

Zählen, Ordnen, Vergleichen, Argumentieren

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE BILDUNGSPROZESSE IN DER KITA UND GRUNDSCHULE

*Prof. Dr. Anke Lindmeier
Abteilung Didaktik
der Mathematik*

*Prof. Dr. Mirjam Steffensky
Abteilung Didaktik
der Chemie*

Mathematik und Naturwissenschaften werden als wichtige Bildungsbereiche für die Grundschule und die Kindertagesstätte angesehen. Die Aufgabe des Elementarbereichs ist es dabei, nicht Fächer einzuführen, sondern im Rahmen einer ganzheitlichen, kindgemäßen Bildung auch grundlegende bereichsspezifische Kompetenzen zu fördern, die dann im Unterricht der Grundschule aufgegriffen und weiterentwickelt werden können. Trotz des großen Interesses an frühen mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildungsprozessen gibt es bislang nur wenige empirische Erkenntnisse hierzu. Das gilt insbesondere für den Elementarbereich. Die Forschungsarbeiten am IPN zu frühen Bildungsprozessen, von denen hier einige Projekte exemplarisch vorgestellt werden, befassen sich z. B. mit der Untersuchung der bereichsspezifischen Kompetenz und ihrer Entwicklung oder mit der Entwicklung und Untersuchung der Effektivität von Bildungsangeboten.

Abb. 1: Eine Aufgabe aus dem Kieler Kindergartenstest zum Inhaltsbereich „Größen und Messen“



„Hier haben wir 4 Schnüre. Dieses ist die kürzeste Schnur. Welches ist die längste Schnur?“

Grundlegend für die Untersuchungen bereichsspezifischer Bildungsprozesse von Kindern sind geeignete Verfahren, mit denen Wissen oder Interesse von Kindern an Naturwissenschaften oder Mathematik erhoben werden kann. Eine besondere Herausforderung dabei ist die Befragung von Kita-Kindern, die weder lesen noch schreiben können und deren Aufmerksamkeitsspanne kurz ist. Ein Beispiel für ein solches Verfahren ist der am IPN entwickelte KiKi, der Kieler Kindergartenstest. Die Kinder werden hier in spielbasierten Interviews zu ihrem Wissen in verschiedenen Inhaltsbereichen der Mathematik, zum Beispiel „Größen und Messen“ oder „Daten und Zufall“ befragt. Dabei werden Materialien und Kontexte aus dem Alltag der Kinder genutzt. Um die Fähigkeiten der Kinder zu erfassen, müssen keine fachsprachlichen Anforderungen, die über Alltagssprache hinausgehen, bewältigt werden. Im Inhaltsbereich „Größen und Messen“ ordnen die Kinder z. B. verschieden lange Schnüre nach ihrer Länge. Beim Interview kommen auch Puppen als quasi gleichaltrige Gesprächspartner zum Einsatz (vgl. Abb. 1).

Ähnliche Methoden werden in einem Projekt verwendet, in dem das mathematische Argumentieren fünf- bis sechsjähriger Kinder untersucht wird. Frühe mathematische Argumentationsfähigkeiten umfassen das Erkennen und Nutzen mathematischer Strukturen. Beispielsweise können 5-jährige Kinder meist eine Menge von 6 Objekten abzählen und auch die Mächtigkeit der Menge angeben (Kind tippt auf Bonbons: „1-2-3-4-5-6, Erik hat 6 Bonbons“). Sie kennen also die Zahlwortreihe, die Zählprinzipien, wie beispielsweise die Eins-zu-Eins-Zuordnung von



Zählobjekten zu Zahlwörtern und den Kardinalitätsaspekt natürlicher Zahlen. Wenn sie aber zum Beispiel auch erkennen, dass ein anderes Kind „falsch“ zählt, also beispielsweise die Eins-zu-Eins-Zuordnung verletzt („1-2-3-4-5-6-7, er hat 7 Bonbons“, wobei ein Bonbon zweifach angetippt wurde) und dies auch äußern können, kann man von spezifisch mathematischer Argumentationskompetenz sprechen. In diesem Projekt werden Formen früher mathematischer Argumentation beschrieben sowie Fähigkeitsniveaus bestimmt. Daran anschließend wird die Entwicklung der Argumentationskompetenzen im Übergang vom Elementar- zum Primarbereich untersucht, um einerseits die Variabilität der Kompetenzverläufe, andererseits die Bedeutung mathematischer Argumentationskompetenz zu Schulbeginn für das begriffliche Lernen im Fach zu klären. In dem Projekt konnte gezeigt werden, dass das Argumentieren zwar deutlich mit dem konzeptuellen mathematischen Wissen zusammenhängt, es sich aber dennoch um zwei verschiedene Kompetenzbereiche handelt.

Neben Untersuchungen der Kompetenz werden am IPN auch Entwicklungsarbeiten durchgeführt, bei denen gemeinsam mit Fachkräften Bildungsangebote entwickelt und erprobt werden, zum Beispiel zum Thema Magnetismus oder Schwimmen und Sinken. Im Bildungsangebot zum Schwimmen und Sinken wird die Bedeutung des Materials (im Unterschied zur Form oder der Größe) für das Schwimmverhalten von Vollkörpern herausgearbeitet. Diese Vorstellung kann dann in der Grundschule und den weiterführenden Schulen aufgegriffen und weiterentwickelt werden, z. B. hinsichtlich des Dichte-Konzepts,

des Auftriebs und Drucks. Darüber hinaus steht das Begründen von Vermutungen und Schlussfolgerungen im Mittelpunkt. So erhalten die Kinder beispielsweise Gelegenheiten, aufgrund der vorangegangenen Beobachtungen begründete Vorhersagen für das Schwimmverhalten „neuer“ Gegenstände anhand der Materialeigenschaften zu treffen.

Andere Projekte untersuchen die Effekte von unterschiedlichen Lernumgebungen, so z. B. das TigeR-Projekt aus der Grundschule, das den Erwerb von Rechenstrategien beim halbschriftlichen Rechnen fokussiert. Dafür ist eine Vielzahl von Strategien, die sich in Bezug auf ihre Effektivität sowie Komplexität in Abhängigkeit von den konkreten Rechenaufgaben unterscheiden, beschrieben. Im Projekt wurden zwei Instruktionsstrategien im experimentellen Design verglichen, wobei Kindern in der einen Gruppe Strategien explizit vermittelt wurden, Kinder in der anderen Gruppe beim problemlösenden Erwerb der Strategien unterstützt wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass die beiden Lernumgebungen keinen Einfluss auf die Anzahl der korrekt gelösten Aufgaben haben und alle Kinder Strategien ähnlich adaptiv wählen. Allerdings zeigen sich bei der vertieften Analyse interessante Effekte. So nutzen die Kinder nach einer expliziten Strategieinstruktion komplexere Strategien als die Kinder, die die Strategien problemlösend lernen. Letztere aber können die Strategien stabiler nutzen, so dass man von einem nachhaltigeren Lernen sprechen kann. Solche Studien tragen somit dazu bei, Erkenntnisse zur differenzierten Bewertung von unterschiedlichen Instruktionsstrategien zu gewinnen.

