt sind auch hier keine nachhaltigen Effekte dokumentiert. Folglich bleibt auch zur Einbindung in den Unterricht festzuhalten, dass zwar temporär positive Effekte beobachtbar sind, was für das prinzipielle Potential dieses Ansatzes spricht, nachhaltige Effekte jedoch bisher nicht stabil zu beobachten sind. Weiterer Forschungsbedarf unter vergleichbar dokumentierten Bedingungen ist folglich auch hier gegeben.

4.3 Die Erklärungskraft von Lerngelegenheiten in außerschulischen Maßnahmen bei Kontrolle der Eingangsvoraussetzungen der Adressaten

Die oben berichteten Ergebnisse zu den Entwicklungen von Interessen und Selbstkonzepten und die in vielfältigen Studien in anderen Segmenten des Bildungssystems dokumentierten Stabilitäten der Konstrukte legen bereits den Gedanken nahe, dass den Eingangsvoraussetzungen der Adressaten besonders große Erklärungsmächtigkeit für die Ausprägungen der Interessen und Selbstkonzepte zukommt. Zugleich lassen sich allerdings in den untersuchten Maßnahmen erwartungskonforme Ergebnisse zu positiven Zusammenhängen zwischen den spezifischen Lerngelegenheiten in den außerschulischen Maßnahmen und den Ausprägungen von Interessen und Selbstkonzepten bestätigen (z. B. Engeln 2004; Glowinski 2007). Signifikante Zusammenhänge werden z. B. sowohl für das Sach- als auch das Fachinteresse für die als herausfordernd erfahrenen Lerngelegenheiten in den Laboren, die Möglichkeit der Zusammenarbeit, die Konfrontation mit authentischen Anforderungen, der Verständlichkeit und der Offenheit der Lernsituationen berichtet (Engeln 2004, S. 105). Bemerkenswert sind auch die durchgängig positiven Bewertungen der außerschulischen Angebote durch die Adressaten. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, in welchem Maße Lerngelegenheiten bei Berücksichtigung der Eingangsvoraussetzungen welche Wirkungen erbringen. Zu erwarten sind Einflüsse der außerschulischen Lerngelegenheiten nach den oben berichteten Befunden im Interessenbereich vor allem für das situationale bzw. aktualisierte Interesse, weniger für das übergreifende Fachinteresse. In einschlägigen Analysen bestätigt sich eindrucksvoll die hohe Erklärungskraft der Eingangsvoraussetzungen. D.h., die Ausprägungen der Interessen und Selbstkonzepte zu t1 erklären in hohem Grade die Ausprägungen zu t2 (und t3). Für das Fachinteresse werden für einzelne Merkmale der außerschulischen Lernumgebungen, wie die soziale Einbindung/das Lernen in der Gruppe und das Interesse der Lehrenden an den Inhalten kleinere zusätzliche Erklärungsmomente bestätigt (z. B. Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012, S. 126, vgl. auch Tabelle 2).

Tabelle 2: Effekte der Maßnahmequalitäten bei Berücksichtigung der Eingangsvoraussetzungen für das Fachinteresse (Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012, S. 126)

	LABOR (N~565)		Ferien CAMP (N~730)	
	Interesse an Physik t2	Interesse an Chemie t2	Interesse an Physik t2	Interesse an Chemie t2
Überforderung	n.s.	,124	n.s.	n.s.
Interesse des Lehrenden	,097	n.s.	n.s.	n.s.
Instruktionsqualität	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Autonomieempfinden	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Soziale Einbindung	n.s.	,119	n.s.	n.s.
Kompetenzerleben	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Praktische Relevanz	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Interesse Eingangswert (t1)</i>	,838	,700	,777	,725
R ²	~81%	~66%	~70%	~65%
Modellfit	Chi/df 2,6 CFI 0,919 RMSEA 0,05 SRMR 0,051	Chi/df 2,4 CFI 0,924 RMSEA 0,05 SRMR 0,055	Chi/df 3,0 CFI 0,932 RMSEA 0,05 SRMR 0,045	Chi/df 2,8 CFI 0,936 RMSEA 0,05 SRMR 0,051

Einen deutlich höheren Erklärungsbeitrag (standardisierter Gesamteffekt 0.54) der Laborerfahrungen (Alltagsbezug, Authentizität, aktive Beteiligung, Offenheit, Betreuungsqualität/Atmosphäre, Verständlichkeit, Herausforderung, Zusammenarbeit) berichtet Pawek (2009) für das aktualisierte Interesse auch noch zu t3 (ebd., S. 149), wobei davon ein Anteil von 0.23 auf das eingebrachte Sachinteresse zurückzuführen ist, das die Wahrnehmung der Laborbedingungen stark beeinflusst. Das Sachinteresse zu t3 ist hingegen auch bei Pawek allein durch das Sachinteresse zum Meßzeitpunkt t1 bestimmt. Bezogen auf das Fähigkeitsselbstkonzept werden bei Pawek die Laborerfahrungen lediglich für den Meßzeitpunkt t2 signifikant, zu t3 ergibt sich kein signifikanter Effekt. Fasst man diese Ergebnisse zusammen, so kann man festhalten, dass sehr gute Möglichkeiten bestehen, über die Laborerfahrungen das situationale bzw. situationsbezogene aktualisierte Interesse zu stimulieren, aber nach derzeitigen Befunden eher mit schwachen Effekten auf das Fach- bzw. Sachinteresse und die Fähigkeitsselbstkonzepte zu rechnen ist.

Erweitert man den Fragehorizont auf die Erklärung von Bildungsvorhaben und berufliche Ambitionen, so werden durch die Fähigkeitsselbstkonzepte und die einschlägigen Ausprägungen des Fach- bzw. Sachinteresses je nach Förderkontext ca. 25-30% der Varianz der Bildungsvorhaben im MINT-Bereich erklärt (z. B. Nickolaus, Mokhonko & Windaus 2012). Nutzt man die Bildungsvorhaben zusätzlich als potentielle Einflussfaktoren zur Vorhersage der beruflichen Ambitionen im MINT-Bereich, so ergeben sich hohe Varianzaufklärungen von ca. 60%, wovon der größte Erklärungsanteil auf die Bildungsvorhaben entfällt und deutlich kleinere Anteile auf das Fachinteresse. Partiiell werden auch die Fähigkeitsselbstkonzepte mit kleineren Erklärungsanteilen in die Modelle integriert (ebd.). Man kann das so interpretieren, dass die erste Hürde darin besteht, die Schülerinnen und Schüler zu einschlägigen Bildungsvorhaben zu veranlassen und die zweite darin, innerhalb der Bildungsmaßnahmen stabilisierende Bedingungen zu schaffen und damit die MINT bezogenen beruflichen Orientierungen zu unterstützen. Letzteres scheint umso wichtiger, als vor allem viele junge Frauen trotz eines hohen Leistungsvermögens und überdurchschnittlicher Interessenausprägungen im MINT-Bereich andere Berufswege einschlagen und mit den Arbeiten von Stoeger et al (2013) Belege vorliegen, dass Mentoringangebote, insbesondere in Gruppenform praktisch bedeutsame Effekte auf MINT einschlägige beruflichen Orientierungen haben (Stoeger et al. 2013, 2017).

4.4 MINT-Förderung vor dem Eintritt in die Schule

Im Zuge der zahlreichen Aktivitäten zur MINT-Förderung ist in den letzten Jahren auch verstärkt zunächst die Grundschule (vgl. Abschnitt 1) und dann auch der Elementarbereich in den Blick genommen worden. Als wichtiges Motiv hierfür werden oft das Interesse und die Begeisterung jüngerer Kinder für die Naturwissenschaften und Technik angeführt. Verbunden ist damit die Idee, das Interesse und die Begeisterung aufzugreifen und auszubauen, um so dem späteren Interessensabfall (Mullis, Martin & Foy, 2008; Merzyn 2008; Möller et al., 2013) entgegenzuwirken. Tatsächlich findet sich Evidenz dafür, dass jüngere Kinder ein hohes Interesse, Lernfreude, Motivation (Enjoyment) an MINT-Fächern haben (Primarbereich: Krapp & Prenzel, 2011; Tröbst et al., 2016; Steffensky et al., 2016; Elementarbereich: Lück, 2005; Mantzicopoulos, Patrick, & Samarapungavan, 2008; Nölke, 2013; Oppermann, Brunner, Eccles, & Anders, 2018), ob diese positiven Einstellungen aber tatsächlich die langfristige Entwicklung von individuellem Interesse oder die Berufswahl beeinflusst ist unklar. In Befragungen von Chemie- und Physik-Studierenden zur Studienwahl werden von einem Teil der Befragten positive Erlebnisse im vorschulischen Alter als wichtiges Motiv zur Studienfachwahl angegeben (Maltese & Tai, 2010), allerdings sind diese Ergebnisse aufgrund der retrospektiven Befragungsmethode und der selektiven Stichprobe nur begrenzt belastbar.

