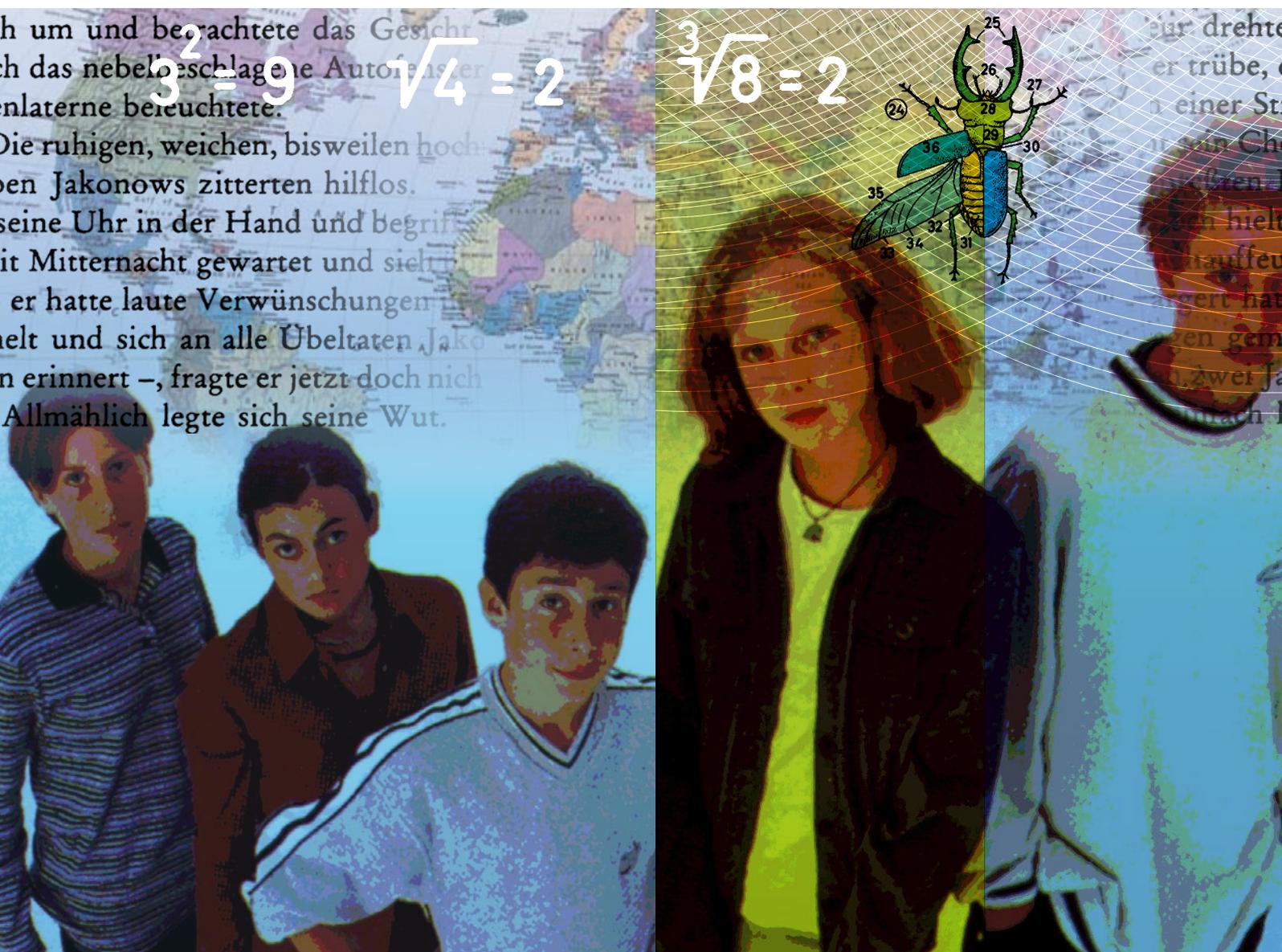


PISA 2006: Analysen zum Kompetenzbereich Naturwissenschaften

Rolle des Unterrichts, Determinanten der Berufswahl, Vergleich von Kompetenzmodellen



OECD - PISA Programme for International Student Assessment



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Statistik BFS



EDK | CDIP | CDPE | CDEP |

Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren
Conférence suisse des directeurs cantonaux de l'instruction publique
Conferenza svizzera dei direttori cantonali della pubblica educazione
Conferenza svizra dals directurs chantunals da l'educaziun publica

Die vom Bundesamt für Statistik (BFS)
herausgegebene Reihe «Statistik der Schweiz»
gliedert sich in folgende Fachbereiche:

- 0** Statistische Grundlagen und Übersichten
- 1** Bevölkerung
- 2** Raum und Umwelt
- 3** Arbeit und Erwerb
- 4** Volkswirtschaft
- 5** Preise
- 6** Industrie und Dienstleistungen
- 7** Land- und Forstwirtschaft
- 8** Energie
- 9** Bau- und Wohnungswesen
- 10** Tourismus
- 11** Mobilität und Verkehr
- 12** Geld, Banken, Versicherungen
- 13** Soziale Sicherheit
- 14** Gesundheit
- 15** Bildung und Wissenschaft
- 16** Kultur, Medien, Informationsgesellschaft, Sport
- 17** Politik
- 18** Öffentliche Verwaltung und Finanzen
- 19** Kriminalität und Strafrecht
- 20** Wirtschaftliche und soziale Situation der Bevölkerung
- 21** Nachhaltige Entwicklung und Disparitäten auf regionaler und internationaler Ebene

PISA 2006: Analysen zum Kompetenzbereich Naturwissenschaften

Rolle des Unterrichts, Determinanten der Berufswahl, Vergleich von Kompetenzmodellen

Autorinnen und Autoren Urs Moser und Domenico Angelone (IBE)
Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi
und Grazia Buccheri (PHSG)
Myrta Mariotta (USR)
Christian Nidegger (SRED)
Jean Moreau (URSP)
François Gingins (HEP)

Redaktionskomitee Marco Buscher (BFS), Andreas Klausling (EDK)
Elena Zafarana (BFS), Claudia Zahner Rossier (BBT)

Herausgeber Bundesamt für Statistik (BFS)

- Auftraggeber:** Steuergruppe PISA.ch:
Schweizerische Eidgenossenschaft
(Bundesamt für Berufsbildung und Technologie/
Bundesamt für Statistik/
Staatssekretariat für Bildung und Forschung)
und Kantone (Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren)
- Herausgeber:** Bundesamt für Statistik (BFS)
- Autorinnen und Autoren:** Urs Moser, Domenico Angelone, Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi, Grazia Buccheri, Myrta Mariotta, Christian Nidegger, Jean Moreau, François Gingins
- Auskunft:** Elena Zafarana
Nationale Programmleitung PISA 2000–2003–2006
Bundesamt für Statistik
Tel. 032 713 66 73
E-Mail: elena.zafarana@bfs.admin.ch
- Vertrieb:** Bundesamt für Statistik, CH-2010 Neuchâtel
Tel. 032 713 60 60 / Fax 032 713 60 61 / E-Mail: order@bfs.admin.ch
- Bestellnummer:** 1047-0600
- Preis:** Fr. 19.– (exkl. MWST)
- Internet:** www.pisa.admin.ch
- Originaltext:** Deutsch, Französisch
- Übersetzung:** Sprachdienste BFS, Neuchâtel
- Sprachversionen:** Dieser Bericht ist auch in französischer Sprache erhältlich.
- Titelgrafik:** Roland Hirter, Bern
- Grafik/Layout:** BFS
- Copyright:** BFS/EDK, Neuchâtel/Bern 2009
Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung –
unter Angabe der Quelle gestattet
- ISBN:** 978-3-303-15479-3

Inhaltsverzeichnis

Zum Geleit	5
Vorwort	7
Teil 1 Unterrichtszeit, Unterrichtsorganisation, Leistung und Interesse	9
Teil 2 Engagement in den Naturwissenschaften, Berufserwartung und Geschlechterunterschiede	41
Teil 3 Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Naturwissenschaften: Erkenntnisse aus PISA und HarmoS	93
Glossar	121
Beim BFS erhältliche PISA-Publikationen	123

Zum Geleit

In PISA 2006 wurden Naturwissenschaften erstmalig als Schwerpunktbereich geprüft. Das Ergebnis der Schweiz ist im internationalen Vergleich besser ausgefallen, als im Vorfeld vermutet wurde. Unter dem Eindruck, dass in der Schweiz zu wenig junge Leute sich für den Bereich Naturwissenschaften, Mathematik, Technik und Informatik interessieren – zuweilen wird gar ein Mangel an Fachpersonen in diesen Bereichen prognostiziert –, waren die Erwartungen zum Ergebnis PISA 2006 nicht sonderlich hoch angesetzt.

Verschiedentlich wurden deshalb in Politik und Wirtschaft folgende Fragen aufgeworfen:

- Warum ist trotz des vorhandenen Talents das Interesse an natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studien relativ gering?
- Wie kann das anscheinend vorhandene Interesse an naturwissenschaftlichen Fragen am Ende der Sekundarstufe I erhalten werden?
- Wie können junge Frauen verstärkt für den naturwissenschaftlichen Bereich interessiert werden?

In Anbetracht dieser Fragen hat die Steuergruppe PISA.ch drei wissenschaftliche Studien in Auftrag gegeben, die nun hier in Form eines thematischen Vertiefungsberichts vorliegen.

Die Daten aus PISA 2006 erlauben eine differenzierte Darstellung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen, weil ein erweiterter Kompetenzbegriff eingesetzt wurde, der neben den kognitiven Aspekten auch motivationale Orientierungen und Einstellungen zu den Naturwissenschaften umfasst.

Im nationalen Bericht *PISA 2006: Kompetenzen für das Leben* wurden erst einige Faktoren und Aspekte zur Erklärung der Leistungen in Naturwissenschaften einbezogen. Der Erkenntnisgewinn durch eine konzentrierte thematische Vertiefungsstudie wurde deshalb als erheblich beurteilt.

Wie die meisten komplexen wissenschaftlichen Projekte ist auch PISA ein Gemeinschaftswerk. Für die vorliegende Publikation – ebenfalls ein Gemeinschaftswerk – bedanken wir uns bei den Autorinnen und Autoren, deren Namen unter dem jeweiligen Bericht zu finden sind, beim Redaktionskomitee sowie bei allen Personen, die zum guten Gelingen dieser Publikation beigetragen haben.

Wir hoffen, dass es dem Bericht gelingt, in Schule, Politik und Wirtschaft einige Fragen zu klären und Anregungen für die Weiterarbeit zu geben.

Die Steuergruppe PISA.ch
Die Präsidentin

Isabelle Chassot

Präsidentin Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren
und Erziehungsdirektorin des Kantons Fribourg

Hans Ambühl

Generalsekretär Schweizerische Konferenz
der kantonalen Erziehungsdirektoren, Bern

Ursula Renold

Direktorin Bundesamt für Berufsbildung
und Technologie, Bern

Therese Steffen Gerber

Staatssekretariat für Bildung
und Forschung, Bern

Heinz Rhyn

Schweizerische Konferenz
der kantonalen Erziehungsdirektoren, Bern

Ariane Baechler

Bundesamt für Berufsbildung
und Technologie, Bern

Marco Buscher

Bundesamt für Statistik,
Neuchâtel

Vorwort

Die ersten Ergebnisse von PISA 2006 wurden im Dezember 2007 in einem nationalen Bericht veröffentlicht, der gleichzeitig mit dem internationalen Bericht der OECD erschienen ist. Dieser nationale Bericht der Schweiz konzentrierte sich hauptsächlich auf die Ergebnisse der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler in der Schweiz in den Naturwissenschaften im Vergleich zu den Ergebnissen einiger ausgewählten Länder, die an der Erhebung teilgenommen hatten. Im Weiteren wurden im Dezember 2008 die Ergebnisse der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in den Naturwissenschaften nach Kantonen und Sprachregionen in Form von Indikatoren einem breiten Publikum im Internet zur Verfügung gestellt (<http://www.pisa.admin.ch> >> Wichtige Resultate).

Die vorliegende Publikation analysiert nun vertieft die nationalen Daten der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler auf nationaler, regionaler und kantonaler Ebene¹. Die Publikation, die von der nationalen Programmleitung 2006 herausgegeben und von verschiedenen Forschenden aus der ganzen Schweiz erarbeitet wurde, befasst sich bezogen auf den naturwissenschaftlichen Bereich mit der Rolle des Unterrichts, den Determinanten der Berufswahl sowie dem Vergleich zwischen zwei Kompetenzmodellen.

Der Band gliedert sich in drei Teile. Jeder Teil entspricht einer separaten selbständigen Vertiefungsstudie, die auf ein spezifisches Thema eingeht. Die erste Studie untersucht die Bedeutung von Unterrichtszeit und Unterrichtsorganisation für die Resultate in den Naturwissenschaften und für das Interesse an naturwissenschaftlichen Fragen. Die zweite Studie analysiert die Bedingungen, die eine naturwissenschaftsbezogene Studien- und Berufswahl begünstigen. Darüber hinaus wird in einem zweiten Teil dieser Studie den Geschlechterunterschieden in den naturwissenschaftlichen Leistungen und deren möglichen Ursachen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die dritte Studie vergleicht das internationale Kompetenzmodell von PISA mit dem schweizerischen Kompetenzmodell von HarmoS Naturwissenschaften.

Die Autorinnen und Autoren bedanken sich bei der PISA-Steuergruppe, welche die Finanzierung und strategische Steuerung des Programms sichergestellt hat.

Die Autorinnen und Autoren

¹ Aus der Deutschschweiz die Kantone: Aargau, Basel-Landschaft, Bern, Schaffhausen, St.Gallen, Thurgau, der deutschsprachige Teil des Wallis, Zürich sowie alle französischsprachigen Kantone und Teilkantone und das Tessin.

Unterrichtszeit, Unterrichtsorganisation, Leistung und Interesse

Analysen zur Bedeutung von Unterrichtszeit und Unterrichtsorganisation für die Leistungen und das Interesse an den Naturwissenschaften aufgrund der Daten der Erhebung PISA 2006

Autoren Urs Moser und Domenico Angelone (IBE, Zürich)

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	13	4	Organisation des Unterrichts, Leistung und Interesse	30
1.1	Stellenwert der Naturwissenschaften in der Schule	13	4.1	Organisation des Unterrichts	30
1.2	Bedeutung der Naturwissenschaften für die Schul- und Berufslaufbahn	13	4.2	Organisation des Unterrichts, Leistung und Interesse	31
1.3	Stärkung der Naturwissenschaften	14	4.3	Organisation des Unterrichts und Unterrichtswahrnehmung	32
1.4	Organisation des Unterrichts	14	5	Fazit	34
2	Fragestellung und methodisches Vorgehen	16		Literatur	35
2.1	Allgemeine Fragestellungen	16	6	Anhang	36
2.2	Datengrundlage	16	6.1	Anzahl Stunden in den Naturwissenschaften und in der Mathematik: 7.–9. Klasse	36
2.3	Variablen	17	6.2	Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und dem Interesse an den Naturwissen- schaften auf Kantonebene	37
2.4	Analysemethode	19	6.3	Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und der Leistung in der Mathematik auf Kantonebene	38
3	Unterrichtszeit, Leistung und Interesse	20			
3.1	Unterrichtszeit in den Naturwissenschaften und in der Mathematik	20			
3.2	Unterrichtszeit und Leistungen in den Naturwissenschaften	21			
3.3	Unterrichtszeit und Interesse an Naturwissenschaften	26			
3.4	Unterrichtszeit und Mathematikleistungen	27			

1 Ausgangslage

1.1 Stellenwert der Naturwissenschaften in der Schule

Für das Schweizer Bildungssystem und die Schulpraxis sind die Erhebungen der naturwissenschaftlichen Leistungen und Interessen im Rahmen des internationalen Schulleistungsvergleichs PISA von aktueller Bedeutung. Bereits seit längerer Zeit wird über den Stellenwert der Naturwissenschaften in den Lehrplänen diskutiert. Der internationale Schulleistungsvergleich TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) hatte Ende der 1990er-Jahre für die Schweiz eine markante Diskrepanz zwischen den Leistungen in Mathematik und Naturwissenschaften auf der Sekundarstufe I aufgedeckt. Im Vergleich zu anderen Ländern erreichten die Schülerinnen und Schüler der Schweiz am Ende der Sekundarstufe I ausgezeichnete Mathematikleistungen, die deutlich besser als die naturwissenschaftlichen Leistungen waren (Moser, Ramseier, Keller & Huber, 1997, S. 68). Dieser Befund wurde in den darauf folgenden drei PISA-Erhebungen durchwegs bestätigt.

Grosse fachspezifische Unterschiede liessen sich auch bei der zugeteilten Unterrichtszeit feststellen. Die Schweiz war das Land mit der längsten Unterrichtszeit in der Mathematik auf der Sekundarstufe I und zugleich einer eher geringen Unterrichtszeit in den Naturwissenschaften. Dass während der obligatorischen Schulzeit mehr Zeit für Mathematikunterricht aufgewendet wird als für naturwissenschaftlichen Unterricht, trifft für sämtliche Länder zu. Die quantitative Differenz im Unterrichtsangebot ist in der Schweiz allerdings besonders ausgeprägt. Die Naturwissenschaften werden in der Schweiz im Vergleich zur Mathematik ausnehmend niedrig gewichtet. Dies dürfte mitunter ein Grund dafür sein, dass die Schweiz im internationalen Vergleich in den Naturwissenschaften schlechtere Resultate erzielt als in der Mathematik (OECD, 2007).

Der geringe Stellenwert der Naturwissenschaften wurde mittlerweile bildungspolitisch aufgegriffen. Nach den Aussagen verschiedener Experten sind die Naturwis-

senschaften und das Technikverständnis in der Schweiz auf allen Schulstufen zu wenig stark verankert (Furger, 2008). Für das Gymnasium wurde eine entsprechende Stärkung der Naturwissenschaften durch die Teilrevision der Maturitäts-Anerkennungsverordnung bereits vorgenommen (EDI/EDK, 2007). Die naturwissenschaftlichen Fächer (Biologie, Physik und Chemie) werden neu nicht mehr als Fächergruppe mit einer Note, sondern als einzelfächer mit drei Noten bewertet. Zudem wurde der Unterrichtsanteil für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer von 20 bis 30 Prozent auf neu 25 bis 35 Prozent erhöht. Ausserdem wurde das Fach Informatik in den Katalog der Ergänzungsfächer aufgenommen, was auch als Stärkung des mathematisch-technischen Lernens interpretiert werden kann. Die Informatik verbindet mathematisches, naturwissenschaftliches und ingenieurwissenschaftliches Denken in einem Fach.

Inwieweit die Naturwissenschaften bereits während der obligatorischen Schulzeit durch Anpassungen des Lehrplans gestärkt werden sollen, wird der Deutschschweizer Lehrplan zeigen, der voraussichtlich im Jahr 2012 eingeführt wird.

1.2 Bedeutung der Naturwissenschaften für die Schul- und Berufslaufbahn

Von besonderem Interesse für die Schweiz sind die Ergebnisse in den Naturwissenschaften auch deshalb, weil die Nachfrage nach naturwissenschaftlich und technisch gut ausgebildeten Jugendlichen auf dem Arbeitsmarkt eher gross, die Anzahl Jugendlicher, die eine naturwissenschaftlich-technische Ausbildung wählen, hingegen eher klein ist. Nach Schätzungen des Berufsverbands Swiss Engineering fehlen beispielsweise für die Maschinenindustrie derzeit in der Schweiz 1500 bis 2000 Ingenieurinnen und Ingenieure (Jaschob, 2008).

Regelmässig durchgeführte Studien zur Entwicklung des Ingenieur Nachwuchses an Schweizer universitären Hochschulen und Fachhochschulen zeigen, dass es in

den Jahren 2003 und 2004 zu einem deutlichen Einbruch der Eintrittszahlen kam, der 2005 durch einen Aufwärtstrend abgelöst wurde. Eine nach Fachrichtungen durchgeführte Analyse führte zum Ergebnis, dass die Fachrichtungen Elektroingenieurwesen, Informatik und Chemieingenieurwesen im Jahr 2006 starke Verluste bei den Eintritten verzeichneten. In anderen Fächern wie Bauwissenschaften (Architektur und Planung), Maschineningenieurwesen und Mikrotechnik stiegen hingegen die Eintrittszahlen (Umbach-Daniel, 2008a).

Dass der Bedarf an naturwissenschaftlich-technisch gut ausgebildeten Fachleuten auch in Zukunft vorhanden sein wird, belegen die Investitionen der Privatwirtschaft in die Förderung des technisch-naturwissenschaftlichen Interesses und Wissens von Schülerinnen und Schülern sowie von Lehrkräften mit dem Ziel, Karriere-möglichkeiten von Ingenieurinnen und Ingenieuren in der Schweizer Wirtschaft aufzuzeigen und junge Talente in der Entwicklung ihrer Fähigkeiten zu unterstützen¹. Ingenieurinnen und Ingenieure sind als Träger von Innovationen und Wertschöpfung eine wichtige Berufsgruppe in der Schweiz. Unternehmen haben aber immer häufiger Mühe, Ingenieurpositionen zu besetzen (Umbach-Daniel, 2008b).

Die Schweizer Wirtschaft sieht sich mit der Auslagerung der industriellen Produktion konfrontiert und ist dadurch besonders stark herausgefordert, Innovationen und bessere oder andere Lösungen als die Konkurrenz anzubieten. Naturwissenschaftlich-technische Berufe werden in der Schweiz trotz rasanter Entwicklungen und ökonomisch-gesellschaftlicher Veränderungen gefragt bleiben, weil die Schweiz auf die Tradition einer besonders breiten und qualitativ hochstehenden industriellen Tätigkeit zurückblicken kann (Kiener, 2005).

1.3 Stärkung der Naturwissenschaften

Eine relativ einfache Massnahme zur Stärkung der Naturwissenschaften bietet die Anpassung der Unterrichtszeit in den Lehrplänen. Mehr Unterrichtszeit müsste zu einem Anstieg der schulischen Leistungen und Interessen führen. Bisherige Studien stimmen optimistisch. Je höher die Unterrichtszeit ist, desto besser sind die schulischen Leistungen.

Der positive Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und den Leistungen konnte mit unterschiedlichen Methoden nachgewiesen werden. Anhand der Daten aus TIMSS wurde die Differenz zwischen der Dauer des naturwissenschaftlichen und des mathematischen Unterrichts mit der Differenz zwischen den Leistungen in den Naturwissenschaften und in der Mathematik in den einzelnen Ländern verglichen. Damit konnte unabhängig von länderspezifischen Eigenschaften die Hypothese überprüft werden, dass ein Land in den Naturwissenschaften, verglichen mit der Mathematik, umso besser abschneidet, je mehr Zeit es für die Naturwissenschaften, verglichen mit der Mathematik, einsetzt. Die Hypothese konnte bestätigt werden. Der Zusammenhang zwischen den beiden Differenzen war statistisch signifikant und überraschend deutlich (Moser et al., 1997, S. 70).

Anhand der Daten der Erhebung PISA 2003 wurde der Zusammenhang zwischen der Anzahl Mathematikstunden und den Mathematikleistungen überprüft. Die Anzahl Mathematikstunden variiert zwischen den Kantonen zum Teil beträchtlich. Die Analyse zeigte, dass die Unterrichtszeit für die Mathematikleistungen von Bedeutung ist: Je grösser die Anzahl Mathematikstunden ist, desto besser sind die Mathematikleistungen (Ramseier, 2005).

1.4 Organisation des Unterrichts

Eine zweite Möglichkeit zur Stärkung der Naturwissenschaften, die ebenfalls über den Lehrplan ausgelöst werden kann, betrifft die Organisation des Unterrichts. Die Vermittlung der Naturwissenschaften kann entweder an Disziplinen beziehungsweise an Einzelfächern oder an teilweise fächerübergreifenden thematischen Schwerpunkten beziehungsweise Themenfeldern ausgerichtet werden. Ziel des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts ist vor allem eine horizontale Vernetzung zwischen zwei oder mehreren Fächern, also die inter- oder transdisziplinäre Betrachtungsweise von naturwissenschaftlichen Phänomenen (Labudde, Heitzmann, Heiniger & Widmer, 2005).

Auf der Primarstufe werden die Naturwissenschaften ausschliesslich fächerübergreifend unterrichtet. Zu den am häufigsten verwendeten Bezeichnungen gehören «Natur-Mensch-Mitwelt», «Natur und Technik» sowie «Mensch und Umwelt». Die Bezeichnungen deuten an, dass in diesen Fächern teils weit mehr als nur die klassischen naturwissenschaftlichen Disziplinen vermittelt werden. Zu den naturwissenschaftlichen Kerndisziplinen

¹ Verfügbar unter <http://w1.siemens.com>, Zugriff am 12.08.08.

gehören in der Schule zumindest Biologie, Chemie und Physik. Allerdings werden teilweise auch Astronomie oder die Geowissenschaften zu den Naturwissenschaften gezählt (Szlovak, 2005).

Ein Blick auf die kantonalen Studentafeln zeigt denn auch, dass die Fachbereiche unterschiedliche inhaltliche Bestandteile umfassen. Im Kanton St. Gallen beispielsweise gehören zum Fächerbereich «Mensch und Umwelt» in der Primarstufe die Themen «Räume und Zeiten», «Natur und Technik», «Individuum und Gemeinschaft» sowie «Religion». Im Kanton Zürich umfasst der Fächerbereich «Mensch und Umwelt» die Unterrichtsgegenstände «Religion und Kultur», «Lebenskunde», «Realien» sowie «Haushaltkunde» (EDK, 2008).

Nicht nur aufgrund des Inhalts, sondern auch aufgrund des Verständnisses des fächerübergreifenden Unterrichts lassen sich verschiedene Varianten unterscheiden. Im fächerüberschreitenden Unterricht wird ein Blick auf andere Fächer geworfen und die Grenzen eines Fachs werden überschritten. Mit dem fächerverknüpfenden Unterricht wird es möglich, Fachinhalte in zwei oder mehr Fächern zu erwerben und miteinander zu verknüpfen. Der themenzentrierte Unterricht geht davon aus, dass fast immer Bezüge zu mehreren Fächern auftreten. Im Zentrum des Unterrichts steht das Thema, nicht das Fach. Diese unterschiedlichen Varianten können innerhalb des integrierenden Unterrichts umgesetzt werden.

Dabei tauchen die Einzelfächer wie Biologie oder Physik nicht mehr im Stundenplan auf, sondern sind in ein Integrationsfach eingebettet. Eine weitere Möglichkeit für fächerübergreifenden Unterricht besteht darin, zusätzlich zu den Einzelfächern ergänzende Unterrichtsgefässe wie Blockwochen oder interdisziplinären Unterricht in Ergänzungsfächern anzubieten (Labudde, 2004).

Bereits diese kurze Aufzeichnung zeigt, welche Unterschiede im Verständnis und in der didaktischen Form der Vermittlung naturwissenschaftlicher Themen im Unterricht vorhanden sein können. Die Bezeichnung «fächerübergreifender Unterricht» umfasst eine Vielfalt von Facetten, die zwar in unzähligen Modellversuchen umgesetzt wurden, die jedoch auch ein Theoriedefizit aufweisen (Labudde et al., 2005, S. 105). Zudem garantiert die Vorgabe zum fächerübergreifenden Unterricht nicht, dass die Naturwissenschaften tatsächlich fächerübergreifend unterrichtet werden.

Die Beschreibung des Zusammenhangs zwischen der Organisation des Unterrichts gemäss Lehrplan und den Leistungen sowie den Interessen der Schülerinnen und Schüler sollte deshalb nicht ungeachtet der vielfältigen Formen fächerübergreifenden Unterrichts und der dünnen theoretischen Grundlage interpretiert werden.

2 Fragestellung und methodisches Vorgehen

2.1 Allgemeine Fragestellungen

Fachliche Leistungen können als Ergebnis des quantitativen und des qualitativen Bildungsangebots und der Nutzung des Angebots durch die Schülerinnen und Schüler interpretiert werden (Fend, 1998). Inwieweit die Schülerinnen und Schüler das Unterrichtsangebot nutzen, hängt vor allem von ihren Interessen und ihren Motivationen ab. Ausreichende fachliche Leistungen und Interessen sind zwei Ziele der Schule, die wechselseitig aufeinander wirken und für eine erfolgreiche Integration in den Arbeitsmarkt vorausgesetzt werden.

Das quantitative Bildungsangebot lässt sich durch Lehrplanvorgaben relativ einfach und unmittelbar politisch steuern, während sich das qualitative Bildungsangebot über politische Vorgaben nur indirekt beeinflussen lässt, beispielsweise über Instrumente der Qualitätssicherung. Auf der Ebene des Lehrplans lässt sich allerdings auch die Organisation des Unterrichts über politische Vorgaben steuern. Deshalb werden die Naturwissenschaften in einigen Kantonen im Fachunterricht, in anderen Kantonen fächerübergreifend vermittelt.

Aufgrund der einfachen Möglichkeit, das Bildungsangebot und somit den Unterricht durch die Unterrichtszeit und die Organisation des Unterrichts zu steuern, werden im Folgenden zwei bildungspolitisch relevante Fragen untersucht:

1. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und den Leistungen in den Naturwissenschaften beziehungsweise dem Interesse an den Naturwissenschaften der Schülerinnen und Schüler?
2. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Organisation des Unterrichts in den Naturwissenschaften (Fachunterricht oder fächerübergreifender Unterricht) und den naturwissenschaftlichen Leistungen und Interessen?

Bei der Untersuchung der beiden Fragen werden verschiedene Differenzierungen vorgenommen. Der Zusammenhang zwischen dem Bildungsangebot (Unterrichtszeit

und Unterrichtsorganisation) und den Leistungen sowie den Interessen wird jeweils in Abhängigkeit des besuchten Schultyps (hohe Ansprüche, erweiterte Ansprüche und Grundansprüche) der Sekundarstufe I überprüft². Dies ist deshalb sinnvoll, weil sich sowohl die Effekte der Unterrichtszeit als auch der Unterrichtsorganisation zwischen den Schultypen unterscheiden können. Der Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und den Leistungen wird anhand der naturwissenschaftlichen und der mathematischen Leistungen überprüft. Für die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Unterrichtsorganisation und den naturwissenschaftlichen Leistungen wird zudem eine Differenzierung nach Kompetenzfeldern vorgenommen. Schliesslich wird auch der Zusammenhang zwischen der Unterrichtsorganisation und verschiedenen Aktivitäten im naturwissenschaftlichen Unterricht (Interaktives Lehren und Lernen/Experimentieren/Erforschen lernen/Anwenden) überprüft.

2.2 Datengrundlage

Wie bereits in den vorangehenden PISA-Erhebungen hat die Schweiz auch im Jahre 2006 die Möglichkeit genutzt, zur Stichprobe der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler für die internationalen Vergleiche eine zusätzliche Stichprobe von Schülerinnen und Schülern der 9. Klasse zu ziehen. Die Stichprobe von Schülerinnen und Schülern der 9. Klasse hat gegenüber der über das Alter gebildeten Stichprobe den Vorteil, dass die Schulleistungen in Abhängigkeit von Merkmalen des Bildungssystems beschrieben werden können. Die einzelnen Kantone hatten

² Die Schülerinnen und Schüler wurden drei Anspruchsniveaus zugeordnet: Grundansprüche (beispielsweise Realschulen), erweiterte Ansprüche (beispielsweise Sekundarschulen) und hohe Ansprüche (beispielsweise Bezirksschulen oder Gymnasien). Die Zuordnung basiert bei homogenen Stammklassen auf dem kantonalen Schultyp und bei heterogenen Stammklassen auf den Angaben zum Niveaununterricht.

T1 Datengrundlage: Stichprobe der 9. Klasse, PISA 2006

	Anzahl Schülerinnen und Schüler	Anzahl Schulen
Aargau	1 049	34
Basel-Landschaft	867	22
Bern (d)	1 114	40
Bern (f)	842	14
Genf	1 782	18
Freiburg (f)	1 674	11
Jura	788	12
Neuenburg	1 603	15
Schaffhausen	840	20
St. Gallen	1 103	31
Tessin	951	30
Thurgau	1 206	44
Waadt	1 684	21
Wallis (d)	978	19
Wallis (f)	1 777	25
Zürich	1 079	48
Total	19 337	404

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

zudem die Möglichkeit, die Anzahl Schülerinnen und Schüler der 9. Klasse bei der Stichprobe zu erhöhen, um kantonale Vergleiche und Analysen zu ermöglichen.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die entsprechende Datengrundlage. Für die vorliegende Untersuchung wurden die Daten der 9. Klasse der Kantone mit Zusatzstichprobe genutzt. Sämtliche Kantone der französischsprachigen Schweiz sowie die Kantone Aargau, Bern (deutschsprachiger Teil), Basel-Landschaft, Schaffhausen, St. Gallen, Thurgau, Wallis (deutschsprachiger Teil), Zürich und das Tessin haben sich für eine kantonale Zusatzstichprobe entschieden³.

³ Die Schülerinnen und Schüler von nicht subventionierten Privatschulen wurden nicht berücksichtigt. Weil die Analysen jeweils getrennt nach Schultyp (hohe Ansprüche, erweiterte Ansprüche und Grundansprüche) durchgeführt wurden, wurden auch die Schülerinnen und Schüler der Abteilung C im Kanton Zürich aus den Analysen ausgeschlossen.

2.3 Variablen

Im Folgenden werden die Variablen beschrieben, die für die Analysen in diesem Bericht genutzt wurden.

Leistungen in den Naturwissenschaften und in der Mathematik

Die Leistungstests für den internationalen Schulleistungsvergleich PISA basieren auf dem Konzept der Grundbildung. Darunter werden Kompetenzen verstanden, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, aus dem Gelernten einen Nutzen zu ziehen und ihre Kenntnisse und Fertigkeiten in einem neuen Umfeld anzuwenden. Für die Bearbeitung der Fragestellungen wurden die Leistungen in den Naturwissenschaften und in der Mathematik genutzt.