Die Lehrkraft im Fokus der Forschung

PROJEKTE ZUR PROFESSIONELLEN KOMPETENZ VON LEHRKRÄFTEN

*Dr. Jörg Großschedl,
Abteilung Didaktik
der Biologie*

*Dr. Thilo Kleickmann
war bis zum 30. Juni 2015
in der Abteilung Erziehungs-
wissenschaft als Leiter
der Forschungsgruppe
„Professionelle Kompetenz
von Lehrkräften“ am IPN
tätig, seit 1. Juli 2015
hat er die Professur für
Schulpädagogik an der
Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel inne.*

Die Forschung zur professionellen Kompetenz von Lehrkräften stellt einen Forschungsschwerpunkt am IPN dar. Die große Bedeutung von Lehrkräften für die Qualität schulischen Unterrichts und den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern ist nicht zuletzt im Rahmen der Hattie-Studie gezeigt worden. In der Frage, was eine erfolgreiche, kompetente Lehrkraft ausmacht, orientiert sich die Forschung am IPN an dem Modell professioneller Kompetenz von Baumert und Kunter (2006). In diesem Ansatz wird davon ausgegangen, dass sich kompetente Lehrkräfte durch ein ganzes Bündel an Merkmalen auszeichnen, das professionelles Wissen, professionelle Überzeugungen, motivationale Orientierungen und die Fähigkeit zur Selbstregulation umfasst. Die empirische Lehr-Lern-Forschung hat mittlerweile einige Evidenz erbracht, dass diese Merkmale tatsächlich mit höherer Unterrichtsqualität und besserem Lernerfolg seitens der Schülerinnen und Schüler einhergehen. Auch scheint es positive Zusammenhänge mit dem Wohlbefinden der Lehrkräfte selbst zu geben (s. Abb. 1). Während es für diese Wirkungen der professionellen Kompetenz mittlerweile einige Evidenz gibt, ist die Forschung zu der Frage der Entwicklung der professionellen Kompetenz noch recht am Anfang. Dies betrifft vor allen Dingen den Bereich des professionellen Wissens, das insbesondere Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen umfasst. Grundsätzlich stellen die drei Phasen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung wichtige Lerngelegenheiten für die Entwicklung professionellen Wissens bereit.

Doch wie sich professionelles Wissen in der universitären Phase entwickelt und welche Bedingungen die Entwicklung des Wissens begünstigen, ist bislang noch weitgehend unerforscht. Hier setzen zwei große abteilungsübergreifend angelegte und von der Leibniz-Gemeinschaft geförderte Projekte an. Im Rahmen des Projekts „Messung professioneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen (KiL)“ (Laufzeit in den Jahren 2011 bis 2013) wurden zunächst Testverfahren entwickelt und erprobt, mit denen das universitäre Fachwissen, das fachdi-

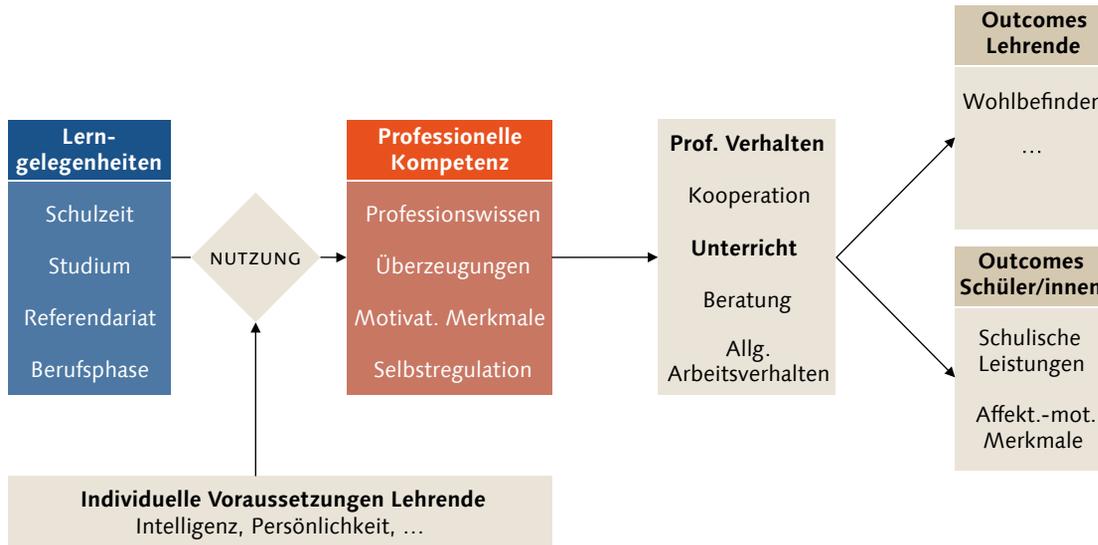


Abb. 1: Rahmenmodell zur Entwicklung, Struktur und Wirkung professioneller Kompetenz von Lehrkräften.

daktische Wissen und das pädagogische Wissen von Lehramtsstudierenden mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern erfasst werden können. Im Rahmen dieses Projekts konnte auch die angenommene dreidimensionale Struktur des professionellen Wissens empirisch gestützt werden (s. Abb. 2).

In dem sich anschließenden Projekt „Kompetenzentwicklung in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen (KeiLa)“ (Laufzeit: 2014–2016) wird aktuell mit einer längsschnittlichen Studie untersucht, wie sich die drei Wissensbereiche, aber auch die weiteren Kompetenzaspekte im Laufe des Lehramtsstudiums entwickeln. Dieses Projekt verspricht u. a. Erkenntnisse darüber zu liefern, inwiefern sich die drei Wissensbereiche wechselseitig beeinflussen (z. B. Bedeutung des universitären Fachwissens für die Entwicklung fachdidaktischen Wissens) und welche institutionellen Bedingungen (z. B. der Umfang und die Qualität von Lehrveranstaltungen) die Entwicklung der professionellen Kompetenz fördern.