Auch wenn über die langfristige Entwicklung des MINT-Interesses bislang wenig Aussagen getroffen werden können, unterstreichen die vielen Ergebnisse zur Bedeutung grundlegender domänenspezifischer Kompetenzen jüngerer Kinder für die schulische Leistungsentwicklung die hohe Relevanz der frühen MINT-Förderung. Im Bereich der Mathematik beispielsweise zeigt sich, dass die Zuordnung von Zahlwörtern zu einer Menge (Anzahlkonzept) prädiktiv ist für die Leistungen im Fach Mathematik am Ende der Grundschulzeit (Krajewski & Schneider, 2009). Auch in den Naturwissenschaften lässt sich die Bedeutung von frühem naturwissenschaftlichem Wissen auf Leistungen im Grundschulunterricht nachweisen (Morgan, Farkas, Hillemeier, & Maczuga, 2016). Die Entwicklung entsprechender grundlegender Kompetenzen hängt neben den individuellen Voraussetzungen der Lernenden von der Häufigkeit und vor allem der Qualität der häuslichen und institutionellen Lerngelegenheiten ab. Die meisten Ansätze zur MINT-Förderung zielen auf die Implementation und die Steigerung der Prozessqualität von MINT-Bildungsangeboten in der Institution Kita ab. Dies erfolgt in der Regel durch Fortbildungen für pädagogische Fachkräfte. Die dahinterliegende Annahme ist, dass die professionelle Kompetenz der pädagogischen Fachkräfte eine zentrale Einflussgröße für die Häufigkeit und die Qualität der Bildungsangebote ist und diese in einer Fortbildung verändert wird. Es gibt durchaus auch außer"schulische" Bildungsorte mit Angeboten für die Kita, zum Beispiel in Museen, der Schwerpunkt der frühen MINT-Förderung liegt aber auf der Breitenförderung in der

Institution selbst. Das hängt auch mit dem in Deutschland in der Frühpädagogik vorherrschenden Ansatz einer situationsorientierten Pädagogik zusammen. Vor diesem Hintergrund werden Bildungsansätze betont, in denen die bereichsspezifische Förderung in die Routinen des Kita-Alltags integriert wird und im Rahmen von Alltagssituationen kindliche Interessen aufgegriffen und weiterentwickelt werden. Thematisch wiederum lässt sich ein Schwerpunkt auf den Naturwissenschaften und mit deutlichem Abstand der Mathematik ausmachen, was sich zum Beispiel an dem in dem MINT-Atlas aufgelisteten Projekten ablesen lässt (<http://www.znl-mintatlas3-10.de/MINT-Projekte/mint-projekte.html>).

Ziele früher naturwissenschaftlicher und mathematischer Bildung sind multikriterial und beziehen sich auf zentrale Erfahrungen mit Phänomenen, Mustern, Ordnungen etc., erstes anschlussfähiges Wissen über Inhalte und Vorgehensweisen sowie motivationale und selbstbezogene Aspekte der Kompetenz (Anders, Hardy, Pauen, & Steffensky, 2013; Benz, Peter-Koop, & Grüßing, 2015; Trundle & Saçkes, 2015). Für den Inhaltsbereich Zahlen und Operationen gibt es konkrete Kompetenzen, die als zentrale Vorläuferfähigkeiten identifiziert werden konnten (Krajewski & Schneider, 2009). Für die anderen mathematischen Inhaltsbereiche sowie für die Naturwissenschaften sind die konkret anzustrebenden Kompetenzen weniger klar (Welche Inhalte? Welches Niveau?). Das erschwert die Umsetzung von (außerinstitutionellen) Angeboten für Kinder sowie von Fortbildungsangeboten für die pädagogischen Fachkräfte, insbesondere im Hinblick auf die Abgrenzung zu schulischen Inhalten.

Die Umsetzung qualitativ hochwertiger alltagsintegrierter Bildungsangebote erfordert ein breites Spektrum an Kompetenzen auf Seiten der pädagogischen Fachkräfte. So müssen diese alltagsintegrierten Lerngelegenheiten in den verschiedenen Domänen zunächst erkennen und auf kognitiv anregende und unterstützende Weise begleiten (Steffensky, 2017). Professionelle Kompetenz wird auch für frühpädagogische Fachkräfte als Zusammenspiel von kognitiven und nicht-kognitiven Kompetenzfacetten betrachtet, die zur Bewältigung (beruflicher) Anforderungssituationen genutzt werden (Anders et al. 2013; Fröhlich-Gildhoff, Nentwig-Gesemann, & Pietsch, 2011). Ungeklärt ist aber zum Beispiel, in welchem Verhältnis fachliche, fachdidaktische und pädagogische Anteile zueinanderstehen und welches Niveau dieser verschiedenen Kompetenzaspekte notwendig ist für die Umsetzung bildungsförderlicher Angebote. In der Ausbildung von pädagogischen Fachkräften nehmen vermutlich (sozial)pädagogische Themen einen höheren Stellenwert ein als domänenspezifische. Dies gilt insbesondere für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildungsbereich. So schätzen Lehrkräfte an Fachschulen die Vorbereitung der Auszubildenden auf die Begleitung mathematisch-naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse im Vergleich zu anderen Aufgaben am schlechtesten ein (Kleeberger & Stadler, 2011), was auch in einer aktuellen Studie zu Schwerpunkten der Fachschulausbildung bestätigt wird (Mischo, 2016). Fortbildungen kommt entsprechend eine wichtige Funktion für die Weiterentwicklung des MINT-Bereichs zu.

4.5 Studien zur Wirkung von Fortbildungsangeboten für pädagogische Fachkräfte

Vorab ist festzustellen, dass es in Deutschland kaum Studien zur domänenspezifischen Professionalisierung von pädagogischen Fachkräften gibt. Vor diesem Hintergrund wird hier auf internationale Studien zurückgegriffen. Aufgrund der unterschiedlichen Ausbildungsstrukturen zwischen pädagogischen Fachkräften und „preschool teachers“ ist der Vergleich allerdings nur eingeschränkt möglich. Grundlegende Herausforderungen in der Aus- und Fortbildung pädagogischer Fachkräfte, wie das in der Regel geringe Fachwissen und zum Teil eher distanzierte Haltungen gegenüber den Naturwissenschaften, werden allerdings auch im internationalen Kontext berichtet (Greenfield et al., 2009; Garbett, 2003).

Aktuelle Fortbildungsstudien mit pädagogischen Fachkräften im US-amerikanischen Raum verweisen auf ähnliche Merkmale guter Fortbildungen wie entsprechende Studien mit Lehrpersonen. So sind neben anderem die Dauer und der klare inhaltliche Fokus auf „unterrichtsnahe“ Themen ein zentrales Merkmal wirksamer Fortbildungen (z.B. Darling-Hammond, Chung Wei, Andree, Richardson, & Orphanos, 2009). Wirksamkeit wird dabei anhand der

Umsetzung des Bildungsbereichs Naturwissenschaften, der Prozessqualität und der Kompetenzentwicklung der Kinder festgemacht. In einer Studie von Piasta und anderen (2015) wurde beispielsweise die Wirkung von Fortbildungen in den Bereichen Naturwissenschaften und Mathematik auf die Quantität naturwissenschaftlicher und mathematischer Lerngelegenheiten sowie die Kompetenzentwicklung der Kinder analysiert (Piasta, Logan, Pelatti, Capps, & Petrill, 2015). Die Fortbildungen zu fachlichen und fachdidaktischen Inhalten umfassten insgesamt 64 Stunden, die sich über einen Zeitraum von 18 Monaten erstreckten und in denen Erprobungen und Reflexionen der Erfahrungen integriert waren. In der Kontrollbedingung erhielten die Fachkräfte Fortbildungen im gleichen Umfang, aber mit einem bereichsübergreifenden Fokus. Die bereichsspezifischen Fortbildungen zeigten eine Wirkung auf die Quantität der Umsetzungen, die wiederum mit der Kompetenzentwicklung der Kinder zusammenhing. In einer Studie im Rahmen des Programms „My Teaching Partner – Math/Science“ für frühpädagogische Fachkräfte (Vick Whittaker, Kinzie, Williford, & DeCoster, 2016) wurden zwei Fortbildungsansätze mit einer Kontrollgruppe verglichen. Hier hatte die erste Gruppe Zugang zu einer Vielzahl gut aufbereiteter didaktischer Materialien zu fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Inhalten, eine zweite erhielt zusätzlich Online- und Präsenzkurse mit einer Dauer von insgesamt 23,5 Stunden. Die Kontrollgruppe bekam keine Maßnahme. Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigten die beiden anderen Gruppen eine höhere Qualität im Bereich der emotionalen und Teilen der bereichsspezifischen instruktionalen Unterstützung (hier spezifisch die Umsetzung mathematisch-naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen). Die Kinder, die von den pädagogischen Fachkräften der zweiten Interventionsgruppe mit Online- und Präsenzphasen betreut wurden, zeigten höhere Kompetenzen im Bereich der Mathematik im Vergleich zu denen der Kontrollgruppe, im Bereich der Naturwissenschaften ergaben sich allerdings keine Unterschiede (Kinzie u.a. 2014). Offensichtlich fiel es den Fachkräften leichter, die mathematischen Inhalte umzusetzen als die naturwissenschaftlichen. Möglicherweise ist auch der Bildungsbereich Mathematik im Vergleich zu den Naturwissenschaften in den vorschulischen Einrichtungen bereits besser etabliert. Gropen u.a. (2017) konnten die Wirkung einer 42 Stunden umfassenden, rein auf Naturwissenschaften ausgerichteten Fortbildung inklusive eines individuellen Coachings auf das naturwissenschaftliche Wissen der Fachkräfte, die instruktionale Unterstützung und die kindliche Kompetenzentwicklung zeigen (Gropen, Kook, Hoisington, & Clark-Chiarelli, 2017). In den Fortbildungsangeboten wurden drei spezifische Inhaltsbereiche (Schwimmen und Sinken, Wasserkraft und Rampen) aufgegriffen. Diese im Vergleich zu den anderen Studien deutlichere Fokussierung auf abgegrenzte Inhalte ist möglicherweise entscheidend für die Effektivität. Auch der Ansatz, ein zum Teil individuelles und zum Teil videobasiertes Coaching im Rahmen von Fortbildungen anzubieten, wird als aufwendig, aber vielversprechend angesehen (Egert, Eckhardt, & Fukkink, 2017; Zimmermann, 2014).