Die naturwissenschaftlichen Leistungen werden definiert als das naturwissenschaftliche Wissen einer Person und deren Fähigkeit, dieses Wissen anzuwenden, um Fragestellungen zu identifizieren, neue Erkenntnisse zu erwerben, naturwissenschaftliche Phänomene zu erklären und Schlussfolgerungen über naturwissenschaftliche Sachverhalte zu ziehen, die auf naturwissenschaftlichen

Erkenntnissen basieren. Zur Grundbildung gehört auch, sich mit naturwissenschaftlichen Themen auseinanderzusetzen.

Die Mathematikleistungen werden definiert als die Fähigkeit einer Person, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, welche die Mathematik in der Welt spielt, fundierte mathematische Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit der Mathematik zu befassen, die den Ansprüchen des Lebens dieser Person als konstruktivem, engagiertem und reflektierendem Bürger entspricht.

Die Ergebnisse im PISA-Test werden auf einer normierten Skala dargestellt. Bei PISA 2000 wurde die Skala für die Lesekompetenzen so normiert, dass der Mittelwert der OECD-Länder bei 500 Punkten und die Standardabweichung bei 100 Punkten lagen. Mit dem gleichen Vorgehen wurden bei PISA 2003 die Skala für die Darstellung mathematischer Kompetenzen und bei PISA 2006 die Skala für die Darstellung der naturwissenschaftlichen Kompetenzen normiert.

Interesse an Naturwissenschaften

Das Interesse entspricht einem gegenstandsspezifischen motivationalen Konstrukt. Die Lerninhalte werden als eine wichtige Determinante der Lernmotivation berücksichtigt. Lerninhalte und darauf bezogene Lernhandlungen werden mit positiven Gefühlen assoziiert und als bedeutungsvoll eingeschätzt. «Wer sich für eine Sache interessiert, möchte mehr darüber erfahren, sich kundig machen und sein Wissen erweitern» (Wild, Hofer & Pekrun, 2001, S. 221). Schülerinnen und Schüler werden sich wiederholt mit Lerninhalten von Interesse auseinandersetzen und das Unterrichtsangebot besonders wirkungsvoll nutzen.

Das Interesse an den Naturwissenschaften wurde in PISA 2006 erstmals auch im Kontext von spezifischen Themenbereichen gemessen. Im Anschluss an die Bearbeitung eines Aufgabenblocks wurden die Schülerinnen und Schüler jeweils aufgefordert, ihr Interesse an den Inhalten des bearbeiteten Aufgabenblocks anzugeben. Wie die Kompetenzen in den Fachbereichen Naturwissenschaften und Mathematik wurde das themenspezifische Interesse an den Naturwissenschaften so normiert, dass der Mittelwert der OECD-Länder bei 500 Punkten liegt und die Standardabweichung 100 Punkte beträgt. Das themenspezifische Interesse unterscheidet sich vom allgemeinen Interesse an den Naturwissenschaften, das über eine Einschätzung der verschiedenen Teilbereiche der Naturwissenschaften (beispielsweise Biologie, Chemie, Physik) erfasst wurde.

Soziale Herkunft/Index des sozioökonomischen Hintergrunds

Aufgrund der Angaben der Schülerinnen und Schüler im Fragebogen wurde im Rahmen von PISA ein Index des wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Hintergrunds gebildet, kurz: Index des sozioökonomischen Hintergrunds. Der Index setzt sich aus der höchsten beruflichen Stellung der Eltern, dem höchsten Bildungsabschluss der Eltern sowie aus den im Elternhaus vorhandenen Besitztümern zusammen. Der Index weist einen Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1 aus. Somit haben rund zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler einen Indexwert, der zwischen -1 und +1 liegt und 95 Prozent haben einen Indexwert zwischen -2 und +2.

Migrationshintergrund

Der Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler wurde anhand einer dreistufigen Variablen erfasst: (1) Schülerinnen und Schüler, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen; (2) in der Schweiz geborene Schülerinnen und Schüler, die zu Hause zumeist eine andere Sprache als die Unterrichtssprache sprechen (fremdsprachig, in der Schweiz geboren); (3) im Ausland geborene Schülerinnen und Schüler, die zu Hause zumeist nicht die Unterrichtssprache sprechen (fremdsprachig, im Ausland geboren).

Unterrichtszeit

Obwohl mittlerweile die kantonalen Stundentafeln der Volksschule vom Informationszentrum IDEs der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren zusammengestellt werden (EDK, 2008), konnte die Unterrichtszeit, die für den Naturwissenschafts- beziehungsweise den Mathematikunterricht aufgewendet wird, nicht ohne zusätzliche Abklärungen für die Analysen genutzt werden. Die Angaben wurden deshalb von kantonalen Expertinnen und Experten überprüft.

Die Angaben zur Unterrichtszeit in Mathematik lassen sich relativ zuverlässig berechnen, weil sie den Lehrplänen direkt entnommen werden können. Die Fächer Geometrie und geometrisches Zeichnen wurden als Teil der Mathematik gezählt und sind in den Zahlen enthalten. Die Angaben zur Unterrichtszeit in den Naturwissenschaften lassen sich weniger eindeutig aus den Lehrplänen entnehmen, weil beispielsweise im Fachbereich «Mensch und Umwelt» nicht nur die naturwissenschaftlichen Kerndisziplinen vermittelt werden. Die kantonalen

Expertinnen und Experten mussten deshalb zunächst bestimmen, wie gross der zeitliche Aufwand für Biologie, Chemie, Physik und Geografie ist.

Die Unterrichtszeit in einem Fach wurde pro Schultyp (hohe Ansprüche, erweiterte Ansprüche und Grundansprüche), sowohl für die 9. Klasse als auch für die 7. bis 9. Klasse der Sekundarstufe I, erfasst. Beim Schultyp mit hohen Ansprüchen (z.B. Gymnasien) handelt es sich bei den Stundenangaben um einen Durchschnittswert über alle Maturitätsprofile hinweg. Zur Berechnung der Unterrichtszeit in einem Fach wurden die Anzahl Schulwochen, die Anzahl Wochenlektionen und die Dauer der Lektionen berücksichtigt. Es wurden nur die Pflicht- und Wahlpflichtlektionen in einem Fach gezählt. Die Angaben beziehen sich auf das Schuljahr 2005/06.

Organisation des Unterrichts

Die Frage nach der Organisation des Unterrichts konnte teilweise durch die Informationen im Lehrplan beantwortet werden. Zugleich wurden kantonale Fachexpertinnen und Fachexperten gefragt, ob der Unterricht in den Naturwissenschaften als Fachunterricht oder fächerübergreifend erteilt wird. Fachunterricht bedeutet, dass die Fächer Biologie, Chemie, Physik und Geografie einen festen Platz im Stundenplan haben. Fächerübergreifend bedeutet, dass die naturwissenschaftlichen Themen innerhalb eines Integrationsfachs – beispielsweise «Mensch und Umwelt» oder «Realien» – erteilt werden.

Naturwissenschaftlicher Unterricht

Zur Beschreibung des Unterrichts mussten die Schülerinnen und Schüler insgesamt zu 17 Aussagen über den naturwissenschaftlichen Unterricht angeben, wie oft verschiedene Aktivitäten im Unterricht vorkommen. Dabei standen vier Antwortkategorien zur Verfügung: (1) in allen Stunden; (2) in den meisten Stunden; (3) in manchen Stunden; (4) nie oder fast nie. Die Aussagen wurden zu vier Dimensionen zusammengefasst. Die Dimension «Interaktives Lehren und Lernen» zeigt, wie häufig die Schülerinnen und Schüler im Unterricht die Gelegenheit erhalten, ihre Ideen zu erklären, ihre Meinungen zu einem Thema einzubringen und sich an Klassendiskussionen zu beteiligen. Die Dimension «Experimentieren» zeigt, wie häufig im Unterricht Lehrpersonen Experimente durchführen oder Schülerinnen und Schüler Experimente nach den Anweisungen der Lehrpersonen durchführen. Im Unterschied dazu zeigt die

Dimension «Erforschendes Lernen», wie häufig die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Fragestellungen im Labor selbst untersuchen und eigene Ideen austesten. Die Dimension «Anwenden» zeigt einerseits, wie häufig Lehrpersonen im Unterricht erklären, wie naturwissenschaftliche Prinzipien auf eine Reihe von Phänomen angewendet werden, und andererseits, wie häufig Lehrpersonen auf die Bedeutung naturwissenschaftlicher Konzepte für unser Leben und die Gesellschaft sowie für das Lösen von Alltagsproblemen hinweisen.

Kantonale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Schultypen

Die Analysen wurden getrennt nach Schultyp (hohe Ansprüche, erweiterte Ansprüche und Grundansprüche) vorgenommen. Die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die verschiedenen Schultypen unterscheiden sich zum Teil erheblich zwischen den Kantonen. Um solche Selektionseffekte zu berücksichtigen, wurde in den Analysen die Variable «kantonale Quote» statistisch kontrolliert. Damit wurde berücksichtigt, wie gross in einem Kanton der Anteil an Schülerinnen und Schülern im entsprechenden Schultyp ist.

2.4 Analysemethode

Bei den Analysen kommen vorwiegend multivariate Regressionsanalysen auf Individualebene (Ebene der Schülerinnen und Schüler) zur Anwendung. Mit der multivariaten Regressionsanalyse wird gleichzeitig der Einfluss mehrerer unabhängiger Variablen (z.B. Geschlecht, soziale Herkunft, Migrationsstatus) auf eine abhängige Variable (z.B. Leistungen in den Naturwissenschaften) geschätzt.

Alle Analysen zu den Leistungen und zu den Interessen wurden mit gewichteten Daten und unter Einbezug der fünf «plausiblen Werte» (plausible values) durchgeführt. Die Standardfehler der Parameter wurden unter Verwendung der 80 Replikationsgewichte geschätzt. Dadurch konnte bei der Schätzung der Standardfehler das komplexe Stichprobendesign von PISA berücksichtigt werden (OECD, 2005).

3 Unterrichtszeit, Leistung und Interesse

3.1 Unterrichtszeit in den Naturwissenschaften und in der Mathematik

Tabelle 2 enthält die Anzahl Stunden für den Unterricht in den Naturwissenschaften und in der Mathematik in der 9. Klasse der Sekundarstufe I. Diese Stundenzahlen unterscheiden sich zwischen den Kantonen zum Teil beträchtlich. Sie unterscheiden sich aber auch häufig innerhalb der Kantone zwischen den Schultypen. Im Anhang in Tabelle 10 sind dieselben Angaben auch für die 7. bis 9. Klasse der Sekundarstufe I aufgelistet.

Am meisten Unterrichtszeit mit den Naturwissenschaften verbringen in der 9. Klasse der Sekundarstufe I im Schultyp mit hohen Ansprüchen die Schülerinnen

und Schüler im Kanton Schaffhausen mit 213 Stunden, gefolgt von den Schülerinnen und Schüler im Kanton St. Gallen mit 200 Stunden. Im Vergleich dazu verbringen die Schülerinnen und Schüler des gleichen Schultyps im Kanton Neuenburg mit 59 Stunden oder im Kanton Freiburg mit 63 Stunden rund dreimal weniger Zeit mit den Naturwissenschaften. Ähnlich gross sind die Unterschiede zwischen den Kantonen beim Schultyp mit erweiterten Ansprüchen. Während im Kanton St. Gallen 183 Stunden für den Naturwissenschaftsunterricht aufgewendet werden, sind es im Kanton Neuenburg nur 59 Stunden, also lediglich ein Drittel der Unterrichtszeit des Kantons St. Gallen. Den Schülerinnen und Schülern des Schultyps mit Grundansprüchen im Kanton Wallis

T2 Anzahl Stunden in den Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik und Geografie) und in der Mathematik (inklusive geometrisches Zeichnen): 9. Klasse, Schuljahr 2005/06

	Naturwissenschaften			Mathematik		
	Hohe Ansprüche	Erweiterte Ansprüche	Grundansprüche	Hohe Ansprüche	Erweiterte Ansprüche	Grundansprüche
AG	124	169	124	154	154	185
BE (d)	146	94	94	146	117	117
BE (f)	117	117	117	117	146	146
BL	180	120	120	120	150	135
FR (f)	63	95	127	158	158	190
GE	87	87	87	144	144	144
JU	117	117	117	146	146	146
NE	59	59	59	117	146	176
SG	200	183	183	133	167	167
SH	213	161	161	133	176	176
TG	165	150	150	120	150	150
TI	116	116	116	144	144	144
VD	86	114	57	114	143	143
VS (d)	114	63	41	143	158	190
VS (f)	114	63	41	143	158	190
ZH	98	75	75	120	120	120

© BFS/EDK

Quelle: EDK 2008 - Angepasst durch kantonale Experten

steht mit 41 Stunden sogar noch weniger Unterrichtszeit für die Naturwissenschaften zur Verfügung. Tendenziell erhalten die Schülerinnen und Schüler des Schultyps mit hohen Ansprüchen mehr Unterricht in den Naturwissenschaften als jene der Schultypen mit erweiterten Ansprüchen oder mit Grundansprüchen.

Weniger gross, aber dennoch beträchtlich sind die Zeitunterschiede zwischen den Kantonen im Mathematikunterricht. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen verbringen die Schülerinnen und Schüler des französischsprachigen Teils des Kantons Freiburg mit 158 Stunden am meisten, jene des Kantons Waadt mit 114 Stunden am wenigsten Unterrichtszeit mit Mathematik. Im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen sind es mit 176 Stunden die Schülerinnen und Schüler des Kantons Schaffhausen, die am meisten Zeit für den Mathematikunterricht aufwenden. Im deutschsprachigen Teil des Kantons Bern besuchen die Schülerinnen und Schüler desselben Schultyps lediglich 117 Stunden den Mathematikunterricht. Während im Schultyp mit Grundansprüchen im französischsprachigen Teil des Kantons Freiburg und im Kanton Valis jeweils 190 Stunden für den Mathematikunterricht aufgewendet werden, sind es im deutschsprachigen Teil des Kantons Bern lediglich 117 Stunden. Im Gegensatz zum Unterricht in den Naturwissenschaften sind es im Mathematikunterricht die Schülerinnen und Schüler mit Grundansprüchen, denen der Tendenz nach mehr Unterrichtszeit zur Verfügung steht.

3.2 Unterrichtszeit und Leistungen in den Naturwissenschaften

Die Leistungen in den Naturwissenschaften hängen von sehr vielen Faktoren ab, insbesondere auch von der Qualität des Unterrichts. Aufgrund der grossen kantonalen Unterschiede in der Unterrichtszeit für Naturwissenschaften und Mathematik auf der Sekundarstufe I wird erwartet, dass sich auch das quantitative Unterrichtsangebot in den Leistungen der Schülerinnen und Schüler niederschlägt. Je mehr Zeit für ein Fach zur Verfügung steht, desto besser sollten die Leistungen sein.

Weil nicht davon ausgegangen werden kann, dass sich dieser Zusammenhang in sämtlichen Schultypen der Sekundarstufe I in gleicher Stärke nachweisen lässt, wurden die Analysen für die drei Schultypen getrennt durchgeführt. Dabei wurden zusätzlich die kantonale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Schultypen, das Geschlecht, die soziale Herkunft und der Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler statistisch kontrolliert.

Tabelle 3 zeigt, welche Variablen in die Analysen einbezogen wurden und wie deren Effekte zu interpretieren sind. Die einbezogenen Variablen sind in der ersten Spalte aufgeführt. In der zweiten Spalte ist beschrieben, wie die Effekte zu interpretieren sind. Die Konstante entspricht jeweils dem Mittelwert eines Mädchens, das (1) zu Hause zumeist die Unterrichtssprache spricht, (2) aus einer Familie mit durchschnittlicher sozialer Herkunft

T3 Informationen zur Interpretation der Ergebnisse der Regressionsanalysen

Variable	Effekt (B)
Konstante (Mittelwert)	Mittelwert der Referenzgruppe
Knaben	Leistungsdifferenz der Knaben im Vergleich zu den Mädchen
Fremdsprachig, in der Schweiz geboren	Leistungsdifferenz der Schülerinnen und Schüler, die fremdsprachig und in der Schweiz geboren sind, im Vergleich zu Schülerinnen und Schülern, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen
Fremdsprachig, im Ausland geboren	Leistungsdifferenz der Schülerinnen und Schüler, die fremdsprachig und im Ausland geboren sind, im Vergleich zu Schülerinnen und Schülern, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen
Soziale Herkunft	Leistungsveränderung beim Anstieg des sozioökonomischen Indexes um einen Punkt
Kantonale Quote	Leistungsveränderung beim Anstieg der kantonalen Quote des entsprechenden Schultyps um 1 Prozent
100 Stunden Unterrichtszeit in der 9. Klasse	Leistungsveränderung beim Anstieg von 100 Stunden Unterrichtszeit in der 9. Klasse
n	Anzahl in die Analyse einbezogene Schülerinnen und Schüler
R ²	Erklärte Varianz, das heisst wieviel Prozent der Leistungs- beziehungsweise Interessensunterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern mit den ins Regressionsmodell einbezogenen Variablen erklärt werden können

stammt, (3) in einem Kanton lebt, in dem der Anteil der Schülerinnen und Schüler im entsprechenden Schultyp (hohe Ansprüche, erweiterte Ansprüche, Grundansprüche) dem Durchschnitt aller berücksichtigten Kantone entspricht und (4) in dem auch die Unterrichtszeit im jeweiligen Fach dem Durchschnitt aller Kantone entspricht.

Die erste aufgeführte Variable «Knaben» entspricht dem Geschlechterunterschied zwischen Knaben und Mädchen. In den Tabellen ist jeweils aufgeführt, wie gross die Abweichung der Leistungen oder des Interesses der Knaben im Vergleich zu dem der Mädchen ist. Die beiden Variablen zum Migrationshintergrund zeigen, wie gross die Leistungsdifferenzen der fremdsprachigen Schülerinnen und Schüler, die in der Schweiz beziehungsweise im Ausland geboren sind, im Vergleich zu den Schülerinnen und Schülern sind, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen. Die Variable «soziale Herkunft» entspricht dem Effekt der sozialen Herkunft auf die Leistungen. Weil die soziale Herkunft als sozioökonomischer Index operationalisiert wurde, ist die Leistungsveränderung angegeben, wenn der Index um eine Einheit ansteigt. Die Variable «kantonale Quote» zeigt die Veränderungen der Leistungen beziehungsweise der Interessen der Schülerinnen und Schüler bei einem Anstieg der

kantonale Quote des entsprechenden Schultyps um 1 Prozent. Schliesslich gibt die Variable «100 Stunden Unterrichtszeit in der 9. Klasse» an, um wie viele Punkte sich die Leistungen beziehungsweise die Interessen der Schülerinnen und Schüler verändern, wenn 100 Stunden mehr Unterrichtszeit für das entsprechende Fach zur Verfügung stehen.

Tabelle 4 zeigt nun, wie gross die Effekte der verschiedenen Variablen auf die Leistungen in den Naturwissenschaften sind. Die Tabelle enthält die Ergebnisse der Regressionsanalysen, die für die drei Schultypen (hohe Ansprüche, erweiterte Ansprüche und Grundansprüche) getrennt durchgeführt wurden. Die erste Spalte enthält die Bezeichnungen der Variablen, deren Effekt auf die naturwissenschaftlichen Leistungen überprüft wurde. Die Spalten, die mit «B» beschriftet sind, zeigen, wie gross die Effekte der überprüften Variablen sind. Die Spalten, die mit «SE» beschriftet sind, zeigen den Standardfehler der entsprechenden Effekte. In den mit «p» bezeichneten Spalten wird die entsprechende Irrtumswahrscheinlichkeit angegeben.

Die Konstante beziehungsweise der Mittelwert der Referenzgruppe beträgt im Schultyp mit hohen Ansprüchen 546 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen

T 4 Effekte auf die naturwissenschaftlichen Leistungen

Variable	Schultyp mit hohen Ansprüchen			Schultyp mit erweiterten Ansprüchen			Schultyp mit Grundansprüchen		
	B	SE	p	B	SE	p	B	SE	p
Konstante (Mittelwert)	546.0	(3.1)	0.00	484.0	(4.4)	0.00	422.4	(4.6)	0.00
Knaben	17.2	(2.0)	0.00	24.8	(2.6)	0.00	22.2	(2.9)	0.00
Fremdsprachig, in der Schweiz geboren	-30.0	(5.6)	0.00	-37.6	(4.3)	0.00	-42.0	(4.7)	0.00
Fremdsprachig, im Ausland geboren	-38.9	(5.3)	0.00	-44.4	(8.0)	0.00	-56.8	(5.2)	0.00
Soziale Herkunft	11.0	(1.3)	0.00	7.8	(2.0)	0.00	9.5	(2.4)	0.00
Kantonale Quote: hohe Ansprüche	-1.7	(0.1)	0.00						
Kantonale Quote: erweiterte Ansprüche				1.8	(0.3)	0.00			
Kantonale Quote: Grundansprüche				1.8	(0.2)	0.00	1.5	(0.2)	0.00
100 Stunden in der 9. Klasse	18.6	(3.9)	0.00	12.4	(5.0)	0.01	14.8	(4.3)	0.00
n	6629			6406			4792		
R ²	27%			21%			18%		

B = Unstandardisierter Regressionskoeffizient
 SE = Standardfehler des Regressionskoeffizienten
 p = p-Wert

484 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen rund 422 Punkte.

Die Knaben erreichen in allen drei Schultypen statistisch signifikant bessere Leistungen in den Naturwissenschaften als die Mädchen. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen beträgt die Differenz rund 17 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen rund 25 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen rund 22 Punkte.

Fremdsprachige Schülerinnen und Schüler, die in der Schweiz geboren sind, erreichen in allen drei Schultypen statistisch signifikant schlechtere naturwissenschaftliche Leistungen als Schülerinnen und Schüler, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen. Je anspruchsvoller der Schultyp, desto geringer sind die Leistungsdifferenzen zwischen den beiden Gruppen. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen beträgt die Leistungsdifferenz 30 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen rund 38 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen 42 Punkte. Der Leistungsrückstand der fremdsprachigen Schülerinnen und Schüler, die im Ausland geboren sind, ist noch etwas grösser. Er steigt ebenfalls mit der Abnahme der Ansprüche des Schultyps an. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen beträgt die Leistungsdifferenz rund 39 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen rund 45 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen rund 57 Punkte.

Die soziale Herkunft hängt auch innerhalb eines Schultyps mit den Leistungen zusammen. Je höher die soziale Herkunft ist, desto besser sind die Leistungen. Bei einem Anstieg des sozioökonomischen Indexes um eine Einheit steigen die Leistungen im Schultyp mit hohen Ansprüchen um 11 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen um rund 8 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen um rund 10 Punkte.

Die kantonale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Schultypen hat für die Leistungen in den Naturwissenschaften ebenfalls eine statistisch signifikante Bedeutung.

Für den Schultyp mit hohen Anforderung zeigt sich folgender Zusammenhang: Je höher die Quote des Schultyps mit hohen Ansprüchen, desto schlechter sind die Leistungen. Wenn beispielsweise der Anteil an Gymnasiastinnen und Gymnasiasten in einem Kanton um 10 Prozent ansteigt, dann fallen deren Leistungen um 17 Punkte tiefer aus ($-17 = 10 \times -1.7$).

Für den Schultyp mit Grundansprüchen zeigt sich der Zusammenhang zwischen den Leistungen und der Quote in der entgegengesetzten Richtung: Je höher die Quote des Schultyps mit Grundansprüchen, desto besser sind die Leistungen dieser Schülerinnen und Schüler.

Wenn beispielsweise der Anteil an Realschülerinnen und -schülern um 10 Prozent steigt, dann verbessern sich deren Leistungen im Durchschnitt um 15 Punkte.

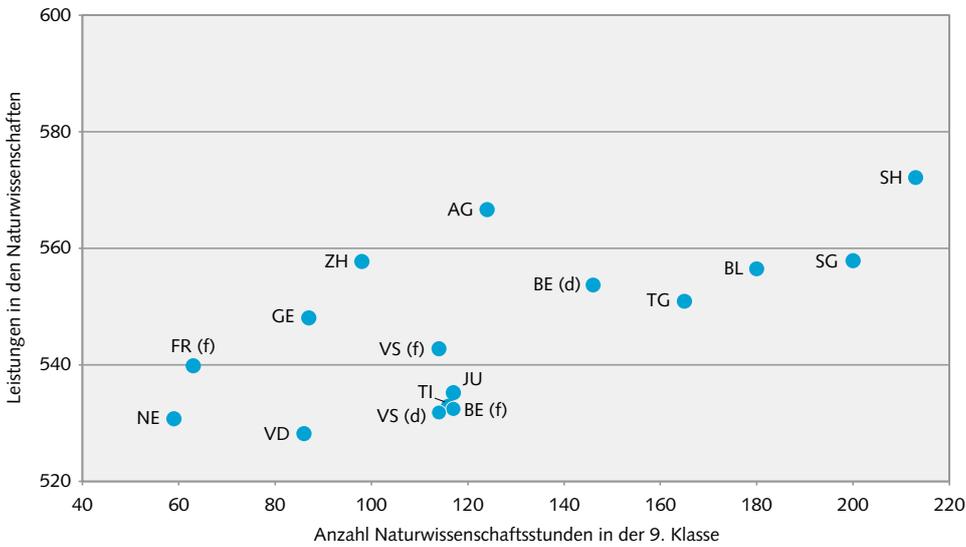
Für die Leistungen der Schülerinnen und Schüler des Schultyps mit erweiterten Ansprüchen ist die Quote ebenfalls von Bedeutung. Es muss berücksichtigt werden, dass die Quote des Schultyps mit erweiterten Ansprüchen je nach Quote des Schultyps mit Grundansprüchen einen anderen Teil der Population repräsentiert. Für den Schultyp mit erweiterten Ansprüchen zeigen sich folgende zwei Zusammenhänge: (1) Je höher die Quote des Schultyps mit Grundansprüchen ist, bei unveränderter Quote des Schultyps mit erweiterten Ansprüchen, desto besser sind die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit erweiterten Ansprüchen. Wenn beispielsweise der Anteil an Realschülerinnen und -schülern um 10 Prozent ansteigt und der Anteil an Sekundarschülerinnen und -schülern unverändert bleibt, dann steigen die Leistungen der Sekundarschülerinnen und -schüler um 18 Punkte. (2) Je höher die Quote des Schultyps mit erweiterten Ansprüchen ist, bei unveränderter Quote des Schultyps mit Grundansprüchen, desto besser sind die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit erweiterten Ansprüchen. Wenn beispielsweise der Anteil an Sekundarschülerinnen und -schülern um 10 Prozent ansteigt und der Anteil an Realschülerinnen und -schülern unverändert bleibt, dann steigen die Leistungen der Sekundarschülerinnen und -schüler ebenfalls um 18 Punkte.

Die Unterrichtszeit, die in der 9. Klasse für die Naturwissenschaften aufgewendet wird, hängt ebenfalls mit den naturwissenschaftlichen Leistungen zusammen. Bei einer Zunahme der Unterrichtszeit um 100 Stunden steigen die naturwissenschaftlichen Leistungen im Schultyp mit hohen Ansprüchen um rund 19 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen um rund 12 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen um rund 15 Punkte an.

Wird anstelle der Unterrichtszeit in der 9. Klasse die Unterrichtszeit in der 7. bis 9. Klasse auf der Sekundarstufe I berücksichtigt (vgl. Tabelle 10 im Anhang), dann verringert sich der Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und den Leistungen im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen auf rund 8 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen auf rund 11 Punkte. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen hingegen zeigt sich kein statistisch signifikanter Einfluss der Unterrichtszeit in der 7. bis 9. Klasse auf die Leistungen in den Naturwissenschaften.

In der Zeile «R²» ist jeweils angegeben, wie viel Prozent der Leistungsunterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern anhand der berücksichtigten Variablen erklärt werden konnten. Die Leistungsunterschiede

Abb. 1 Naturwissenschaftliche Leistungen nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): hohe Ansprüche



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

zwischen den Schülerinnen und Schülern mit hohen Ansprüchen konnten durch das Modell am besten erklärt werden (27 Prozent). Deutlich schlechter lassen sich mit dem Modell die Leistungsunterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern mit erweiterten Ansprüchen und mit Grundansprüchen erklären (21 Prozent und 18 Prozent). Mit den in den Modellen berücksichtigten Merkmalen lässt sich folglich der grosse Teil der Leistungsdifferenzen nicht erklären.

In den Abbildungen 1 bis 3 sind die Zusammenhänge zwischen der Unterrichtszeit und den Leistungen in den Naturwissenschaften dargestellt. Die Position eines Kantons ergibt sich aus der Anzahl Stunden, die in der 9. Klasse für den Naturwissenschaftsunterricht aufgewendet werden, und aus den statistisch kontrollierten durchschnittlichen Leistungen in diesem Kanton⁴.

Abbildung 1 zeigt die Position der Kantone aufgrund der Unterrichtszeit und der Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit hohen Ansprüchen. Im Kanton

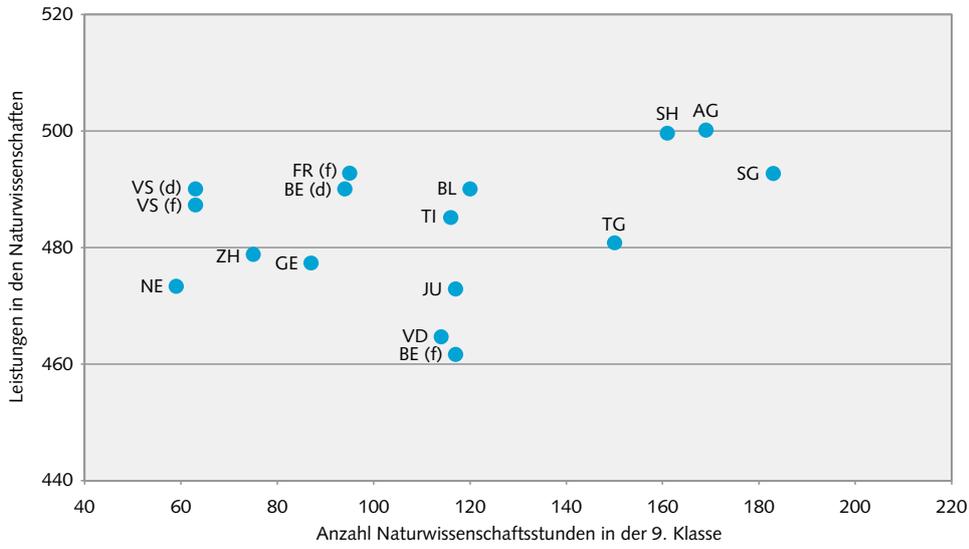
Neuenburg beispielsweise werden im Schultyp mit hohen Ansprüchen vergleichsweise wenige Stunden für Naturwissenschaften angeboten, weshalb der Kanton am linken Rand der Abbildung liegt. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen des Kantons Schaffhausen werden vergleichsweise viele Stunden für Naturwissenschaften angeboten, weshalb der Kanton am rechten Rand der Abbildung liegt.

Abbildung 2 zeigt die Position der Kantone aufgrund der Unterrichtszeit und der Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit erweiterten Ansprüchen. Aus der Abbildung geht hervor, dass der Effekt der Unterrichtszeit in der 9. Klasse auf die Leistungen geringer ausfällt als im Schultyp mit hohen Ansprüchen.

Abbildung 3 schliesslich zeigt die Position der Kantone aufgrund der Unterrichtszeit und der Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit Grundansprüchen. Auffallend sind die Positionen des deutsch- und des französischsprachigen Teils des Kantons Wallis. Die durchschnittlichen Leistungen sind in den beiden Kantonsteilen trotz sehr tiefer Unterrichtszeit relativ hoch. Weitere Analysen haben gezeigt, dass sich der Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und den Leistungen verstärkt, wenn die beiden Kantonsteile aus den Analysen ausgeschlossen werden. Unter Ausschluss des Kantons Wallis steigen die Leistungen im Schultyp mit Grundansprüchen um rund 21 Punkte, bei einer Zunahme der Unterrichtszeit um 100 Stunden.

⁴ Die statistisch kontrollierten durchschnittlichen Leistungen eines Kantons wurden anhand der Ergebnisse aus den Regressionsanalysen auf Individualebene berechnet und auf Kantonsebene aggregiert. In den Regressionsanalysen wurden das Geschlecht, die soziale Herkunft, der Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler, die kantonale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Schultypen und die Unterrichtszeit in der 9. Klasse statistisch kontrolliert. Bei den Darstellungen wurde zudem darauf geachtet, dass die je nach Schultyp unterschiedlichen Leistungs- und Stundenintervalle gleich gross waren.

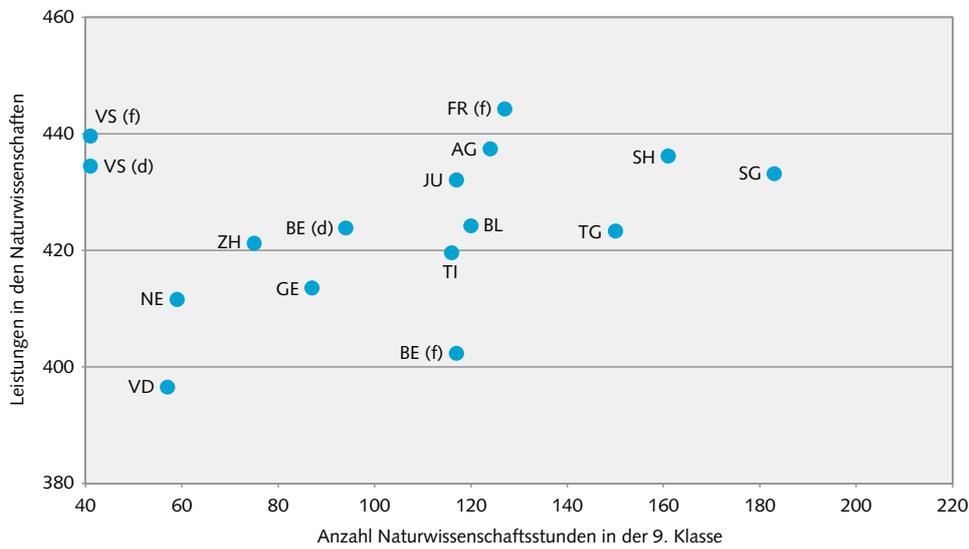
Abb. 2 Naturwissenschaftliche Leistungen nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): erweiterte Ansprüche



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 3 Naturwissenschaftliche Leistungen nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): Grundansprüche



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

3.3 Unterrichtszeit und Interesse an Naturwissenschaften

Tabelle 5 zeigt, wie gross die Effekte der verschiedenen Variablen auf das Interesse an den Naturwissenschaften sind. Die Ergebnisse in Tabelle 5 sind gleich zu interpretieren wie die Ergebnisse zu den Effekten auf die Leistungen in Tabelle 4. Das Interesse wurde gleich wie die Leistungen skaliert und auf eine PISA-Skala mit einem Mittelwert von $M = 500$ Punkten und einer Standardabweichung von $SD = 100$ Punkten transformiert. Die Analysen wurden wieder getrennt nach Schultyp durchgeführt.