Diese groß angelegten Projekte KiL und KeiLa wurden durch eine Reihe weiterer Studien ergänzt. Während in KiL schriftliche Testverfahren zur Erfassung professionellen Wissens entwickelt wurden, wurden in den Projekten ViU-Early Science („Kompetenzen zur Analyse der Lernwirksamkeit von naturwissenschaftlichem Grund-

schulunterricht – Theoretische Modellierung und empirische Erfassung“) und vACT („Videovignettenbasierte Erhebung von fachspezifischen aktionsbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften“) computerbasierte Verfahren entwickelt, in denen Unterrichtsvideos zur Erfassung fachdidaktischer Kompetenzen genutzt werden. Diese Verfahren versprechen, professionelle Kompetenz

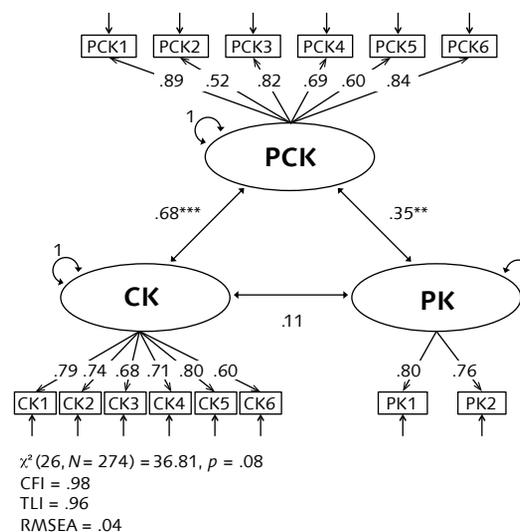


Abb. 2. Dreidimensionale Struktur professionellen Wissens am Beispiel angehender Biologielehrkräfte. CK = Fachwissen (engl.: content knowledge), PCK = fachdidaktisches Wissen (engl.: pedagogical content knowledge), PK = pädagogisches Wissen (engl.: pedagogical knowledge).

Naturwissenschaften	TIMSS Kontrolle	SINUS	Differenz
	M_1 (SE)	M_2 (SE)	$M_1 - M_2$ (SE)
GESAMTSKALA	528 (2.9)	546 (0.7)	-18 (3.0)**
Inhaltsbereiche			
Biologie	525 (2.6)	544 (2.3)	-19 (3.5)**
Physik/Chemie	535 (3.1)	552 (2.2)	-17 (3.8)**
Geographie	520 (3.7)	539 (3.3)	-19 (5.0)**
Anforderungsbereiche			
Reproduzieren	524 (4.0)	544 (2.8)	-20 (4.9)**
Anwenden	533 (2.6)	548 (2.4)	-15 (3.5)**
Problemlösen	526 (3.6)	546 (2.5)	-20 (4.4)**

Mathematik	TIMSS Kontrolle	SINUS	Differenz
	M_1 (SE)	M_2 (SE)	$M_1 - M_2$ (SE)
GESAMTSKALA	528 (2.2)	544 (0.5)	-16 (2.3)**
Inhaltsbereiche			
Arithmetik	520 (2.3)	536 (0.9)	-16 (2.5)**
Geometrie/Messen	536 (2.6)	556 (1.3)	-20 (2.9)**
Umgang mit Daten	546 (2.8)	566 (1.0)	-20 (3.0)**
Anforderungsbereiche			
Reproduzieren	524 (2.3)	540 (0.7)	-16 (2.4)**
Anwenden	528 (2.3)	545 (0.7)	-17 (2.4)**
Problemlösen	532 (3.0)	552 (1.3)	-20 (3.3)**

Tabelle 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Leistungen der Schülerinnen und Schüler an Schulen mit Fortbildungsprogramm für Lehrkräfte (SINUS) und ohne Fortbildungsprogramm (TIMSS).

„handlungsnäher“ zu erfassen. Im Projekt „Teacher Knowledge Experiment“ (T-Knox) wurde der Frage nach der Bedeutung des Fachwissens und des pädagogischen Wissens für die Entwicklung des fachdidaktischen Wissens im Rahmen einer experimentellen Studie nachgegangen. Hier zeigte sich, dass explizite fachdidaktische Kurse rein fachlichen und rein pädagogischen Lerngelegenheiten im Hinblick auf die Förderung fachdidaktischen Wissens deutlich überlegen sind und (nebenbei) auch positive Effekte auf das Fachwissen haben. Den selbstregulativen Fähigkeiten von Lehrkräften, wie bspw. der psychischen Widerstandsfähigkeit, wird u.a. im Projekt SEKO („Selbstregulative Kompetenz von Lehrkräften“) nachgegangen. Hier zeigte sich, dass diese Fähigkeiten im Laufe des Lehramtsstudiums sehr stabil zu sein scheinen.

Das bundesweit angelegte Fortbildungsprogramm SINUS an Grundschulen (Laufzeit: 2004 – 2013) hatte sich zum Ziel gesetzt, die Kompetenzen von Lehrkräften im Bereich des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zu fördern und darüber auch die Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler in diesem Bereich zu verbessern. Mit Daten der Studie TIMSS 2011 Grundschule konnten nun Hinweise darauf gefunden werden, dass die Schülerinnen und Schüler an Schulen, die schon mindestens fünf Jahre an SINUS teilnehmen, im Vergleich zu Kontrollschulen tatsächlich bessere mathematische und naturwissenschaftliche Leistungen erzielen (s. Tabelle 1).

Mit dem Projekt EASI-science (Early Steps into Science) wurde damit begonnen, die Forschung zur professionellen Kompetenz von Lehrenden auch auf den Elementarbereich auszuweiten.



Erfolgreich durch die Berufsausbildung

ZUR LERNAUSGANGSLAGE VON AUSZUBILDENDEN

Dr. Carolin Frank war bis zum 30. September 2015 in der Abteilung Didaktik der Chemie und Abteilung Didaktik der Physik am IPN tätig, seit 1. Oktober 2015 hat sie die Juniorprofessur für Fachdidaktik Wirtschaftstechnik-Haushalt/Soziales unter besonderer Berücksichtigung beruflicher Teilhabe und Inklusion an der Universität Leipzig inne.