Ansätze zur frühen MINT-Bildung, die es auch in Deutschland gibt, in denen einzelne Nachmittags- oder Tagesangebote zu wenig inhaltlich fokussierten Themen wie „Experimentieren in der Kita“ oder „Experimente rund ums Wasser“ Gegenstand sind, müssen vor dem Hintergrund der berichteten Ergebnisse vorsichtig eingeschätzt werden. Sie können möglicherweise erste Impulse geben, sich mit früher naturwissenschaftlicher Bildung auseinanderzusetzen, Änderungen im Handeln und darüber vermittelt in den Kompetenzen der Kinder sind kaum zu erwarten. Die größte Bildungsinitiative im Bereich der frühen MINT-Förderung in Deutschland ist das Haus der kleinen Forscher. Diese Initiative wird seit 10 Jahren vom BMBF sowie von diversen Stiftungen und lokalen Sponsoren gefördert. Sie arbeitet über lokale Netzwerke, die Fortbildungen für pädagogische Fachkräfte aus Kitas, Horten (bzw. Ganztagsbetreuungsangebote) sowie Grundschullehrpersonen anbieten. Mittlerweile gibt es in der Bundesrepublik eine weite Abdeckung durch solche lokalen Netzwerke. Die wissenschaftliche Begleitung dieser großen Initiative hat erst vor einigen Jahren begonnen, mittlerweile liegen erste Ergebnisse aus verschiedenen, allerdings lediglich querschnittlich angelegten Studien vor. So zeigt z. B. ein Vergleich der Prozessqualität in 20 zertifizierten Haus der kleinen Forscher-Einrichtungen mit Einrichtungen aus der BIKS-Studie (Bildungsprozesse, Kompetenzentwicklung und Selektionsentscheidungen im Vorschul- und Grundschulalter), dass die Haus der kleinen Forscher-Einrichtungen höhere Werte im Bereich der naturwissenschaftlichen Prozessqualität aufweisen (Anders & Ballaschk, 2014). Voraussetzung für die Zertifizierung ist die Teilnahme von mindestens zwei pädagogischen Fachkräften an zwei Fortbildungsveranstaltungen in 24 Monaten. Der Wert der beobachteten Prozessqualität im Bereich Naturwissenschaften der Haus der kleinen Forscher-Einrichtungen liegt im mittleren Bereich der Prozessqualität. In den Studien EASI Science (Early Steps into Science) und EASI Science-L (Early

Steps into Science and Literacy) wurden wiederum Einrichtungen, die an der Initiative Haus der kleinen Forscher beteiligt waren, mit solchen Einrichtungen verglichen, die entweder an einer anderen naturwissenschaftlichen Bildungsinitiative teilnehmen oder keinen expliziten naturwissenschaftlichen Schwerpunkt haben. Befragungen und Testungen von 318 pädagogischen Fachkräften aus vier verschiedenen Bundesländern deuten auf Zusammenhänge zwischen der Anzahl von naturwissenschaftlichen Fortbildungen und dem naturwissenschaftlichen Fachwissen bzw. verschiedenen motivationalen Merkmalen der Fachkräfte hin (Barenthien, Lindner, Ziegler, & Steffensky, 2018; Steffensky et al., im Druck). Dieses Ergebnis ist unabhängig davon, bei welcher naturwissenschaftlichen Bildungsinitiative (Haus der kleinen Forscher oder andere Angebote) die Einrichtungen und pädagogischen Fachkräfte teilnehmen. Keine Zusammenhänge zeigen sich allerdings zum fachdidaktischen Wissen. Möglicherweise ist die Dauer der in der Regel auf 5-7 Stunden angelegten Veranstaltungen nicht ausreichend, um zusätzlich fachdidaktische Inhalte vertieft zu thematisieren. Pädagogische Fachkräfte aus Einrichtungen aus dem Haus der kleinen Forscher oder anderen Einrichtungen mit naturwissenschaftlichen Schwerpunkt besuchten im Mittel 0.62 ($SD = 0.83$) dieser eher kurzen Fortbildungen in einem Jahr. Dies ist im Vergleich zur „Dosis“ von effektiven Fortbildungen, die sich aus den oben genannten Studien ableiten lassen, gering. Pädagogische Fachkräfte aus „Haus der kleinen Forscher-Einrichtungen“ gehen im Mittel aber häufiger zu Fortbildungen als pädagogische Fachkräfte aus anderen einschlägigen „naturwissenschaftlichen Einrichtungen“. Unterschiede in den Einrichtungen lassen sich auch hinsichtlich der Implementationsqualität des Bildungsbereichs Naturwissenschaften feststellen. So deuten verschiedene Indikatoren auf eine höhere Implementation naturwissenschaftlicher Bildung in Haus der kleinen Forscher-Einrichtungen hin. In diesen Einrichtungen spielen naturwissenschaftliche Themen in Dienstbesprechungen zum Beispiel eine größere Rolle im Vergleich zu den naturwissenschaftlichen Vergleichseinrichtungen (Steffensky et al., im Druck). Auf ähnliche Ergebnisse verweisen auch Untersuchungen eines naturwissenschaftlichen Fortbildungsangebots im Rahmen des Projektes Forscherstation hin. Hier spielt das Thema frühe naturwissenschaftliche Bildung im Team bei den Einrichtungen, in denen einige pädagogische Fachkräfte an dem Fortbildungsangebot teilgenommen haben, eine stärkere Rolle, im Vergleich zu den Kontrolleinrichtungen (Flöter, Lohse-Bossenz, & Tietze, 2017). Implementationsqualität ist ein durchaus relevanter Zielbereich von Fortbildungsangeboten, da die Implementationsqualität als ein wichtiger Einflussfaktor für die Häufigkeit und Qualität der Umsetzung eines Bildungsbereichs in Kitas gilt (Resa, Groeneveld, Turani, & Anders, 2017; vgl. Wertfein, Müller, & Danay, 2013). So wurde beispielsweise in einer weiterführenden Studie des EASI science Projektes untersucht, inwieweit die Implementation des Bereichs der Naturwissenschaften als Einrichtungskonzept (Naturwissenschaften als pädagogischer Schwerpunkt der Einrichtung) mit den motivationalen Überzeugungen der Kinder zusammenhängt. Die Ergebnisse konnten zeigen, dass Kinder in Einrichtungen mit einem naturwissenschaftlichen Schwerpunkt eine höhere naturwissenschaftliche Lernfreude und Selbstwirksamkeitserwartung aufweisen als Kinder aus Einrichtungen ohne naturwissenschaftlichen Schwerpunkt (Oppermann, Brunner, Eccles, & Anders, 2018). Zwischen den drei Untersuchungsgruppen der EASI science Studie zeigen sich allerdings keine Unterschiede im Wissen oder der Motivation der Kinder. In der Studie EASI Science-L zeigen sich Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an naturwissenschaftsbezogenen Fortbildungen und der sprachlichen Anregungsqualität, hierzu wurden Befragungen und standardisierte Beobachtungen von 58 pädagogischen Fachkräften durchgeführt (Rank, Wildemann, Hartinger & Tietze, im Druck). Beide eher explorativ angelegten Studien lassen sich aufgrund ihres querschnittlichen Designs nicht kausal interpretieren, möglicherweise nehmen bereits sehr „MINT-engagierte“ Einrichtungen an dem Programm und/oder an den Studien teil. Zusammenfassend deuten die Ergebnisse bei aller Vorsicht darauf, dass diese groß angelegte Initiative wichtig ist für die Anregung zur Auseinandersetzung mit früher naturwissenschaftlicher Bildung in den Einrichtungen. Schwer abschätzbar ist, ob die Struktur des Fortbildungsangebots und die Steigerung der Prozessqualität für die langfristige Kompetenzentwicklung ausreichend sind.

Auch wenn der Schwerpunkt der vorschulischen MINT-Aktivitäten auf der Weiterentwicklung des pädagogischen Personals der Kitas liegt, gibt es auch einige Angebote, bei denen die Kita-Kinder externe Einrichtungen besuchen. Evaluiert worden ist hier beispielsweise die „Junior-Uni“, bei der unter anderem 4-6jährige Kinder an Programmen teilnehmen, die aus viermal 90 Minuten Angeboten zu diversen MINT-Themen bestehen. Die zentrale abhängige Variable war dabei das Abschneiden in den Schuleingangsuntersuchungen. Diese umfassen

gesundheitsbezogene sowie kognitive und nicht-kognitive Indikatoren der Leistungsfähigkeit eines Kindes. Das bedeutet, dass sie nicht spezifisch für die MINT-Fächer sind. Bei Kontrolle verschiedener baublockbezogener und individueller Variablen zeigten sich signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Kindern im Schuleingangsscore von 2.8 Prozentpunkten, was ungefähr 1/5 der Standardabweichung des Gesamtscores entspricht, zugunsten der Kinder, die an der Junior-Uni teilgenommen haben (Makles & Schneider, 2017). Unter anderem aufgrund der fehlenden Kontrolle von Kompetenzmaßen ist es schwer, den gefundenen Unterschied kausal zu interpretieren.