Die Konstante beziehungsweise der Mittelwert der Referenzgruppe beträgt im Schultyp mit hohen Ansprüchen rund 505 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen rund 477 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen rund 482 Punkte.

Die Knaben des Schultyps mit erweiterten Ansprüchen interessieren sich stärker für naturwissenschaftliche Aufgabenstellungen als die Mädchen. Der Unterschied zwischen den Knaben und den Mädchen ist statistisch signifikant, aber mit rund 9 Punkten sehr gering. Demgegenüber zeigen sich bei den Schülerinnen und

Schülern des Schultyps mit hohen Ansprüchen beziehungsweise mit Grundansprüchen keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Auch der Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler ist für das Interesse an den Naturwissenschaften von Bedeutung. Fremdsprachige Schülerinnen und Schüler, die in der Schweiz geboren sind und Schulen mit erweiterten Ansprüchen besuchen, interessieren sich statistisch signifikant stärker für die Naturwissenschaften als ihre Mitschülerinnen und Mitschüler, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen (rund 13 Punkte). Das grössere Interesse an den Naturwissenschaften zeigt sich noch ausgeprägter bei den fremdsprachigen Schülerinnen und Schülern, die im Ausland geboren sind. Der statistisch signifikante Unterschied gegenüber den Schülerinnen und Schülern, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen, beträgt im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen rund 18 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen rund 38 Punkte.

Die soziale Herkunft hängt statistisch signifikant mit dem Interesse an den Naturwissenschaften zusammen. Je höher die soziale Herkunft, gemessen am sozioökonomischen Index, desto stärker ist das Interesse. Die Effekte der sozialen Herkunft auf das Interesse sind mit rund

T5 Effekte auf das Interesse an Naturwissenschaften

Variable	Schultyp mit hohen Ansprüchen			Schultyp mit erweiterten Ansprüchen			Schultyp mit Grundansprüchen		
	B	SE	p	B	SE	p	B	SE	p
Konstante (Mittelwert)	505.3	(5.8)	0.00	477.1	(5.8)	0.00	481.8	(7.6)	0.00
Knaben	1.3	(3.5)	0.71	8.8	(3.6)	0.01	7.1	(4.5)	0.12
Fremdsprachig, in der Schweiz geboren	-2.1	(5.9)	0.72	13.3	(6.6)	0.04	9.5	(6.3)	0.13
Fremdsprachig, im Ausland geboren	14.2	(10.5)	0.18	17.6	(8.2)	0.03	38.3	(6.0)	0.00
Soziale Herkunft	6.3	(1.8)	0.00	5.1	(2.1)	0.02	5.9	(2.9)	0.04
Kantonale Quote: hohe Ansprüche	-0.3	(0.1)	0.00						
Kantonale Quote: erweiterte Ansprüche				-0.4	(0.3)	0.22			
Kantonale Quote: Grundansprüche				0.3	(0.2)	0.18	0.6	(0.2)	0.01
100 Stunden in der 9. Klasse	15.7	(5.7)	0.01	4.0	(6.8)	0.56	-6.6	(5.0)	0.18
n	6629			6406			4792		
R ²	2%			1%			2%		

B = Unstandardisierter Regressionskoeffizient
 SE = Standardfehler des Regressionskoeffizienten
 p = p-Wert

5 bis 6 Punkten jedoch geringer als die Effekte auf die Leistungen in den Naturwissenschaften, die rund 8 bis 11 Punkte betragen (vgl. Tabelle 4).

Die kantonalen Quoten haben für das Interesse an den Naturwissenschaften lediglich im Schultyp mit hohen Ansprüchen und im Schultyp mit Grundansprüchen eine statistisch signifikante, wenn auch nur geringe Bedeutung. Bei einem Anstieg der Quote des Schultyps mit hohen Ansprüchen um 10 Prozent sinkt das Interesse dieser Schülerinnen und Schüler um 3 Punkte. Und bei einem Anstieg der kantonalen Quote des Schultyps mit Grundansprüchen um 10 Prozent steigt das Interesse dieser Schülerinnen und Schüler um 6 Punkte.

Die Unterrichtszeit in der 9. Klasse hängt nur im Schultyp mit hohen Ansprüchen statistisch signifikant mit dem Interesse an den Naturwissenschaften zusammen. Je umfangreicher das Unterrichtsangebot ist, desto stärker ist auch das Interesse der Schülerinnen und Schüler. Im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen und mit Grundansprüchen lässt sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit in der 9. Klasse und dem Interesse nachweisen.

Ein wichtiges Ergebnis ist in der Zeile « R^2 » ausgewiesen, die zeigt, wie viel Prozent der Unterschiede im Interesse an den Naturwissenschaften zwischen den Schülerinnen und Schülern durch die berücksichtigten Merkmale erklärt werden können. Für alle drei Schultypen beträgt dieser Anteil maximal 2 Prozent. Das Interesse an den Naturwissenschaften wird – neben den berücksichtigten Merkmalen – noch von vielen anderen, nicht erfassten Merkmalen beeinflusst.

Wird anstelle der Unterrichtszeit in der 9. Klasse die Unterrichtszeit in der 7. bis 9. Klasse auf der Sekundarstufe I berücksichtigt (vgl. Tabelle 10 im Anhang), dann lassen sich in allen drei Schultypen keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der Unterrichtszeit und dem Interesse an den Naturwissenschaften feststellen.

Die grafischen Darstellungen der Zusammenhänge zwischen der Unterrichtszeit und dem Interesse an den Naturwissenschaften auf Kantonsebene befinden sich im Anhang (Abbildungen 4, 5 und 6). Diese Abbildungen sind gleich zu lesen wie die Abbildungen 1, 2 und 3. Entsprechend den bereits dargestellten Ergebnissen in Tabelle 5 zeigt sich auch bei der Darstellung der Ergebnisse nach den Kantonen nur für den Schultyp mit hohen Ansprüchen ein positiver Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und dem Interesse an den Naturwissenschaften.

3.4 Unterrichtszeit und Mathematikleistungen

Tabelle 6 zeigt, wie gross die Effekte der berücksichtigten Merkmale auf die Mathematikleistungen sind. Die Ergebnisse in Tabelle 6 sind gleich zu interpretieren wie die Ergebnisse zu den Effekten auf die naturwissenschaftlichen Leistungen in Tabelle 4.

Die Leistungen in der Mathematik sind leicht höher als die Leistungen in den Naturwissenschaften, was sich in den Konstanten widerspiegelt. Der Mittelwert der Referenzgruppe in den Schulen mit hohen Ansprüchen beträgt rund 551 Punkte, jener in den Schulen mit erweiterten Ansprüchen rund 499 Punkte und jener in den Schulen mit Grundansprüchen rund 432 Punkte.

Die Knaben erreichen in der Mathematik statistisch signifikant bessere Leistungen als die Mädchen. Die Unterschiede liegen zwischen rund 25 Punkten in den Schulen mit hohen Ansprüchen und 31 Punkten in den Schulen mit Grundansprüchen.

Fremdsprachige Schülerinnen und Schüler, die in der Schweiz geboren sind, erreichen statistisch signifikant schlechtere Mathematikleistungen als Schülerinnen und Schüler, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen beträgt die Leistungsdifferenz rund 21 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen und im Schultyp mit Grundansprüchen rund 28 Punkte. Der Rückgang der Leistungsdifferenz mit anspruchsvollerem Schultyp lässt sich auch bei den naturwissenschaftlichen Leistungen feststellen (vgl. Tabelle 4). Und auch bei der Mathematik zeigt sich, dass die Leistungsdifferenzen von fremdsprachigen Schülerinnen und Schülern, die im Ausland geboren sind, gegenüber den Schülerinnen und Schülern, die zu Hause zumeist die Unterrichtssprache sprechen, stärker ausfallen. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen beträgt die Differenz rund 35 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen rund 38 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen rund 47 Punkte.

Der Zusammenhang zwischen der sozialen Herkunft und den Leistungen in der Mathematik ist statistisch signifikant und leicht geringer als in den Naturwissenschaften. Bei einem Anstieg des sozialen Indexes um eine Einheit steigen die Leistungen im Schultyp mit hohen Ansprüchen um rund 9 Punkte, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen um rund 6 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen um rund 8 Punkte.

Die kantonale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Schultypen hat für die Leistungen in der

T 6 Effekte auf die Mathematikleistung

Variable	Schultyp mit hohen Ansprüchen			Schultyp mit erweiterten Ansprüchen			Schultyp mit Grundansprüchen		
	B	SE	p	B	SE	p	B	SE	p
Konstante (Mittelwert)	550.8	(3.5)	0.00	499.4	(4.2)	0.00	432.4	(4.7)	0.00
Knaben	25.2	(2.2)	0.00	29.0	(2.5)	0.00	30.9	(2.8)	0.00
Fremdsprachig, in der Schweiz geboren	-20.7	(5.2)	0.00	-27.8	(5.9)	0.00	-27.8	(4.5)	0.00
Fremdsprachig, im Ausland geboren	-34.6	(5.6)	0.00	-37.9	(7.9)	0.00	-47.3	(4.8)	0.00
Soziale Herkunft	8.8	(1.3)	0.00	5.5	(1.9)	0.00	7.7	(2.5)	0.00
Kantonale Quote: hohe Ansprüche	-2.0	(0.1)	0.00						
Kantonale Quote: erweiterte Ansprüche				2.0	(0.3)	0.00			
Kantonale Quote: Grundansprüche				1.9	(0.3)	0.00	1.8	(0.2)	0.00
100 Stunden in der 9. Klasse	36.6	(12.2)	0.00	15.6	(13.5)	0.25	31.4	(9.7)	0.00
n	6629			6406			4792		
R ²	25%			19%			15%		

B = Unstandardisierter Regressionskoeffizient
 SE = Standardfehler des Regressionskoeffizienten
 p = p-Wert

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Mathematik eine leicht grössere Bedeutung als für die Leistungen in den Naturwissenschaften.

Für den Schultyp mit hohen Ansprüchen zeigt sich folgender Zusammenhang: Je höher die Quote des Schultyps mit hohen Ansprüchen ist, desto schlechter sind die Leistungen im entsprechenden Schultyp. Steigt der Anteil an Schülerinnen und Schülern im Schultyp mit hohen Ansprüchen um 10 Prozent an, dann sinken die Leistungen dieser Schülerinnen und Schüler um rund 20 Punkte.

Für den Schultyp mit Grundansprüchen zeigt sich der Effekt wieder in der entgegengesetzten Richtung: Je höher die Quote des Schultyps mit Grundansprüchen ist, desto besser sind die Leistungen im entsprechenden Schultyp. Steigt der Anteil an Schülerinnen und Schülern im Schultyp mit Grundansprüchen um 10 Prozent an, dann steigen die Leistungen dieser Schülerinnen und Schüler um rund 18 Punkte.

Für den Schultyp mit erweiterten Ansprüchen zeigen sich folgende zwei Zusammenhänge: (1) Je höher die Quote des Schultyps mit Grundansprüchen ist, bei unveränderter Quote des Schultyps mit erweiterten Ansprüchen, desto besser sind die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit erweiterten Ansprüchen. Wenn

beispielsweise der Anteil an Realschülerinnen und -schülern um 10 Prozent ansteigt und der Anteil an Sekundarschülerinnen und -schülern unverändert bleibt, dann steigen die Leistungen der Sekundarschülerinnen und -schüler um 19 Punkte. (2) Je höher die Quote des Schultyps mit erweiterten Ansprüchen ist, bei unveränderter Quote des Schultyps mit Grundansprüchen, desto besser sind die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit erweiterten Ansprüchen. Wenn beispielsweise der Anteil an Sekundarschülerinnen und -schülern um 10 Prozent ansteigt und der Anteil an Realschülerinnen und -schülern unverändert bleibt, dann steigen die Leistungen der Sekundarschülerinnen und -schüler um 20 Punkte.

Auch der Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit in der 9. Klasse und den Leistungen ist in der Mathematik enger als in den Naturwissenschaften. Bei einer Zunahme der Unterrichtszeit um 100 Stunden steigen die Mathematikleistungen im Schultyp mit hohen Ansprüchen um rund 37 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen um rund 32 Punkte. Im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen hingegen lässt sich kein statistisch signifikanter Einfluss der Unterrichtszeit auf die

Leistungen in der Mathematik feststellen. Werden jedoch der Kanton Zürich und der deutschsprachige Teil des Kantons Bern aus der Analyse ausgeschlossen (vgl. Abbildung 8), zeigt sich auch im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen ein statistisch signifikanter Einfluss der Unterrichtszeit auf die Mathematikleistungen. Bei einer Zunahme der Unterrichtszeit in der 9. Klasse um 100 Stunden steigen die Mathematikleistungen um rund 80 Punkte an.

Wird anstelle der Unterrichtszeit in der 9. Klasse die Unterrichtszeit in der 7. bis 9. Klasse auf der Sekundarstufe I berücksichtigt, dann verringert sich der Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und den Leistungen in Mathematik deutlich. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen beträgt er rund 15 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen rund 10 Punkte. Im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen zeigt sich – bei statistischer Kontrolle der kantonalen Quote – in der 7. bis 9. Klasse kein

statistisch signifikanter Einfluss der Unterrichtszeit auf die Leistungen. Die Variablen zur Unterrichtszeit in der 7. bis 9. Klasse und die Quote des Schultyps mit erweiterten Ansprüchen korrelieren jedoch hoch. Das bedeutet, dass der Effekt nicht eindeutig einer der beiden Variablen zugewiesen werden kann. Wird die kantonale Quote nicht statistisch kontrolliert, so lässt sich ein signifikanter Einfluss der Unterrichtszeit auf die Leistungen feststellen. Bei einem Anstieg der Unterrichtszeit in der 7. bis 9. Klasse um 100 Stunden, verbessern sich die Leistungen im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen um rund 20 Punkte. Dieser Effekt könnte allerdings auch eine Folge der kantonalen Quote sein.

Die grafischen Darstellungen der Zusammenhänge zwischen der Unterrichtszeit und den Mathematikleistungen auf Kantonsebene befinden sich im Anhang (Abbildungen 7, 8 und 9). Diese Abbildungen sind gleich zu lesen wie die Abbildungen 1, 2 und 3.

4 Organisation des Unterrichts, Leistung und Interesse

4.1 Organisation des Unterrichts

Tabelle 7 gibt einen Überblick über die Angaben im Lehrplan zur Organisation des Unterrichts. Auf der Primarstufe werden die Naturwissenschaften in sämtlichen Kantonen fächerübergreifend angeboten. Auf der Sekundarstufe I hingegen werden die Naturwissenschaften im Schultyp mit Grundansprüchen in 9 der 16 Kantonsteile, im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen in 7 der 16 Kantonsteile und im Schultyp mit hohen Ansprüchen in lediglich noch 3 der 16 Kantonsteile fächerübergreifend angeboten.

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass es sehr viele Facetten von fächerübergreifendem Unterricht gibt (vgl. Kapitel 1.4), dass dieser sehr unterschiedlich interpretiert und umgesetzt werden kann und dass die Vorgaben des Lehrplans über die Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts nicht zwingend wie vorgesehen umgesetzt werden. Wenn im Folgenden die Unterrichtsorganisation mit den Leistungen in den Naturwissenschaften und dem Interesse an den Naturwissenschaften in Beziehung gesetzt werden, dann handelt es sich vor allem um eine explorative Analyse.

T7 Überblick über die Organisation des Unterrichts (Fachunterricht) in den Kantonen mit einer repräsentativen Stichprobe, Schuljahr 2005/06

	Primarstufe	Sekundarstufe I		
		Hohe Ansprüche	Erweiterte Ansprüche	Grundansprüche
AG	fächerübergreifend			fächerübergreifend
BE (d)	fächerübergreifend		fächerübergreifend	fächerübergreifend
BE (f)	fächerübergreifend	fächerübergreifend	fächerübergreifend	fächerübergreifend
BL	fächerübergreifend			fächerübergreifend
FR (f)	fächerübergreifend			
GE	fächerübergreifend			
JU	fächerübergreifend	fächerübergreifend	fächerübergreifend	fächerübergreifend
NE	fächerübergreifend			
SG	fächerübergreifend		fächerübergreifend	fächerübergreifend
SH	fächerübergreifend			
TG	fächerübergreifend			
TI	fächerübergreifend	fächerübergreifend	fächerübergreifend	fächerübergreifend
VD	fächerübergreifend			
VS (d)	fächerübergreifend		fächerübergreifend	fächerübergreifend
VS (f)	fächerübergreifend		fächerübergreifend	fächerübergreifend
ZH	fächerübergreifend			

4.2 Organisation des Unterrichts, Leistung und Interesse

Weil die Naturwissenschaften bei der Erhebung PISA 2006 den Schwerpunkt bildeten, konnten sehr viele Aufgaben zu den Naturwissenschaften eingesetzt werden. Die Ergebnisse in den Naturwissenschaften können deshalb auch differenziert nach folgenden drei naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern dargestellt werden:

1. «Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen» (beispielsweise die wesentlichen Merkmale einer naturwissenschaftlichen Untersuchung begreifen)
2. «Phänomene naturwissenschaftlich erklären» (beispielsweise naturwissenschaftliches Wissen anwenden und naturwissenschaftliche Phänomene beschreiben und interpretieren)
3. «Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen» (beispielsweise naturwissenschaftliche Erkenntnisse interpretieren, daraus Schlüsse ziehen und kommunizieren)

Die OECD stellt die drei Kompetenzfelder in Beziehung zur Abfolge der Denkschritte für die Lösung eines naturwissenschaftlichen Problems. Das Problem muss erkannt werden, dann werden Kenntnisse über naturwissenschaftliche Phänomene angewandt und schliesslich werden die Ergebnisse interpretiert und genutzt. Häufig

sind Schülerinnen und Schüler in der Lage, Phänomene naturwissenschaftlich zu erklären, wozu sie mit naturwissenschaftlichen Kenntnissen und Theorien vertraut sein müssen. Zu einer soliden Grundbildung gehört aber auch, dass naturwissenschaftliche Fragestellungen erkannt und die Ergebnisse plausibel interpretiert werden können. Relative Schwächen in den Kompetenzfeldern «Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen» und «Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen» verlangen deshalb eine Diskussion darüber, wie naturwissenschaftliche Fertigkeiten im Unterricht vermittelt werden, wohingegen schwache Leistungen im Kompetenzfeld «Phänomene naturwissenschaftlich erklären» bedeutet, dass sich Lehrpersonen stärker auf die Vermittlung naturwissenschaftlicher Kenntnisse konzentrieren sollten (OECD, 2007).

Tabelle 8 fasst die Ergebnisse der Regressionsanalysen zum Einfluss der Unterrichtsorganisation zusammen und enthält jeweils nur die Effekte des fächerübergreifenden Unterrichts gegenüber dem Fachunterricht auf die Leistungen in den Naturwissenschaften, auf die drei Kompetenzfelder sowie auf das Interesse an den Naturwissenschaften. In den Analysen wurden das Geschlecht, die soziale Herkunft, der Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler sowie die kantonale Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Schultypen und die Unterrichtszeit in der 9. Klasse statistisch kontrolliert.

T8 Bedeutung der Unterrichtsorganisation für die naturwissenschaftlichen Leistungen und das Interesse an Naturwissenschaften

Dimensionen	Schultyp mit hohen Ansprüchen			Schultyp mit erweiterten Ansprüchen			Schultyp mit Grundansprüchen		
	B	SE	p	B	SE	p	B	SE	p
Leistungen in den Naturwissenschaften	-15.2	(3.1)	0.00	6.7	(2.7)	0.01	8.8	(3.7)	0.02
Kompetenzfeld: Phänomene naturwissenschaftlich erklären	-14.8	(3.4)	0.00	5.3	(3.0)	0.08	8.6	(3.6)	0.02
Kompetenzfeld: Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen	-16.5	(3.4)	0.00	4.2	(2.5)	0.09	8.6	(3.9)	0.03
Kompetenzfeld: Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen	-16.5	(3.7)	0.00	9.8	(3.1)	0.00	10.0	(4.1)	0.01
Interesse an den Naturwissenschaften	5.9	(3.2)	0.07	2.7	(4.3)	0.53	8.6	(4.0)	0.03

B = Unstandardisierter Regressionskoeffizient
SE = Standardfehler des Regressionskoeffizienten
p = p-Wert

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Für die Schulen mit hohen Ansprüchen zeigt sich ein statistisch signifikant negativer, für die Schulen mit erweiterten Ansprüchen und für die Schulen mit Grundansprüchen ein statistisch signifikant positiver Effekt des fächerübergreifenden Unterrichts auf die Leistungen in den Naturwissenschaften. Im Schultyp mit hohen Ansprüchen fallen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit fächerübergreifendem Naturwissenschaftsunterricht um rund 15 Punkte schlechter aus als die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit fachspezifischem Unterricht. Demgegenüber fallen die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit fächerübergreifendem Naturwissenschaftsunterricht im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen um rund 7 Punkte und im Schultyp mit Grundansprüchen um rund 9 Punkte besser aus. Die beobachteten Effekte der Unterrichtsorganisation auf die Leistungen in den Naturwissenschaften bestätigen sich auch bei den drei Kompetenzfeldern, wobei im Schultyp mit erweiterten Ansprüchen die Effekte der Unterrichtsorganisation in den Kompetenzfeldern «Phänomene naturwissenschaftlich erklären» und «Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen» statistisch nicht signifikant sind.

Für das Interesse an den Naturwissenschaften lässt sich lediglich in den Schulen mit Grundansprüchen ein statistisch signifikanter Effekt der Unterrichtsorganisation nachweisen. Das Interesse an den Naturwissenschaften ist bei den Schülerinnen und Schülern mit fächerübergreifendem Unterricht um rund 9 Punkte höher als bei jenen mit Fachunterricht.

Der negative Effekt des fächerübergreifenden Unterrichts auf die naturwissenschaftlichen Leistungen und auf die drei Kompetenzfelder im Schultyp mit hohen Ansprüchen muss jedoch relativiert werden. Der fächerübergreifende Unterricht wird im Schultyp mit hohen Ansprüchen nur im französischsprachigen Teil des Kantons Bern, im Kanton Jura und im Kanton Tessin angeboten (vgl. Tabelle 7). Die beobachteten Effekte könnten auch durch eine andere Gemeinsamkeit der drei Kantone zustande gekommen sein. Die Ergebnisse für die Schultypen mit erweiterten Ansprüchen und mit Grundansprüchen hingegen basieren auf einer sprachregional durchmischten Zusammensetzung von Kantonen der beiden Gruppen.

4.3 Organisation des Unterrichts und Unterrichtswahrnehmung

Die Einschätzung der Aussagen zum Unterricht durch die Schülerinnen und Schüler erfolgte anhand einer vierstufigen Skala. Gefragt wurde, ob die Aktivität (1) in allen Stunden, (2) in den meisten Stunden, (3) in manchen Stunden sowie (4) fast nie oder nie vorkommt. Die Antworten der Schülerinnen und Schüler wurden zu vier Indizes zusammengefasst. Jeder Index wurde so standardisiert, dass der Mittelwert der OECD bei 0 und die Standardabweichung bei 1 liegen. Tabelle 9 enthält die Mittelwerte (M) dieser Indizes nach der Unterrichtsorganisation (für den fachspezifischen und für den fächerübergreifenden Unterricht), die Differenzen der Mittelwerte (D), die Standardfehler der Differenzen (SE) sowie die Angaben zur Irrtumswahrscheinlichkeit (p).

Das Durchführen von Experimenten durch die Lehrpersonen sowie durch die Schülerinnen und Schüler nach Anleitung der Lehrpersonen findet nach Einschätzung der Schülerinnen und Schüler statistisch signifikant häufiger im Fachunterricht als im fächerübergreifenden Unterricht statt. Dieses Ergebnis zeigt sich für alle drei Schultypen. Die Differenzen sind zudem relativ gross. Aufgrund der Aussagen der Schülerinnen und Schüler des Schultyps mit hohen Ansprüchen ist der Fachunterricht statistisch signifikant stärker durch die Dimension Anwenden geprägt, der fächerübergreifende Unterricht hingegen stärker durch interaktives Lehren und Lernen. Im Schultyp mit Grundansprüchen findet das Forsuchen im Fachunterricht statistisch signifikant häufiger statt als im fächerübergreifenden Unterricht. Im Übrigen zeigen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Formen der Unterrichtsorganisation.

T9 Unterrichtswahrnehmung der Schülerinnen und Schüler nach Unterrichtsorganisation

	Fachunterricht	Fächerübergreifender Unterricht			
	M	M	D	SE	p
Interaktives Lehren und Lernen					
Hohe Ansprüche	-0.07	0.18	-0.25	(0.04)	0.00
Erweiterte Ansprüche	-0.09	-0.04	-0.05	(0.05)	0.32
Grundansprüche	0.04	0.10	-0.06	(0.04)	0.13
Experimentieren					
Hohe Ansprüche	0.30	-0.15	0.45	(0.04)	0.00
Erweiterte Ansprüche	0.31	0.05	0.26	(0.06)	0.00
Grundansprüche	-0.01	-0.23	0.22	(0.06)	0.00
Erforschen lernen					
Hohe Ansprüche	-0.14	-0.09	-0.05	(0.04)	0.21
Erweiterte Ansprüche	0.06	0.01	0.05	(0.05)	0.32
Grundansprüche	0.31	0.20	0.11	(0.04)	0.01
Anwenden					
Hohe Ansprüche	0.28	0.02	0.26	(0.04)	0.00
Erweiterte Ansprüche	0.15	0.16	-0.01	(0.06)	0.87
Grundansprüche	0.01	-0.09	0.10	(0.06)	0.10

M = Mittelwert
D = Differenz der Mittelwerte
SE = Standardfehler der Differenz
p = p-Wert der Differenz

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

5 Fazit

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass der Bildungspolitik mit der Anpassung der Stundentafel im Lehrplan ein wirksames Steuerungsinstrument zur Verfügung steht. Mehr Unterrichtszeit führt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu besseren Leistungen. Der Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und den Leistungen ist statistisch signifikant. Je nach Schultyp kann aufgrund der Erhöhung der Unterrichtszeit in der 9. Klasse um eine Stunde pro Woche (bei 40 Schulwochen pro Jahr) ein Anstieg der Leistungen von 5 bis 8 Punkten in den Naturwissenschaften und von 6 bis 15 Punkten in der Mathematik erwartet werden.

Trotz des statistisch signifikanten Zusammenhangs zwischen Unterrichtszeit und Leistungen zeigen die Ergebnisse sehr deutlich, dass das quantitative Unterrichtsangebot nur ein Merkmal unter vielen ist, von dem die schulischen Leistungen abhängen. Mit Massnahmen zur Verbesserung der Unterrichtsqualität können Leistungen und Interessen vermutlich weit stärker beeinflusst werden als mit der Erhöhung der Unterrichtszeit. Ausserdem erfolgt eine Erhöhung der Unterrichtszeit in einem Fach meist auf Kosten eines Abbaus in einem anderen Fach. Beides kann sich für die Leistungen und das Interesse positiv oder negativ auswirken.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen zudem, dass die Leistungen und Interessen nicht ohne weiteres über methodisch-didaktische Vorgaben verbessert werden können. Ob die Naturwissenschaften im Fachunterricht oder fächerübergreifend unterrichtet werden, spielt für die Leistungen und die Interessen in den Naturwissenschaften eine untergeordnete Rolle. Die zum Teil statistisch signifikanten Unterschiede sind praktisch kaum bedeutsam. Der negative Effekt des fächerübergreifenden Unterrichts auf die naturwissenschaftlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit hohen Ansprüchen und der positive Effekt des fächerübergreifenden Unterrichts auf die naturwissenschaftlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit Grundansprüchen zeigt vor allem eines: Die Oberflächenstruktur des Unterrichts ist für Leistungen und Interessen kaum relevant. Eine

Beurteilung des fächerübergreifenden Unterrichts wäre auch deshalb nicht redlich, weil die Vorgaben des Lehrplans über die Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts nicht zwingend wie vorgesehen umgesetzt werden.

Ein weiteres Ergebnis betrifft die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Schultypen der Sekundarstufe I. Die Schülerquoten sind für die Leistungen eines Schultyps von Bedeutung und gehören ebenfalls zu den Merkmalen, die von der Bildungspolitik relativ einfach zu beeinflussen sind. Je höher in einem Kanton der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler im Schultyp mit hohen Ansprüchen ist, desto tiefer sind die durchschnittlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler dieses Schultyps. Besuchen beispielsweise in einem Kanton 30 Prozent das Gymnasium, dann fallen die durchschnittlichen Leistungen in den Naturwissenschaften der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten um rund 17 Punkte tiefer aus als in einem Kanton, in dem nur 20 Prozent das Gymnasium besuchen.

Demgegenüber nehmen die durchschnittlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler in den Schultypen mit Grundansprüchen mit dem prozentualen Anteil dieser Schülerinnen und Schüler innerhalb eines Kantons zu. Besuchen beispielsweise in einem Kanton 30 Prozent eine Realschule, dann sind die durchschnittlichen Leistungen in den Naturwissenschaften dieser Schülerinnen und Schüler rund 15 Punkte höher als in einem Kanton, in dem nur 20 Prozent die Realschule besuchen.

Der Nachweis des Zusammenhangs zwischen den Quoten und den Leistungen ist zwar ein reiner Selektionseffekt, weist aber auf ein ungelöstes Problem auf der Sekundarstufe I hin. Der über den besuchten Schultyp definierte Schulabschluss ermöglicht in der Schweiz keine zuverlässigen Aussagen über die Fähigkeiten einer Schülerin oder eines Schülers. In Anbetracht dessen, dass mit Schulabschlüssen bestimmte Berechtigungen verbunden sind, ist eine die Diskussion über eine schultypenunabhängige Beurteilung wünschenswert.

Literatur

- EDI/EDK** (2007, 27. Juni). *Stärkung der Naturwissenschaften und Aufwertung der Maturaarbeit in der gymnasialen Ausbildung*. Bern.
Verfügbar unter: <http://www.edi.admin.ch>.
- EDK** (2008). *Studentafeln in der Volksschule*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK).
Verfügbar unter: <http://edudoc.ch> [23.06.08].
- Fend, H.** (1998). *Qualität im Bildungswesen. Schulforschung zu Systembedingungen, Schulprofilen und Lehrerleistung*. Weinheim: Juventa.
- Furger, M.** (2008, 22. März). Bildungsdirektion will Naturwissenschaften aufwerten: Experten stellen mangelhafte Kenntnisse bei Lehrerinnen und Lehrern fest. *Neue Zürcher Zeitung*, 68.
- Jaschob, D.** (2008, 16. September). Die Konjunktur des «Ingenieurmangels». *Neue Zürcher Zeitung*, 216, S. 17.
- Kiener, U.** (2005). *Zukunft Engineering. Eine Expertenbefragung in der Schweiz*. Winterthur: Kiener Sozialforschung.
- Labudde, P.** (2004). Fächerübergreifender Unterricht in Naturwissenschaften: Bausteine für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22 (1), 54–68.
- Labudde, P., Heitzmann, A., Heiniger, P. & Widmer, I.** (2005). Dimensionen und Facetten des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts: ein Modell. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* (11), 103–115.
- Moser, U., Ramseier, E., Keller, C. & Huber, M.** (1997). *Schule auf dem Prüfstand. Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der «Third International Mathematics and Science Study»*. Chur: Rüegger.
- OECD** (2005). *PISA 2003. Data Analysis Manual. SPSS Users*. Paris: OECD.
- OECD** (2007). *PISA 2006. Schulleistungen im internationalen Vergleich: Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von Morgen*. Paris: OECD.
- Ramseier, E.** (2005). Analyse kantonaler Leistungsunterschiede. In Forschungsgemeinschaft PISA Deutschschweiz/FL (Hrsg.). *PISA 2003: Analysen für Deutschschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein. Detaillierte Ergebnisse und methodisches Vorgehen*. (S. 163–225). Zürich: Kantonale Drucksachen- und Materialzentrale.
- Szlovak, B.** (2005). *HarmoS Lehrplanvergleich Naturwissenschaften*. Bern: Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren.
- Umbach-Daniel, A.** (2008a). *Ingenieur-Nachwuchs Schweiz 2007. Entwicklung des Ingenieurangebots an universitären Hochschulen und Fachhochschulen*. Verfügbar unter: <http://www.ingch.ch> [13.09.08].
- Umbach-Daniel, A.** (2008b). *Ingenieure im Topmanagement der Schweizer Wirtschaft. Präsenz in Geschäftsleitungen und Verwaltungsräten. Karrieren und Karrierechancen. Schlussbericht*. Verfügbar unter: <http://www.ingch.ch> [13.09.08].
- Wild, E., Hofer, M. & Pekrun, R.** (2001). Psychologie des Lernens. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch*. (S. 209–270). Weinheim: Beltz.