*Prof. Dr. Jan Retelsdorf
Abteilung
Erziehungswissenschaft*

Eine zentrale Frage des Forschungsschwerpunktes mit Fokus auf die berufliche Bildung ist, welche Kompetenzen für das Erlernen eines Berufs und den späteren Berufserfolg bedeutsam sind. In diesem Kontext existieren vor allem für gewerblich-technische Berufe umfangreiche empirische Erkenntnisse über die Struktur der beruflichen Kompetenz sowie entsprechende Instrumente, um die berufliche Kompetenz erfassen zu können. Hierauf aufbauend können Studien durchgeführt werden, welche Fragen nach der Entwicklung der beruflichen Kompetenz während der Ausbildung und im Beruf fokussieren.

Betrachtet man die Entwicklung von Kompetenzen im Laufe der Ausbildung, so ist neben der Gestaltung schulischer und betrieblicher Lehr- und Lernprozesse auch entscheidend, mit welcher Motivation und welchen kognitiven Eingangsvoraussetzungen die Auszubildenden in ihre Ausbildung starten. Insbesondere die Frage zur Bedeutung kognitiver Eingangsvoraussetzungen ist relevant, um gegebenenfalls vorhandene Wissensdefizite durch die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen gezielt kompensieren zu können. Grundlage hierfür ist die Kenntnis berufsspezifischer bedeutsamer kognitiver Merkmale und deren Ausprägung zu Beginn der Ausbildung. Für naturwissenschaftliche Berufe liegen vor allem empirische Befunde auf der Ebene von Globalmaßen vor. Beispielsweise konnte bereits mehrfach gezeigt werden, dass der Ausbildungserfolg insbesondere durch schulische Abschlussnoten und die allgemeine Intelligenz vorhergesagt werden kann.

Um spezifische Aussagen über die Anschlussfähigkeit der in der allgemeinbildenden Schule erworbenen Kompetenzen für berufliche Lehr- und Lernprozesse zu treffen, können die Tests der Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss in den für gewerblich-technische Ausbildungsberufe relevanten Schulfächern eingesetzt werden. Obwohl die den Tests zugrundeliegenden, von der Kultusministerkonferenz der Länder beschlossenen Kompetenzkonzeptionen die besondere Bedeutung der in der Schule erworbenen Kompetenzen für die berufliche Teilhabe betonen, ist ungeklärt, wie diese mit dem beruflichen Kompetenzerwerb zusammenhängen. Dies wird am IPN in dem laufenden Projekt ManKobE („Mathematisch-

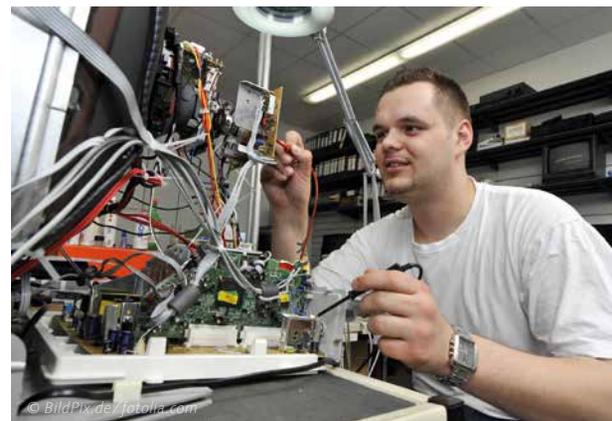


Abbildung 1. Schulische Kompetenzen der ManKobE-Stichprobe getrennt nach Schulform im Vergleich zum IQB-Ländervergleich 2012 (Werte für die Bundesländer, in denen ManKobE durchgeführt wurde). Dargestellt sind Mittelwerte, 95% Konfidenzintervalle und Standardabweichungen. Die Vergleichswerte aus dem IQB-Ländervergleich sind als horizontale Linien dargestellt.