4.6 Hinweise aus dem internationalen Forschungskontext und aus anderen Enrichmentprogrammen

International hat sich ein breites Spektrum an schulbasierten und außerschulischen Enrichmentangeboten entwickelt, eine analoge Bewegung zur deutschen Schülerlaborinitiative ist in anderen Ländern jedoch nicht zu beobachten. Ein viel zitierter Aufsatz, der einen Überblick über zentrale Ziele und exemplarische Ansätze solcher Angebote gibt, ist der von Braund & Reiss (2006). Als wesentlicher Ausgangspunkt für die Entwicklung unterrichtsergänzender Angebote wird auch hier – vergleichbar zu vielen Schülerlaboren – die fehlende Aktualität oder Authentizität des regulären Schulunterrichts benannt, verbunden mit der vielfach dokumentierten Kluft zwischen einem durchaus vorhandenen Interesse an den Naturwissenschaften, nicht aber gleichermaßen am naturwissenschaftlichen Unterricht. Von diesen Entwicklungen werden auch Rückwirkungen auf den Unterricht erwartet, die bisher in den Studien zu den Schülerlaboren nicht Gegenstand der Untersuchung sind: „We support such changes but argue that far greater use needs to be made of out-of-school sites in the teaching of science. Such usage will result in a school science education that is more valid and more motivating.“ (Braund & Reiss, 2006, S. 1373). Wirkungen werden für verschiedene Maßnahmen wie Museums- oder Industriebesuche oder auch Aktivitäten zu Hause insbesondere mit Blick auf das jeweilige inhaltliche Verständnis berichtet, z.T. untersucht in Prä-Post-Designs. Eine bereits vorhandene intrinsische Motivation (siehe auch Untersuchungen zu Wettbewerben unten) wird – wenig überraschend – als förderlich berichtet. Für weiterführende Untersuchungen auch hierzulande von Interesse ist womöglich das aufgezeigte Spannungsfeld zwischen einer Lern- und einer Unterhaltungsorientierung, das sich insbesondere für informelle Lernangebote ergibt. Weitere Ziele werden benannt, insbesondere zur Wahrnehmung der Naturwissenschaften und naturwissenschaftlicher Lerngelegenheiten, aber auch hier vielfach nicht mit empirischen Befunden im Sinne der oben ausgewiesenen Kriterien belegt. Eine Ausnahme stellt auch international die Forschung zu Schülerwettbewerben bzw. zur Förderung leistungsstarker Jugendlicher dar (siehe unten und zusammenfassend z.B. Stake & Mares, 2001). Stake & Mares (2001) zeigen bezogen auf die Untersuchung von Einstellungsänderungen dazu auf, dass erst die Kombination verschiedener Methoden und die Befragung verschiedener weiterer Personengruppen (u.a. Eltern) Hinweise auf Entwicklungen gegeben haben, die sich in einfachen Prä-Post-Tests nicht zeigten. Auch dieser Befund verstärkt das oben bereits herausgestellte Forschungsdesiderat auch für die hiesigen Schülerlaborangebote.

Umfangreich liegen international Publikationen für einzelne Projekte vor, die einheitlich das große Interesse und positive Feedback der Teilnehmenden berichten und über oftmals qualitative Analysen ebenfalls Aussagen über Entwicklungen, z. B. von Arbeitsweisen (z. B. Sahin et al. 2014) bereitstellen⁵. Wie für die Schülerlaborforschung berichtet, bietet auch der internationale Stand der Forschung bislang wenig Belege für nachhaltige Interessen- oder Einstellungsentwicklungen (Stake & Mares, 2001). Hinweise auf nachträglich gesteigerte oder auch verringerte Wirkungen von Enrichmentangeboten werden jedoch benannt. So beschreiben Stake & Mares (2005) einen so genannten „splashdown effect“, verbunden mit der Rückkehr in die gewohnte schulische Umgebung und dem dort u.a. wieder eintretenden sozialen Vergleich. Für wiederholte Aktivitäten, z. B. mehrfache Teilnahmen an Science Fair projects oder Science Clubs, werden auch empirische Befunde zu Wirkungen auf eine anschließende Kurs- oder Programmwahl berichtet (z. B. Sahin, 2013).

⁵ Wir können nicht ausschließen, dass umfangreichere Recherchen zu quantitativ angelegten Analysen im internationalen Raum doch noch erfolgreich werden könnten, die vorgenommene Sichtung erbrachte jedoch keine weiteren substantiellen Hinweise.

Im deutschsprachigen Raum wurden in den letzten Jahren, teilweise an internationale Forschungsaktivitäten anschließend, ebenfalls eine Reihe weiterführender Untersuchungen initiiert, die darauf abzielen, den oben dokumentierten Erkenntnisstand über die Ziele, Ansätze und Wirkungen von Schülerlaboren und anderen Enrichmentmaßnahmen zu erweitern. Aufbauend auf die durchaus vielversprechenden internationalen Befunde zu Enrichmentmaßnahmen für Hochbegabte bzw. Hochinteressierte werden Schülerwettbewerbe und Schülerforschungseinrichtungen (z.B. das mittlerweile Deutschland weit ausgerichtete Programm der Schülerforschungszentren) in Netzwerken diskutiert und weiterentwickelt sowie in Forschungsvorhaben einbezogen. Teilnahmemotive wurden u.a. von Plasa & Rincke (2010) qualitativ sowie von Blankenburg, Höffler & Parchmann (2016) quantitativ untersucht; in beiden Studien erwies sich das Interesse, neues zu lernen bzw. zu erforschen als bedeutsam. Blankenburg hat zudem in einer Prä-Post-Follow up – Studie nicht nur die Wirkung eines Wettbewerbstags für Schüler*innen zu Beginn der Sekundarstufe I untersucht – mit positivem Ergebnis im Falle einer anschließenden simulierten Wettbewerbsteilnahme, sondern auch analysiert, welche Faktoren die Wahrscheinlichkeit einer Teilnahme beeinflussen. Neben der Motivation, Neues zu lernen, erwiesen sich bei Mädchen eine vorherige Wettbewerbsteilnahme, ebenso wie bei Stang et al. (2014) für den Erfolg in der Chemieolympiade, sowie das Interesse an den Naturwissenschaften in der Schule als bedeutsam, bei den Jungen das Selbstkonzept bezogen auf den Wettbewerb sowie die eingeschätzte Nützlichkeit der Naturwissenschaften (siehe auch Abernathy & Vineyard, 2001, für Befunde in US-amerikanischen Wettbewerben). Paul & Groß (2016) haben mit qualitativen Studien potentielle Wirkungen einer Jugend forscht – Teilnahme kategorisiert, standardisierte Maße zu tatsächlichen Leistungs- oder anderen Entwicklungen wurden jedoch nicht eingesetzt. Höffler et al. (2017) haben das Selbstkonzept von Teilnehmer*innen an der Internationalen JuniorScience Olympiade bzw. an Jugend trainiert für Olympia zu einem Messzeitpunkt verglichen und für die Naturwissenschaften u.a. dieselben Geschlechterunterschiede gefunden, die auch für Mädchen in anderen Schul- und Förderprogrammen berichtet werden. Das laufende Projekt WinnerS (<https://www.ipn.uni-kiel.de/de/forschung/projekte/winners>) untersucht derzeit Eingangsvoraussetzungen und Entwicklungen von erfolgreichen und ausscheidenden Wettbewerbsteilnehmenden über den Verlauf eines gesamten Wettbewerbsjahres. Deutlich wird in diesem Kontext, dass Impulse aus dem internationalen Raum zunehmend aufgegriffen werden und auch ein substantielles Forschungspotential verfügbar ist, so dass ein systematisch ausgerichtetes Forschungsprogramm auch für Schülerlabore ertragreich werden dürfte.

5. Zusammenfassung und abschließende Würdigung der Ergebnisse

Anlage der Expertise: Die Expertise gibt im Anschluss an eine theoretische Orientierung einen Überblick, welche Aussagemöglichkeiten zu den Wirkungen außerschulischer MINT-Angebote bestehen. Dabei wird eine Selektion vorgenommen, die sich einerseits auf das Design der Evaluationsstudien bezieht und andererseits auf den Zuschnitt der Maßnahmen. Einbezogen wurden primär Studien, deren Design geeignet ist, beobachtete Entwicklungen als Effekte der Maßnahmen zu interpretieren. Idealerweise sollten dazu längsschnittliche Designs unter Einbezug von Experimental- und Kontrollgruppen vorliegen. Die einbezogenen Maßnahmen sind im Sekundarbereich vor allem dem Typus der Laborangebote zuzuordnen, ergänzend wurden auch Mentoringprogramme und schulische Angebote berücksichtigt, die in Zusammenarbeit mit außerschulischen Akteuren eingebracht wurden. Im Bereich der vorschulischen Angebote fanden auch Fortbildungsmaßnahmen für Lehrende Berücksichtigung, die allerdings die oben angeführten Designmerkmale nur partiell einlösen. Nur randständig berücksichtigt wurden Wettbewerbe sowie der internationale Forschungskontext, da unterstellt werden kann, dass vor allem hoch leistungsfähige und stark interessierte Probandinnen und Probanden an speziellen Enrichmentmaßnahmen wie Wettbewerben teilnehmen. Unberücksichtigt blieben Museumsangebote, da deren Effekte aufgrund der kurzen Einwirkungszeit eher schwächer als jene von Laborangeboten ausfallen dürften und die Herausforderungen an die Realisierung eines angemessenen Evaluationsdesigns besonders schwer

einzulösen sind. Der Schwerpunkt der durchgeführten Analysen bezieht sich folglich auf den nationalen Forschungsstand bzw. die in Deutschland realisierten außerschulischen Schülerlaborangebote, erweitert um Camps und Mentoringprogramme. Der internationale Forschungsstand und Befunde von Wettbewerben werden exemplarisch skizziert, um weitere Anregungen und Reflexionspunkte auch für die Studien zu Breitenförderangeboten und deren Interpretation zu geben.