6 Anhang

6.1 Anzahl Stunden in den Naturwissenschaften und in der Mathematik: 7. bis 9. Klasse

T 10 Anzahl Stunden in den Naturwissenschaften (Biologie, Chemie, Physik und Geografie) und in der Mathematik (inklusive geometrisches Zeichnen): 7. bis 9. Klasse, Schuljahr 2005/06

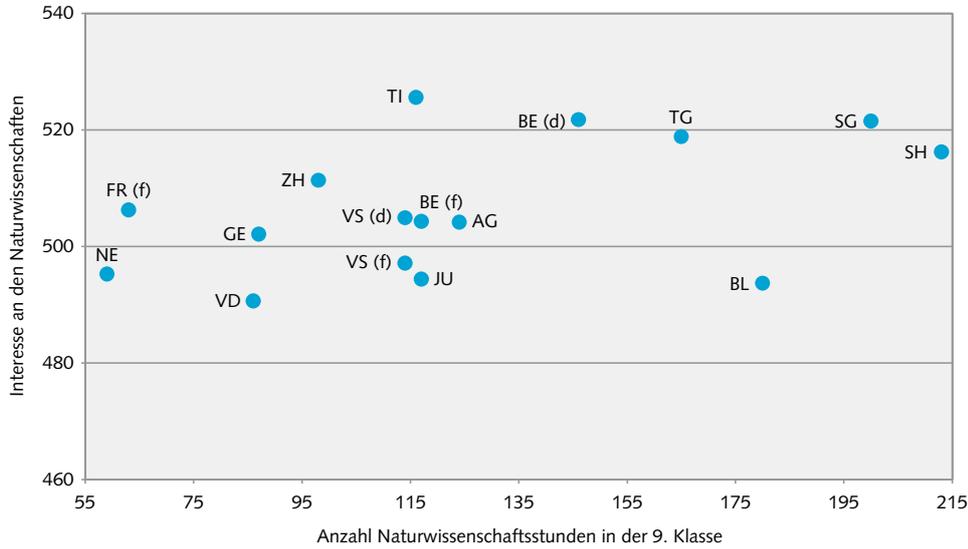
	Naturwissenschaften			Mathematik		
	Hohe Ansprüche	Erweiterte Ansprüche	Grundansprüche	Hohe Ansprüche	Erweiterte Ansprüche	Grundansprüche
AG	247	463	350	463	463	556
BE (d)	357	304	304	380	351	351
BE (f)	351	351	351	410	468	468
BL	420	480	360	390	450	435
FR (f)	253	348	348	443	475	570
GE	318	318	318	375	375	375
JU	325	325	325	439	439	439
NE	293	263	263	410	439	527
SG	400	383	383	467	500	500
SH	477	424	424	514	497	497
TG	375	360	360	480	510	510
TI	289	289	289	433	433	433
VD	314	342	228	342	456	428
VS (d)	304	253	231	459	475	475
VS (f)	304	253	231	459	475	475
ZH	293	240	240	390	480	480

© BFS/EDK

Quelle: EDK 2008 - Angepasst durch kantonale Experten

6.2 Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und dem Interesse an Naturwissenschaften auf Kantonsebene

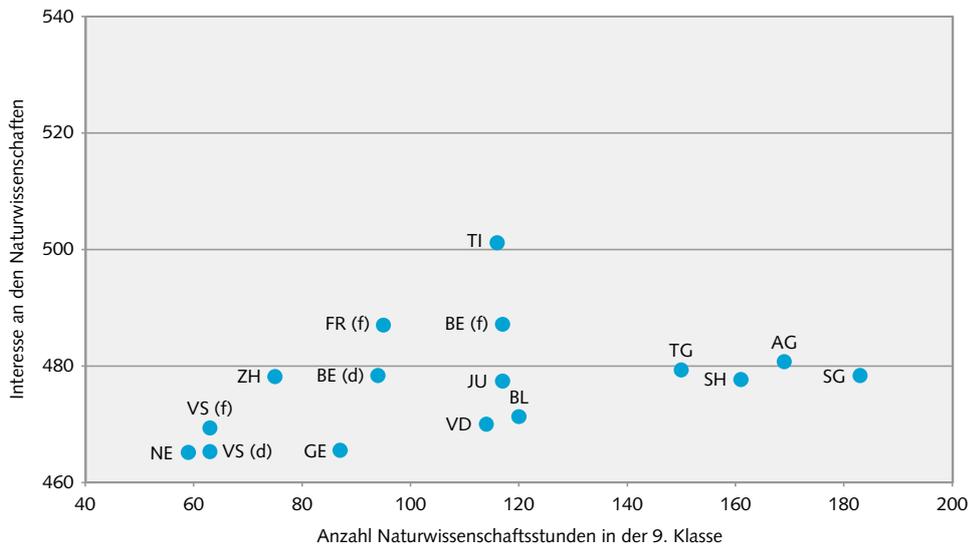
Abb. 4 Interesse an Naturwissenschaften nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): hohe Ansprüche



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

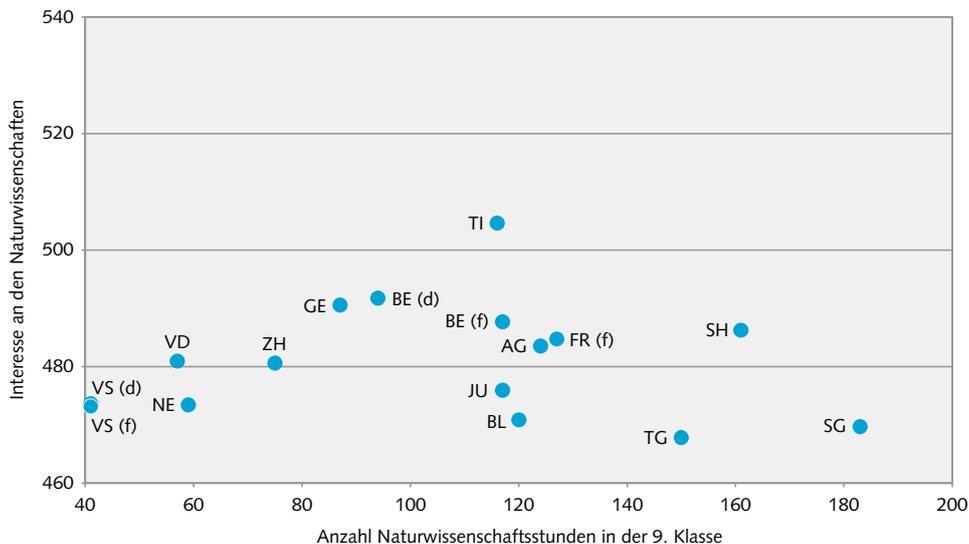
Abb. 5 Interesse an Naturwissenschaften nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): erweiterte Ansprüche



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 6 Interesse an Naturwissenschaften nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): Grundansprüche

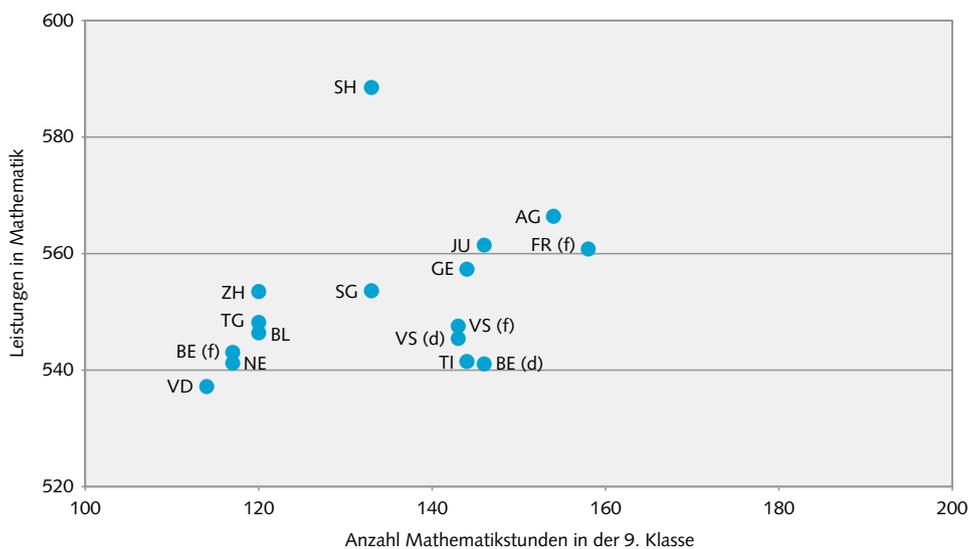


© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

6.3 Zusammenhang zwischen der Unterrichtszeit und der Leistung in der Mathematik auf Kantonsebene

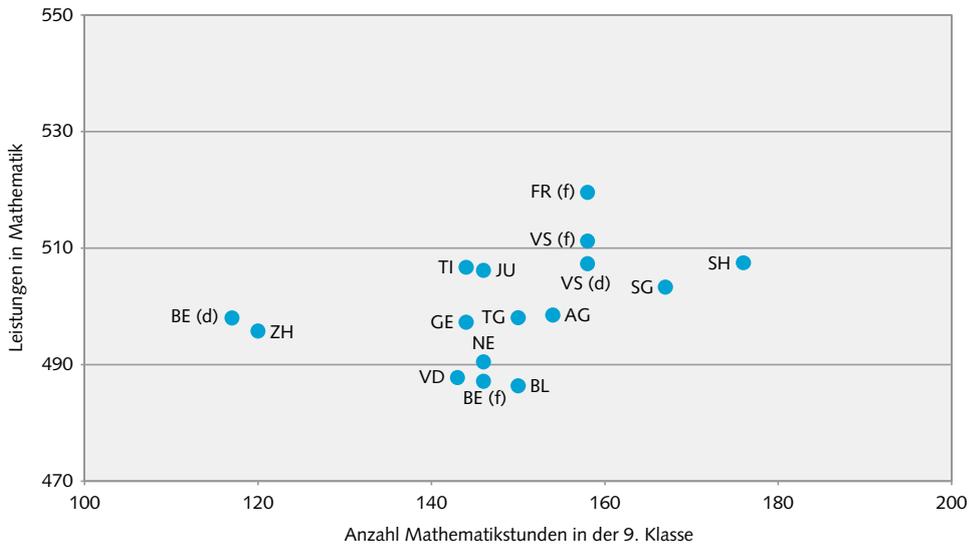
Abb. 7 Mathematikleistungen nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): hohe Ansprüche



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

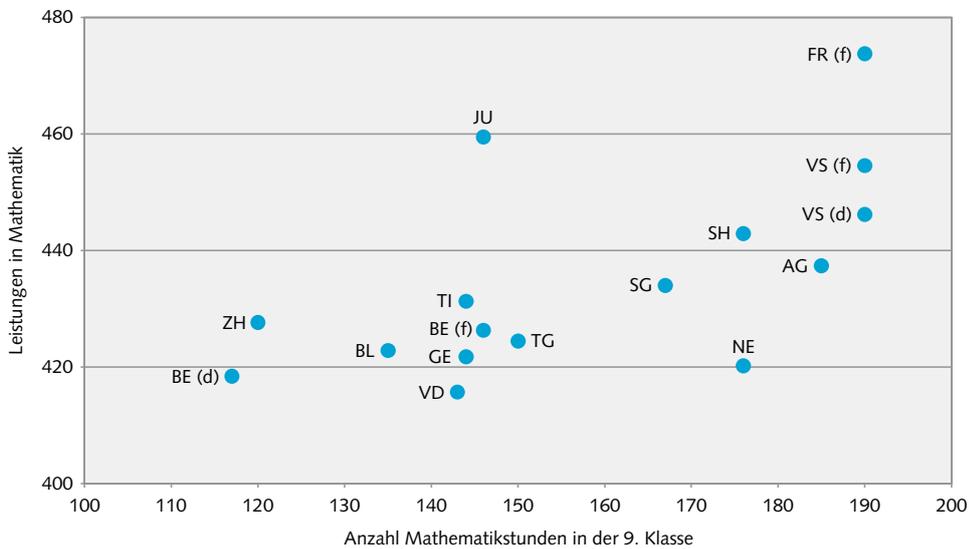
Abb. 8 Mathematikleistungen nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): erweiterte Ansprüche



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 9 Mathematikleistungen nach der Anzahl Unterrichtsstunden auf der Sekundarstufe I (9. Klasse): Grundansprüche



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Engagement in den Naturwissenschaften, Berufserwartung und Geschlechterunterschiede

Teil 2A: Wer wählt naturwissenschaftsbezogene Berufe? Seite 45

**Teil 2B: Analysen zu Geschlechterdifferenzen in den naturwissenschaftlichen Kompetenzen,
Seite 77**

Autorinnen und Autoren Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi und Grazia Buccheri
(PH, St. Gallen)
Myrta Mariotta (USR, Bellinzona)

Einleitung

Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi, Grazia Buccheri und Myrta Mariotta

Im Hinblick auf die Nachwuchsförderung für naturwissenschaftsbezogene Berufsfelder sind neben dem Verständnis von naturwissenschaftlichen Konzepten und Vorgehensweisen auch das Interesse an und die Einstellungen zu den Naturwissenschaften bedeutsam. Die grosse gesellschaftliche und bildungspolitische Bedeutung, die der Entwicklung naturwissenschaftlicher Interessen zukommt, zeigt sich beispielsweise in der abnehmenden Bereitschaft von Jugendlichen, naturwissenschaftsbezogene Berufe bzw. Bildungswege zu wählen. In diesem Zusammenhang sind auch die Geschlechterdifferenzen von besonderem Interesse, weil naturwissenschaftlich-technische Studienrichtungen von Frauen seltener gewählt werden als von Männern.

Aufgrund der breiten Fragestellung liegt ein zweiteiliger Bericht vor. Der erste Teil des Berichts befasst sich mit den Bedingungen, die eine naturwissenschaftsbezogene Studien- und Berufswahl begünstigen. Neben

individuellen Faktoren wie naturwissenschaftliche Interessen oder die soziale Herkunft der Jugendlichen werden auch schulische Lernbedingungen untersucht. Daraus lassen sich Hinweise ableiten, wie naturwissenschaftliche Interessen und Berufsabsichten gefördert und so das bei den Jugendlichen vorhandene Potenzial für die Naturwissenschaften besser genutzt werden könnte.

Im zweiten Teil wird besondere Aufmerksamkeit auf die Geschlechterunterschiede in den naturwissenschaftlichen Leistungen und deren möglichen Ursachen gerichtet. In den bisherigen Berichten zu PISA 2006 wurde schon festgestellt, dass in der Schweiz Knaben über höhere Naturwissenschaftskompetenzen verfügen als Mädchen. Es wird deshalb nach möglichen Erklärungsfaktoren für diese Unterschiede gesucht. Überprüft werden insbesondere die angegebene Anstrengungsbereitschaft beim Lösen des Tests und die Einstellungen gegenüber Naturwissenschaften.

TEIL 2A: Wer wählt naturwissenschaftsbezogene Berufe?

**Analysen zum Engagement der Jugendlichen in den Naturwissenschaften
und dessen schulische Förderung**

Autorinnen und Autoren Christian Brühwiler, Patrizia Kis-Fedi und Grazia Buccheri

Inhaltsverzeichnis

1	Thematische Einführung	49	4	Naturwissenschaftsbezogene Berufserwartungen	64
2	Fragestellungen	50	4.1	Erwartete Berufstätigkeit mit 30 Jahren	64
3	Engagement in den Naturwissenschaften	51	4.2	Wählen hochkompetente Jugendliche naturwissenschaftsbezogene Berufe?	66
3.1	Intrinsische Motivation in den Naturwissenschaften	52	4.3	Kompetenzen und Engagement in den Naturwissenschaften von Jugendlichen mit naturwissenschaftsbezogenen Berufserwartungen	67
3.1.1	Interesse an Naturwissenschaften	52			
3.1.2	Freude an Naturwissenschaften	54			
3.1.3	Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten	55			
3.2	Extrinsische Motivation in den Naturwissenschaften	57	5	Schulische Förderung von naturwissenschaftlichen Interessen und Berufsabsichten	69
3.2.1	Instrumentelle Motivation	57	5.1	Unterrichtsmerkmale	69
3.2.2	Zukunftsorientierte Motivation für das Lernen im Bereich Naturwissenschaften	58	5.2	Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe	72
3.3	Engagement in den Naturwissenschaften nach Schultyp	60	6	Fazit	74
3.4	Zusammenhänge zwischen den einzelnen Merkmalen zum Engagement in den Naturwissenschaften	61		Literatur	89
3.5	Effekte individueller Merkmale auf das Engagement in den Naturwissenschaften	62		Anhang	91

1 Thematische Einführung

Im Hinblick auf die Nachwuchsförderung für naturwissenschaftliche Berufsfelder sollte die Schule neben dem Verständnis von naturwissenschaftlichen Konzepten und Vorgehensweisen auch positive Einstellungen zu den Naturwissenschaften fördern und das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen wecken. Ein hohes Engagement in den Naturwissenschaften ist nicht nur eine wichtige Voraussetzung für den Erwerb hoher naturwissenschaftlicher Kompetenzen (Baumert, 2005), sondern spielt auch für lebenslanges Lernen im Bereich Naturwissenschaften eine wesentliche Rolle und kann eine entsprechende Studienfach- bzw. Berufswahl massgeblich beeinflussen (Eglin-Chapuis, 2007). Beim wiederholt beklagten Mangel an gut ausgebildetem Nachwuchs in den naturwissenschaftsbezogenen Berufsfeldern¹ zeigt sich die grosse gesellschaftliche und bildungspolitische Bedeutung, die der Entwicklung naturwissenschaftlicher Interessen und Berufsabsichten zukommt.

In einer zunehmend von technologischen Errungenschaften geprägten Gesellschaft dürfte der Bedarf an qualifiziertem Nachwuchs in Zukunft weiter wachsen. Gleichzeitig lässt sich eine abnehmende Bereitschaft der Jugendlichen feststellen, naturwissenschaftlich-technische Berufe bzw. Bildungswege zu wählen (Coradi, Denzler, Grossenbacher & Vanhooydonck, 2003). Dies spiegelt sich in den Zahlen zu den Studienabschlüssen an den Schweizer Hochschulen wider (BFS, 2007a; 2007b): Während sich bei den Geistes- und Sozialwissenschaften die jährlichen Studienabschlüsse an den universitären Hochschulen zwischen 1990 und 2007 von 1776 auf 3289 Abschlüsse fast verdoppelten, sanken die Absolventenzahlen in den Bereichen exakte Wissenschaften und Naturwissenschaften (von 1323 auf 869), Medizin und Pharmazie (von 1231 auf 962) und technische Wissenschaften (von 1079 auf 589) durchgehend. Der Frauenanteil liegt im Jahr 2007 bei allen Bereichen höher als

1990. Die höchsten Frauenquoten verzeichnen 2007 die Geistes- und Sozialwissenschaften mit 68 Prozent sowie der Bereich Medizin und Pharmazie mit 62 Prozent. In den Bereichen exakte Wissenschaften und Naturwissenschaften sowie in den technischen Wissenschaften ist der Frauenanteil mit rund einem Drittel immer noch vergleichsweise tief.

Die rückläufigen Abschlussquoten in den naturwissenschaftsbezogenen Fachbereichen an den universitären Hochschulen können zwar zahlenmässig durch die vor einigen Jahren neu etablierten Studiengänge an den Schweizer Fachhochschulen aufgefangen werden. Zwischen 2000 und 2007 haben sich die Fachhochschulabschlüsse in den naturwissenschaftsbezogenen Studienrichtungen² von jährlich 1188 auf 3621 Abschlüsse verdreifacht. Diese Zunahme ist jedoch gegenüber anderen Studienbereichen weit unterdurchschnittlich, hat sich doch im selben Zeitraum die Anzahl der Abschlüsse an Schweizer Fachhochschulen insgesamt beinahe verfünffacht. Der Frauenanteil ist in den sozialwissenschaftlichen Studiengängen und im Bereich Gesundheit mit jeweils über 75 Prozent markant höher als in den naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen mit einem Frauenanteil von durchschnittlich 22 Prozent.

Vor diesem Hintergrund ist es von grosser Bedeutung, dass die Jugendlichen neben einer soliden naturwissenschaftlichen Grundbildung auch Interessen entwickeln, damit sie sich über die Schulzeit hinaus weiter für das Lernen in den Naturwissenschaften engagieren. Für die Sicherung qualifizierten Nachwuchses in anspruchsvollen naturwissenschaftlich-technischen Berufen sollten sich besonders naturwissenschaftlich hochkompetente Jugendliche für die Naturwissenschaften begeistern. Inwieweit dies in der Schweiz gelingen kann, soll auf der Grundlage der bei PISA 2006 erhobenen Angaben untersucht werden.

¹ Furger, M. (22. März 2008). Bildungsdirektion will Naturwissenschaften aufwerten. *Neue Zürcher Zeitung* (S. 55).

² Den naturwissenschaftsbezogenen Studiengängen wurden die fünf folgenden Bereiche zugerechnet: (1) Architektur, Bau- und Planungswesen, (2) Technik und IT, (3) Chemie und Life Sciences, (4) Land- und Forstwirtschaft und (5) Gesundheit.

2 Fragestellungen

Bei PISA 2006 wurde ein erweiterter Kompetenzbegriff verwendet, der neben den kognitiven Aspekten auch das Engagement in den Naturwissenschaften umfasst. Der vorliegende Bericht ergänzt die bisherigen nationalen und kantonalen Analysen von PISA 2006 zum Engagement der Jugendlichen in den Naturwissenschaften (Zahner & Holzer, 2007; Brühwiler, Abt, Buccheri & Kis-Fedi, in Vorbereitung) und soll sowohl für die Bildungspolitik als auch für die Schulpraxis relevante Erkenntnisse liefern.

Die zentralen Fragen des Berichts lauten: Welche Faktoren hängen mit naturwissenschaftsbezogenen Berufsabsichten von Jugendlichen zusammen und welchen Beitrag kann die Schule zur Förderung naturwissenschaftsbezogener Berufsabsichten leisten? Um Antworten darauf zu finden, werden drei Themenbereiche untersucht: (1) das Engagement der Jugendlichen in den Naturwissenschaften, (2) ihre Berufserwartungen sowie (3) Möglichkeiten zur Förderung naturwissenschaftlicher Interessen und Berufsabsichten durch schulische Angebote.

(1) Engagement in den Naturwissenschaften

In einem ersten Schritt werden die Ausprägungen der naturwissenschaftlichen Interessen und motivationalen Orientierungen vergleichend dargestellt. Untersucht werden verschiedene Aspekte, die eine naturwissenschaftsbezogene Studien- und Berufswahl begünstigen können. Neben Unterschieden zwischen individuellen Merkmalen, wie dem Geschlecht oder dem Sprachhintergrund, werden auch Differenzen zwischen den Kantonen und den Schultypen sowie Zusammenhänge mit den Kompetenzen in den Naturwissenschaften aufgezeigt.

Wie gross ist das Engagement in den Naturwissenschaften bei den Jugendlichen in der Schweiz? Gibt es Unterschiede zwischen den Kantonen, zwischen den Geschlechtern und zwischen den verschiedenen Schultypen? Wie hängt das naturwissenschaftliche Engagement

mit den Kompetenzen in den Naturwissenschaften zusammen? Welche individuellen Merkmale hängen mit naturwissenschaftlichen Interessen zusammen?

(2) Naturwissenschaftsbezogene Berufserwartungen

Der zweite Themenbereich geht darauf ein, ob die Jugendlichen beabsichtigen, naturwissenschaftliche Berufskarrieren einzuschlagen. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Berufsabsichten der naturwissenschaftlich besonders kompetenten Jugendlichen gerichtet, da diese günstige Voraussetzungen für anspruchsvolle berufliche Tätigkeiten mitbringen.

Wie gross ist der Anteil der Jugendlichen, die naturwissenschaftsbezogene Berufserwartungen haben? Sind naturwissenschaftlich kompetente Jugendliche eher bereit, Studiengänge und Berufe im Bereich der Naturwissenschaften zu wählen? Welche motivationalen Aspekte tragen dazu bei, naturwissenschaftsbezogene Berufe zu ergreifen?

(3) Schulische Förderung von naturwissenschaftlichen Interessen und Berufsabsichten

Im dritten Teil werden schulische Lernbedingungen betrachtet, die naturwissenschaftliche Interessen und Berufsabsichten positiv beeinflussen könnten. Möglichkeiten der schulischen Förderung sind von besonderer Bedeutung, da sich im Verlauf der Schulzeit, insbesondere in der Sekundarstufe I, oft ein Interessenrückgang manifestiert.

Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Lernaktivitäten im Naturwissenschaftsunterricht (z.B. Experimentieren oder Anwendungsbezug) und naturwissenschaftlichen Interessen? Hängen die Kenntnisse der Jugendlichen über naturwissenschaftsbezogene Berufe mit der Berufsabsicht zusammen?

3 Engagement in den Naturwissenschaften

Der Begriff *naturwissenschaftliche Kompetenzen* wird bei PISA weit gefasst. Dazu zählen neben dem Verständnis von wissenschaftlichen Konzepten und Vorgehensweisen auch motivationale Orientierungen und Einstellungen zu den Naturwissenschaften. Ein hohes Engagement in den Naturwissenschaften ist sowohl aus Sicht der einzelnen Jugendlichen als auch aus gesellschaftlicher Perspektive von Bedeutung.

Schon die früheren PISA-Ergebnisse für die Fachbereiche Lesen und Mathematik haben gezeigt, dass engagierte und lernfreudige Jugendliche bessere Lernergebnisse erzielen (z.B. Artelt, Baumert, Julius-McElvany & Peschar, 2003; Brühwiler & Biedermann, 2005). Der Entwicklung naturwissenschaftlicher Interessen kommt aber auch ein eigenständiger Wert zu. Junge Menschen sollten sich über die Schulzeit hinaus gerne mit naturwissenschaftlichen Fragen und Themen auseinandersetzen. Solche persönlichen Interessen sind eine wesentliche Voraussetzung für lebenslanges Lernen, was in einer technologisch geprägten Gesellschaft von grosser Bedeutung ist.

Motivationale Aspekte gelten nicht nur als treibende Kräfte für das Lernen, sondern auch als wichtige Prädiktoren für die Wahl von Berufsausbildungen oder Studiengängen (z.B. Beinke, 2006). Dabei kann zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation unterschieden werden. Intrinsisch motivierte beschäftigen sich aus innerem Antrieb mit einem Thema, etwa weil ihnen eine Tätigkeit Freude bereitet oder eine Sache spannend erscheint. Intrinsisch motivierte Berufsleute zeigen von sich aus ein hohes Interesse für ihre beruflichen Tätigkeiten und weisen eine höhere Berufszufriedenheit auf (Taskinen, Asseburg & Walter, 2008). Die Studien- und Berufswahl kann aber auch durch extrinsische Motivation beeinflusst sein, etwa wenn äussere Anreize, wie Berufsperspektiven, Lohn oder ein hohes soziales Prestige, eine Rolle spielen (Wigfield, Eccles & Rodriguez, 1998).

Bei PISA 2006 wurden die motivationalen Orientierungen der Jugendlichen im Schülerfragebogen erfasst und verschiedene Indizes gebildet.³ Zur intrinsischen motivationalen Orientierung können die Indizes *Interesse an Naturwissenschaften*, *Freude an Naturwissenschaften* und *naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten* gezählt werden. Die *instrumentelle Motivation* reflektiert im Gegensatz dazu die extrinsische Motivation, sich mit Naturwissenschaften zu beschäftigen. Zur extrinsischen Motivation gehört auch die *zukunftsorientierte Motivation* für das Lernen in den Naturwissenschaften, die sich vorwiegend auf Aspekte der Studienwahl und Berufslaufbahn ausrichtet.

Anhand der Indizes wird nachfolgend untersucht, wie stark sich in der Schweiz die Jugendlichen in den Naturwissenschaften engagieren und wie das Engagement mit den fachlichen Kompetenzen zusammenhängt.

Info 1: Interpretation der Indizes

Die Indizes zum Engagement in den Naturwissenschaften beruhen auf Selbsteinschätzungen der Schülerinnen und Schüler zu deren Einstellungen und motivationalen Orientierungen. Mit den Indizes wurden mehrere thematisch ähnliche Fragen so zusammengefasst und skaliert, dass der Mittelwert der OECD einen Wert von 0 annimmt und rund zwei Drittel zwischen -1 und +1 liegen (Standardabweichung von 1). Negative Werte bedeuten also nicht unbedingt, dass die Fragen in der Tendenz negativ beantwortet wurden, sondern lediglich, dass die Ausprägung niedriger ist als im Vergleich mit den OECD-Ländern. Umgekehrt weisen positive Werte auf eine höhere Ausprägung als im OECD-Durchschnitt.

Als Faustregel gilt, dass Unterschiede ab 0.20 Punkten als bedeutsam gelten (dies entspricht ca. einer Effektstärke von $d = 0.20$). Auf geringere Unterschiede wird in der Regel nicht eingegangen, selbst wenn diese immer noch statistisch signifikant sind.

³ Weitere Informationen zur Datengrundlage und zu methodischen Aspekten bei PISA 2006 können dem Beitrag von Moser und Angelone (in diesem Band) entnommen werden.

3.1 Intrinsische Motivation in den Naturwissenschaften

3.1.1 Interesse an Naturwissenschaften

Das Interesse an einem Gegenstandsbereich nimmt eine Schlüsselrolle beim schulischen Lernen ein. Theoretisch werden mehrere Komponenten von Interesse differenziert, die bei interessegeleiteten Handlungen oder Entscheidungen eine Rolle spielen. Dabei werden kognitive, emotionale und wertbezogene Aspekte von Interesse unterschieden (Krapp, 2002). Tätigkeiten mit dem Interessegegenstand sind meist emotional positiv getönt und mit Freude verbunden.

Bei PISA 2006 wurde das *Interesse an Naturwissenschaften* gemessen, indem die Schülerinnen und Schüler gefragt wurden, wie stark sie sich für das Lernen in verschiedenen Themenbereichen der Naturwissenschaften interessieren. Ein hohes Interesse gibt Hinweise über die Neugier an naturwissenschaftlichen Themen und die Bereitschaft, etwas darüber zu lernen.

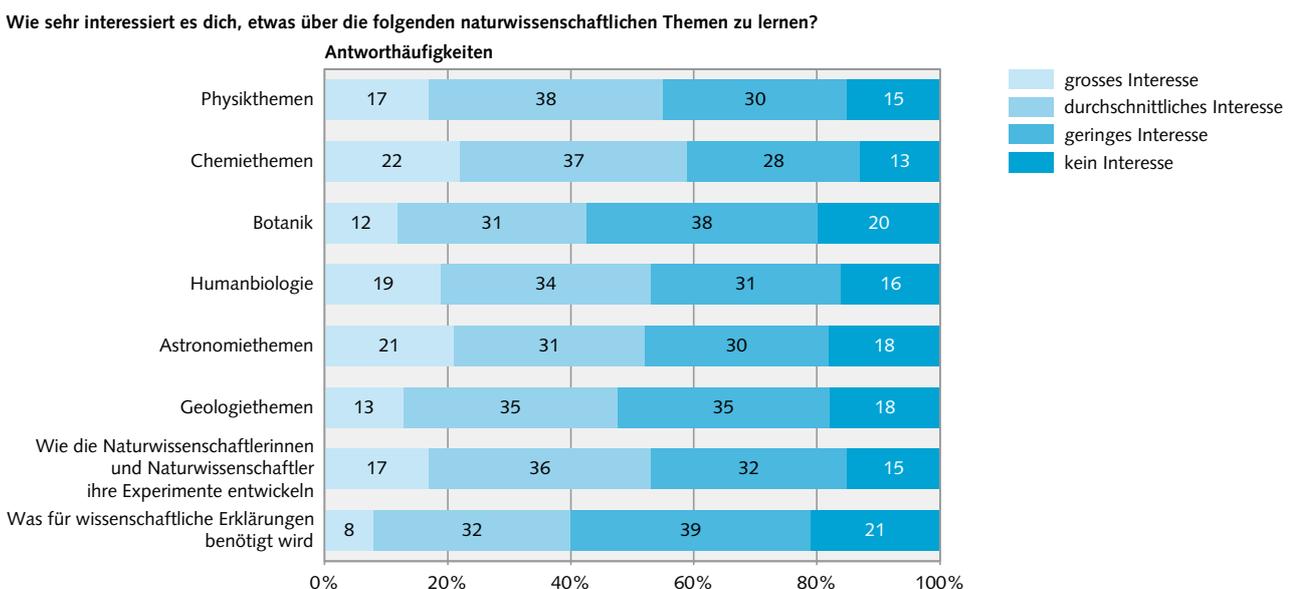
In Abbildung 1 sind die Antworthäufigkeiten für die einzelnen Fragen des Index Interesse an Naturwissenschaften dargestellt. Etwas mehr als die Hälfte der Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in der Schweiz

haben an Themen aus der Physik, der Humanbiologie und der Astronomie grosses oder durchschnittliches Interesse. Grosses Interesse geben jedoch nur jeweils etwa 20 Prozent der Jugendlichen an. Bei Themen aus der Chemie ist der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit durchschnittlichem bis grossem Interesse mit knapp 60 Prozent am grössten. Deutlich geringer ist das Interesse an der Botanik, wo nur 12 Prozent angeben, grosses Interesse zu haben. Bei jedem Themenbereich geben rund 15 bis 20 Prozent an, sich gar nicht dafür zu interessieren.

Mit einem Mittelwert von 0.03 liegt in der Schweiz das Interesse der Schülerinnen und Schüler an den Naturwissenschaften im Bereich des OECD-Durchschnitts. Zwischen den Kantonen bestehen nur geringe Unterschiede (Abbildung 2a). Die Ausnahmen bilden der Kanton Tessin (M = 0.25), wo die Schülerinnen und Schüler ein deutlich höheres Interesse an Naturwissenschaften bekunden, und das deutschsprachige Wallis mit vergleichsweise wenig Interesse (M = -0.17).