HZB = Hochschulzugangsberechtigung

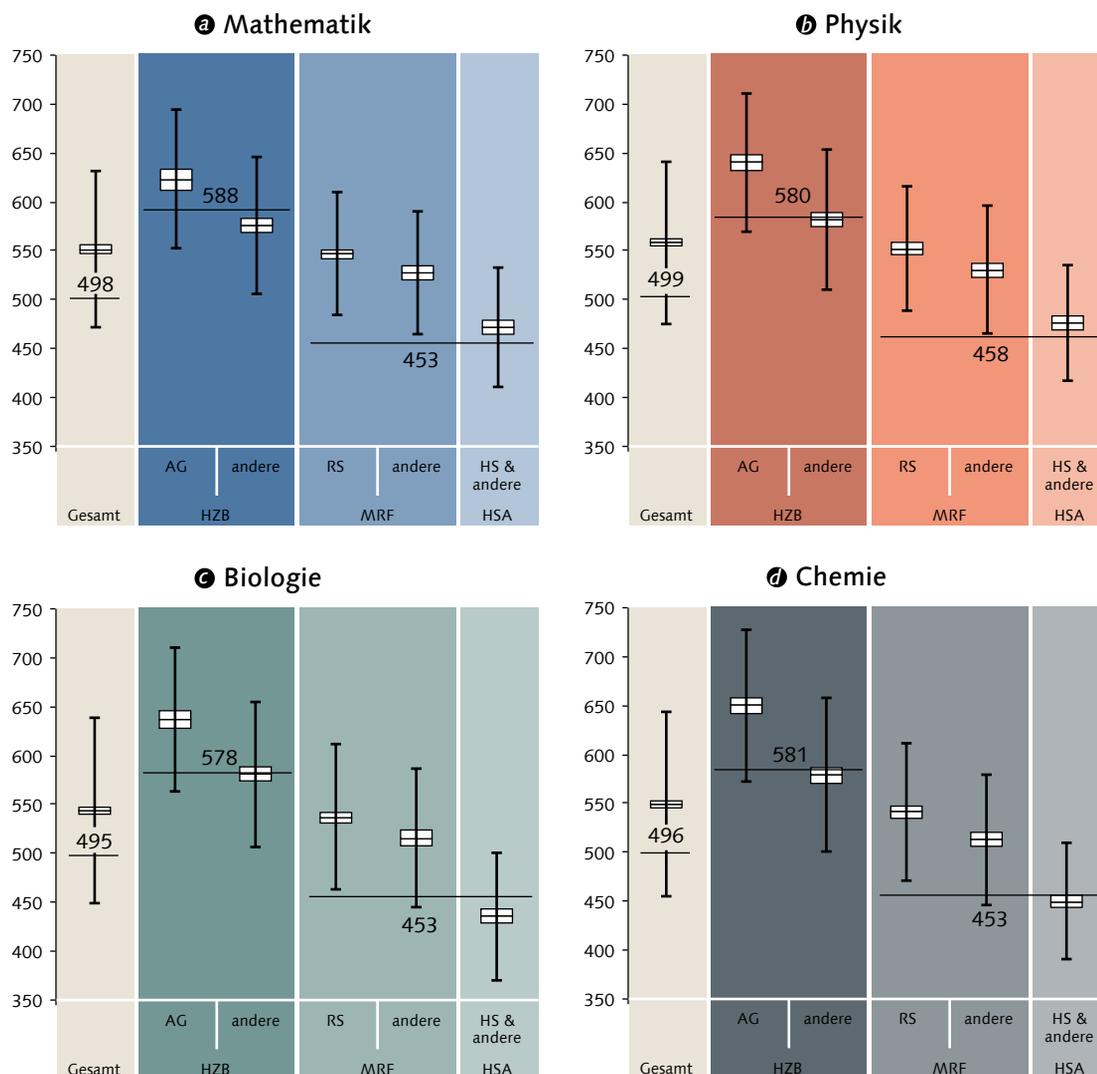
AG = Allgemeinbildende Gymnasien

MRF = Mittlere Reife

RS = Realschule

HSA = Hauptschulabschluss

HS = Hauptschule



naturwissenschaftliche Kompetenzen in der beruflichen Erstausbildung“) für Berufe mit hoher Affinität zu mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen untersucht. Im Detail soll dabei unter anderem die Frage beantwortet werden, mit welchen mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen Schülerinnen und Schüler in eine berufliche Erstausbildung einfäden. Hier sollen exemplarisch die Kompetenzen der ManKobE-Stichprobe für gewerblich-technische Berufe (GTB, N=1186: Industriemechanik, Elektronik und KFZ-Mechantronik), Industriekaufleute (IK, N=638) und Laborantinnen und Laboranten (LAB, N=629: Chemie und Biologie) zu Beginn der Ausbildung dargestellt werden.

In Abbildung 1 sind die Kompetenzen getrennt nach Schulabschlüssen in Bezug zu der Gruppe mit Hochschulzugangsberechtigung und

einer kombinierten Gruppe mit Mittlerem Schulabschluss und Hauptschulabschluss aus dem von der Kultusministerkonferenz etablierten und vom Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) durchgeführten Ländervergleich dargestellt. Es wird deutlich, dass die Auszubildenden mit Ausnahme der Gruppe mit Hochschulzugangsberechtigung, die nicht an einem allgemeinbildenden Gymnasium erworben wurde, positiver abschneiden als ihre IQB-Vergleichsgruppe. Hinsichtlich der Lernausgangslagen der Auszubildenden zeigen die Ergebnisse weiterhin, dass eine stärkere Leistungsausprägung über alle Fächer hinweg mit einem höheren Schulabschluss assoziiert ist.

Differenziert man zusätzlich nach Ausbildungsgängen (Abbildung 2), wird im Vergleich mit den Gruppen der IQB-Stichprobe deutlich,

dass vor allem die Auszubildenden mit mittlerer Reife eine Positivauswahl darstellen. Bei den Personen mit Hochschulzugangsberechtigung erreichen Auszubildende in Laborberufen höhere Werte als die Vergleichsgruppe aus dem IQB-Ländervergleich, während Auszubildende in anderen gewerblich-technischen oder kaufmännischen Berufen eher das durchschnittliche Niveau der Vergleichsgruppe erreichen oder gar darunter liegen. Zudem weisen die Ergebnisse darauf hin, dass bei gleichem Schulabschluss die Berufsgruppe der Laboranten und Laborantinnen den Auszubildenden der anderen Berufe in allen Fächern überlegen ist.

Auf Basis der Längsschnittdaten ist die Frage zu beantworten, ob die beschriebenen Unterschiede zwischen den Ausbildungsgruppen und in Bezug zum IQB-Ländervergleich Resultat von (Personal-)Auswahl- oder Selbstselektionsprozessen sind. Weiterhin ist auch nicht geklärt, inwiefern die am Beginn der Ausbildung bestehende Leistungsheterogenität durch die Lerngelegenheiten in der Berufspraxis und der Berufsschule kompensiert, stabilisiert oder vergrößert wird.



Weiterführende Untersuchungen in diesem Feld können zu differenzierten Aussagen über die Anschlussfähigkeit allgemeiner und beruflicher Bildungsphasen kommen.

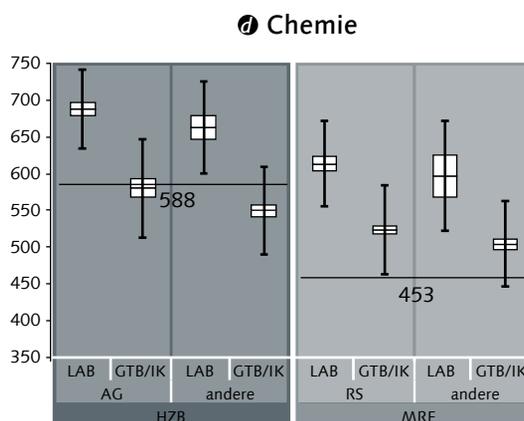
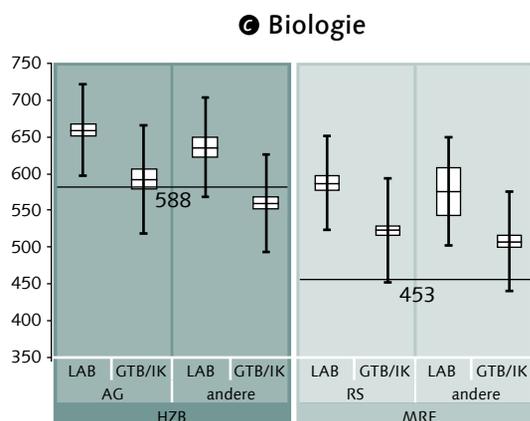
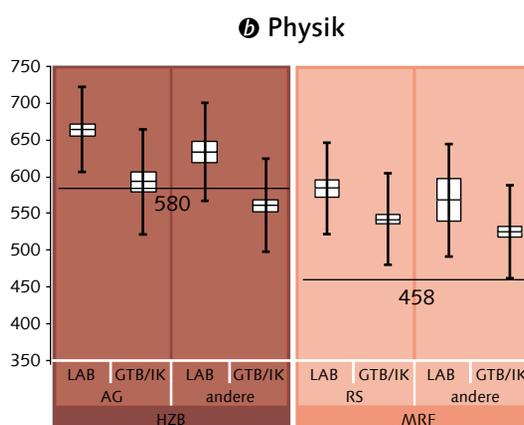
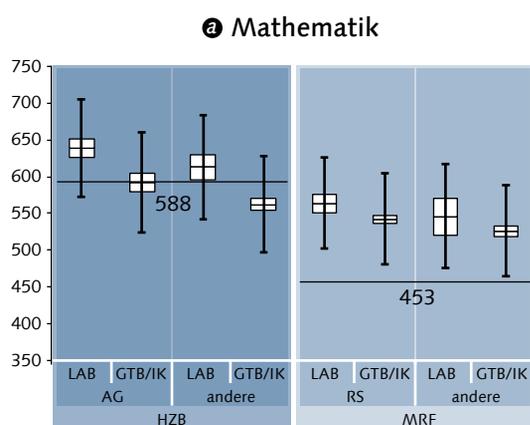