Forschungsstand: Der Forschungsstand ist weiterhin hinsichtlich der Zahl an Studien, die die genannten Kriterien erfüllen, unbefriedigend. Vor allem systemisch angelegte Evaluationen, die geeignet wären, Effekte von außerschulischen Angeboten auf Entwicklungen von Interessen, Selbstkonzepten, beruflichen Interessen und MINT-Kompetenzen über singuläre Maßnahmebesuche hinaus abzuschätzen, stehen aus. Im Sekundarbereich konnten 12 abgeschlossene Studien identifiziert werden, die den oben angeführten Designmerkmalen (weitgehend) entsprachen, auf unterschiedliche Zielgruppen ausgerichtet waren und unterschiedliche Themenfelder berücksichtigten. Der größte Teil dieser Studien war auf die Untersuchung von Effekten der Laborangebote ausgerichtet. Es fehlen jedoch Studien, die nicht nur die Wirkung einer einzelnen Maßnahme, sondern die kumulative Wirkung verschiedener Maßnahmen entlang der Bildungskette untersuchen. So ist gemäß der Befundlage davon auszugehen, dass eine einzelne Maßnahme in der Regel nur wenig langfristige Wirkungen zeigt, bei verschiedenen sukzessive aufeinander aufbauenden Maßnahmen aber möglicherweise kumulative Wirkungen zu erwarten wären.

Noch stärker eingeschränkt sind die Aussagemöglichkeiten zu Effekten von Maßnahmen, die im vorschulischen Bereich ansetzen. National sind in diesem Bereich vor allem Studien zu Effekten von Fortbildungsprogrammen verfügbar, die lediglich Aussagen auf Basis von Vergleichen von fortgebildeten und nicht fortgebildeten pädagogischen Fachkräften bereitstellen. Größere mehrbenenanalytische Studien, in welchen die angenommene Wirkungskette (z. B. Effekte von Fortbildungen auf die professionelle Kompetenz, das Handeln und die kindliche Kompetenzentwicklung) untersucht werden, stehen noch aus.

Eine Herausforderung besteht zudem nach wie vor im Hinblick auf die Kontrolle der potentiellen Einflussfaktoren, wie z. B. familiären Sozialisationsbedingungen, die Maßnahmeerfolge gegebenenfalls konterkarieren können. Um belastbare Aussagen zu den Effekten der Maßnahmen und den Trägern außerschulischer Angebote zielführende Hinweise zur Optimierung ihrer Angebote bereitstellen zu können, wäre ein koordiniertes Forschungsprogramm notwendig.

Trotz der bestehenden Einschränkungen der Aussagemöglichkeiten bieten die vorliegenden Studien vielfältige Ergebnisse, die sowohl für die Bildungspolitik und Bildungspraxis als auch die Forschung wichtige Orientierung bieten.

Zentrale Ergebnisse: Die Evaluationsergebnisse dokumentieren durchgängig positive Beurteilungen der Angebote durch die Adressaten und in aller Regel positive Effekte auf das situationale Interesse. Das heißt es gelingt, wie auch theoretisch unterstellt, durch die kognitiv aktivierenden, Kompetenzerleben förderlichen Lernumgebungen, im Laborkontext die MINT-spezifische Interessenentwicklung situativ zu fördern. Die Effekte bleiben allerdings meist auf diese situationalen Interessen beschränkt, fachliche bzw. individuelle Interessen können durch die meist kurzfristigen Angebote in der Regel nicht nachgewiesen werden. Zugleich werden dort, wo zunächst im Maßnahmenverlauf positive Entwicklungen dokumentiert werden konnten, durchgängig Abnahmen nach den Maßnahmen beobachtet, so dass - abgesehen von Einzelfällen - bereits bei der Follow up Messung der Ausgangslevel wieder erreicht wurde. Zum Teil konnten aber im Vergleich zu den Kontrollgruppen über die Maßnahmedauer Stabilisierungseffekte beobachtet werden. Erklärungsansätze für diese nachträgliche Veränderung bieten u.a. internationale Publikationen, die Effekte des „Wiedereintretens“ in die gewohnte schulische Lernumgebung diskutieren.

Ähnliche Befunde ergeben sich in den Laborkontexten auch für die Selbstkonzepte und die beruflichen Orientierungen. Günstige Auswirkungen hat die Verknüpfung der außerschulischen Angebote mit den schulischen Lerngelegenheiten, partiell liegen auch Hinweise vor, wonach Angebotsformen, die z. B. mehrtägig angelegt sind und eine hohe Erlebnisintensität und soziale Einbindung sichern, Vorteile gegenüber anderen Angebotsformen haben. In den wenigen Fällen, in denen Effekte von Mehrfachbesuchen von (kurzfristigen) Laboren untersucht wurden, ergaben sich keine nachhaltigen Effekte, in wettbewerblichen Formaten wurden hingegen Effekte von Mehrfachbeteiligungen beobachtet. Systematisch aufeinander aufbauende und sich über längere Zeit erstreckende Maßnahmen wurden (im Laborbereich) bisher keiner systematischen Analyse unterzogen. Dies dürfte auch darauf zurückzuführen sein, dass solche Konstellationen bisher eher selten sind, sehr wohl aber Anlass für weiterführende Überlegungen analog zur Wettbewerbsgestaltung und -forschung bieten.

Weitere Hinweise liegen zu Einflüssen des Alters vor. In der Bildungsbiographie spät einsetzende Maßnahmen scheinen im Interessenbereich weniger aussichtsreich. Zu berücksichtigen ist, dass auch die hier beispielhaft angeführten effektförderlichen Maßnahmemerkmale in den bisherigen Studien zu Laborangeboten nicht ausreichten, um nachhaltige Effekte bezogen auf fachliche Interessen, Selbstkonzepte und berufliche Orientierungen zu sichern. Das gilt selbst für jene Studien, in welchen das schulische Angebot zu wesentlichen Teilen von außerschulischen Akteuren bereitgestellt und damit eine idealtypische Kooperation außerschulischer und schulischer Angebote realisiert wurde. Große Effekte ließen sich in diesen Konstellationen allerdings für die Kompetenzentwicklung⁶ dokumentieren, die in den meisten Evaluationen außerschulischer Angebote bisher weniger in den Blick genommen wurde.

Bemerkenswert sind die Effekte von Mentoringprogrammen, die darauf zielen, bei eher MINT-Interessierten die Entscheidung für MINT-Bildungs- und Ausbildungsprogramme zu beeinflussen. Für diesen Angebotstypus konnten nachhaltige Effekte für die Ausbildungs- und Studienentscheidungen dokumentiert werden, Selbstkonzepte und fachliche Interessen bleiben von diesen Angeboten ebenfalls unberührt. Gleichwohl weisen sie einen Weg, wie die verfügbaren Potentiale besser ausgeschöpft werden können.

Zu berücksichtigen ist bei der Einordnung all dieser Ergebnisse, dass selbst die meist sehr kurzfristig angelegten Laborangebote durchaus das Potential haben (temporär) sowohl im Interessenbereich als auch bei Selbstkonzepten und beruflichen Orientierungen positive Entwicklungen zu evozieren, jedoch nicht hinreichend um gegebenenfalls negativ wirkende Einflussfaktoren aus dem sozialen und schulischen Umfeld zu kompensieren. Auch vor diesem Hintergrund wären Studien wichtig, in welchen die potentiellen, neben den außerschulischen Maßnahmen bedeutsamen Einflussfaktoren systematischer einbezogen werden und beispielsweise über längere Zeit eine Koordination von schulischen und außerschulischen Angeboten realisiert und in ihren Effekten untersucht wird.

Im vorschulischen Bereich geben die bisherigen (wenigen) Studien Anlass in erster Linie positive Wirkungen auf der Kompetenzebene von pädagogischen Fachkräften und die Implementationsqualität früher naturwissenschaftlicher Bildung zu unterstellen. Größere nationale längsschnittliche Studien, die kausale Zuschreibungen ermöglichen würden, stehen allerdings aus, so dass gegenwärtig Unterschiede zugunsten der Fortbildungsteilnehmerinnen sowohl auf Selektionseffekte als auch auf Sozialisationseffekte rückführbar sein könnten.

⁶ Der Möglichkeitsraum denkbarer Kompetenzfacetten ist dazu bisher nicht ausgeschöpft.

Perspektiven der außerschulischen MINT-Angebote im Lichte der Forschungsergebnisse

Die Forschungsergebnisse bestätigen zunächst trotz aller Einschränkungen, dass die didaktisch-konzeptionellen Grundüberlegungen zur Interessen- und Selbstkonzeptförderung mit Blick auf die unmittelbar einsetzenden Wirkungen tragfähig sind. Dass dennoch bisher für die Laborangebote in der Regel keine *nachhaltigen* Effekte dokumentiert werden konnten, verweist auf parallel bzw. im Nachgang wirksame Einflüsse, die zunächst beobachtete positive Entwicklungen möglicherweise kompensieren. Ob unter spezifischen Kontextbedingungen dennoch auch in solchen Förderkontexten nachhaltige Effekte dokumentiert werden können, ist gegenwärtig nicht abschließend abschätzbar.