Die Knaben geben vor allem in den französischsprachigen Kantonen ein signifikant höheres Interesse an Naturwissenschaften an (Abbildung 2b). In den meisten anderen Kantonen unterscheidet sich das naturwissenschaftliche Interesse zwischen den Geschlechtern nur unwesentlich.

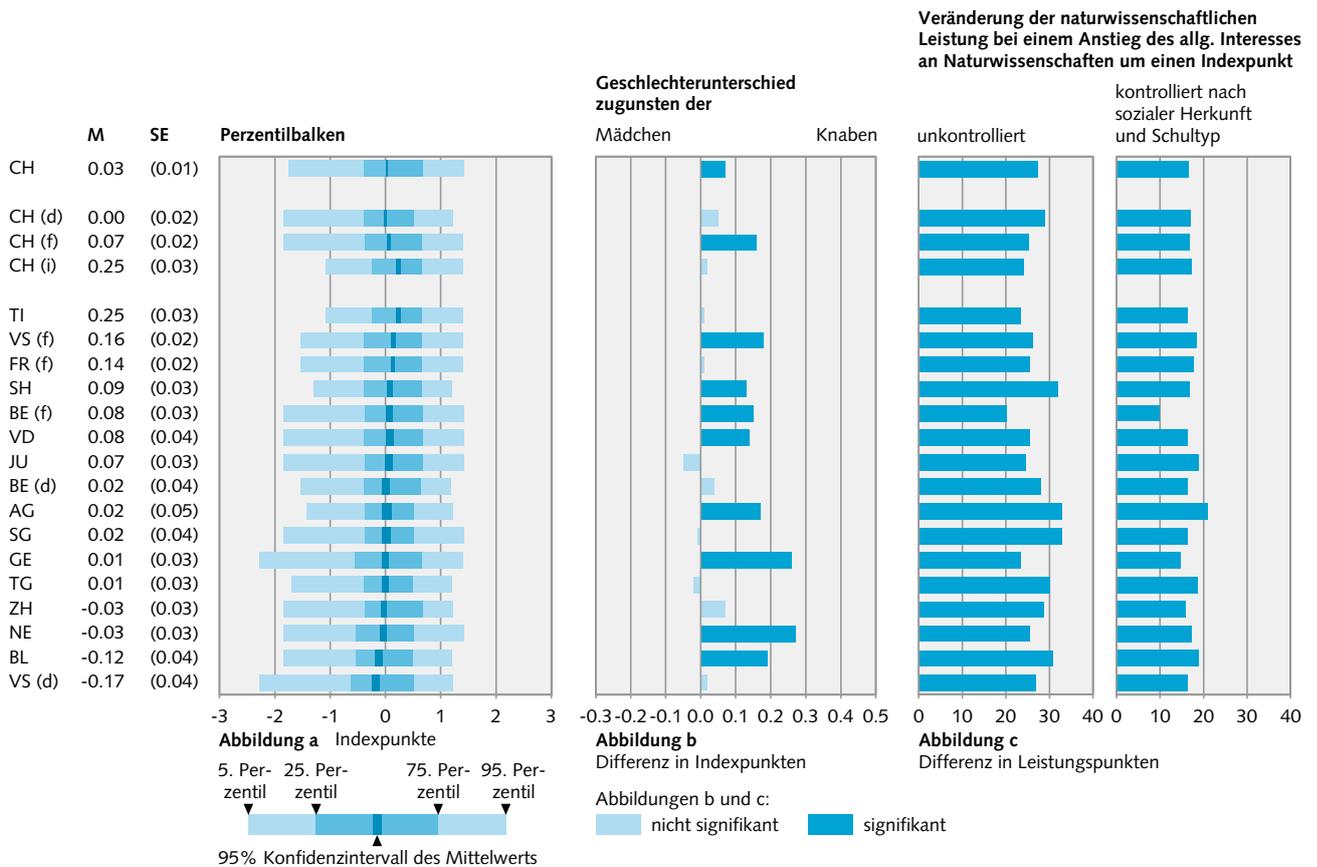
Abb. 1 Antworthäufigkeiten zu den Items des Index allgemeines Interesse an Naturwissenschaften



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 2 Allgemeines Interesse an Naturwissenschaften im sprachregionalen und kantonalen Vergleich



M = Mittelwert
SE = Standardfehler des Mittelwerts
Anmerkung: Die Kantone sind nach dem Mittelwert des Index sortiert.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Zwischen dem naturwissenschaftlichen Interesse und der naturwissenschaftlichen Leistung⁴ zeigt sich in allen Kantonen ein deutlicher positiver Zusammenhang (links in Abbildung 2c). Eine Steigerung des Interesses um einen Indexpunkt führt in der Schweiz zu einer höheren naturwissenschaftlichen Leistung von 27 Punkten.

Das naturwissenschaftliche Engagement hängt nicht unabhängig von der sozialen Herkunft und dem Schultyp mit der Leistung zusammen. So zeigen beispielsweise Jugendliche an Schulen mit hohen Ansprüchen mehr Interesse an Naturwissenschaften als andere Schülerinnen und Schüler (vgl. Kapitel 3.3). Deshalb wird der Zusam-

menhang mit der Leistung auch unter Konstanthaltung der genannten Merkmale dargestellt (rechts in Abbildung 2c, vgl. Info 2). Wenn die soziale Herkunft und der Schultyp kontrolliert werden, hängt das naturwissenschaftliche Interesse erwartungsgemäss weniger eng, aber immer noch signifikant mit der Leistung zusammen. Der Zusammenhang zwischen Interesse und Leistung kann folglich nur zu einem gewissen Teil dadurch erklärt werden, dass interessiertere Jugendliche häufiger Schulen mit hohen Ansprüchen besuchen und aus Familien mit höherem sozioökonomischem Status stammen.

⁴ Weitere Informationen zur Konzeption und Erfassung der naturwissenschaftlichen Leistung bei PISA 2006 können dem Beitrag von Nidegger, Moreau und Gingins (in diesem Band) entnommen werden.

Info 2: Statistische Kontrolle von Merkmalen

Sowohl schulische Leistungen als auch Interessen hängen mit weiteren Merkmalen (Drittvariablen), wie etwa der sozialen Herkunft oder dem Schultyp, zusammen. Der Zusammenhang zwischen Interessen und Leistung kann folglich durch diese weiteren Merkmale überlagert sein und als zu gross (oder zu klein) erscheinen. Um den isolierten bzw. bereinigten Zusammenhang des Interesses mit der Leistung zu ermitteln, werden die weiteren Merkmale statistisch kontrolliert bzw. konstant gehalten. Zu diesem Zweck wurden multiple lineare Regressionen gerechnet. Die kontrollierten Ergebnisse (z.B. in Abbildung 2c, rechts) zeigen demnach den Leistungszuwachs pro Indexpunkt an für Schülerinnen und Schüler aus durchschnittlichen sozialen Verhältnissen und für einen bestimmten Schultyp.

Info 3: Soziale Herkunft/Sozioökonomischer Hintergrund

Aufgrund der Angaben der Schülerinnen und Schüler im Fragebogen wurde im Rahmen von PISA 2006 auf internationaler Ebene ein Index des wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Status (kurz: soziale Herkunft oder sozioökonomischer Hintergrund) gebildet. Dieser setzt sich aus der höchsten beruflichen Stellung der Eltern, dem höchsten Bildungsabschluss der Eltern sowie aus den im Elternhaus vorhandenen Besitztümern zusammen. Der Index weist einen Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1 auf. Somit haben rund zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler einen Indexwert zwischen -1 und +1.

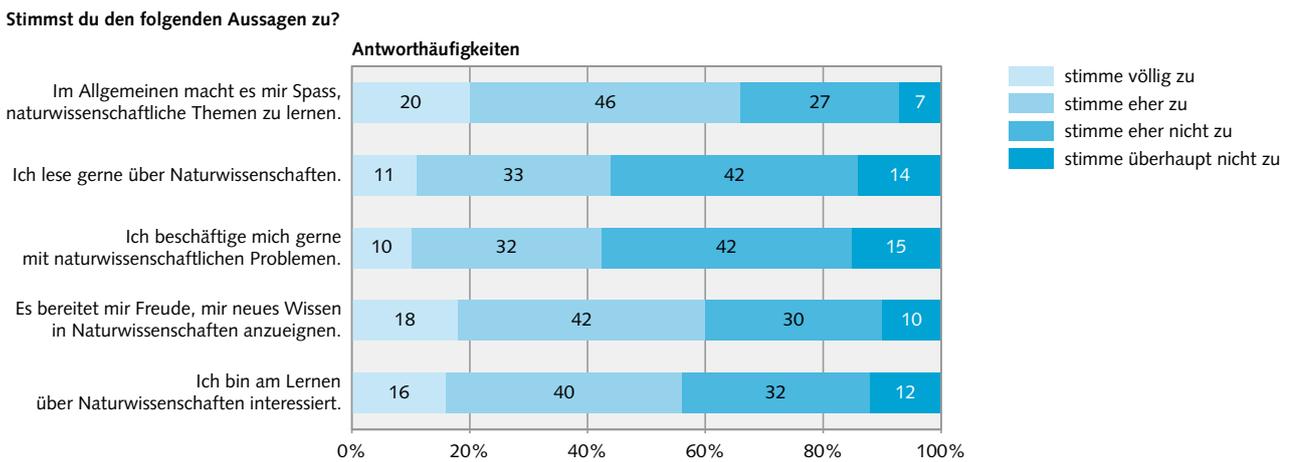
3.1.2 Freude an Naturwissenschaften

Mit der Freude an einem Gegenstandsbereich wird der emotionale Aspekt von interessengeleiteten Aktivitäten erfasst. Für den Index *Freude an Naturwissenschaften* mussten die Schülerinnen und Schüler angeben, wie gerne sie naturwissenschaftliche Inhalte lernen.

Die drei Aussagen, die konkret das Lernen von naturwissenschaftlichen Inhalten ansprechen, werden von etwas mehr als der Hälfte der Schülerinnen und Schüler positiv beurteilt (Abbildung 3). Nur etwas mehr als 40 Prozent geben hingegen an, gerne über Naturwissenschaften zu lesen und sich gerne mit naturwissenschaftlichen Problemen zu beschäftigen.

Die Neuntklässlerinnen und Neuntklässler in der Schweiz haben ähnlich viel Freude an Naturwissenschaften wie die Schülerinnen und Schüler in der OECD. Wie beim naturwissenschaftlichen Interesse unterscheiden sich auch bei der Freude an Naturwissenschaften die Kantone relativ wenig voneinander (Abbildung 4). Eine Ausnahme bildet das deutschsprachige Wallis, das mit -0.29 einen markant niedrigeren Wert aufweist als die Schweiz. Die Deutschschweiz liegt mit einem Indexwert von -0.09 etwas unterhalb der anderen Sprachregionen.

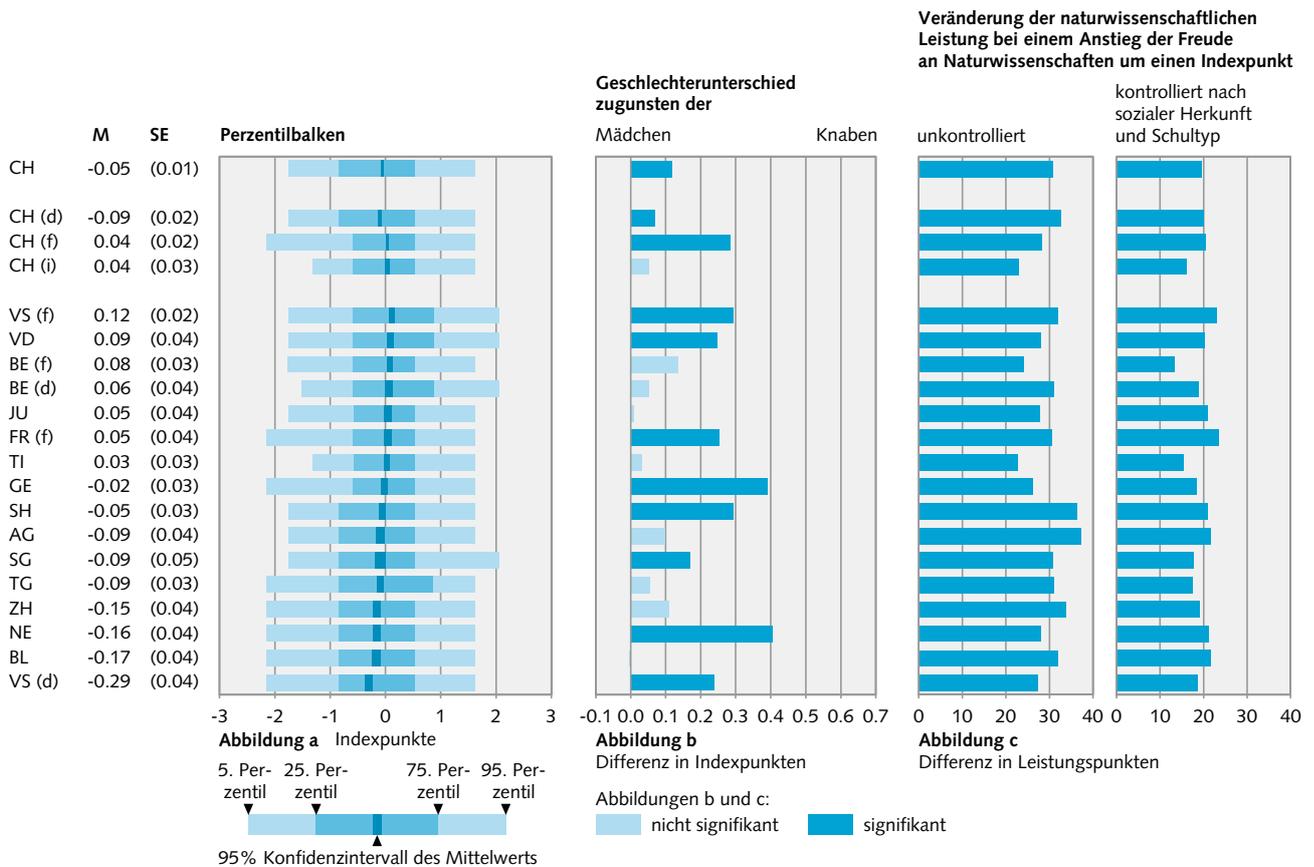
Abb. 3 Antworthäufigkeiten zu den Items des Index Freude an Naturwissenschaften



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 4 Freude an den Naturwissenschaften im sprachregionalen und kantonalen Vergleich



M = Mittelwert
 SE = Standardfehler des Mittelwerts
 Anmerkung: Die Kantone sind nach dem Mittelwert des Index sortiert.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Auffallend ist, dass in der französischsprachigen Schweiz – und dort vor allem in den Kantonen Genf und Neuenburg – ein grosser Geschlechterunterschied zugunsten der Knaben besteht. In der Deutschschweiz und in der italienischsprachigen Schweiz sind die Geschlechterdifferenzen gering.

Der Zusammenhang der Freude an Naturwissenschaften mit der Leistung ist in allen Kantonen auszumachen und fällt mit durchschnittlich 31 Leistungspunkten pro Indexpunkt deutlich aus. Auch nach Kontrolle des Schultyps und der sozialen Herkunft bleibt der Zusammenhang der Freude mit der Leistung signifikant.

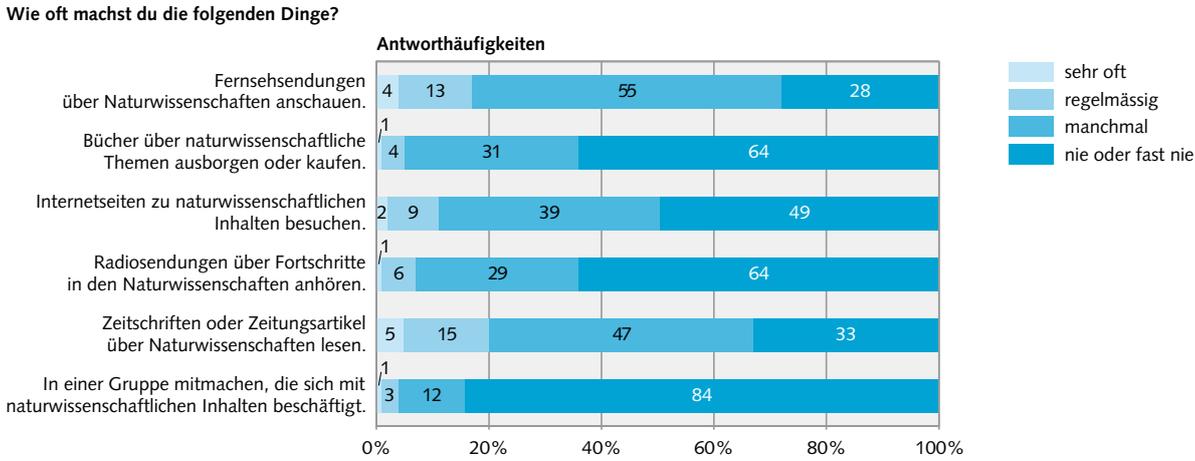
3.1.3 Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten

Der Index *naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten* fasst zusammen, wie oft sich die Schülerinnen und Schüler über verschiedene Medien mit naturwissenschaftlichen

Themen beschäftigen. Dieser Index widerspiegelt das Interesse an Naturwissenschaften konkret auf der Handlungsebene.

Wie in allen teilnehmenden PISA-Ländern beschäftigen sich auch in der Schweiz nur wenige Jugendliche in ihrer Freizeit mit naturwissenschaftlichen Inhalten (Abbildung 5). Immerhin 20 Prozent der Schülerinnen und Schüler geben an, regelmässig oder sehr oft Zeitschriften oder Zeitungsartikel mit naturwissenschaftlichen Inhalten zu lesen. 17 Prozent schauen regelmässig oder sehr oft naturwissenschaftsbezogene Fernsehsendungen.

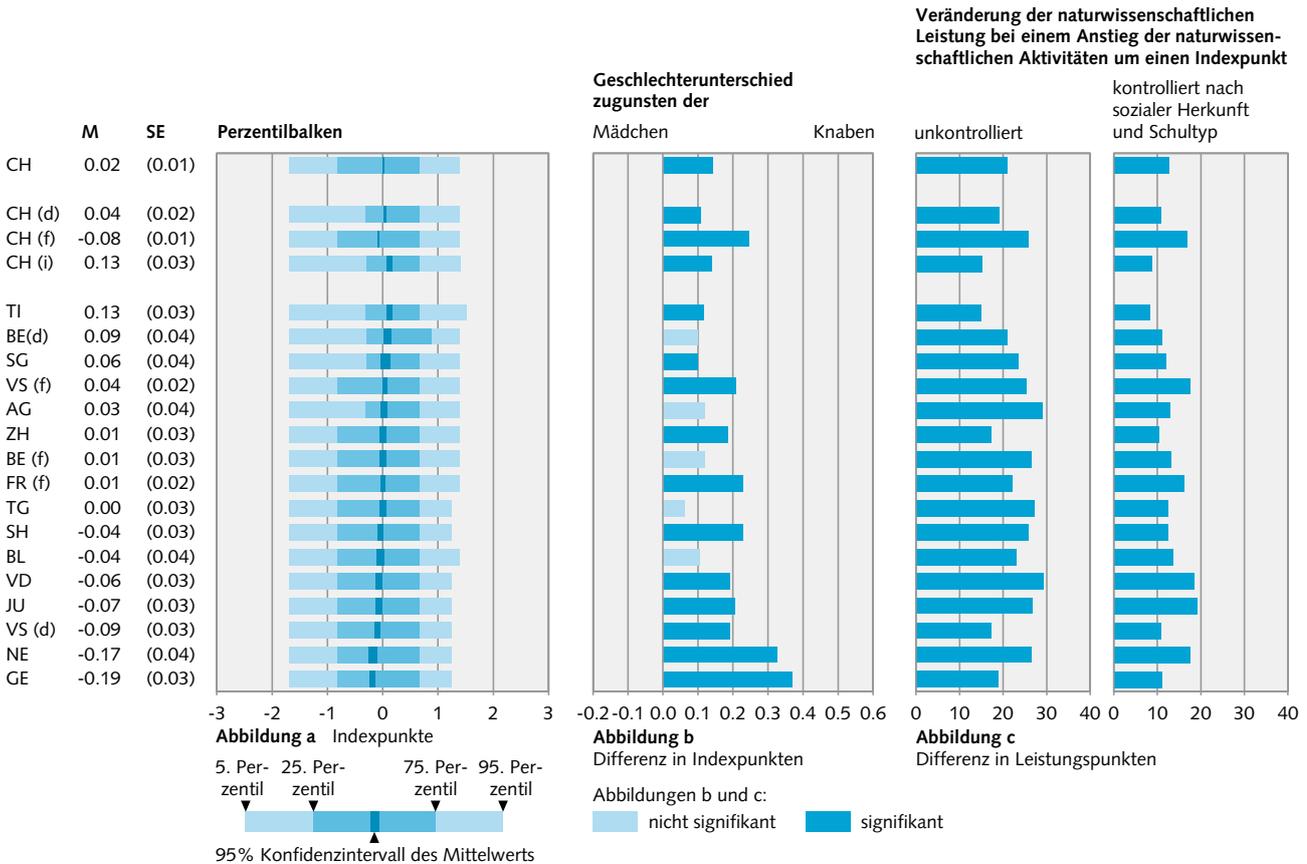
Abb. 5 Antworthäufigkeiten zu den Items des Index naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 6 Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten im sprachregionalen und kantonalen Vergleich



M = Mittelwert
 SE = Standardfehler des Mittelwerts
 Anmerkung: Die Kantone sind nach dem Mittelwert des Index sortiert.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

In der Schweiz gehen die Jugendlichen in ihrer Freizeit ähnlich selten naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten nach wie jene in den anderen OECD-Ländern. Die Mittelwerte zu den naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten fallen in den Kantonen relativ ähnlich aus (Abbildung 6). Dennoch verzeichnet die französischsprachige Schweiz, vor allem die Kantone Neuenburg und Genf, einen signifikant tieferen Mittelwert als die italienischsprachige Schweiz. Der Wert der Deutschschweiz liegt dazwischen.

In allen Kantonen und Sprachregionen geben die Knaben vermehrt an, naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten nachzugehen. Diese Unterschiede sind nicht in allen Kantonen signifikant. Wiederum zeigen sich die deutlichsten Geschlechterdifferenzen in den Kantonen Neuenburg und Genf.

Schülerinnen und Schüler, die häufiger naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten nachgehen, verfügen über höhere Kompetenzen in den Naturwissenschaften. Der Zusammenhang mit der Leistung fällt jedoch etwas schwächer aus als beim Interesse an Naturwissenschaften. Wer bei den naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten einen Indexpunkt mehr aufweist, erzielt durchschnittlich eine um 21 Punkte höhere Naturwissenschaftsleistung. Auch nach Kontrolle der sozialen Herkunft und des Schultyps bleibt der Zusammenhang mit der Leistung in allen Kantonen signifikant.

3.2 Extrinsische Motivation in den Naturwissenschaften

3.2.1 Instrumentelle Motivation

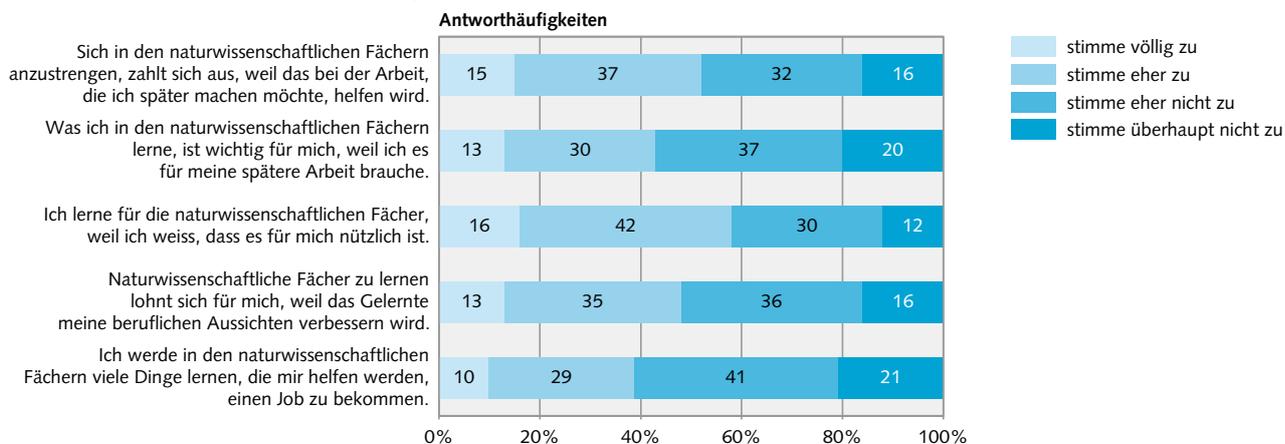
Mit dem Index *instrumentelle Motivation* wird erfasst, welche Bedeutung die Schülerinnen und Schüler dem Lernen in Naturwissenschaften für ihre künftigen Studien- bzw. Berufsaussichten beimessen. Im Gegensatz zum Interesse oder zur Freude an Naturwissenschaften wird die extrinsische Motivation betont, sich mit Naturwissenschaften zu beschäftigen.

Bei den Antworten bezüglich der instrumentellen Motivation, für Naturwissenschaften zu lernen, scheint der allgemeine Nutzen der Naturwissenschaften im Vordergrund zu stehen (Abbildung 7). 58 Prozent stimmen eher oder völlig zu, dass sie für naturwissenschaftliche Fächer lernen, weil sie dies für nützlich halten. Wird konkreter nach dem Nutzen von Naturwissenschaften für die spätere Arbeit oder die Stellensuche gefragt, ist die Zustimmung seltener und beträgt noch etwa 40 bis 50 Prozent.

Verglichen mit der OECD ist in der Schweiz die instrumentelle Motivation, sich mit Naturwissenschaften zu beschäftigen, deutlich tiefer. Innerhalb der Schweiz fällt das deutlich höhere Niveau der italienischsprachigen Schweiz gegenüber den übrigen Sprachregionen auf

Abb. 7 Antworthäufigkeiten zu den Items des Index instrumentelle Motivation

Wie sehr stimmst du den unten stehenden Aussagen zu?



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

(Abbildung 8). Abgesehen vom höheren Wert im Kanton Tessin sind die kantonalen Unterschiede relativ gering.

In den meisten Kantonen weisen die Knaben eine höhere instrumentelle Motivation auf als die Mädchen. Die Differenz ist in den Kantonen Neuenburg und Genf auffallend gross. In acht Kantonen lässt sich dagegen kein signifikanter Geschlechterunterschied feststellen.

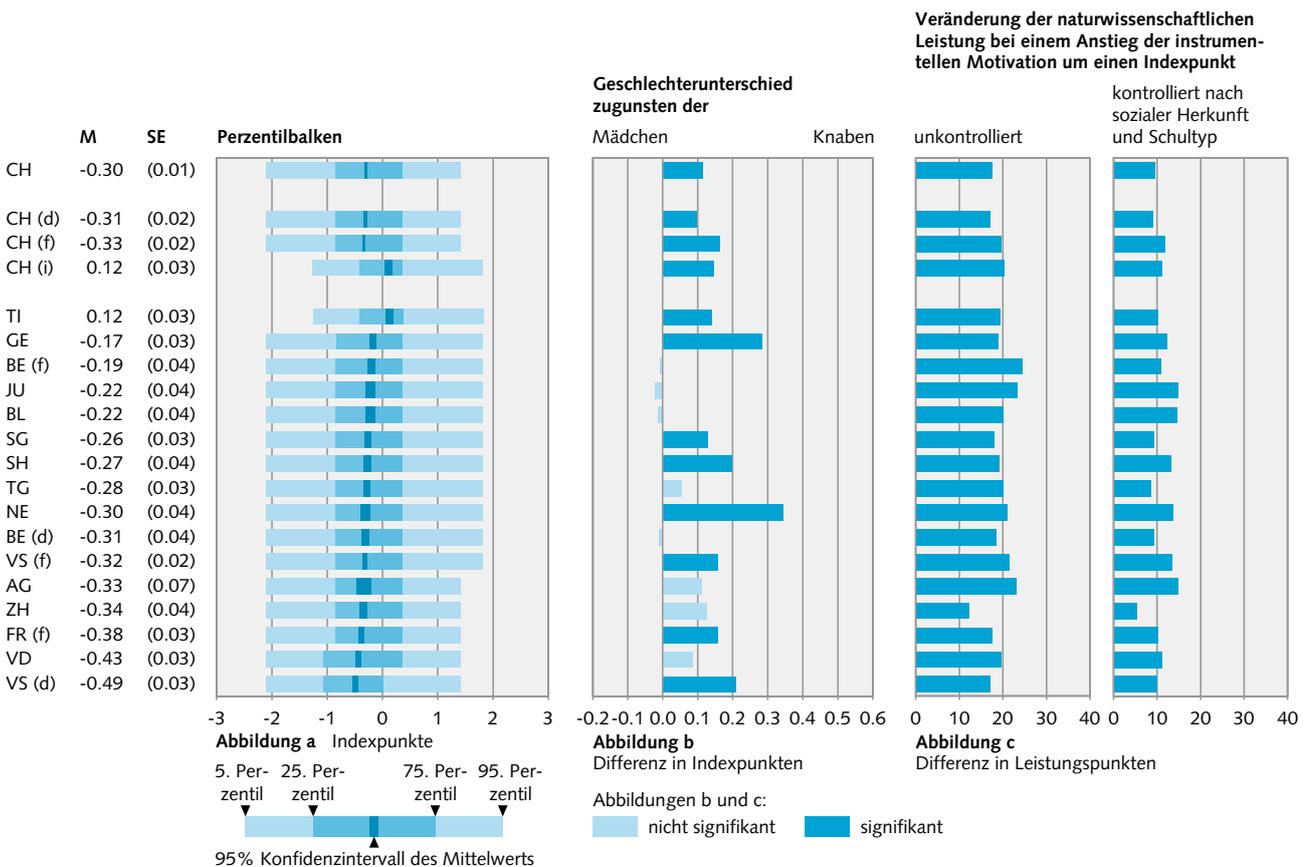
Zwischen der instrumentellen Motivation und der Leistung in den Naturwissenschaften besteht in allen Kantonen ein signifikanter Zusammenhang. Für die Schweiz beträgt der Leistungsanstieg 18 Punkte pro Indexpunkt. Der Zusammenhang der instrumentellen Motivation mit der Leistung ist damit geringer als bei den intrinsischen Aspekten der Motivation. Ein Teil des Zusammenhangs wird wie bei den anderen Indizes durch die soziale Herkunft und den Schultyp erklärt.

3.2.2 Zukunftsorientierte Motivation für das Lernen im Bereich Naturwissenschaften

Der Index der *zukunftsorientierten Motivation für das Lernen im Bereich Naturwissenschaften* ist ein Mass für die Absicht der Schülerinnen und Schüler, später ein naturwissenschaftliches Studium aufzunehmen bzw. in einem naturwissenschaftlichen Beruf tätig zu sein. Im Gegensatz zur zuvor beschriebenen instrumentellen Motivation, bei der es allgemein um die Nützlichkeit des Lernens in den Naturwissenschaften für die eigene Zukunft ging, betont die zukunftsorientierte Motivation die Berufsabsicht der Jugendlichen stärker.

Abbildung 9 zeigt, dass in der Schweiz viele Jugendliche wenig motiviert sind, nach der Schule eine naturwissenschaftsbezogene Berufslaufbahn einzuschlagen.

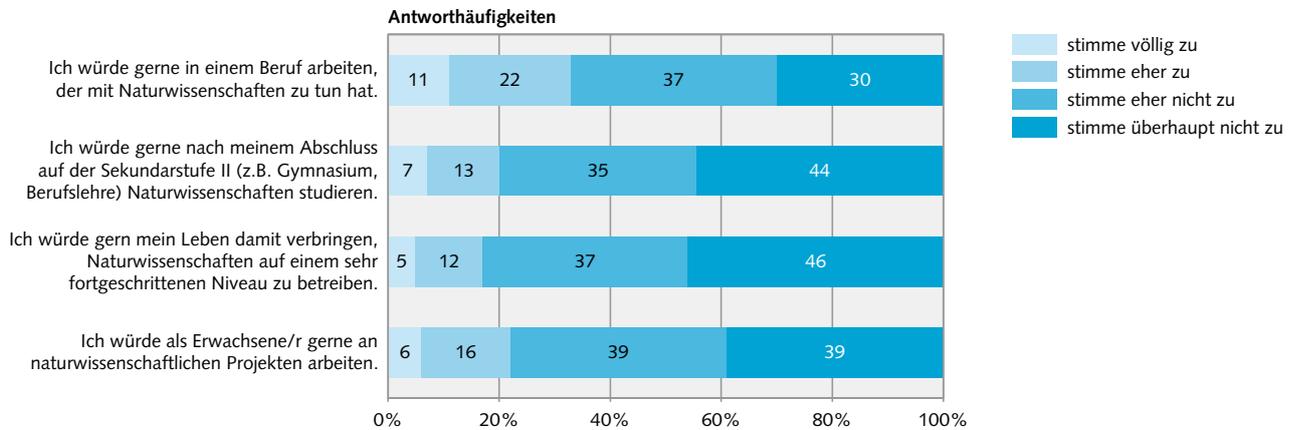
Abb. 8 Instrumentelle Motivation im sprachregionalen und kantonalen Vergleich



M = Mittelwert
SE = Standardfehler des Mittelwerts
Anmerkung: Die Kantone sind nach dem Mittelwert des Index sortiert.

Abb. 9 Antworthäufigkeiten zu den Items des Index zukunftsorientierte Motivation für das Lernen in den Naturwissenschaften

Wie sehr stimmst du den unten stehenden Aussagen zu?