Abbildung 2. Schulische Kompetenzen der ManKobE-Stichprobe getrennt nach Schulform und Ausbildungsgang im Vergleich zum IQB-Ländervergleich 2012 (Werte für die Bundesländer, in denen ManKobE durchgeführt wurde). Dargestellt sind Mittelwerte, 95 % Konfidenzintervalle und Standardabweichungen. Die Vergleichswerte aus dem IQB-Ländervergleich sind als horizontale Linien dargestellt.

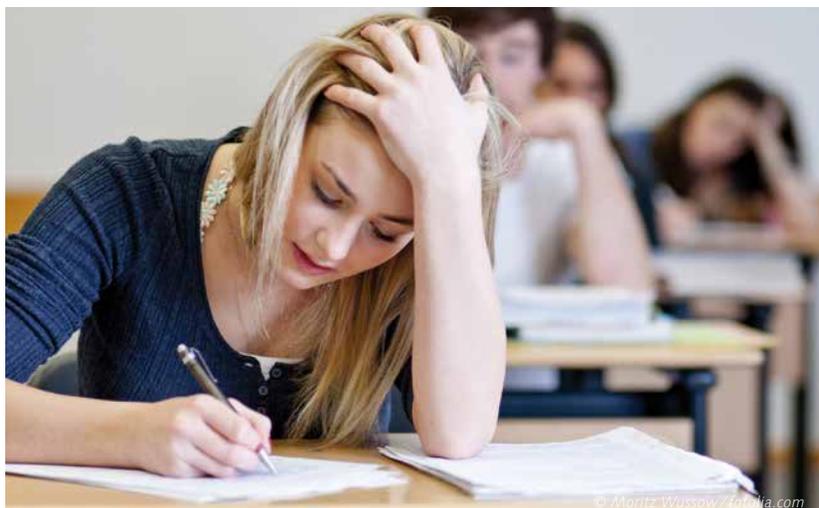
- HZB = Hochschulzugangsberechtigung
- AG = Allgemeinbildende Gymnasien
- MRF = Mittlere Reife
- RS = Realschule
- HSA = Hauptschulabschluss
- GTB = gewerblich-technische Berufe
- IK = Industriekaufleute
- LAB = Laborantinnen und Laboranten

Bildungsmonitoring

MERKMALE UND ERTRÄGE VON BILDUNGSSYSTEMEN FORTLAUFEND ERFASSEN

Dr. Kerstin Schütte
Abteilung
Erziehungswissenschaft

Beruflicher Erfolg und eine verständige, selbstverantwortliche Teilhabe in den modernen Wissensgesellschaften ist heute mehr denn je mit hohen Anforderungen verbunden. Wie gut gelingt es aber den unterschiedlichen Bildungssystemen, ihre Schülerinnen und Schüler darauf vorzubereiten, wie erfolgreich vermitteln sie ihnen die notwendigen Kompetenzen? Antworten auf diese Frage zu geben, ist das Ziel groß angelegter Studien, die regelmäßig und systematisch Schülerinnen und Schüler befragen und in zentralen Kompetenzbereichen testen. Anhand dieser Daten generiert das so genannte Bildungsmonitoring Erkenntnisse darüber, wie sich die Leistungsfähigkeit von Bildungssystemen verändert. Die Erkenntnisse aus (inter)nationalen Vergleichsstudien zu erreichten Kompetenzständen und deren Bedingungen geben Hinweise auf Stärken und Schwächen der Bildungssysteme und tragen so zur Qualitätssicherung bei. Die Ländervergleiche in Deutschland orientieren sich dabei inzwischen an den national verbindlich eingeführten Bildungsstandards.



Am IPN war dem Bildungsmonitoring für einige Jahre ein eigener Arbeitsbereich gewidmet. Die Berichterstattung über Ergebnisse des Bildungsmonitorings machte die früheren Direktoren Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Baumert und Prof. Dr. Manfred Prenzel sowie den amtierenden Geschäftsführenden Wissenschaftlichen Direktor des IPN Prof. Dr. Olaf Köller einer breiten Öffentlichkeit bekannt. Bereits bei der ersten Erhebung des Programme for International Student Assessment (PISA) im Jahr 2000, welche die Nation in den viel zitierten PISA-Schock versetzte, war das IPN als Konsortiummitglied vertreten. Aufgrund der unterschiedlichen Funktionen, die das IPN national wie international für die verschiedenen Bildungsver-



gleichsstudien wahrnimmt, hat es seinen festen Platz im Bereich des Bildungsmonitorings. Durch die Beteiligung des IPN am Zentrum für internationale Vergleichsstudien (ZIB) wird es auch zukünftig zu den Instituten in Deutschland zählen, welche der Bildungspolitik Steuerungswissen bereitstellen. Neben dem IPN gehören dem Forschungsverbund des ZIB die School of Education der Technischen Universität München (TUM) und das Deutsche Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF) an.

Ferner erwachsen dem IPN aus der Assoziation im ZIB bessere Möglichkeiten für sowie höhere Erwartungen an die methodenbezogene Forschung zu groß angelegten Vergleichsstudien. Denn die Methoden, auf welche sich die Vergleichsstudien stützen, können weiter optimiert werden, sodass zukünftig noch zuverlässigere Aussagen auf Basis der Befunde dieser Studien möglich sind. Die am IPN eingerichtete Stiftungsprofessur für Educational Measurement, die mit Prof. Dr. Oliver Lüdtke besetzt werden konnte, wird wichtige Impulse für die Methodenforschung geben und damit die internationale Sichtbarkeit des IPN stärken.