Aus einer theoretischen Perspektive erscheint es wahrscheinlich, dass unter günstigen Randbedingungen im schulischen und sozialen Umfeld nachhaltige Effekte im Interessen- und Selbstkonzeptbereich erzielt werden können. Zur abschließenden Einschätzung der Wirkungen sind Untersuchungen notwendig, die relevante Einflussfaktoren systematisch einbeziehen. Dabei gibt es sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nutzungsseite eine Vielzahl von relevanten Faktoren (vgl. Abbildung 1), bei denen ein Einfluss auf nachhaltige Effekte erwartbar sind. Hierzu gehört zum Beispiel die Zusammenarbeit außerschulischer Angebote mit Schulen und/oder Elternhäusern oder die Verbindung einzelner Maßnahmen oder Mehrfachbesuche in den Angeboten. Auch die wichtige Frage nach den Kompetenzen der Lehrenden wurde bislang nicht angemessen berücksichtigt. Neben diesen Einflussfaktoren auf der Angebotsseite sollten auch die Voraussetzungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler verstärkt in den Blick genommen werden. Auch hier fehlen bislang systematische Untersuchungen. Zu berücksichtigende Merkmale wären zum Beispiel Geschlecht oder Alter, vor allem aber sollten Wirkungen auf spezifische Gruppen untersucht, deren Interessen und Einstellungen hinsichtlich der MINT-Berufsorientierung sich stark unterscheiden. So deuten erste Befunde darauf, dass die Effektivität am höchsten bei Personen ist, deren MINT-Interesse und MINT-Einstellungen im mittleren Bereich liegen.

Angesichts der gesellschaftlichen Herausforderungen, die sich sowohl in den Produktions- als auch den Dienstleistungsbereichen auf allen Qualifikationsebenen (akademisch, z. B. Ingenieure; nichtakademisch z. B. Facharbeiter, Techniker) stellen und deren Bewältigung ohne eine möglichst breite aber auch elaborierte MINT-Bildung nicht aussichtsreich ist, erscheint auch die Berücksichtigung von weiteren kognitiven Outcome Maßen lohnenswert, wie z.B. konzeptuelles Wissen oder das Verständnis moderner Wissenschaften. Hierfür sprechen auch die Ergebnisse der vorliegenden Evaluationsstudien, die zeigen, dass dieser Bereich wesentlich leichter stimulierbar ist als Interessen und Selbstkonzepte. Diese Kompetenzen sind zudem für berufliche und gesellschaftliche Gestaltungsprozesse von enormer Bedeutung.

Gegenwärtig beobachtbare Bemühungen um eine Qualitätssicherung der außerschulischen MINT-Angebote könnten in diesem Kontext Entwicklungsoptionen öffnen, deren Effekte allerdings ebenso zu prüfen wären. Einzelne begonnene Forschungsaktivitäten nehmen den Gedanken einer systematischeren Analyse der Wirkmechanismen bereits auf⁷, um eine wünschenswerte Breite und Tiefe solcher Forschungsaktivitäten zu gewährleisten, ist u.E. allerdings ein einschlägiges Forschungsprogramm unabdingbar. Systematisch vergleichende Forschungsprogramme für die große Bandbreite der Schülerlabore etc. sind von großer Bedeutung, um zukünftig tatsächlich forschungsbasierte Konzeptionen gestalten und umsetzen zu können, und zwar nicht parallel zur Schule, sondern damit verbunden.

⁷ So wird z. B. eine systematischere Kategorisierung von Zielen der Anbietenden und wahrgenommenen Zielen der Teilnehmenden, auf die Wirkungen einzelner Designaspekte in den Laboren und/oder einer Vor- und Nachbereitung angestrebt. Auch der Vergleich verschiedener Formate, bspw. eines einfachen Projekttags mit einer entsprechenden Teilnahme an einem Citizen Science – Projekt, sind Gegenstand neuerer Forschung.

Angesichts der zahlreichen Einflussfaktoren, wie sie in Abbildung 1 angedeutet sind und der auch theoretisch eher geringen Wahrscheinlichkeit personale Merkmale wie Interessen, Selbstkonzepte, berufliche Orientierungen und Kompetenzen durch kurzfristige oder gar punktuelle Interventionen nachhaltig zu verändern, sind biographisch längerfristig angelegte Maßnahmen bzw. systemisch ineinandergreifende Maßnahmen in den Blick zu nehmen und zu evaluieren. Dazu bedarf es allerdings sowohl einer Zusammenführung der verfügbaren Kompetenzen und Ressourcen als auch deren koordinierter Nutzung. Notwendig sind dafür u.E. übergreifende Unterstützungsstrukturen, regionale Koordinations- und Qualitätssicherungseinheiten sowie eine flankierende Evaluation, deren Design kausale Zuschreibungen von Effekten auf unterschiedlichen Ebenen ermöglicht. Verwiesen sei abschließend auch nochmals auf die berichteten Ergebnisse zu nachhaltigen Effekten von Mentoringprogrammen, die zwar nicht geeignet sind, das Potenzial an Interessierten und Kompetenten zu erweitern, aber nützlich sind, das bestehende MINT-Potenzial besser auszuschöpfen. Die Verstetigung bzw. eine breitflächigere Implementation solch positiver Maßnahmen, sollte ebenfalls Gegenstand eines Entwicklungs- und Forschungsprogramms werden. Dafür spricht einerseits das damit verbundene Effektpotential und andererseits die in der Lehr-Lernforschung immer wieder dokumentierte Erfahrung, dass pädagogische Handlungsprogramme, die unter Versuchsbedingungen meist in hoher Qualität umgesetzt werden, bei einer breiteren Implementation aufgrund von Umsetzungsdefiziten geringere Effekte zeigen oder in ungünstigen Fällen auch wirkungslos werden.

Literatur

- Anders, Y., & Ballaschk, I. (2014). Studie zur Untersuchung der Reliabilität und Validität des Zertifizierungsverfahrens der Stiftung Haus der kleinen Forscher. In Haus der kleinen Forscher (Ed.), Bildung von Anfang an: Vol. 6. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung "Haus der kleinen Forscher" (1st ed., pp. 35–116). Schaffhausen: Schubi-Verlag.
- Abernathy, T.V. & Vineyard, R.N. (2001). Academic Competitions in Science: What Are the Rewards for Students?, The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 74(5), 269-276.
- acatech. (2012). Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs (MoMoTech). acatech berichtet und empfiehlt - Nr. 5. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Anders, Y., Hardy, I., Pauen, S., & Steffensky, M. (2013). Zieldimensionen naturwissenschaftlicher Bildung im Kita-Alter und ihre Messung. In Stiftung Haus der kleiner Forscher (Ed.), Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung "Haus der kleinen Forscher" (1st ed., Band 5, pp. 19–82). Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.
- Barenthien, J., Lindner, M. A., Ziegler, T., & Steffensky, M. (2018). Exploring preschool teachers' science-specific knowledge. *Early Years*, 109(3), 1–16. <https://doi.org/10.1080/09575146.2018.1443321>.
- Benz, C., Peter-Koop, A., & Grüßing, M. (2015). Frühe mathematische Bildung: Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen. SpringerLink : Bücher. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Bergmann, C. & Eder, F. (2000). Geschlechtsspezifische Interessen in der Sekundarstufe II. *Empirische Pädagogik* 14 (3), S. 255- 285.
- Bergmann, C. & Eder, F. (2005). Allgemeiner Interessen- Struktur-Test mit Umwelt- Struktur-Test (ST-R) (Revidierte Fassung.). Göttingen: Beltz Test.
- Bergmann, C. (2007). Berufliche Interessen und Berufswahl. In: H.Schuler & K. Sonntag (hrsg.), *Handbuch der Arbeits- und Organisationspsychologie* (S. 413- 421). Göttingen. Hogrefe.
- Blankenburg, J., Höffler, T., & Parchmann, I. (2016). Fostering today what is needed tomorrow: Investigating students' interest in science. *Science Education*, 100(2), 364-391. DOI: 10.1002/sce.21204.
- Blaseio, B. (2004). Entwicklungstendenzen der Inhalte des Sachunterrichts: Eine Analyse der Lehrwerke von 1970 bis 2000. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Blaseio, B. (2009). Neue Entwicklungstendenzen der Inhalte des Sachunterrichts. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 1, 117–131.
- Brandt, A. (2005). Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Brandt, A., Möller, J. & Kohse-Höinhaus, K. (2008): Was bewirken außerschulische Experimentallabors? Ein Kontrollgruppenexperiment mit Follow up Erhebung zu Effekten auf Selbstkonzept und Interesse. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 22 (1), S. 5-12.
- Braund, M. & Reiss, M. (2006): Towards a More Authentic Science Curriculum: The contribution of out-of-school learning, *International Journal of Science Education*, 28:12, 1373-1388.
- Darling-Hammond, L., Chung Wei, R., Andree, A., Richardson, N., & Orphanos, S. (2009). State of the profession: Study measures status of professional development. *Journal of Staff Development*, 30(2), 42–50.
- Dickhäuser, O & Moschner, B. (2006). Selbstkonzept. In: D.H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch pädagogische Psychologie* (3. Aufl., S. 685- 692). Weinheim [u.a.]: Beltz, PVU.
- Dierks, P. O., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2014). Profiling interest of students in science: Learning in school and beyond. *Research in Science & Technological Education*. 32(2), 97-114.