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

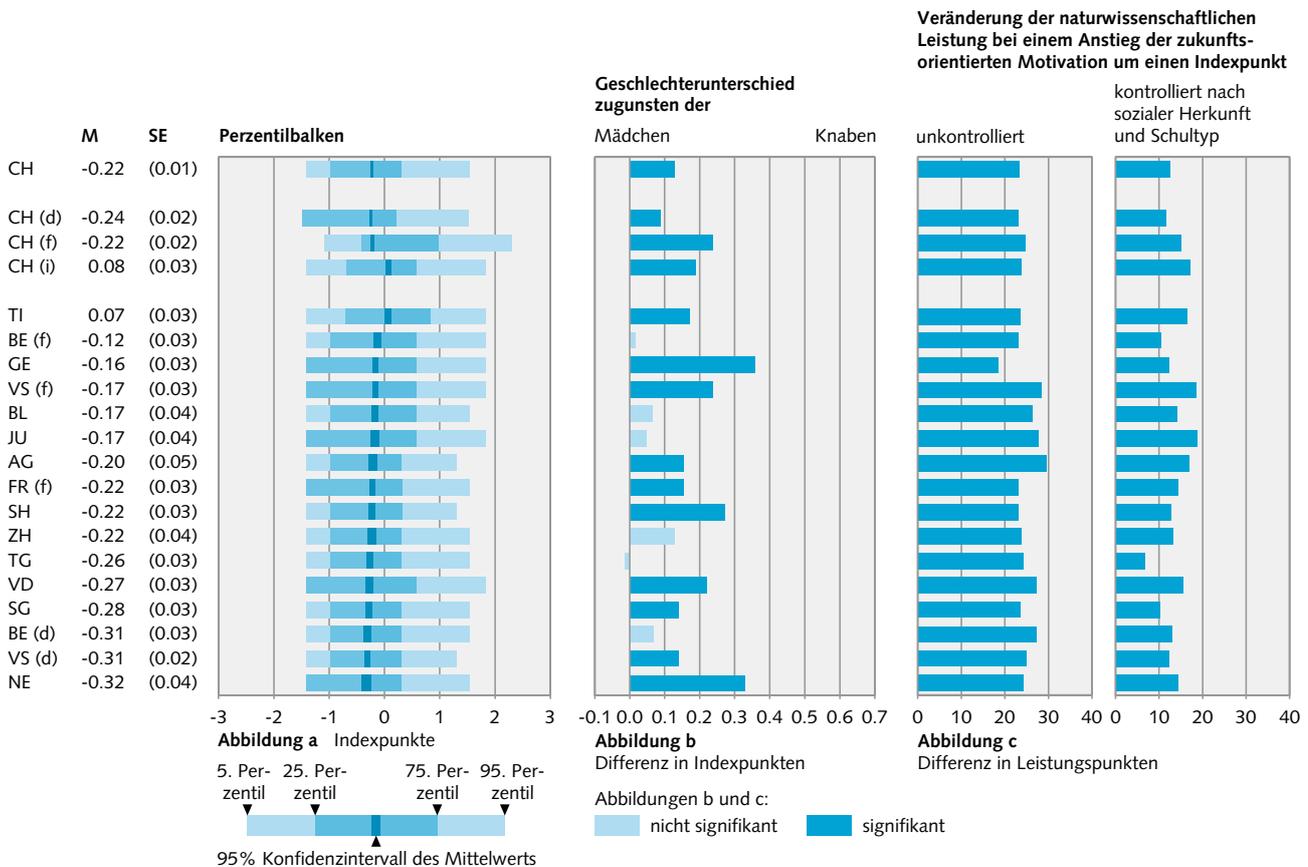
Rund 70 bis 80 Prozent der Jugendlichen geben an, sich später nicht beruflich mit naturwissenschaftlichen Inhalten beschäftigen zu wollen. Nur 22 Prozent würden als Erwachsene gerne an naturwissenschaftlichen Projekten arbeiten. Immerhin 33 Prozent stimmen der Aussage zu, später gerne einen Beruf auszuüben, der etwas mit Naturwissenschaften zu tun hat. Am entschiedensten wird die Vorstellung abgelehnt, sich später auf sehr fortgeschrittenem Niveau mit Naturwissenschaften zu beschäftigen oder Naturwissenschaften zu studieren. Möglicherweise wirken die Formulierungen dieser Items auf gewisse Schülerinnen und Schüler abschreckend, was die geringe Zustimmung teilweise erklären könnte. Diese Annahme deckt sich mit Studien, welche besagen, dass sich viele Schülerinnen und Schüler eine naturwissenschaftliche Laufbahn intellektuell nicht zutrauen. Sie gehen davon aus, dass nur die wirklich Intelligenten fähig dazu sind, einen solchen Weg einzuschlagen (Osborne, Simon & Collins, 2003).

Bei der zukunftsorientierten Motivation für das Lernen in den Naturwissenschaften sind die Ergebnisse ähnlich wie bei der instrumentellen Motivation (Abbildung 10): Mit Ausnahme der italienischsprachigen Schweiz liegen die Werte in allen Kantonen deutlich unterhalb der OECD. Abgesehen vom Kanton Tessin, der klar höhere Werte aufweist, sind die Unterschiede zwischen den Kantonen sehr gering.

Wie schon bei anderen Aspekten der motivationalen Orientierung stechen die Kantone Genf und Neuenburg durch ihre hohen Geschlechterdifferenzen zugunsten der Knaben hervor. Auch in den meisten anderen Kantonen geben die Knaben eine höhere zukunftsorientierte Motivation an, wobei die Unterschiede nicht immer signifikant sind.

Die zukunftsorientierte Motivation hängt signifikant mit der Leistung in den Naturwissenschaften zusammen. Die Erhöhung der zukunftsorientierten Motivation um einen Indexpunkt geht in der Schweiz mit einer um 23 Punkte höheren Leistung einher. Auch wenn die soziale Herkunft und der Schultyp einen Teil dieses Zusammenhangs mit der Leistung erklären, bleiben die Zusammenhänge auch nach Kontrolle dieser Merkmale in allen Kantonen signifikant.

Abb. 10 Zukunftorientierte Motivation für das Lernen in den Naturwissenschaften im sprachregionalen und kantonalen Vergleich



M = Mittelwert
SE = Standardfehler des Mittelwerts
Anmerkung: Die Kantone sind nach dem Mittelwert des Index sortiert.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

3.3 Engagement in den Naturwissenschaften nach Schultyp

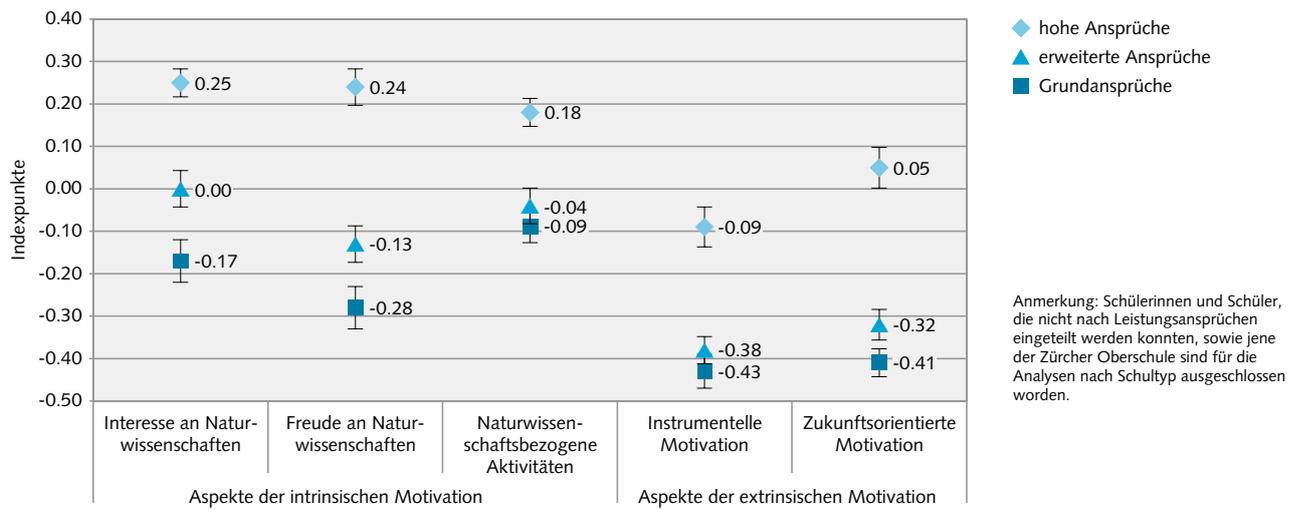
In Abbildung 11 werden die Merkmale des naturwissenschaftlichen Engagements nach dem Schultyp aufgeschlüsselt dargestellt. Dabei wurden die Schülerinnen und Schüler drei Anspruchsniveaus zugeordnet. Unterschieden werden Schulen mit Grundansprüchen (beispielsweise Realschulen), erweiterten Ansprüchen (beispielsweise Sekundarschulen) und hohen Ansprüchen (beispielsweise Gymnasien).⁵

Die Ergebnisse zeigen, dass das Engagement in den Naturwissenschaften in den verschiedenen Schultypen

sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. Schülerinnen und Schüler in Schulen mit hohen Ansprüchen weisen jeweils die höchsten Werte auf, die Schulen mit erweiterten Ansprüchen nehmen eine Mittelposition ein und die Schulen mit Grundansprüchen schneiden am tiefsten ab. Dieses Muster gilt für alle untersuchten motivationalen Aspekte, wenn auch die Abstände zwischen den Schultypen unterschiedlich ausgeprägt sind. Beim naturwissenschaftlichen Interesse, bei der Freude an Naturwissenschaften und bei der zukunftsorientierten Motivation unterscheiden sich alle Schultypen jeweils signifikant voneinander. Bei den naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten und der instrumentellen Motivation weisen Schulen mit hohen Ansprüchen signifikant höhere Werte auf als die anderen Schultypen. Die Mittelwerte der Schulen mit erweiterten Ansprüchen unterscheiden sich dagegen nicht signifikant von den Schulen mit Grundansprüchen.

⁵ Die Zuordnung basiert bei homogenen Stammklassen auf dem kantonalen Schultyp und bei heterogenen Stammklassen auf den Angaben zum Niveauunterricht.

Abb. 11 Engagement in den Naturwissenschaften nach Schultyp



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Besonders gross ist der Abstand zwischen den Schulen mit hohen Ansprüchen und den beiden weniger anspruchsvollen Schultypen bei der zukunftsorientierten Motivation für das Lernen in den Naturwissenschaften. Die Schülerinnen und Schüler an Schulen mit hohen Ansprüchen bekunden nicht nur ein grösseres Interesse und mehr Freude an Naturwissenschaften, sie beabsichtigen auch deutlich öfter, später ein naturwissenschaftliches Studium oder einen naturwissenschaftlichen Beruf zu ergreifen als ihre Kolleginnen und Kollegen aus Klassen mit erweiterten Ansprüchen. Der grosse Abstand widerspiegelt auch die Ausrichtung des Index auf anspruchsvolle berufliche Tätigkeiten.

3.4 Zusammenhänge zwischen den einzelnen Merkmalen zum Engagement in den Naturwissenschaften

Inhaltlich messen die oben beschriebenen Indizes zur motivationalen Orientierung zwar unterschiedliche Aspekte, die sich auch theoretisch differenzieren lassen. Jedoch handelt es sich dabei um verschiedene Facetten eines übergeordneten Themas, nämlich wie stark sich Jugendliche für die Naturwissenschaften engagieren.

Dass die einzelnen Indizes einen inhaltlichen Bezug zueinander aufweisen, zeigen die relativ engen Korrelationen (Tabelle 1). Am stärksten korrelieren die beiden Indizes instrumentelle und zukunftsorientierte Motivation, die den künftigen Nutzen des Lernens im Bereich Naturwissenschaften betonen ($r = 0.65$).

T1 Korrelationen der Indizes zum Engagement in den Naturwissenschaften

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) Interesse an Naturwissenschaften	1.00	0.63	0.52	0.45	0.49
(2) Freude an Naturwissenschaften		1.00	0.60	0.54	0.60
(3) Naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten			1.00	0.43	0.49
(4) Instrumentelle Motivation				1.00	0.65
(5) Zukunftsorientierte Motivation					1.00

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Auch die Indizes, die der intrinsischen Motivation zugerechnet werden können, hängen eng zusammen. Am höchsten ist dort die Korrelation zwischen dem Interesse und der Freude an Naturwissenschaften ($r = 0.63$). Aus interessentheoretischer Sicht ist der enge Zusammenhang wenig erstaunlich, da Freude an einer Tätigkeit einen wichtigen Bestandteil von Interessenhandlungen ausmacht. Wer Freude an Naturwissenschaften hat, setzt dies häufig auch in die Tat um und geht naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten nach ($r = 0.60$).

Für einige vertiefende Analysen in diesem Bericht wurde je ein Aspekt der intrinsischen und der extrinsischen Motivation ausgewählt. Diese Auswahl lässt sich empirisch dadurch begründen, dass die verschiedenen Merkmale zum Engagement in den Naturwissenschaften eng zusammenhängen. Dies zeigt sich auch in den oft ähnlichen Ergebnismustern bei den verschiedenen Indizes zum Engagement in den Naturwissenschaften (vgl. Kapitel 3.1 und 3.2).

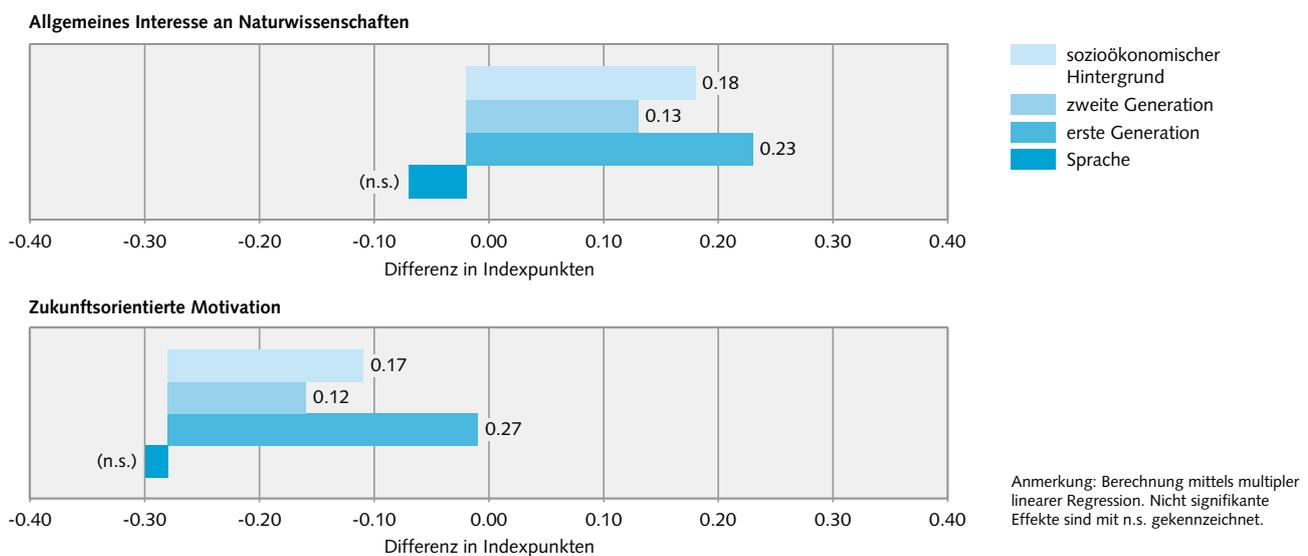
Im Vordergrund für die Auswahl der Indizes stehen aber inhaltliche Überlegungen: Als Aspekt der intrinsischen Motivation scheint das Interesse an Naturwissenschaften geeignet, da dieser Index die ganze Breite der naturwissenschaftlichen Themenfelder am besten abdeckt. Für die extrinsische Orientierung wird die zukunftsorientierte Motivation verwendet, weil damit die Kernfragestellung der Studien- bzw. Berufswahlabsicht am besten erfasst wird.

3.5 Effekte individueller Merkmale auf das Engagement in den Naturwissenschaften

Dass individuelle Merkmale die Schulleistungen beeinflussen, ist bekannt und in den bisherigen PISA-Berichten wiederholt dokumentiert worden (z.B. Zahner & Holzer, 2007). Im Folgenden wird nun untersucht, in welchem Zusammenhang die individuellen Merkmale der Jugendlichen zu deren Engagement in den Naturwissenschaften stehen. Bei den Merkmalen der Herkunft gilt es zu beachten, dass sie nicht unabhängig voneinander variieren. Vielmehr bestehen zwischen dem Migrationshintergrund, der zu Hause gesprochenen Sprache und dem sozioökonomischen Hintergrund der Jugendlichen deutliche Zusammenhänge: Immigrierte Jugendliche sprechen zu Hause oft nicht die Unterrichtssprache und stammen häufiger aus benachteiligten sozialen Verhältnissen als die einheimischen Jugendlichen. In Abbildung 12 ist das Ausmass des Einflusses der Faktoren sozioökonomischer Hintergrund, Migrationshintergrund und Fremdsprachigkeit auf das naturwissenschaftliche Interesse und die zukunftsorientierte Motivation dargestellt (vgl. Info 4).

Die soziale Herkunft sowie der Migrationshintergrund haben einen signifikanten Effekt auf das naturwissenschaftliche Interesse, die Fremdsprachigkeit hingegen nicht. Jugendliche mit einem sozioökonomisch privilegierten Hintergrund (d.h. einem um einen Indexpunkt

Abb. 12 Effekte individueller Merkmale auf das allgemeine Interesse an den Naturwissenschaften und auf die zukunftsorientierte Motivation



höheren sozioökonomischen Hintergrund) weisen ein um 0.18 Punkte höheres Interesse an Naturwissenschaften auf als eine Referenzperson mit durchschnittlichem sozioökonomischem Hintergrund. Der Migrationshintergrund wirkt sich besonders bei denjenigen Jugendlichen aus, die im Ausland geboren wurden (erste Generation). Bei gleicher sozialer Herkunft haben im Ausland geborene Jugendliche ein um 0.23 Punkte höheres Interesse an Naturwissenschaften als Einheimische.

Wie beim Interesse an Naturwissenschaften wirken sich die soziale Herkunft und der Migrationshintergrund signifikant auf die zukunftsorientierte Motivation aus, nicht aber die Fremdsprachigkeit. Wer in einem bildungsnahen Umfeld aufwächst, weist eine um 0.17 Indexpunkte höhere Motivation auf, sich zukünftig mit Naturwissenschaften auseinanderzusetzen, als eine Referenzperson mit durchschnittlichem sozioökonomischem Hintergrund (vgl. Info 4). Jugendliche, die im Ausland geboren wurden, sind stärker motiviert für eine zukünftige naturwissenschaftliche Tätigkeit und weisen eine um 0.27 Punkte höhere zukunftsorientierte Motivation auf als Einheimische.

Allerdings sind die Effekte der hier berücksichtigten individuellen Merkmale relativ gering. Durch das oben dargestellte Modell werden rund drei Prozent der Varianz im naturwissenschaftlichen Interesse erklärt. Dies weist darauf, dass es viele andere Faktoren gibt, die das Engagement in den Naturwissenschaften ebenfalls beeinflussen. So spielen beispielsweise schulische und außerschulische Erfahrungen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen eine wichtige Rolle für die Interessenbildung (vgl. Kapitel 5).

Info 4: Individuelle Merkmale

Der Einfluss der individuellen Merkmale auf das Interesse an Naturwissenschaften wurde mittels linearer Regression überprüft. Die Balken in Abbildung 12 zeigen die Richtung und die Stärke der Veränderungen im naturwissenschaftlichen Interesse gegenüber einer Referenzperson an, wenn beim entsprechenden Merkmal eine andere Ausprägung vorliegt. Die Referenzperson spricht zu Hause die Unterrichtssprache, ist in der Schweiz geboren oder zumindest ein Elternteil stammt aus der Schweiz und hat einen durchschnittlichen sozioökonomischen Hintergrund.

4 Naturwissenschaftsbezogene Berufserwartungen

Die beruflichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Ende der Schulzeit sind oftmals noch nicht definitiv festgelegt. Dennoch vermitteln sie einen Eindruck über die Vorlieben der Jugendlichen für bestimmte Berufsfelder (Taskinen et al., 2008). In diesem Kapitel geht es daher um die Frage, ob die Jugendlichen beabsichtigen, naturwissenschaftliche Berufskarrieren einzuschlagen. Von besonderem Interesse sind dabei die Schülerinnen und Schüler, die bei PISA 2006 sehr gute Leistungen in den Naturwissenschaften aufweisen. Angesichts des Mangels an qualifizierten Fachkräften wäre es wichtig, diese Jugendlichen für naturwissenschaftlich-technische Berufslaufbahnen zu begeistern. Denn sie bringen günstige Voraussetzungen für das erfolgreiche Absolvieren anspruchsvoller Berufsausbildungen in den Naturwissenschaften mit.

Weiter wird in diesem Kapitel untersucht, inwieweit die naturwissenschaftlichen Berufsabsichten der Schülerinnen und Schüler mit ihren Leistungen und ihrem Engagement in den Naturwissenschaften zusammenhängen.

4.1 Erwartete Berufstätigkeit mit 30 Jahren

Zur Erfassung der Berufsabsichten mussten die Jugendlichen – neben den Fragen zur zukunftsorientierten Motivation für Naturwissenschaften (vgl. Kapitel 3.2.2) – in einer offen formulierten Frage angeben, welchen Beruf sie mit 30 Jahren voraussichtlich ausüben werden. Die Zuordnung, ob ein Beruf naturwissenschaftsbezogen ist oder nicht, erfolgte erst im Nachhinein. Anders als beim Index der zukunftsorientierten Motivation kann daher eine Beeinflussung des Resultats durch eine mögliche negative Konnotation mit der Bezeichnung «naturwissenschaftlich» ausgeschlossen werden.

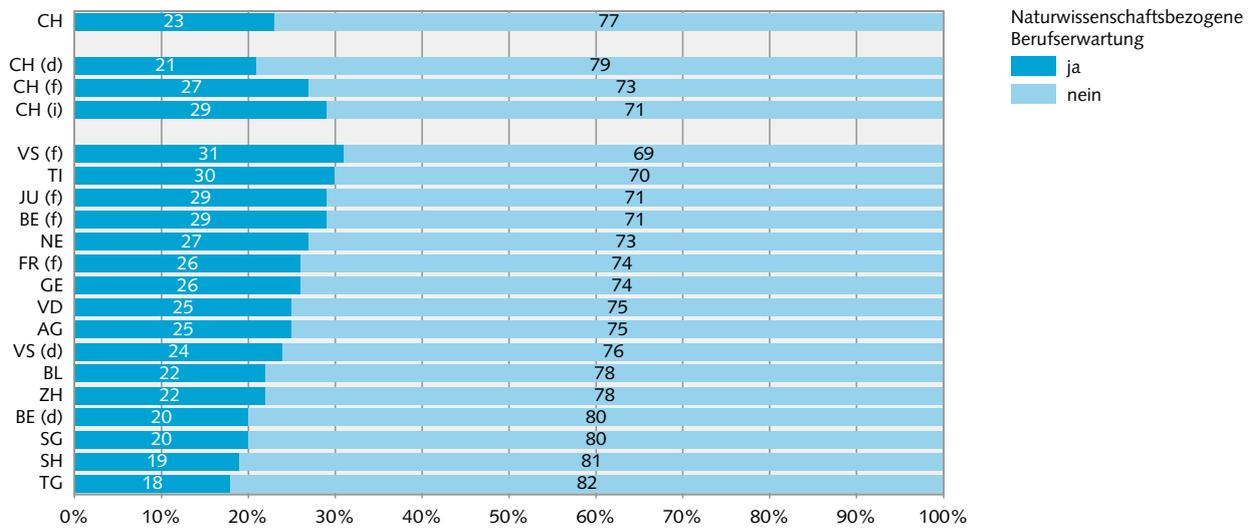
Die Berufsangaben der Schülerinnen und Schüler wurden nach der internationalen Standardklassifikation der Berufe (ISCO-88) ausgewertet (OECD, 2007, S. 176 f.).⁶ Gemäss der darin enthaltenen Definition gehören zu den naturwissenschaftsbezogenen Berufen solche, die ein beträchtliches Mass an naturwissenschaftlichen Kenntnissen voraussetzen, aber auch Berufe, die über das traditionelle Berufsbild von in einem Labor oder einem akademischen Umfeld arbeitenden Naturwissenschaftlerinnen oder Naturwissenschaftlern hinausgehen. Folglich sind Berufe wie Ingenieurin oder Ingenieur (erfordert Kenntnisse in Physik), Meteorologin oder Meteorologe (erfordert Kenntnisse in Erdwissenschaften), Optikerin oder Optiker (erfordert Kenntnisse in Biologie und Physik) und Ärztin oder Arzt (erfordert medizinisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse) Beispiele für Berufe, die mit Naturwissenschaften zu tun haben. Zwar wurden auch nicht-akademische Berufe codiert, mehrheitlich sind es aber anspruchsvolle naturwissenschaftliche Berufe, die – insbesondere im Ausland – häufig eine Tertiärausbildung verlangen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse zu den Berufserwartungen der Jugendlichen sind zwei Einschränkungen zu berücksichtigen. Die Jugendlichen können selbstverständlich nur Berufe angeben, die ihnen selbst bekannt sind. Zudem müssen die Vorstellungen der Jugendlichen über die Anforderungen der angegebenen Berufe keineswegs den tatsächlichen Anforderungen entsprechen (Taskinen et al., 2008).

In der Schweiz erwarten 23 Prozent der Jugendlichen am Ende der obligatorischen Schulzeit, mit 30 Jahren in einem naturwissenschaftsbezogenen Beruf tätig zu sein (Abbildung 13). Dies sind etwas weniger als im OECD-Durchschnitt (25%). Zwischen den Sprachregionen und den einzelnen Kantonen lassen sich deutliche Unterschiede

⁶ Die vollständige Liste der naturwissenschaftsbezogenen Berufe für PISA 2006 befindet sich im Anhang.

Abb. 13 Erwartung, mit 30 Jahren einen naturwissenschaftsbezogenen Beruf auszuüben, im sprachregionalen und kantonalen Vergleich



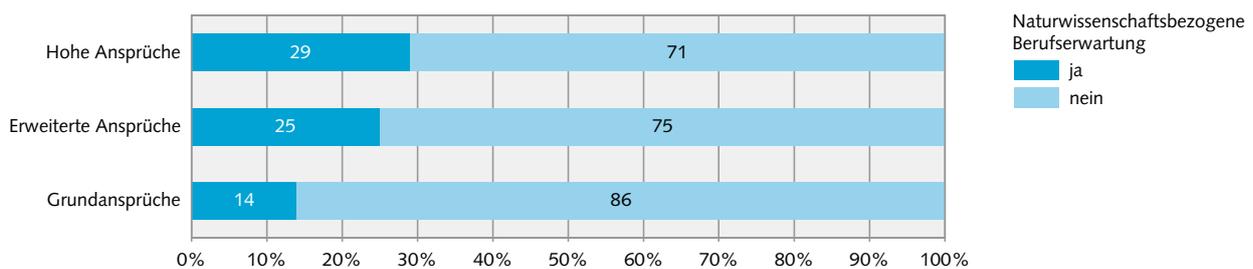
© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

feststellen. In der französischsprachigen und der italienischsprachigen Schweiz können sich deutlich mehr Jugendliche eine Tätigkeit in einem naturwissenschaftsbezogenen Berufsfeld vorstellen. In der Deutschschweiz gehen 79 Prozent der Schülerinnen und Schüler davon aus, dass sie als Erwachsene in einem nicht-naturwissenschaftsbezogenen Beruf arbeiten werden. Die Extremwerte in den Kantonen finden sich im französischsprachigen Wallis, wo fast ein Drittel eine naturwissenschaftliche Berufserwartung angibt, und im Kanton Thurgau mit einem Anteil von nur 18 Prozent.

Differenziert man die Berufserwartung nach Schultyp, so zeigt sich, dass sich nur 14 Prozent der Schülerinnen und Schüler aus Klassen mit Grundansprüchen eine naturwissenschaftsbezogene Berufslaufbahn vorstellen können (Abbildung 14). Bei den Jugendlichen aus Klassen mit erweiterten Ansprüchen ist es immerhin ein Viertel. Allerdings haben selbst bei den gymnasialen Ausbildungsgängen mehr als 70 Prozent eine nicht-naturwissenschaftsbezogene Berufserwartung.

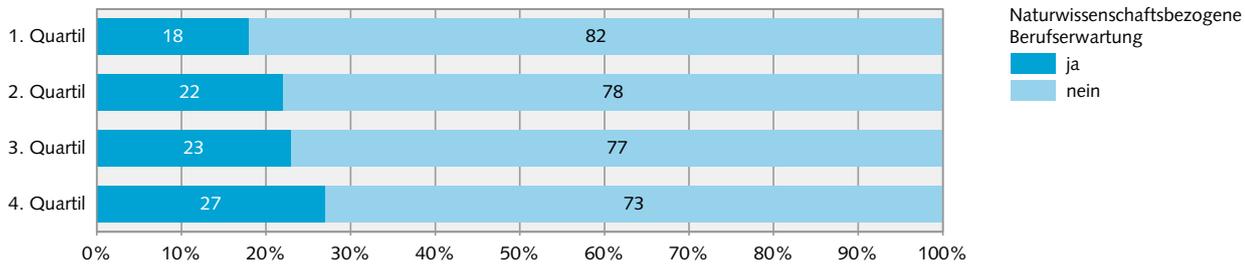
Abb. 14 Erwartung, mit 30 Jahren einen naturwissenschaftsbezogenen Beruf auszuüben, nach Schultyp



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 15 Erwartung, mit 30 Jahren einen naturwissenschaftsbezogenen Beruf auszuüben, nach sozialer Herkunft



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Unterschiede bezüglich der erwarteten Berufswahl zeigen sich auch bei der sozialen Herkunft (Abbildung 15). Je höher der Index des sozioökonomischen Hintergrunds, desto grösser ist der Prozentanteil der genannten naturwissenschaftsbezogenen Berufe. Während aus privilegierten sozialen Verhältnissen 27 Prozent der Schülerinnen und Schüler eine naturwissenschaftsbezogene Berufserwartung angeben, sind es bei den aus eher benachteiligten sozialen Verhältnissen stammenden Jugendlichen noch 18 Prozent.

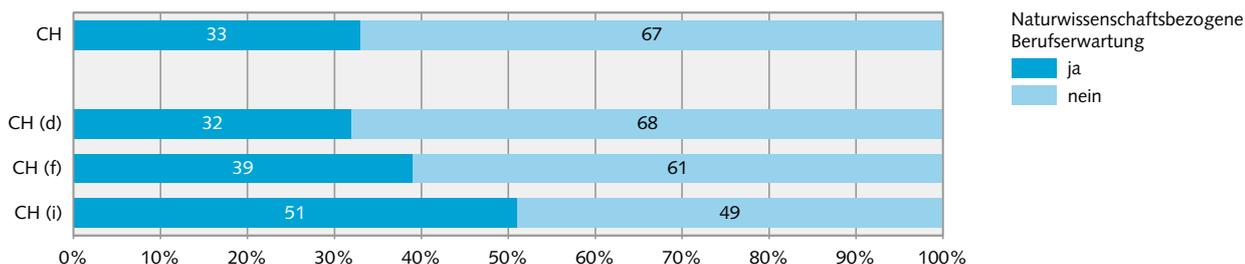
Bei den Merkmalen Sprach- und Migrationshintergrund sowie Geschlecht, welche ebenfalls untersucht wurden, sind keine bedeutenden Unterschiede in der Berufserwartung festgestellt worden. Die Prozentanteile genannter naturwissenschaftsbezogener Berufe liegen zwischen 23 und 25 Prozent. Bemerkenswert ist dies besonders in Bezug auf das Geschlecht. Anders als bei der zukunftsorientierten Motivation, bei der die Knaben etwas höhere Werte aufweisen als die Mädchen (vgl. Kapitel 3.2.2), geben gleich viele Mädchen wie Knaben an,

sich ein naturwissenschaftliches Berufsfeld vorstellen zu können. Zu beachten ist, dass die Art der von den Knaben und Mädchen angestrebten naturwissenschaftsbezogenen Berufe unterschiedlich ist (Brühwiler et al., in Vorbereitung). Taskinen et al. (2008) haben für Deutschland festgestellt, dass Knaben häufiger technische Berufserwartungen haben, Mädchen hingegen vermehrt medizinische Berufe wählen. Die aktuellen Studienabschlüsse an den Schweizer Hochschulen bestätigen dies auch für die Schweiz (vgl. Kapitel 1).

4.2 Wählen hochkompetente Jugendliche naturwissenschaftsbezogene Berufe?

Um künftig hochqualifiziertes Fachpersonal für anspruchsvolle naturwissenschaftsbezogene Berufe gewinnen zu können, müssen sich vor allem Jugendliche mit sehr hohen Kompetenzen für naturwissenschaftliche Tätigkeiten begeistern. Aus den in Kapitel 3.1 beschriebenen

Abb. 16 Naturwissenschaftsbezogene Berufserwartung von Jugendlichen mit hohen Naturwissenschaftskompetenzen (Kompetenzstufen 5 und 6)



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

nen Befunden geht hervor, dass Jugendliche mit hohen naturwissenschaftlichen Kompetenzen interessierter sind an Naturwissenschaften als weniger kompetente. Nun soll geklärt werden, ob die naturwissenschaftlich besonders fähigen Jugendlichen (PISA-Kompetenzstufen 5 und 6) beabsichtigen, später in einem naturwissenschaftsbezogenen Berufsfeld tätig zu sein.