Für Deutschland gehört zu den wesentlichen Erkenntnissen aus den internationalen Vergleichsstudien, dass in unserem Bildungssystem ein vergleichsweise starker Zusammenhang des Bildungserfolgs von Schülerinnen und Schülern mit ihrer Herkunft besteht und dass die mittleren Kompetenzen zunächst deutlich hinter den Erwartungen zurück geblieben waren. Mittlerweile erreichen die fünfzehnjährigen Schülerinnen und Schüler in Deutschland Kompetenzen im Bereich Lesen sowie mathematischer Grundbildung und auch naturwissenschaftlicher Grundbildung in PISA, die statistisch signifikant über dem Durchschnitt der OECD-Staaten liegen. Ein positiv hervorzuhebender Befund ist zudem, dass der Anteil von Schülerinnen und Schülern mit sehr geringer mathematischer Kompetenz und entsprechend problematischer Perspektive zurückgegangen ist. Wenngleich dieser Anteil in Deutschland geringer ist als im Mittel der

OECD-Staaten, macht der Vergleich mit anderen Staaten deutlich, dass Deutschland hier weitere Anstrengungen unternehmen sollte: Zum einen weisen andere Staaten noch substanziell geringere Anteile von Jugendlichen mit sehr geringer mathematischer Kompetenz auf, zum zweiten demonstrieren sie, dass erfolgreiche Förderung im unteren Leistungsbereich nicht notwendig zu Lasten der Förderung in der Leistungsspitze geht.

Besondere Anstrengungen sind außerdem nach wie vor angezeigt, die Bedeutung der sozialen Herkunft von Schülerinnen und Schülern für ihren Bildungserfolg zu reduzieren. Bislang zeigt sich die Erklärungskraft des sozioökonomischen Status für die mathematische Kompetenz der Fünfzehnjährigen in Deutschland weitgehend unverändert. Eine differenziertere Betrachtung von Herkunftsindikatoren, welche neben ökonomischen auch kulturelle und soziale Herkunftsmerkmale berücksichtigt, legt aber nahe, dass es in Deutschland Erfolge zu verzeichnen gibt, die mathematische Kompetenz von der Herkunft der Schülerinnen und Schüler zu entkoppeln.

Der Ausbau der Ganztageschulen ist ein Beispiel für bildungspolitische Maßnahmen, welche aus dem Bildungsmonitoring abgeleitet wurden. Derartige Maßnahmen benötigen Zeit, um Wirkungen entfalten zu können. Eine langfristig angelegte Strategie des Bildungsmonitorings mit regelmäßig durchgeführten nationalen und internationalen Vergleichsstudien ist daher unverzichtbar, um die Bildungsqualität in Deutschland zu sichern, Veränderungen feststellen zu können und Bildungssysteme evidenzbasiert weiter zu entwickeln.



ScienceOlympiaden

Zeige dein Talent!

Diesem Aufruf folgen jedes Jahr mehr als 7.000 Schülerinnen und Schüler und nehmen an den ScienceOlympiaden, den sechs vom IPN organisierten bundesweiten naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerben, teil. Die ScienceOlympiaden fordern nicht nur Spitzenleistungen, sondern zielen auf eine nachhaltige Förderung naturwissenschaftlicher Interessen und Fähigkeiten ab. Dabei steht der olympische Gedanke – dabei sein ist alles – im Vordergrund. Das IPN engagiert sich seit vielen Jahren in den ScienceOlympiaden und bietet in diesem Feld eine Dienstleistung auf internationalem Spitzenniveau.

*Dr. Stefan Petersen,
Abteilung Didaktik
der Physik*

*Dr. Burkhard Schroeter,
Abteilung Didaktik
der Biologie*

Wettbewerbe für Schülerinnen und Schüler gehören zu den, in aller Regel außerschulischen, Enrichmentangeboten, denen eine hohe Wirksamkeit bei der Motivierung und Förderung leistungsfähiger Jugendlicher attestiert wird. Damit können sie auch dazu beitragen, den speziell in den Naturwissenschaften dringend benötigten Nachwuchs einem entsprechenden Studium zuzuführen.

Das IPN engagiert sich in diesem Feld durch die Organisation von insgesamt sechs bundesweiten Wettbewerben für Schülerinnen und Schüler, den ScienceOlympiaden. Mit einem nachhaltig angelegten und vielfach vernetzten Wettbewerbskonzept unterstützen die ScienceOlympiaden Jugendliche bei der Entfaltung

und Weiterentwicklung ihrer individuellen Begabungen und Interessen über die gesamte Sekundarschullaufbahn (vgl. Abb. 1).

Neben den seit Jahrzehnten etablierten Auswahlwettbewerben zu den internationalen Olympiaden in Biologie (IBO), Chemie (IChO) und Physik (IPhO) gehören zu den ScienceOlympiaden der Auswahlwettbewerb für die Internationale JuniorScienceOlympiade (IJSO) sowie die Europäische ScienceOlympiade (EUSO). In diesen Wettbewerben stehen anspruchsvolle naturwissenschaftliche Aufgaben im Mittelpunkt. Abgerundet wird das thematische und methodische Spektrum durch den BundesUmweltWettbewerb (BUW), bei dem es in zwei Altersklassen um das Erkennen von Umweltproblemen und die Initiierung von Lösungen dazu geht. Die sechs ScienceOlympiaden werden von Bund und Ländern sowohl finanziell als auch organisatorisch in ihrem Auftrag unterstützt.

Wie bereits aus den Namen zu erkennen ist, führen die ScienceOlympiaden zu internationalen Wettbewerben hin, in denen die Spitzentalente der teilnehmenden Länder ihr Können bei theoretischen und praktischen Problemen oder bei der Vorstellung ihres Projektes, alleine oder im Team unter Beweis stellen und nach Medaillen greifen. Die deutschen Delegationen



Abb. 1: Übersicht zu den Zielaltersgruppen der sechs ScienceOlympiaden.



werden in mehrstufigen Auswahlprozessen ausgewählt und auf den Wettbewerb vorbereitet. In den vergangenen Jahren konnten sich die deutschen Schülerinnen und Schüler mehrfach Spitzenpositionen sichern und fast alle deutschen Olympioniken sind mit Medaillen von den internationalen Naturwissenschaftswettbewerben nach Hause gekommen (vgl. Abb. 2).

Neben der Auswahl und dem Trainieren besonders leistungsfähiger Schülerinnen und Schüler ist die Ansprache und Motivation naturwissenschaftlicher Talente in der Breite ein wesentliches Anliegen der ScienceOlympiaden. Dass dies gelingt, zeigen die Teilnehmendenzahlen, die in den vergangenen Jahren stark gestiegen sind (vgl. Abb. 3).