- Eder, F. (1992). Schulklima und Entwicklung allgemeiner Interessen in der Schule. In: A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch- psychologischen Interessensforschung* (S. 165-194). Münster: Aschendorff Verlag.
- Engeln, K. (2004). *Schülerlabors: authentische aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken*. Berlin: Logos.
- Egert, F., Eckhardt, A. G., & Fukkink, R. G. (2017). Zentrale Wirkmechanismen von Weiterbildungen zur Qualitätssteigerung in Kindertageseinrichtungen. Ein narratives Review. *Frühe Bildung*, 6(2), 58–66.
- Einsiedler, W. (1998). The curricula of elementary science education in Germany. In *Japanisch-Deutsches Zentrum* (Ed.), *Mathematics and elementary science education* (pp. 25–40). Berlin: JDZB.
- Euler, M. & Weßnigk, S. (2011): Lernen durch Forschen und Entwickeln. Schülerlabore und die Förderung kreativer Potenziale. *PLUS LUCIS*, 1-2, S. 32-38.
- Filipp, S.-H. (2006). Entwicklung von Fähigkeitsselbstkonzepten. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 1/ 2 (20), S. 65- 72.
- Flöter, M., Lohse-Bossenz, H., & Tietze, W. (2017). Summative Evaluation des Fortbildungsprogramms. In *Forscherstation Heidelberg gGmbH & PädQUIS gGmbH* (Eds.), *Mit Kindern die Welt entdecken: Standardisierung, Multiplikation und Evaluation eines Fortbildungsprogramms für pädagogische Fachkräfte* (pp. 41–78). Weimar: Verlag das Netz.
- Fröhlich-Gildhoff, K., Nentwig-Gesemann, I., & Pietsch, S. (2011). Kompetenzorientierung in der Qualifizierung frühpädagogischer Fachkräfte: Eine Expertise der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF); [Ausbildung]. *WiFF-Expertisen: Vol. 19*. München: DJI.
- Garbett, D. (2003). Science education in early childhood teacher education: Putting forward a case to enhance student teachers' confidence and competence. *Research in Science Education*, 33, 467–481. <https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000005251.20085.62>.
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen*, Universität Kiel. Zugriff am 25.11.2014. Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00002259/diss_gesamt10_15bibexp.pdf?host=&o.
- Gottfredson, L. S. (1981). Circumscription and compromise. A developmental theory of occupational aspirations. *Journal of counseling psychology*, 28 (6), 545–579. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.28.6.545>.
- Greenfield, D. B., Jirout, J., Dominguez, X., Greenberg, A., Maier, M., & Fuccillo, J. (2009). Science in the Preschool Classroom: A Programmatic Research Agenda to Improve Science Readiness. *Early Education & Development*, 20(2), 238–264. <https://doi.org/10.1080/10409280802595441>.
- Gropen, J., Kook, J. F., Hoisington, C., & Clark-Chiarelli, N. (2017). Foundations of Science Literacy: Efficacy of a Preschool Professional Development Program in Science on Classroom Instruction, Teachers' Pedagogical Content Knowledge, and Children's Observations and Predictions. *Early education and development*, 1(4), 1–25. <https://doi.org/10.1080/10409289.2017.1279527>.
- Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte - Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik*, Humboldt-Universität zu Berlin. Zugriff am 25.11.2014. Verfügbar unter <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/guderian-pascal-2007-02-12/PDF/guderian.pdf>.
- Höffler, T., Bonin, V., & Parchmann, I. (2017). Science vs. sports: Motivation and self-concepts of participants in different school competitions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 817-836.
- Hoffmann L, Häußler P, Lehrke M (1998) *Die IPN-Interessenstudie Physik*. IPN-Schriftenreihe: Vol. 158. Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), Kiel.

- Holland, J.L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3. Aufl.). Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2004). Empfundene „Selbstnähe“ als Mediator zwischen Fähigkeitsselbstkonzept und Leistungskurswahlintentionen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 36(3), 130-138.
- Kinzie, M. B., Whittaker, J. V., Williford, A. P., DeCoster, J., McGuire, P., Lee, Y., & Kilday, C. R. (2014). MyTeachingPartner-Math/Science pre-kindergarten curricula and teacher supports: Associations with children's mathematics and science learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 29(4), 586–599.
- Kleeberger, F., & Stadler, K. (2011). *Zehn Fragen - zehn Antworten: Die Ausbildung von Erzieherinnen und Erziehern aus Sicht der Lehrkräfte; Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Lehrkräften an Fachschulen für Sozialpädagogik; eine Studie der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF). WiFF-Studien: Vol. 13. München: DJI.*
- Köller, O, Daniels, Z., Schnabel, K. & Baumert, J. (2000): Kurswahl von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Zur Rolle von fachspezifischem Selbstkonzept und Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14 (1), 26-37
- Krajewski , K. & Schenider, W. (2009). Development of quantity to number-word lineage as a precursor of mathematical school achievement and mathematical difficulties. Findings from a four-year longitudinal study. *Learning and Instruction*, 19, 513-526.
- Krapp, A. (1992a). Das Interessenskonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhaltung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person- Gegenstand- Konzeption. In: A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen , Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch- psychologischen Interessensforschung* (S. 297- 329). Münster: Aschendorff Verlag.
- Krapp, A. (1992b). Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In: A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen , Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessensforschung* (S. 9-52). Münster: Aschendorff Verlag.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50.
- Lück, G., & Demuth, R. (1998). *Naturwissenschaften im frühen Kindesalter. ChemKon*, 5(2), 71–78.
- Lück, G. (2005). *Naturwissenschaft im frühen Kindesalter – Zur Vertiefung von Sachinteresse zwischen Verschulung und Spielerei*. In T. Hansel (Ed.), *Schulpädagogik: Bd. 6. Frühe Bildungsprozesse und schulische Anschlußfähigkeit: Reform des frühpädagogischen Bereichs in der Debatte nach PISA* (pp. 118–136). Herbolzheim: Centaurus-Verl.
- Luttenberger, S., Ertl, B., Aptarashvili, I. & Paechter, M., (2014): Editorial. *Gruppendynamik und Organisationsberatung* 45: 315-317.
- Makles, A., & Schneider, K. (2017). Extracurricular educational programs and school readiness: Evidence from a quasi-experiment with preschool children. *Empirical Economics*, 52(4), 1181–1204. <https://doi.org/10.1007/s00181-016-1119-z>.
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the Fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669–685. <https://doi.org/10.1080/09500690902792385>.
- Mantzicopoulos, P., Patrick, H., & Samarapungavan, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*, 23(3), 378–394. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2008.04.001>.
- Marsh, H. (1986). Verbal and Math Self-Concepts: An Internal/ External Frame of Reference Model. *American Educational Research Journal* (44), S. 631- 699.

- Mischo, C. (2016). Subjektiver Kompetenzgewinn und Wissenszuwachs bei fröhpädagogischen Fachkräften unterschiedlicher Ausbildungsprofile. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 19(3), 577–597. <https://doi.org/10.1007/s11618-015-0658-y>.
- Merzyn, G. (2008). *Naturwissenschaften Mathematik Technik – immer unbeliebter?* Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Möller, J. & Köller, O. (2004). Die Genese akademischer Selbstkonzepte: Effekte dimensionaler und sozialer Vergleiche. *Psychologische Rundschau*, 55, 19–27.
- Möller, J. & Trautwein, U. (2009). Selbstkonzept. In: E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 179–204). Berlin: Springer.
- Möller, K., Kleickmann, T., & Lange Kim. (2013). Naturwissenschaftliches Lernen im Übergang von der Grundschule zur Sekundarstufe. In H. E. Fischer & E. Sumfleth (Eds.), *Studien zum Physik- und Chemielernen: Vol. 100. Nwu-essen: 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht* (pp. 57–120). Berlin: Logos.
- Mokhonko, S. (2016). *Nachwuchsförderung im MINT-Bereich. Aktuelle Entwicklungen, Fördermaßnahmen und ihre Effekte*. Stuttgart: Steiner.
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Science Achievement Gaps Begin Very Early, Persist, and Are Largely Explained by Modifiable Factors. *Educational Researcher*, 45(1), 18–35. <https://doi.org/10.3102/0013189X16633182>.
- Mullis, I. V.S., Martin, M. O., & Foy, P. (2008). TIMSS 2007. International Mathematics Report. Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades, 1–474.
- Nagy, G. & Husemann, N. (2010). Berufliche Interessen vor und nach dem Übergang in die gymnasiale Oberstufe. Invarianz der Interessensstruktur und Profilunterschiede zwischen Gymnasialzweigen. In: W. Bos, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *Schulische Lerngelegenheiten und Kompetenzentwicklung. Festschrift für Jürgen Baumert* (S. 59–84). Münster. New York: Waxmann Verlag.
- Nickolaus, R. (2017): *Kurzgutachten zu Wirkungspotentialen und Wirkungsmessungen von MINT-Bildungsansätzen in außerschulischen Einrichtungen*, Stuttgart
- Nickolaus, R., Mokhonko, S. & Windaus, A. (2012). *Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Förderprogramms „Schülerinnen forschen – Einblicke in Naturwissenschaft und Technik“*. Abschlussbericht. (Unveröffentlichtes Manuskript), Universität Stuttgart.
- Nölke, C. (2013). *Erfassung und Entwicklung des naturwissenschaftlichen Interesses von Vorschulkindern* (Dissertation). Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.
- Oppermann, E., Brunner, M., Eccles, J. S., & Anders, Y. (2018). Uncovering young children's motivational beliefs about learning science. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(3), 399–421. <https://doi.org/10.1002/tea.21424>.
- Paul, J., & Groß, J. (2016). Lehr-und Lernforschung in der Biologiedidaktik: Nature of Science (NoS) und Forschendes Lernen im Wettbewerb Jugend forscht. In U. Gebhard & M. Hammann (Hrsg.), *Lehr-und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Vol. 7, S. 57–73).
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Kiel. Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00003669.
- Piasta, S. B., Logan, J. A. R., Pelatti, C. Y., Capps, J. L., & Petrill, S. A. (2015). Professional Development for Early Childhood Educators: Efforts to Improve Math and Science Learning Opportunities in Early Childhood Classrooms. *Journal of Educational Psychology*, 107(2), 407–422. <https://doi.org/10.1037/a0037621>.