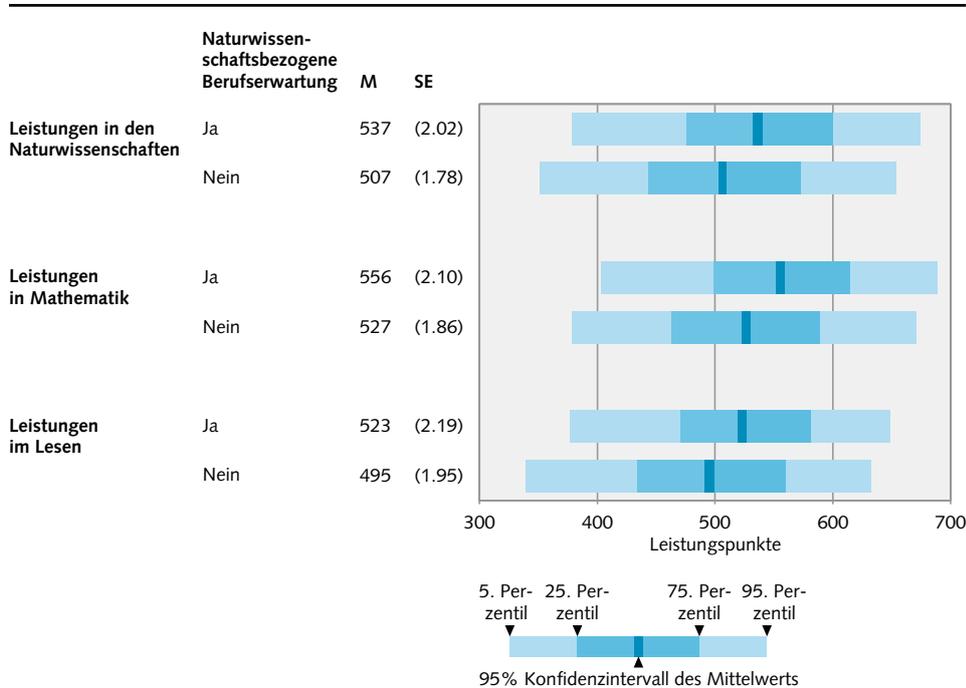
In der Schweiz erwartet ein Drittel dieser Jugendlichen, die über sehr gute Naturwissenschaftskompetenzen verfügen, mit 30 Jahren in einem naturwissenschaftlichen Beruf tätig zu sein (Abbildung 16). Die anderen zwei Drittel bevorzugen hingegen eine andere Berufstätigkeit. Eine Ausnahme bildet die italienischsprachige Schweiz, in der etwa die Hälfte der naturwissenschaftlich Hochkompetenten einen naturwissenschaftsbezogenen Beruf in Erwägung zieht. Offenbar gelingt es in der italienischsprachigen Schweiz vergleichsweise gut, bei Jugendlichen mit hohen Naturwissenschaftskompetenzen Interessen für solche Berufsfelder zu wecken.

4.3 Kompetenzen und Engagement in den Naturwissenschaften von Jugendlichen mit naturwissenschaftsbezogenen Berufserwartungen

In Anbetracht der relativ geringen Anteile von Jugendlichen mit hohen Naturwissenschaftskompetenzen, die sich naturwissenschaftsbezogene Berufslaufbahnen vorstellen können, ist es wichtig zu wissen, welche Schülermerkmale mit den Berufserwartungen zusammenhängen. Zu diesem Zweck werden die fachlichen Kompetenzen sowie Aspekte des Engagements in den Naturwissenschaften von Jugendlichen mit und ohne naturwissenschaftsbezogene Berufsabsicht verglichen.

Aus Abbildung 17 geht hervor, dass Jugendliche mit naturwissenschaftsbezogener Berufserwartung nicht nur in den Naturwissenschaften, sondern auch in der Mathematik und im Lesen über signifikant höhere Kompetenzen verfügen als Jugendliche mit einem anderem Berufs-

Abb. 17 Naturwissenschaftsbezogene Berufserwartung und Leistungen in Naturwissenschaften, Mathematik und Lesen

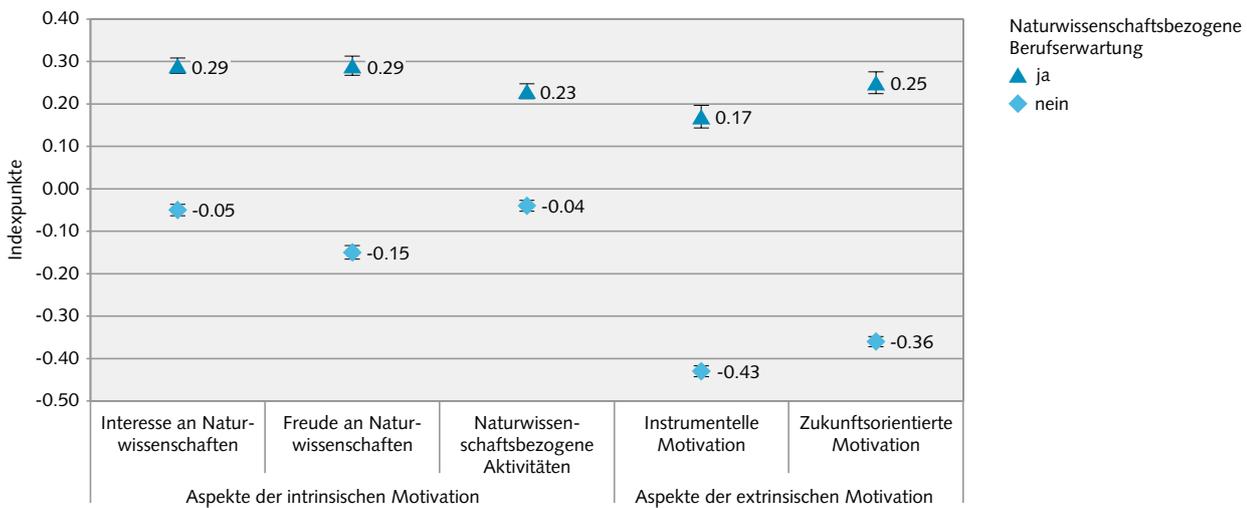


M = Mittelwert
SE = Standardfehler des Mittelwerts

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 18 Naturwissenschaftsbezogene Berufserwartung und Engagement in den Naturwissenschaften



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

ziel. Bemerkenswerterweise ist in allen Fachbereichen der Leistungsabstand mit etwa 30 Punkten ähnlich gross. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass Jugendliche mit naturwissenschaftsbezogenen Berufszielen nicht nur in den Naturwissenschaften, sondern in allen Fachbereichen gute Leistungen erzielen. Dieser Befund lässt sich auch mit den hohen Korrelationen zwischen den Fachbereichen erklären (Brühwiler, Abt & Kis-Fedi, 2008). Als Folge davon stehen den naturwissenschaftlich besonders leistungsfähigen Jugendlichen in der Regel nicht nur die Türen für naturwissenschaftsbezogene Berufslaufbahnen weit offen, sondern sie können aufgrund ihrer Kompetenzen aus der ganzen Berufspalette jene Berufe auswählen, die für sie besonders attraktiv erscheinen.

Schülerinnen und Schüler mit einer naturwissenschaftsbezogenen Berufserwartung haben bei allen betrachteten Aspekten des Engagements in den Naturwis-

senschaften deutlich höhere Werte (Abbildung 18). Sie weisen sowohl eine höhere intrinsische als auch eine höhere extrinsische Motivation auf als Jugendliche, die ihre berufliche Zukunft in einem anderen Arbeitsfeld sehen. Dabei sind die Unterschiede zwischen den beiden Berufsfelder bei den extrinsischen Aspekten der Motivation deutlich stärker ausgeprägt als etwa beim naturwissenschaftlichen Interesse oder bei den naturwissenschaftsbezogenen Aktivitäten. Dies lässt sich dadurch erklären, dass extrinsisch motivierte Jugendliche Naturwissenschaften lernen wollen, weil es ihnen für das Erwachsenenleben und insbesondere für die Berufslaufbahn als nützlich erscheint. Daraus lässt sich folgern, dass die extrinsische Motivation besser vorhersagen kann, ob jemand eine naturwissenschaftliche Berufslaufbahn einschlagen möchte oder nicht, als dies bei den intrinsischen Aspekten der Motivation der Fall ist.

5 Schulische Förderung von naturwissenschaftlichen Interessen und Berufsabsichten

Es ist empirisch breit abgestützt, dass bereichsspezifische Interessen im Verlauf der Schulzeit abnehmen (z.B. Artelt, 2000). Dies gilt auch für das Interesse im Bereich Naturwissenschaften. Der Tiefpunkt ist in der Regel in der Sekundarstufe I erreicht zu einem Zeitpunkt, in dem wichtige Vorentscheidungen zur weiteren Schullaufbahn oder Berufswahl gefällt werden (Eilks et al., 2004). Zwar wird das Engagement in den Naturwissenschaften nicht nur von der Ausgestaltung von Schule und Unterricht geprägt, sondern auch von vielen ausserschulischen Faktoren, etwa dem sozioökonomischen und kulturellen Hintergrund von Elternhaus und Familie, den Gleichaltrigen oder individuellen Erfahrungen und Einstellungen. Bezeichnend ist dennoch, dass während der Primarschule, in welcher die Naturwissenschaften ganzheitlich und ausgehend von Phänomenen gelehrt werden, die Schülerinnen und Schüler noch geprägt sind von einem grossen Forscherdrang und Weltinteresse. 15-Jährige hingegen erachten zwar Naturwissenschaften und Technologie im Alltag mehrheitlich als wichtig und nützlich, empfinden jedoch die Unterrichtsstunden in den Naturwissenschaften oft als langweilig (Ebenezer & Zoller, 1993).

5.1 Unterrichtsmerkmale

In PISA 2006 wurde der naturwissenschaftliche Unterricht erstmals genauer erfasst, indem die Jugendlichen über Lehr- und Lernaktivitäten im Unterricht befragt wurden. Die Unterrichtswahrnehmung der Schülerinnen und Schüler bildet die Grundlage dafür, Aspekte des Unterrichtsgeschehens in den naturwissenschaftlichen Fächern mit naturwissenschaftlichen Interessen und Berufsabsichten in Beziehung zu setzen.

Die Jugendlichen wurden befragt, in wie vielen Unterrichtsstunden verschiedene Lehr- und Lernaktivitäten vorkommen. Die Fragen beziehen sich auf objektivierbare Ereignisse im Unterrichtsgeschehen und wurden vier übergreifenden Lehr-Lernaktivitäten zugeordnet (Tabelle 2). Auf deren Grundlage wurden vier Indizes

zum Naturwissenschaftsunterricht gebildet. Diese beschreiben Merkmale, welche sich förderlich auf das Lernen in den Naturwissenschaften auswirken sollten (vgl. auch Steiner & Ruppen, in Vorbereitung).

Der Index *Interaktives Lehren und Lernen* gibt Auskunft darüber, in welchem Ausmass die Lehrpersonen und die Lernenden im Unterricht interagieren und ob die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, ihre eigenen Meinungen und Ideen in Klassengesprächen einzubringen. Der Index *Experimentieren* bringt zum Ausdruck, wie häufig praxisnahe Aktivitäten Gegenstand des Unterrichts sind, und zwar sowohl in Form von Experimenten, welche die Schülerinnen und Schüler aufgrund von Anweisungen selber durchführen, als auch in Form von Demonstrationsexperimenten durch die Lehrperson. Eigenständige Tätigkeiten zum Einüben naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen werden unter dem Index *Erforschen lernen* zusammengefasst. Dazu gehören auch das Untersuchen von eigenen Ideen und Fragestellungen. Der Index *Anwenden* schliesslich beschreibt, wie oft im Unterricht naturwissenschaftliche Begriffe und Prinzipien auf Alltagsphänomene angewendet werden und somit zum besseren Verständnis der Welt ausserhalb der Schule beitragen. Betrachtet man die Indizes unter dem Aspekt der Unterrichtssteuerung, so stehen in den Items des Index *Experimentieren* und vor allem des Index *Erforschen lernen* eigenständige Lernformen des Experimentierens und Forschens im Vordergrund, während im Index *Anwenden* der unterrichtslenkende Anteil der Lehrpersonen betont wird.

T2 Items zur Erfassung des naturwissenschaftlichen Unterrichts

Wenn du an das Lernen in den naturwissenschaftlichen Fächern denkst: Wie oft kommen die folgenden Aktivitäten vor?

Interaktives Lehren und Lernen

- 1 Schülerinnen und Schüler bekommen Gelegenheit, ihre Ideen zu erklären.
- 2 Der Unterricht beinhaltet die Meinungen der Schülerinnen und Schüler zu den Themen.
- 3 Schülerinnen und Schüler diskutieren über ein Thema.
- 4 Es gibt eine Klassendiskussion oder -debatte.

Experimentieren

- 5 Experimente werden von der Lehrperson zur Veranschaulichung gezeigt.
- 6 Schülerinnen und Schüler machen Experimente, indem sie den Anweisungen der Lehrperson folgen.
- 7 Schülerinnen und Schüler verbringen Zeit im Labor, um praktische Experimente zu machen.
- 8 Schülerinnen und Schüler sollen Schlüsse aus einem Experiment ziehen, das sie durchgeführt haben.

Erforschen lernen

- 9 Schülerinnen und Schüler müssen herausfinden, wie eine naturwissenschaftliche Fragestellung im Labor untersucht werden könnte.
- 10 Schülerinnen und Schüler sollen eine Untersuchung machen, um ihre eigenen Ideen auszutesten.
- 11 Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, ihre eigenen Untersuchungen auszuwählen.
- 12 Schülerinnen und Schüler dürfen ihre eigenen Experimente entwickeln.

Anwenden

- 13 Die Lehrperson erklärt, wie ein naturwissenschaftliches Prinzip auf eine Reihe von verschiedenen Phänomenen angewendet werden kann (z.B. die Bewegung von Objekten, Substanzen mit ähnlichen Eigenschaften).
- 14 Die Lehrperson erklärt deutlich die Wichtigkeit von naturwissenschaftlichen Konzepten für unser Leben.
- 15 Die Lehrperson verwendet den naturwissenschaftlichen Unterricht, um den Schülerinnen und Schülern die Welt ausserhalb der Schule verständlich zu machen.
- 16 Die Lehrperson verwendet Beispiele von technischen Anwendungen, um zu zeigen, wie wichtig die Naturwissenschaften für die Gesellschaft sind.
- 17 Schülerinnen und Schüler sollen naturwissenschaftliche Konzepte bei Alltagsproblemen anwenden.

Antwortvorgaben: in allen Stunden, in den meisten Stunden, in manchen Stunden, nie oder fast nie

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Die Entwicklung von Interessen und beruflichen Absichten ist das Ergebnis vielfältiger, auch ausserschulischer Erfahrungen und kann nicht ausschliesslich auf die momentanen Unterrichtsbedingungen zurückgeführt werden. Aus den bei PISA am Ende der 9. Klasse erhobenen Daten lassen sich daher keine direkten Rückschlüsse auf die Wirksamkeit des Unterrichts ziehen.⁷ Trotzdem interessiert bezüglich der angewendeten Unterrichtsformen, wie diese mit dem Engagement in den Naturwissenschaften und den Berufserwartungen zusammenhängen.

Es zeigen sich für alle vier untersuchten Indizes des naturwissenschaftlichen Unterrichts positive Zusammenhänge mit dem Interesse an Naturwissenschaften

(Tabelle 3). Je häufiger die beschriebenen Unterrichtstätigkeiten eingesetzt werden, desto interessierter sind die Schülerinnen und Schüler an den Naturwissenschaften. Am stärksten ist der Zusammenhang mit dem Interesse, wenn ein hoher Anwendungs- und Alltagsbezug besteht. Am wenigsten eng, aber immer noch signifikant, hängt das Interesse mit dem *Erforschen lernen* zusammen.

Bereinigt man den Zusammenhang um den Einfluss der sozialen Herkunft und des Schultyps, sind die Effekte ähnlich hoch oder verstärken sich sogar. Diese Korrektur ist notwendig, weil ansonsten bei Unterrichtsformen, die vorwiegend in weniger anspruchsvollen Schultypen und bei Jugendlichen aus benachteiligten

⁷ Zur Überprüfung der Wirksamkeit wären mehrere Messzeitpunkte nötig (Längsschnittstudie).

T3 Zusammenhang zwischen Lehr-Lernaktivitäten und dem Interesse an Naturwissenschaften

Unterrichtsmerkmal	B	SE	R ²	B	SE	R ²
	unkontrolliert			kontrolliert nach sozialer Herkunft und Schultyp		
Interaktives Lehren und Lernen	0.15	(0.013)	0.02	0.16	(0.012)	0.06
Experimentieren	0.19	(0.015)	0.03	0.17	(0.014)	0.06
Erforschen lernen	0.07	(0.013)	0.01	0.11	(0.014)	0.05
Anwenden	0.24	(0.012)	0.06	0.22	(0.011)	0.08

B = Unstandardisierter Regressionskoeffizient

SE = Standardfehler des Regressionskoeffizienten

R² = Bestimmtheitsmass, das den Anteil der durch die Prädiktoren erklärten Varianz angibt.

Anmerkung: Alle Effekte sind signifikant.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

T4 Zusammenhang zwischen Lehr-Lernaktivitäten und der zukunftsorientierten Motivation für Lernen im Bereich Naturwissenschaften

Unterrichtsmerkmal	B	SE	R ²	B	SE	R ²
	unkontrolliert			kontrolliert nach sozialer Herkunft und Schultyp		
Interaktives Lehren und Lernen	0.09	(0.013)	0.01	0.11	(0.012)	0.05
Experimentieren	0.13	(0.015)	0.02	0.10	(0.015)	0.05
Erforschen lernen	0.06	(0.014)	0.00	0.10	(0.013)	0.05
Anwenden	0.17	(0.011)	0.03	0.14	(0.010)	0.06

B = Unstandardisierter Regressionskoeffizient

SE = Standardfehler des Regressionskoeffizienten

R² = Bestimmtheitsmass, das den Anteil der durch die Prädiktoren erklärten Varianz angibt.

Anmerkung: Alle Effekte sind signifikant.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

sozialen Verhältnissen vorkommen, der Zusammenhang mit dem Interesse unterschätzt wird.

Der vermehrte Einsatz der untersuchten Lehr-Lernaktivitäten hängt auch mit der zukunftsorientierten Motivation der Schülerinnen und Schüler zusammen, also der Neigung naturwissenschaftliche Studienrichtungen oder Berufe anzustreben. Der Zusammenhang ist weniger eng als beim naturwissenschaftlichen Interesse, aber dennoch signifikant (Tabelle 4).

Die Ergebnisse unterstützen die Annahme, dass der Naturwissenschaftsunterricht das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen und die Bereitschaft, eine naturwissenschaftliche Berufslaufbahn einzuschlagen, in positiver Weise beeinflussen kann. Als günstig erweisen sich Unterrichtsformen, bei denen sich die Schülerinnen und Schüler aktiv am Unterricht beteiligen, eigene Ideen und Fragen einbringen und untersuchen können und bei denen naturwissenschaftliche Konzepte und Begriffe mithilfe von Experimenten oder an Alltagsphänomenen veranschaulicht werden.

Dieses Ergebnis deckt sich mit Befunden aus Deutschland. Laut Seidel, Prenzel, Wittwer & Schwindt (2007) erweist sich für die Entwicklung von Interessen ein Unterrichtsmuster als besonders günstig, das aus einer Mischung von strukturierten Anleitungen, der Möglichkeit für Schülerinnen und Schüler, eigene Ideen zu erklären und Schlussfolgerungen zu ziehen, besteht sowie deutliche Alltags- und Anwendungsbezüge aufweist.

5.2 Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe

Die Möglichkeiten der Schule, das Interesse der Heranwachsenden für naturwissenschaftliche Berufslaufbahnen zu wecken, sind nicht eng auf die Lehr- und Lernaktivitäten im Unterricht begrenzt. Damit junge Menschen naturwissenschaftsbezogene Studien- und Berufsrichtungen einschlagen, ist es beispielsweise auch wichtig, dass sie ausreichend darüber informiert sind, welche Berufsmöglichkeiten ihnen im Bereich der Naturwissenschaften offenstehen. Deshalb wurden die Schülerinnen und Schüler bei PISA 2006 dazu befragt, wie gut sie über den Zugang zu naturwissenschaftsbezogenen Berufskarrieren Bescheid wissen.

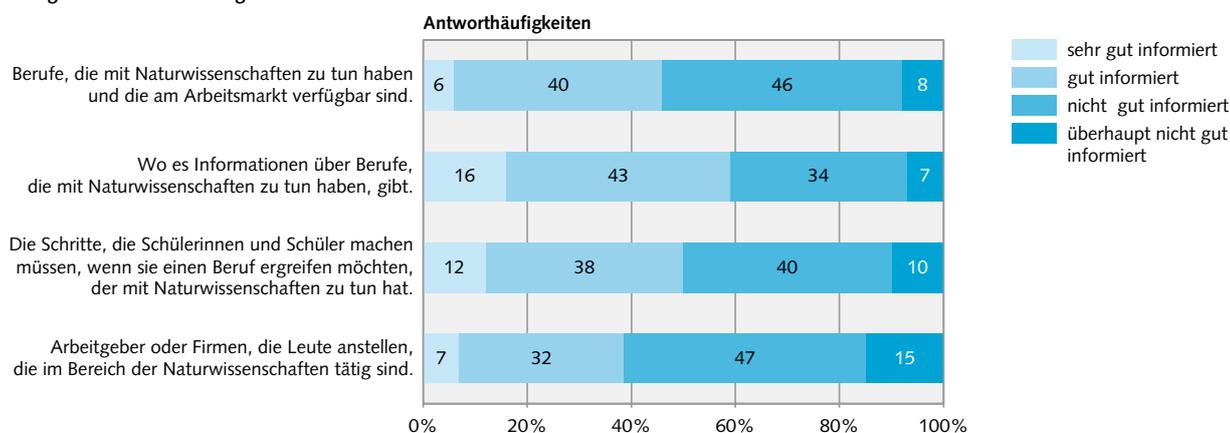
Die Antworten wurden im Index *Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe* zusammengefasst (Abbildung 19). 60 Prozent der Schülerinnen und Schüler in

der Schweiz geben an, dass sie gut oder sehr gut darüber Bescheid wissen, wo man Informationen über naturwissenschaftsbezogene Berufe erhält. Exakt die Hälfte hält sich für gut oder sehr gut informiert über die Schritte, die man zur Ergriffung eines naturwissenschaftsbezogenen Berufs machen muss. Über konkrete Informationen rund um naturwissenschaftliche Berufe verfügen die Jugendlichen ihrer Ansicht nach weniger häufig. So halten sich 62 Prozent für nicht gut informiert über Firmen, die Arbeitnehmende in naturwissenschaftlichen Bereichen einstellen.

Aus den Ergebnissen in den Tabellen 5 und 6 geht hervor, dass Jugendliche mit guten Kenntnissen über naturwissenschaftsbezogene Berufe sowohl mehr Interesse an Naturwissenschaften als auch eine höhere zukunftsorientierte Motivation aufweisen. Jugendliche, die über um einen Indexpunkt bessere Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe verfügen, zeigen

Abb. 19 Antworthäufigkeiten zu den Items des Index *Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe*

Wie gut bist du über die folgenden Themen informiert?



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

T5 Zusammenhang zwischen Kenntnissen über naturwissenschaftsbezogene Berufe und dem Interesse an Naturwissenschaften

	B	SE	R ²	B	SE	R ²
	unkontrolliert			kontrolliert nach sozialer Herkunft und Schultyp		
Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe	0.33	(0.010)	0.10	0.32	(0.009)	0.13

B = Unstandardisierter Regressionskoeffizient

SE = Standardfehler des Regressionskoeffizienten

R² = Bestimmtheitsmass, das den Anteil der durch die Prädiktoren erklärten Varianz angibt.

Anmerkung: Alle Effekte sind signifikant.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

T 6 Zusammenhang zwischen Kenntnissen über naturwissenschaftsbezogene Berufe und der zukunftsorientierten Motivation für das Lernen im Bereich Naturwissenschaften

	B	SE	R ²	B	SE	R ²
	unkontrolliert			kontrolliert nach sozialer Herkunft und Schultyp		
Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe	0.38	(0.010)	0.13	0.36	(0.010)	0.16

B = Unstandardisierter Regressionskoeffizient

SE = Standardfehler des Regressionskoeffizienten

R² = Bestimmtheitsmass, das den Anteil der durch die Prädiktoren erklärten Varianz angibt.

Anmerkung: Alle Effekte sind signifikant.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

ein um 0.33 Punkte höheres naturwissenschaftliches Interesse und eine um 0.38 Punkte höhere zukunftsorientierte Motivation. Interesse und zukunftsorientierte Motivation können aufgrund der Kenntnisse spezifischer Berufsinformationen zu 10 bzw. 13 Prozent erklärt werden. Der Zusammenhang der Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe mit dem Interesse und der zukunftsorientierten Motivation bleibt auch nach Kontrolle der sozialen Herkunft und des Schultyps gross.

Mit den PISA-Daten lässt sich zwar die kausale Richtung des Zusammenhangs zwischen Kenntnissen über den Zugang zu naturwissenschaftlichen Berufen und dem Engagement in den Naturwissenschaften nicht bestimmen. Wer für eine spätere Tätigkeit in den Naturwissenschaften motiviert ist, dürfte sich auch eher Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufsfelder aneignen – und umgekehrt können diese Kenntnisse

dazu beitragen, das Interesse an Naturwissenschaften und an einer naturwissenschaftlichen Berufsausbildung weiter zu steigern.

So oder so lässt sich folgern, dass es sich lohnt, die Schülerinnen und Schüler umfassend über naturwissenschaftliche Ausbildungen und Berufskarrieren zu informieren. Dabei können auch unterrichtsergänzende Aktivitäten (z.B. Exkursionen zu Industriebetrieben, die Nutzung von mobilen Labors oder Informationsveranstaltungen von Hochschulen) hilfreich sein (z.B. Kessels & Hannover, 2004). Dadurch könnte ein wichtiger Beitrag geleistet werden, dass die Jugendlichen einen Bezug zwischen dem Naturwissenschaftsunterricht und den realen beruflichen Tätigkeiten herstellen können und einen Eindruck über die in der Arbeitswelt verlangten Anforderungen erhalten.

6 Fazit

Damit junge Menschen naturwissenschaftliche Erkenntnisse über die Schulzeit hinaus anwenden und berufliche Tätigkeiten im Bereich Naturwissenschaften anstreben, genügt es nicht, wenn sich die Schule auf das Vermitteln von Wissen beschränkt. Junge Menschen wählen naturwissenschaftsbezogene Berufe häufiger, wenn darüber hinaus positive Einstellungen und Interessen zu den Naturwissenschaften gefördert sowie berufsfeldnahe Informationen vermittelt werden. Angesichts des sich abzeichnenden Nachwuchsmangels an hochqualifizierten Fachkräften in den Naturwissenschaften ist ein hohes Engagement in den Naturwissenschaften nicht nur bedeutsam als wesentliche Voraussetzung für lebenslanges Lernen, sondern insbesondere auch für die Wahl von naturwissenschaftsbezogenen Ausbildungen und Berufsfeldern.

Engagement in den Naturwissenschaften

Die Ergebnisse zeigen, dass sich in der Schweiz die Jugendlichen mässig für Naturwissenschaften interessieren. Die intrinsische Motivation, etwa sich aus Freude und Interesse mit Naturwissenschaften zu beschäftigen, ist ähnlich ausgeprägt wie in der OECD. Deutlich geringer als im internationalen Durchschnitt sind Aspekte der extrinsischen Motivation ausgebildet: Jugendliche in der Schweiz messen dem naturwissenschaftlichen Lernen vergleichsweise wenig Nutzen für die spätere berufliche Tätigkeit zu. Insofern erstaunt es wenig, dass nur 23 Prozent die Absicht äussern, als Erwachsene einen naturwissenschaftsbezogenen Beruf ausüben zu wollen.

Die sprachregionalen Vergleiche zum Engagement in den Naturwissenschaften ergeben teilweise deutliche Unterschiede. Vor allem in der italienischsprachigen Schweiz scheinen die Jugendlichen in den Naturwissenschaften engagierter zu sein. Dies gilt besonders für die extrinsische Motivation, was sich auch in einer höheren Erwartung, naturwissenschaftsbezogene Berufe zu ergreifen, zeigt. Innerhalb der Sprachregionen sind die kantonalen Unterschiede meist vernachlässigbar.

Mädchen sind zwar generell etwas weniger motiviert als Knaben, sich später in naturwissenschaftlichen Inhaltsbereichen zu betätigen. Die Erwartung, als Erwachsene in einem naturwissenschaftlichen Berufsfeld zu arbeiten, unterscheidet sich jedoch nicht zwischen den Geschlechtern. Die tatsächliche Studien- und Berufswahl dürfte jedoch je nach Fachbereich bzw. Berufsfeld sehr unterschiedlich ausfallen. Die aktuellen Zahlen zu den Studienabschlüssen in der Schweiz, aber auch berufsgruppenspezifische Analysen der Berufserwartungen (Taskinen et al., 2008; Brühwiler et al., in Vorbereitung) verweisen darauf, dass Mädchen die naturwissenschaftsbezogenen Berufsfelder Gesundheit und Medizin klar bevorzugen und sich deutlich seltener vorstellen können, in einem technischen Berufsfeld oder als Informatikerin tätig zu sein.

Das Engagement in den Naturwissenschaften unterscheidet sich zwischen den Schultypen in der Regel nach folgendem Muster: Je höher das Anspruchsniveau, desto höher ist die Lernmotivation der Schülerinnen und Schüler in den Naturwissenschaften. Bei der instrumentellen Motivation ist vor allem der beträchtliche Abstand zwischen den Schulen mit hohen Ansprüchen (z.B. Gymnasien) und den weniger anspruchsvollen Schultypen bemerkenswert. Umso erstaunlicher ist es, dass nur ein relativ geringer Anteil der Jugendlichen an Schulen mit hohen Ansprüchen eine konkrete naturwissenschaftsbezogene Berufserwartung äussert.

Ein hohes Interesse an Naturwissenschaften ist nicht nur für die berufliche Orientierung wesentlich. Wie in den früheren PISA-Erhebungen für das Lesen und die Mathematik hat sich wiederum eine hohe Bedeutung bereichsspezifischer Interessen für den Kompetenzerwerb gezeigt. Wer über ein hohes Interesse an Naturwissenschaften verfügt, zeigt auch eine bessere Leistung in den Naturwissenschaften. Bereichsspezifische Interessen stellen eine wichtige Voraussetzung dar, um sich auch nach der Schulzeit und ohne Lernbegleitung selbstständig mit naturwissenschaftlichen Themen auseinanderzusetzen.

Die Analysen zeigen, dass extrinsische und intrinsische motivationale Aspekte miteinander zusammenhängen. Allerdings unterscheiden sie sich deutlich in der Vorhersagekraft für naturwissenschaftliche Kompetenzen bzw. Berufsabsichten. Während intrinsische Motivation, wie Freude oder Interesse an Naturwissenschaften, der bessere Prädiktor für naturwissenschaftliche Leistungen ist, hängt die Wahl von naturwissenschaftlichen Berufen stärker von der extrinsischen Motivation ab, die den Nutzen von Naturwissenschaften in den Vordergrund stellt.

Berufliche Erwartungen der hochkompetenten Jugendlichen

Für die Sicherung qualifizierten Nachwuchses in anspruchsvollen naturwissenschaftsbezogenen Berufen sollten sich besonders die Jugendlichen mit herausragenden Leistungen in den Naturwissenschaften für naturwissenschaftliche Berufslaufbahnen begeistern. Zwar berichten hochkompetente Jugendliche von einem überdurchschnittlichen Engagement in den Naturwissenschaften. Dennoch streben in der Schweiz zwei Drittel dieser Jugendlichen, die beste Voraussetzungen für anspruchsvolle naturwissenschaftliche Tätigkeiten mitbringen, keinen naturwissenschaftsbezogenen Beruf an.

Selbstverständlich liegen verschiedene Ursachen den Vorlieben junger Menschen für bestimmte Berufslaufbahnen zugrunde. Neben personenbezogenen Aspekten, wie Interessen oder Kompetenzüberzeugungen, können die subjektiv erwartete Attraktivität der beruflichen Tätigkeit oder Überlegungen zu Jobsicherheit, Verdienstmöglichkeiten oder Vereinbarkeit von Beruf und Familie eine wichtige Rolle spielen.

Weshalb sich trotz ausgezeichneter naturwissenschaftlicher Kompetenzen viele Jugendliche keine berufliche Tätigkeit in einem naturwissenschaftlichen Gebiet vorstellen können, lässt sich auch dadurch erklären, dass naturwissenschaftlich kompetente Jugendliche in der Regel ebenfalls sehr gute Leistungen im Lesen und in der Mathematik erbringen. Für die guten Schülerinnen und Schüler steht somit das ganze Ausbildungs- und Berufsspektrum offen. Wenn es gelingen soll, vermehrt hochkompetente Jugendliche für naturwissenschaftliche Studiengänge zu gewinnen, müssten sich besonders die Gymnasien bzw. Schulen mit hohen Ansprüchen verstärkt bemühen, naturwissenschaftliche Laufbahnen als attraktiv und erstrebenswert darzustellen.

Schulische Förderung von naturwissenschaftlichen Interessen und Berufsabsichten

Möchte man das vorhandene Potenzial für die Naturwissenschaften besser nutzen, sind Massnahmen zur Förderung naturwissenschaftlicher Interessen und Berufsabsichten empfehlenswert. Der Ausbau des quantitativen Unterrichtsangebots alleine führt jedoch nicht zu einer Interessensteigerung (vgl. Moser & Angelone in diesem Band). Weit stärker können Interessen und Berufsabsichten über die Qualität des Naturwissenschaftsunterrichts beeinflusst werden.

Besonders förderlich scheinen Lehr-Lernaktivitäten zu sein, die einen hohen Anwendungsbezug zu Phänomenen und Problemstellungen des Alltags aufweisen und bei denen Schülerinnen und Schüler Erfahrungen durch Experimente sammeln. Unterrichtsangebote, die zu eigenständigem naturwissenschaftsbezogenem Forschen anregen und genügend Zeit für Austausch und Reflexion einräumen, können ebenfalls dazu beitragen, Jugendliche für naturwissenschaftliche Studienrichtungen oder Berufe zu motivieren. Auch unterrichtsergänzende Angebote, wie etwa mobile Experimentierlabors, können das fachliche Interesse der Schülerinnen und Schüler günstig beeinflussen. Um naturwissenschaftliche Interessen nachhaltig zu wecken, reicht jedoch ein einmaliger Besuch im Labor nicht aus (Brandt, Möller & Kohse-Höinghaus, 2008). Vielmehr bedarf es einer guten Vor- und Nachbereitung im Naturwissenschaftsunterricht, um längerfristige Effekte zu erzielen.