Alleine an der IJSO, dem Wettbewerb für die jüngste Zielgruppe und zugleich dem jüngsten Wettbewerb unter den ScienceOlympiaden, nehmen mittlerweile weit über 3.000 Schülerinnen

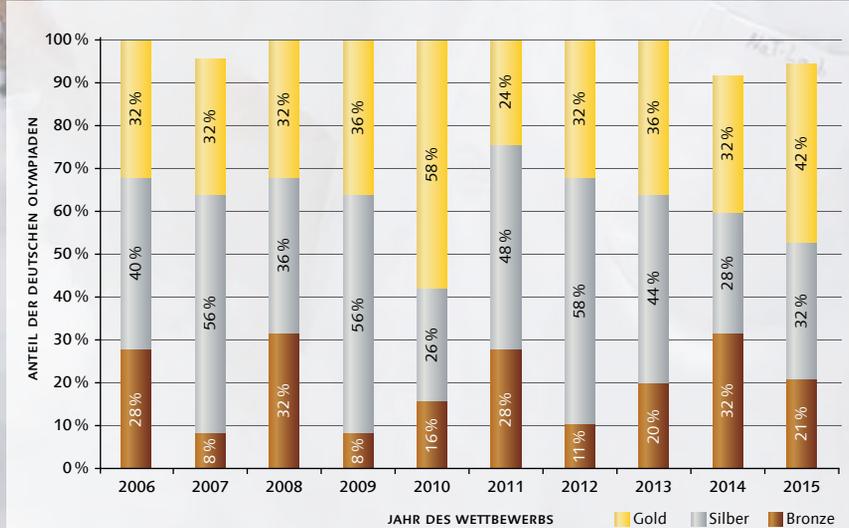


Abb. 2: Medaillenverteilung der deutschen Teilnehmenden an der IJSO, EUSO, IBO, IChO und IPHO für die Wettbewerbsjahre 2006-2015. Es werden, je nach Wettbewerb, etwa 8-12% Gold-, 17-30% Silber- und 25-60% Bronzemedailles vergeben. Für die IJSO lagen die Ergebnisse für 2015 bei Drucklegung noch nicht vor.



WETTBEWERBE.IPN.UNI-KIEL.DE/EUSO



WETTBEWERBE.IPN.UNI-KIEL.DE/IBO



WETTBEWERBE.IPN.UNI-KIEL.DE/ICHO



WETTBEWERBE.IPN.UNI-KIEL.DE/IJSO



WETTBEWERBE.IPN.UNI-KIEL.DE/IPHO



WETTBEWERBE.IPN.UNI-KIEL.DE/BUW



und Schüler jährlich teil. Viele der erfolgreich Teilnehmenden dieses Wettbewerbes finden sich später in den anderen ScienceOlympiaden wieder. Zusammen mit vielzähligen wettbewerbsbegleitenden Angeboten und als Fördermaßnahmen gestalteten Preisen werden so Teilnehmende vom Beginn ihrer Sekundarschulzeit bis zum Ende ihrer Schullaufbahn begleitet und gefördert. Dies wird nicht zuletzt durch ein Netz aus Partnern und Förderern ermöglicht, die zum Beispiel die Durchführung von Wettbewerbsrunden an Forschungsinstitutionen ermöglichen oder attraktive Praktikumspreise zur Verfügung stellen. Auch viele ehemalige Wettbewerbsteilnehmende bleiben den ScienceOlympiaden nach ihrer aktiven Zeit treu und unterstützen diese in der Durchführung.

Trotz der großen Erfolge der ScienceOlympiaden sowohl in der Förderung der nationalen Spitztalente als auch in der Ansprache und Motivation einer breiten Schülerschaft gibt es weiter ein enormes Entwicklungspotential. Aktuell beteiligen sich nur etwa 20% der zum Abitur führenden Schulen in Deutschland überhaupt an den ScienceOlympiaden, und nur ein einstelliger

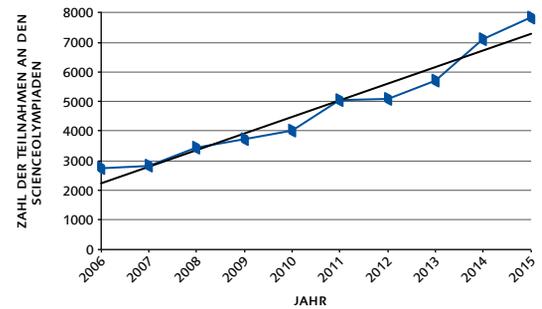


Abb. 3: Zahl der Teilnahmen an den ScienceOlympiaden in den Jahren 2006 bis 2015.

Prozentsatz der Jugendlichen mit vertieftem naturwissenschaftlichen Unterricht in der Oberstufe nimmt an den Auswahlwettbewerben zur IBO, IChO und IPHO teil. Das darüber hinaus vorhandene Potential soll durch eine gezielte Weiterentwicklung der ScienceOlympiaden zukünftig stärker ausgeschöpft werden. Hierzu besteht ein enger Austausch mit nationalen und internationalen Akteuren im Bereich Wettbewerbe. Das Zusammenspiel mit an den Wettbewerben angesiedelten Forschungsprojekten des IPN leistet darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung und Evaluation neuer Ansätze. In den kommenden Jahren haben die ScienceOlympiaden also einiges vor: Neben der Stärkung der Förderung in der Breite stehen die Gewinnung eines breiteren Netzwerkes nachhaltiger Förderer, eine Steigerung der Wahrnehmung der ScienceOlympiaden als Gesamtkonzept und der Ausbau systematischer Forschungsvorhaben zu Wettbewerben im Mittelpunkt der zukünftigen Aktivitäten.

Übrigens: Gerade ist im Waxmann-Verlag der zweite Band mit Aufgaben aus der EUSO erschienen: *Challenging interdisciplinary Science Experiments: Volume 2: Tasks of the European Union Science Olympiads 2008–2012*. ISBN 978-3-8309-3242-0



Weitere Informationen zu den ScienceOlympiaden: www.scienceolympiaden.de.

DIE AKTUELLEN FORSCHUNGSLINIEN DES IPN

*Mathematische und naturwissenschaftliche
Bildungsprozesse im Elementarbereich*

*Die Entwicklung mathematischer und
naturwissenschaftlicher Kompetenzen im
Verlauf der Schulzeit*

*Wissenschaftskommunikation und
extracurriculare Förderung*

Professionsforschung im Lehramt

Methodenforschung und -entwicklung