- Plasa, T., & Rincke, K. (2010). Untersuchung von Schülerforschungszentren mit Hilfe von Interviews. *PhyDidB - Didaktik der Physik* -Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, (Abgerufen am 19. Februar 2018 von <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/148>).
- Prenzel, M., Schütte, K. & Walter, O. (2007). Interesse an den Naturwissenschaften [Interest in science]. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 107-124). Münster: Waxmann.
- Rank, A. ; Wildemann, A.; Hartinger, A.; Tietze, S. (im Druck). Abschlussbericht zur Studie "Early Steps into Science and Literacy (EASI Science-L)" - Teilprojekt 1. Wirkungen sprachlicher Anregungsqualität in naturwissenschaftlichen Bildungsangeboten auf die sprachlichen Fähigkeiten von Vorschulkindern. In: Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (Hrsg.): *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“*, Band 10, Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.
- Ratschinski, G. (2009). Selbstkonzept und Berufswahl. Eine Überprüfung der Berufswahltheorie von Gottfredson an Sekundarschülern (pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 71). Münster: Waxmann.
- Resa, E., Groeneveld, I., Turani, D., & Anders, Y. (2017). The role of professional exchange in improving language-related process quality in daycare centres. *Research Papers in Education*, 56(2), 1–20. <https://doi.org/10.1080/02671522.2017.1353671>
- Sahin, A., Ayar, M.C. & Adiguzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 309-322.
- Sahin, A. (2013). STEM Clubs and Science Fair Competitions: Effects on Post-Secondary Matriculation. *Journal of STEM Education*, 14(1), 5-11.
- Schneider, K.; Makles, A.; Diepers, B.; Frank, C. (2013). Evaluation der Junior Uni: Zentrale Befunde aus vier Jahren Begleitforschung. Forschungsbericht, Bergische Universität Wuppertal.
- Schütte, K., Frenzel, A. C., Asseburg, R. & Pekrun, R. (2007). Schülermerkmale, naturwissenschaftliche Kompetenz und Berufserwartung [Student engagement, science competence and expectations for a career]. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 125-146). Münster: Waxmann.
- Schütte, K. & Köller, O. (2015). "Discover, Understand, Implement and Transfer": Effectiveness of an intervention programme to motivate students for science. *International Journal of Science Education*, 37(14), S. 2306-2325
- Stake, J.E. & Mares, K.R. (2001). Science Enrichment Programs for Gifted High School Girls and Boys: Predictors of Program Impact on Science Confidence and Motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(10), 1065-1088.
- Stake, J.E. & Mares, K.R. (2005). Evaluating the impact of science-enrichment programs on adolescents' science motivation and confidence: The splashdown effect. *Journal of Research in Science teaching*, 42(4), 359-375.
- Stang, J., Urhahne, D., Nick, S., & Parchmann, I. (2014). Wer kommt weiter?: Vorhersage der Qualifikation zur Internationalen Biologie- und Chemie-Olympiade auf Grundlage des Leistungsmotivations-Modells von Eccles. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 28(3), 105-114.
- Steffensky, M., Kleickmann, T., Kasper, D., & Köller, O. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In H. Wendt, W. Bos, C. Selzer, O. Köller, K. Schwippert, & D. Kasper (Eds.), *TIMSS 2015 Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (1st ed., pp. 133–184). Münster: Waxmann.
- Steffensky, M. (2017). Naturwissenschaftliche Bildung in Kindertageseinrichtungen: Eine Expertise der Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF). *WiFF Expertise: Band 48*. München: Deutsches Jugendinstitut e.V.

- Steffensky, M., Anders, Y., Barenthien, J., Hardy, I., Leuchter, M., Oppermann, E., Taskinen, P. & Ziegler, T (im Druck). Wirkungen früher naturwissenschaftlicher Bildungsinitiativen auf die naturwissenschaftliche Kompetenz von Fachkräften und Kindern. Abschlussbericht des Projektes "Early Steps into Science (EASI-science)". In: Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (Hrsg.): Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Band 10, Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.
- Stoeger, H., Duan, X., Schirner, S., Greindl, T. & Ziegler, A. (2013): The effectiveness of a one-year online mentoring program for girls in STEM. In: *Computers and Education* 69 p. 408-418.
- Stoeger, H., Schirner, S., Laemmle, L., Obergriesser, S., Heilemann, M. & Ziegler, A. (2016). A contextual perspective on talented female participants and their development in extracurricular STEM programs. *Annals of the New York Academy of science*.
- Stoeger, H., Hopp, M. & Ziegler, A. (2017). Online Mentoring as an Extracurricular Measure to Encourage Talented Girls in STEM (science, Technology, Engineering, and Mathematics): An Empirical Study of One-on-One Versus Group Mentoring. National Association for Gifted Children. *Gifted Child Quarterly*
- Streller, M. (2015). The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories. Dissertation. Technische Universität Dresden.
- Strunck, U., Lück, G., & Demuth, R. (1998). Der naturwissenschaftliche Sachunterricht in Lehrplänen, Unterrichtsmaterialien und Schulpraxis. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4, 69–80.
- Stuhlmann, K. (2009). Die Realisierung von Berufswünschen- Durch die Identitätsentwicklung im Jugendalter vorhersagbar? In H.Fend, F.Berger & U.Grob (hrsg.), *Lebensverläufe, Lebensbewältigung, Lebensglück. Ergebnisse der Life-Studie* (s. 73-99). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Sumfleth, E. & Henke, C. (2011). Förderung leistungsstarker Oberstudenschülerinnen und -schüler im HIGHSEA-Projekt am Alfred-Wegener Institut, Bremerhaven. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 89–113.
- Swarat S, Ortony A, Revelle W (2012) Activity matters: Understanding student interest in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 515-537.
- Trautwein, U. & Lüdtke, O. (2010). Referenzgruppeneffekte. In: W.Bos, E., Klieme & O. Köller (Hrsg.), *Schulische Lerngelegenheiten und Kompetenzentwicklung. Festschrift für Jürgen Baumert* (S. 11-30). Münster, New York: Waxmann Verlag.
- Tröbst, S., Kleickmann, T., Lange-Schubert, K., Rothkopf, A., & Möller, K. (2016). Instruction and Students' Declining Interest in Science. *American Educational Research Journal*, 53(1), 162–193. <https://doi.org/10.3102/0002831215618662>
- Trundle, K. C., & Saçkes, M. (Eds.). (2015). *Research in early childhood science education*. Dordrecht, Heidelberg, New York: Springer.
- Vick Whittaker, J., Kinzie, M. B., Williford, A., & DeCoster, J. (2016). Effects of MyTeachingPartner–Math/Science on Teacher–Child Interactions in Prekindergarten Classrooms. *Early education and development*, 27(1), 110–127. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.1047711>
- Volodina, A., Nagy, G. & Köller, O. (2015). Success in the first phase of the vocational career: The role of cognitive and scholastic abilities, personality factors, and vocational interests. *Journal of Vocational Behavior*, 91, 11-22.
- Wentorf, W., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2015). Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 207-222.
- Wertfein, M., Müller, K., & Danay, E. (2013). Die Bedeutung des Teams für die Interaktionsqualität in Kinderkrippen. *Frühe Bildung*, 2(1), 20–27. <https://doi.org/10.1026/2191-9186/a000073>

Weßnig, S. (2013). Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten, Universität Kiel. Zugriff am 25.11.2014. Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00004630/dissertation_susanne_wessnigk.pdf; jsessionid=C75EA083D93CC4E82239C2D49CD04AD8?host=&o&o

Zimmermann, M. (2014). Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten: Eine integrative Längsschnittstudie Zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen: Logos Verlag Berlin.

Kontakt

Prof. Dr. Reinhold Nickolaus, Institut für Erziehungswissenschaft, Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik, Universität Stuttgart, Geschwister-Scholl-Straße 24D, 70171 Stuttgart

Prof. Dr. Ilka Parchmann, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Olshausenstraße 62, 24118 Kiel

Prof. Dr. Mirjam Steffensky, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Olshausenstraße 62, 24118 Kiel

Impressum

Herausgeber:
Nationales MINT Forum e. V.
Rungestraße 17
10179 Berlin

Telefon: T + 49 (0)30 / 91 50 74 73
Fax: +49-(0)30 / 84 42 73 90
E-Mail: info@nationalesmintforum.de · Internet: www.nationalesmintforum.de

Empfohlene Zitierweise:
Nationales MINT Forum (Hrsg.): Expertise zu Effekten zentraler außerschulischer MINT-Angebote;
Erstellt im Auftrag des Nationalen MINT Forum e.V.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Nationales MINT Forum · 2018

Koordination: Dr. Julia Härder, Christian Lück
Layout-Konzeption: Nationales MINT Forum e.V.