Ein weiterer Förderungsansatz besteht darin, die Vielfältigkeit und Attraktivität des naturwissenschaftsbezogenen Berufsspektrums verstärkt in den Unterricht einzubeziehen. Selbstverständlich können auch auserschulische Angebote, etwa in Zusammenarbeit mit der Industrie oder mit technischen Hochschulen, zu einer vertieften und Interessen weckenden Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen beitragen. Solche Angebote erlauben es den Schülerinnen und Schülern, ihre Kenntnisse über naturwissenschaftsbezogene Berufe und deren Anforderungen zu erweitern, Informationen über konkrete berufliche Zugangsmöglichkeiten zu erlangen sowie erste Kontakte mit Ausbildungsinstitutionen oder Betrieben im Berufsfeld herzustellen.

TEIL 2B: Analysen zu Geschlechterdifferenzen in den naturwissenschaftlichen Kompetenzen

Autorin Myrta Mariotta

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	81
2	Anstrengungsbereitschaft im Test: Geschlechterdifferenzen	82
3	Persönliche Einstellung zu den Naturwissenschaften	84
3.1	Geschlechterdifferenzen	84
3.2	Zusammenhang zwischen Einstellungen zu den Naturwissenschaften und Leistungen	84
4	Zusammenfassung und Fazit	88
	Literatur	89
	Anhang	91

1 Einleitung

In den internationalen Vergleichen der PISA-Ergebnisse 2006 sind in einigen Ländern statistisch signifikante Leistungsunterschiede zwischen Knaben und Mädchen zutage getreten (OECD, 2007). Zu diesen Ländern gehört auch die Schweiz. Leistungsunterschiede in den Naturwissenschaften zugunsten der Knaben bestehen in der Schweiz auch in der Stichprobe des neunten Schuljahres. Es wird daher untersucht, von welchen Faktoren diese abhängen, um der Politik Informationen zu liefern, in welchen Bereichen Handlungsbedarf im Sinne ausgewogenerer Leistungsergebnisse bestünde. Folgende Fragestellungen sollen in diesem thematischen Bericht beantwortet werden:

1. Gibt es geschlechterspezifische Unterschiede in der Bereitschaft, sich beim Ausfüllen des Tests anzustrengen? Lassen sich dadurch Geschlechterunterschiede in den naturwissenschaftlichen Leistungen erklären?
2. Wodurch lassen sich Geschlechterdifferenzen in den Naturwissenschaften sonst erklären? Können Einstellungen zu den Naturwissenschaften einen Beitrag zur Erklärung der Differenzen leisten?

2 Anstrengungsbereitschaft im Test: Geschlechterdifferenzen

Unterschiede in den naturwissenschaftlichen Gesamtleistungen zugunsten der Knaben liegen in der Deutschschweiz und in der französischsprachigen Schweiz vor, aber nicht in der italienischsprachigen Schweiz. Es gilt daher nun, diese Unterschiede zu erklären. Eine erste Hypothese kann bezüglich der Anstrengungsbereitschaft in der Erfüllung der Testaufgaben formuliert werden. Wichtig ist zu berücksichtigen, dass die Anstrengungsbereitschaft beim Ausfüllen des Tests keine objektive Grösse ist. Denn es handelt sich um das von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen einer Frage am Ende des Testhefts selbst bewertete Engagement, das sie auf einer Skala von 1 (geringes Engagement) bis 10 (sehr hohes Engagement) angeben. Daher sind diese Daten mit gewisser Vorsicht zu interpretieren.

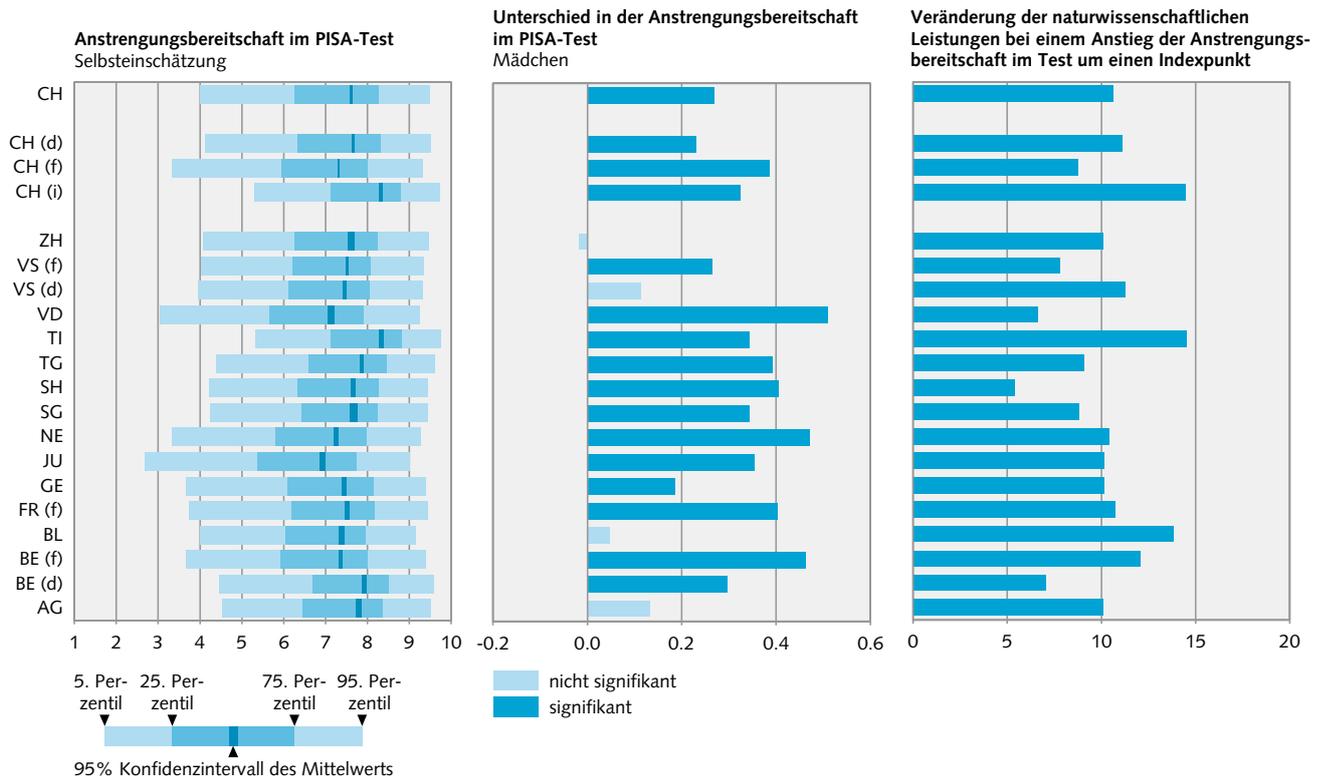
Abbildung 1 (links) zeigt unter den Schülerinnen und Schülern der italienischsprachigen Schweiz ein im Durchschnitt höheres Engagement als unter den Schülerinnen und Schülern in den restlichen Sprachregionen. Ferner stechen der hohe Wert am 5. Perzentil der italienischsprachigen Schweiz sowie die sehr geringe Streuung im Vergleich zu den anderen beiden Sprachregionen hervor. Allerdings verzeichnet die Deutschschweiz beim Engagement die geringsten Differenzen zwischen Knaben und Mädchen (Abbildung 1 Mitte). In allen Regionen und in nahezu allen Kantonen liegt das von den Mädchen erklärte Engagement bei der Bearbeitung des Tests statistisch signifikant höher als bei den Knaben. Aus der Regressionsanalyse ergibt sich in allen Sprachregionen und allen Kantonen, dass der Anstieg der Anstrengungsbereitschaft um einen Punkt eine statistisch signifikante Zunahme der Leistungen nach sich zieht (Abbildung 1 rechts).

Die für die beiden Geschlechter getrennt durchgeführte Regressionsanalyse bringt ebenfalls interessante Ergebnisse. Auf Schweizer und regionaler Ebene bewirkt

eine Zunahme des Engagements einen deutlich grösseren Leistungsanstieg bei den Mädchen als bei den Knaben. Wenn folglich eine höhere Anstrengungsbereitschaft (gemäss Selbsteinschätzung) mit besseren Leistungen verbunden ist, so zeigt sich der Effekt bei den Mädchen noch stärker.

Zusammenfassend ergibt sich aus der Regression, dass ein statistisch signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Anstrengungsbereitschaft und PISA-Leistungen besteht und sich dies bei den Mädchen allgemein stärker auswirkt. Dahingegen erreichen die Knaben (ausser in der italienischsprachigen Schweiz und in einigen Kantonen) im Allgemeinen höhere Punktwerte auf der Gesamtskala der Naturwissenschaften als die Mädchen, wenngleich diese nahezu immer eine höhere Anstrengungsbereitschaft im Test angeben. Daraus lässt sich schliessen, dass trotz eines möglicherweise engen Zusammenhangs zwischen dem angegebenen Engagement im Test und den Leistungen dieser Faktor nicht allein die geschlechterspezifischen Leistungsunterschiede in den Naturwissenschaften erklären kann. Es könnte sein, dass Knaben und Mädchen ihre Anstrengungsbereitschaft unterschiedlich bewerten, d.h. dass Mädchen eher bereit sind ein hohes Engagement anzugeben, während Knaben dazu neigen, ihr Engagement bei der Lösung der Testfragen «herunterzuspielen». Diese Hypothese kann jedoch mit den uns zur Verfügung stehenden Daten nicht überprüft werden. Des Weiteren dürften auch andere Faktoren die zwischen den Geschlechtern verzeichneten Leistungsunterschiede beeinflussen. Im folgenden Kapitel soll die Hypothese überprüft werden, ob und inwieweit die Leistungsunterschiede von der persönlichen Haltung gegenüber den Naturwissenschaften beeinflusst werden.

Abb. 1 Anstrengungsbereitschaft im Test



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

3 Persönliche Einstellungen zu den Naturwissenschaften

3.1 Geschlechterdifferenzen

Die früheren PISA-Zyklen haben gezeigt, dass persönliche Einstellung und Leistungen aneinander gekoppelt sind, und zwar in allen Kompetenzbereichen (BFS, 2002; BFS/EDK, 2005). Daher ist es wahrscheinlich, dass sich dies auch bei PISA 2006 in den Naturwissenschaften beobachten lässt. Dieses Kapitel ist der Betrachtung der Indizes bezüglich der *Motivation* (allgemeines Interesse bzw. Freude an Naturwissenschaften, instrumentelle Motivation, naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten und zukunftsorientierte Motivation für Lernen im Bereich Naturwissenschaften), der *Selbsteinschätzung* der eigenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen (Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept), die *Wertvorstellungen* in den Naturwissenschaften (allgemeiner und persönlicher Wert der Naturwissenschaften) und des *Umweltbewusstseins* (Optimismus, Besorgnis über Umweltthemen, Verantwortungsbewusstsein für nachhaltige Entwicklung) gewidmet.

Schweizweit und in den einzelnen Regionen werden bei den Knaben im Allgemeinen signifikant höhere Werte verzeichnet (vgl. Abbildung 2). Nur bei den Indizes *Besorgnis über Umweltthemen* und *Verantwortungsbewusstsein für nachhaltige Entwicklung* weisen die Mädchen höhere Werte auf als die Knaben. Dies gilt sowohl für die deutschsprachige Schweiz als auch für die gesamtschweizerische Stichprobe. Die deutlichsten Unterschiede zwischen Knaben und Mädchen treten in allen Sprachregionen in den Indizes *Selbstkonzept* und *Vertrautheit mit Umweltthemen* zu Tage (in der italienischsprachigen Schweiz zeigen sich im letzten Index ähnliche Unterschiede wie im Index *Allgemeiner Wert der Naturwissenschaften*). Im Unterschied zur restlichen Schweiz ist in der italienischsprachigen Schweiz kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Knaben und Mädchen in den Indizes *Freude an Naturwissenschaften* und *Selbstwirksamkeit* zu verzeichnen. In der französischsprachigen Schweiz, wo sich die Leistungsunterschiede zwischen Knaben und Mädchen markanter

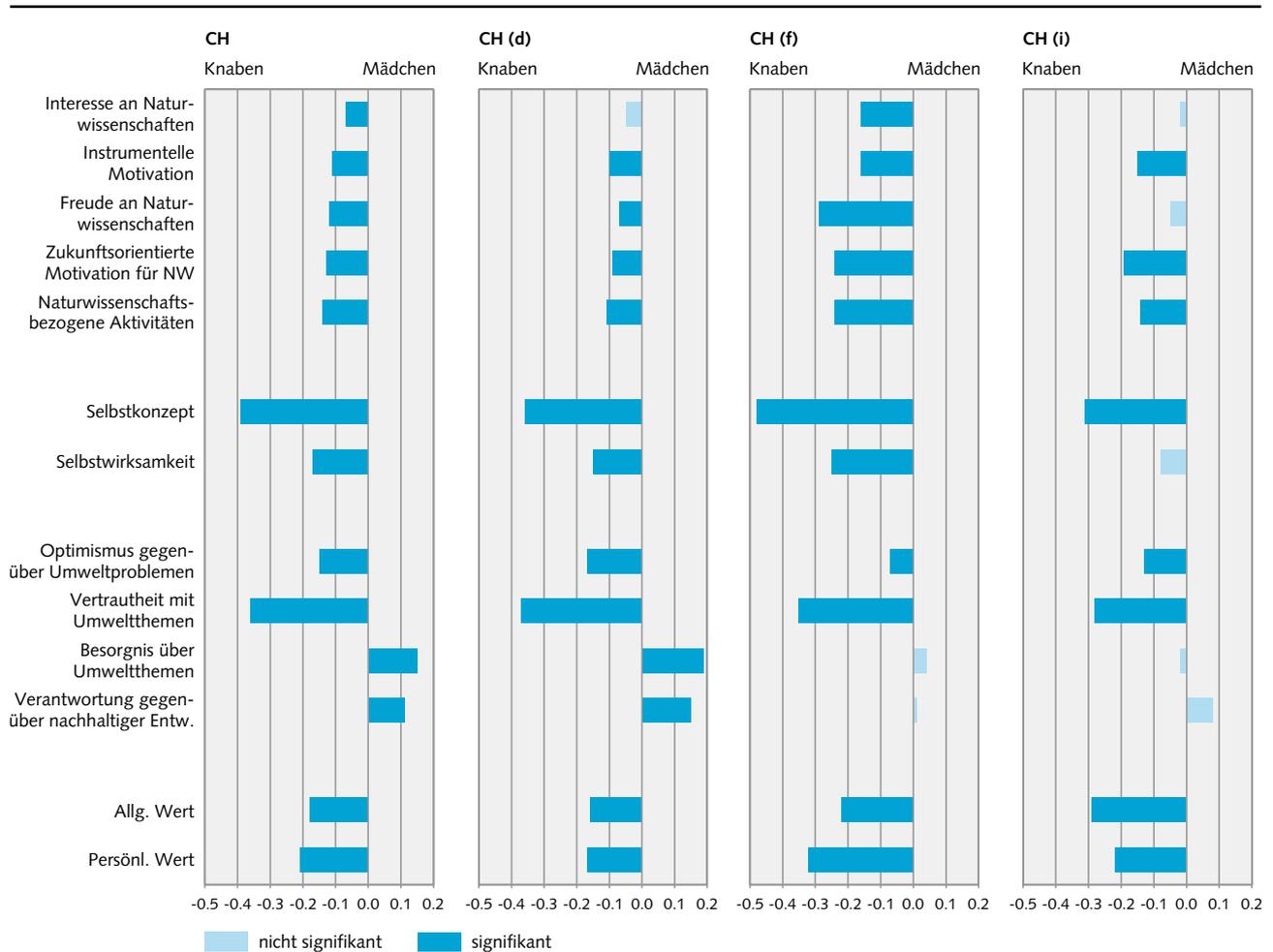
manifestieren als in der restlichen Schweiz, sind auch die Unterschiede in den Indizes zur *Motivation* (*Interesse, instrumentelle Motivation, Freude, zukunftsorientierte Motivation* und *naturwissenschaftsbezogene Aktivitäten*) und zur *Selbsteinschätzung* in den Naturwissenschaften (*Selbstkonzept und Selbstwirksamkeit*) im Allgemeinen grösser als in der Deutschschweiz und der italienischsprachigen Schweiz. Keine signifikanten Geschlechterunterschiede ergeben sich in der italienischsprachigen Schweiz für fünf Indizes, in der französischsprachigen Schweiz für zwei Indizes und in der deutschsprachigen Schweiz für einen Index.

3.2 Zusammenhang zwischen Einstellungen zu den Naturwissenschaften und Leistungen

Die Schätzung der Effekte der Einstellungen auf die naturwissenschaftlichen Leistungen erfolgt auf der Grundlage einfacher und multipler linearer Regression. Mit Hilfe der einfachen Regression kann die Wirkung jedes einzelnen Index ohne Berücksichtigung der anderen Merkmale beurteilt werden. Die multiple Regression erlaubt dagegen die Schätzung des Einflusses jedes einzelnen Merkmals im Modell unter gleichzeitiger Kontrolle der anderen, invarianten Merkmale (Nettoeffekt der Merkmale).

Die einfache Regression für die Indizes der *Motivation*, der *Selbsteinschätzung*, der *Wertvorstellungen* in den Naturwissenschaften und des *Umweltbewusstseins* zeigen, dass praktisch alle Indizes in allen Sprachregionen einen signifikanten Einfluss auf die Leistungen haben. Eine Ausnahme stellt der Index *Besorgnis über Umweltthemen* dar, der in der italienischsprachigen Schweiz keinen signifikanten Effekt auf die Leistungen aufweist.

Abb. 2 Unterschiede zwischen Knaben und Mädchen in den persönlichen Einstellungen zu den Naturwissenschaften



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Die multiplen Regressionen wurden ebenfalls für die oben erwähnten Indizes durchgeführt und zeigen – bei Kontrolle des Geschlechts – interessante Resultate¹. Die geschlechterspezifischen Unterschiede in den Leistungen werden unter Berücksichtigung der motivationalen Indizes reduziert. Dies bedeutet, dass sich die geschlechterspezifischen Leistungsdifferenzen zum Teil auf die motivationalen Variablen zurückführen lassen, und zwar insbesondere in der französischsprachigen Schweiz, wo die Differenz zwischen den Geschlechtern um 10 Punkte abnimmt. Unter Berücksichtigung des persönlichen und

allgemeinen Werts, der den Naturwissenschaften beige-messen wird, geht der Einfluss des Geschlechts auf die Leistungen zurück, was darauf hinweist, dass die Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern zumindest teilweise auch auf den den Naturwissenschaften beige-messenen Wert zurückzuführen sind.

Noch interessanter sind die multiplen Regressionen mit den Indizes zur persönlichen Einstellung zu Umwelt-themen und mit den Indizes der Selbsteinschätzung. Im Modell, in dem sowohl das Geschlecht als auch die Indizes der persönlichen Einstellungen zu Umweltthemen berücksichtigt werden (Abbildung 3 links), bleiben die Einflüsse der Indizes auf die Leistungen statistisch signifi-kant. Dagegen – und dies ist ein sehr wichtiger Aspekt – wird der an das Geschlecht gekoppelte Effekt aufgeho-ben. Deshalb kann die Einstellung gegenüber Umwelt-themen zumindest teilweise die Leistungsdifferenzen

¹ Es wird hier daran erinnert, dass die Geschlechterunterschiede in den naturwissenschaftlichen Leistungen (ohne Berücksichtigung von Kontextvariablen) in der Schweiz 12 Punkte betragen, 11.5 Punkte in der Deutschschweiz, 14 Punkte in der französischen Schweiz zu Gunsten der Knaben. In der italienischen Schweiz sind die Leistungen von Mädchen und Knaben statistisch nicht signifikant verschieden.

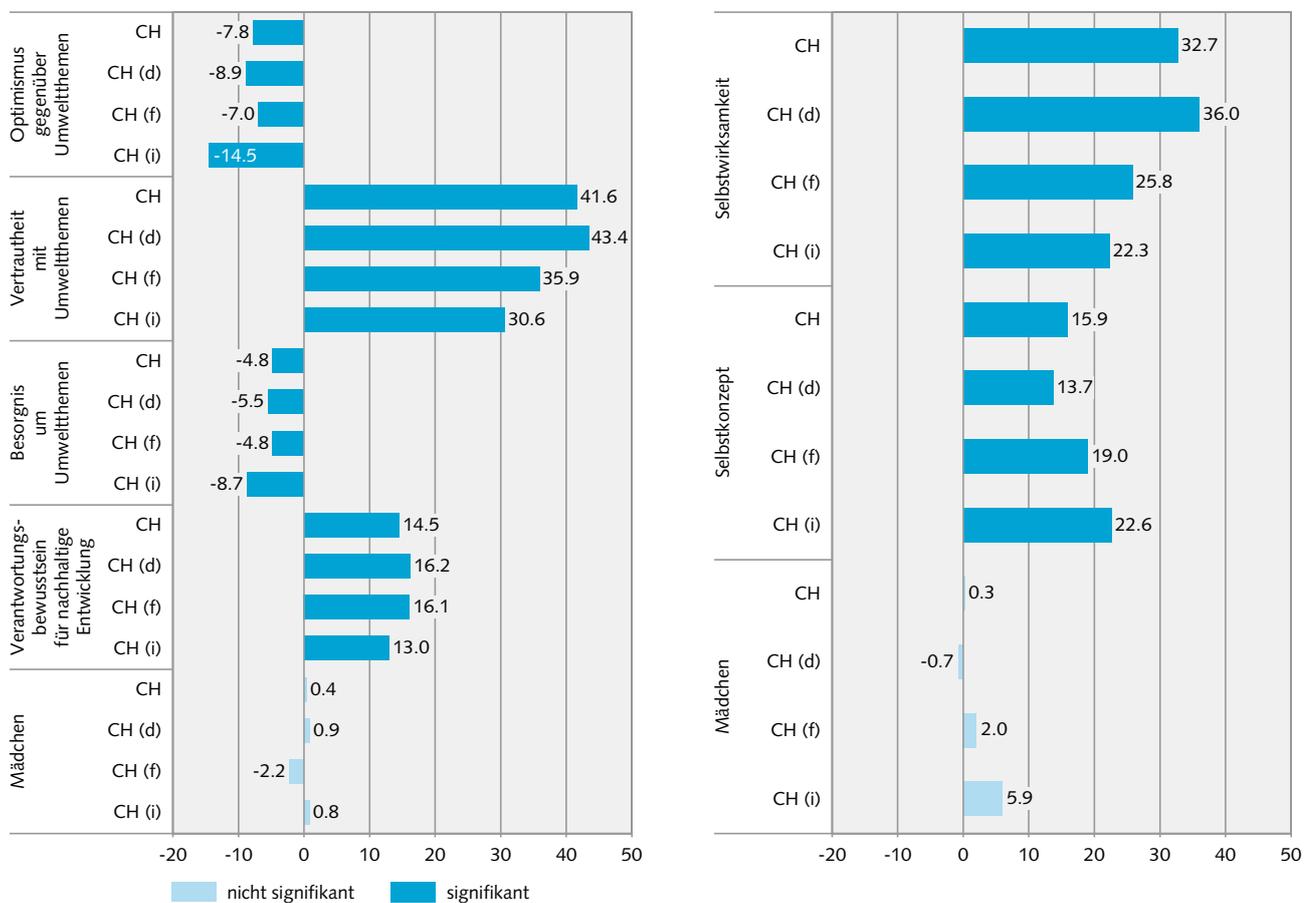
zwischen den Geschlechtern erklären. Der Einfluss der beiden Indizes der Selbsteinschätzung auf die naturwissenschaftlichen Leistungen bleibt auch bei der multiplen Regression statistisch signifikant. Was aber noch wichtiger ist: Der Einfluss des Geschlechts auf die Leistungen wird bei Berücksichtigung dieser Indizes (Abbildung 3 rechts) aufgehoben. Daraus lässt sich schliessen, dass die Leistungsdifferenzen zum Teil auf die höhere Selbstwirksamkeitseinschätzung und das höhere Selbstkonzept der Knaben zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 2). Folglich scheint die Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf ihre eigenen Fähigkeiten einen wichtigen Erklärungsansatz im Hinblick auf die Leistungsdifferenzen zu liefern.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der geschlechtsspezifische Einfluss allgemein abnimmt, wenn die Einstellungen zu den Naturwissenschaften hinzugezogen werden. Ganz aufgehoben wird der

Geschlechterunterschied, wenn er unter Kontrolle der Indizes *Selbsteinschätzung* und *Einstellungen gegenüber Umweltproblemen* betrachtet wird. Das bedeutet, dass im Falle gleicher Indexpunkte bei Selbsteinschätzung oder Einstellung zur Umweltproblematik keine Leistungs-differenzen zwischen den Geschlechtern mehr festzustellen sind. Daraus lässt sich folgern, dass die zwischen Knaben und Mädchen beobachteten Leistungsdifferenzen partiell auf die Unterschiede in der Selbsteinschätzung und in den Einstellungen zu Umweltthemen zurückzuführen sind.

Analysiert man die Feststellungen aus den vorangehenden Abschnitten, so lässt sich ein Modell erstellen, das die Indizes einschliesst, die in der multiplen Regression den Einfluss des Geschlechts auf die Leistungen in den Naturwissenschaften aufheben – d.h. die Selbsteinschätzung und die persönliche Einstellung gegenüber Umweltthemen – und das gleichzeitig die Anzahl der

Abb. 3 Nettoeffekt des Geschlechts und der einzelnen Indizes der Einstellung gegenüber Umweltthemen und der Selbsteinschätzung auf die Leistungen in den Naturwissenschaften

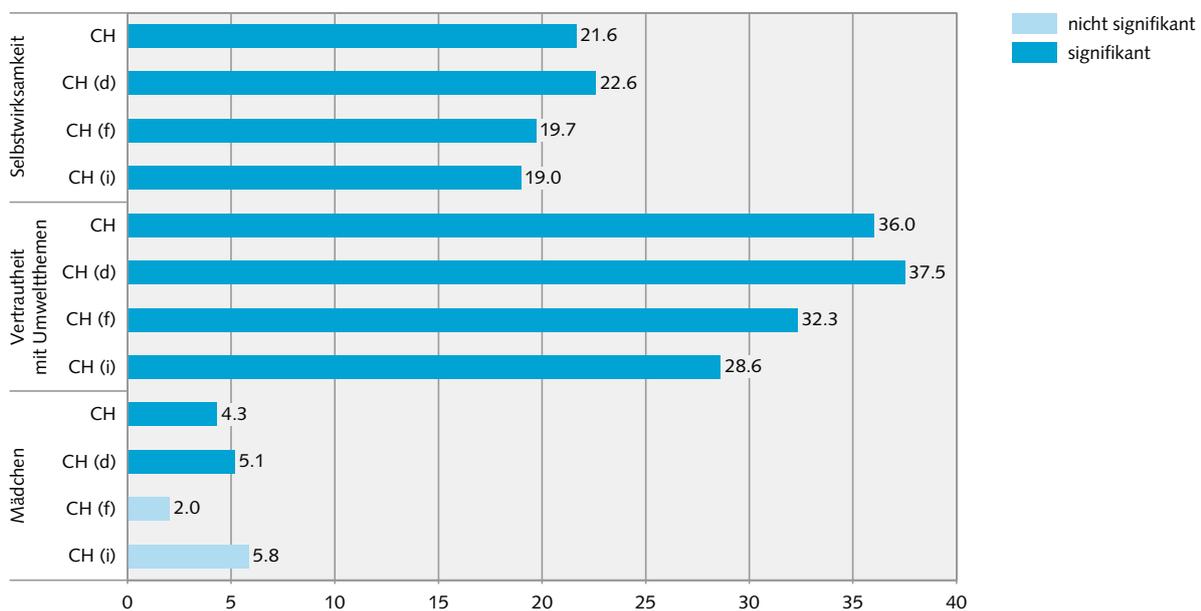


Indizes, welche die geschlechterspezifischen Leistungs-differenzen erklären können, auf ein Minimum reduziert. Von den Indizes der Selbsteinschätzung wurde nur der Index der *Selbstwirksamkeit* in das Modell aufgenommen, da dessen Effekt auf die Leistung in den Naturwissenschaften grösser ist als der des *Selbstkonzeptes* (Abbildung 3). Von den Indizes zu den Einstellungen zu Umweltproblemen wurde der Index in das Modell aufgenommen, in dem die Knaben in allen Sprachregionen deutlich höhere Mittelwerte aufweisen als die Mädchen, und der in der multiplen Regression den höchsten Regressionskoeffizienten hat. Dies ist der Index der *Vertrautheit mit Umweltthemen*.

Die Analysen machen deutlich (Abbildung 4), dass diese beiden Indizes sehr wichtig für eine mögliche Erklärung der geschlechterspezifischen Leistungsdifferenzen sind. So fällt der Vorsprung der Knaben in der französischsprachigen Schweiz weg, wenn gleichzeitig die Selbstwirk-

samkeit und die Vertrautheit mit Umweltthemen berücksichtigt werden. In der deutschsprachigen Schweiz wird der Vorsprung der Knaben nicht nur aufgehoben, sondern es kommt sogar zu einer «Inversion» zugunsten der Mädchen. Denn in der deutschsprachigen Schweiz sind bei den Mädchen unter statistischer Kontrolle der *Selbstwirksamkeit* und der *Vertrautheit mit Umweltthemen* im Durchschnitt 5 Punkte mehr zu verzeichnen als bei den Knaben. Dabei ist zu unterstreichen, dass die *Vertrautheit mit Umweltthemen* überdies von höherer Bedeutung ist als die *Selbstwirksamkeit*, da in der Deutschschweiz und der französischen Schweiz bei einer Änderung dieses Indexes um einen Punkt nach oben der Anstieg der Leistungen in den Naturwissenschaften über 30 Punkte beträgt. Die Änderung der Selbstwirksamkeit nach oben bewirkt dagegen einen Anstieg der Punktwerte in den Naturwissenschaften um circa 20 Punkte.

Abb. 4 Nettoeffekt des Geschlechts, der Selbstwirksamkeit und der Vertrautheit mit Umweltthemen auf die Leistungen in den Naturwissenschaften



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

4 Zusammenfassung und Fazit

In der Schweiz insgesamt, in der deutschsprachigen und in der französischsprachigen Schweiz erreichen die Knaben in den Naturwissenschaften einen signifikant höheren Mittelwert als die Mädchen. Die Unterschiede zugunsten der Knaben sind in der französischsprachigen Schweiz besonders markant mit einem Plus von fast 15 Punkten. Auch wenn das durch Selbsteinschätzung erklärte Engagement im Test einen statistisch signifikanten Effekt auf die Leistungen hat, kann es die Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern in den Naturwissenschaften nicht erklären. Im Gegensatz dazu erweisen sich die persönlichen Einstellungen zu den Naturwissenschaften als sehr bedeutsam. In der Tat können die Indizes zur Selbsteinschätzung und zur Einstellung gegenüber Umweltproblemen eine Erklärung für

die geschlechterspezifischen Leistungsunterschiede bieten. Insbesondere können allein durch die Indizes *Selbstwirksamkeit* und *Vertrautheit mit Umweltthemen* die Leistungsunterschiede in den Naturwissenschaften zugunsten der Knaben in der deutsch- und französischsprachigen Schweiz aufgehoben werden. In der Deutschschweiz bewirken diese beiden Indizes sogar die Umkehrung des Vorsprungs der Knaben mit statistisch signifikant höheren Leistungen auf Seiten der Mädchen. Daraus kann das Fazit gezogen werden, dass politische Schritte in Richtung einer Erziehung, die das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und die Vertrautheit mit Umweltthemen fördert, zu einem Abbau der geschlechterspezifischen Leistungsdifferenzen beitragen könnten.

Literatur

Artelt, C. (2000). *Strategisches Lernen*. Münster: Waxmann.

Artelt, C., Baumert, J., Julius-McElvany, N. & Peschar, J. (2003). *Das Lernen lernen. Voraussetzungen für lebensbegleitendes Lernen. Ergebnisse von PISA 2000*. Paris: OECD.

Baumert, J. (2005). *Soziale Bedingungen von Schulleistungen. Zur Erfassung von Kontextmerkmalen durch Schüler-, Schul- und Elternfragebögen*. Online unter: <http://www.mpib-berlin.mpg.de/pisa/Kontextmerkmale.pdf> (25.10.2008).

Beinke, L. (2006). *Berufswahl und ihre Rahmenbedingungen. Entscheidungen im Netzwerk der Interessen*. Frankfurt a. Main: Peter Lang.

Brandt, A., Möller, J. & Kohse-Höinghaus, K. (2008). Was bewirken ausserschulische Experimentierlabors? Ein Kontrollgruppenexperiment mit Follow up-Erhebung zu Effekten auf Selbstkonzept und Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 10 (1), 5–12.

Brühwiler, C., Abt, N., Buccheri, G. & Kis-Fedi, P. (in Vorbereitung). Engagement in den Naturwissenschaften und berufliche Zukunft. In Forschungsgemeinschaft PISA Deutschschweiz/FL (Hrsg.), *PISA 2006: Analysen für Deutschschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein*. Oberentfelden: Sauerländer.

Brühwiler, C., Abt, N. & Kis-Fedi, P. (2008). *PISA 2006: Porträt des Kantons St.Gallen*. Zürich: KDMZ.

Brühwiler, C. & Biedermann, H. (2005). Selbstreguliertes Lernen als Voraussetzung für erfolgreiches Mathematiklernen. In C. Zahner Rossier (Hrsg.), *PISA 2003: Kompetenzen für die Zukunft. Zweiter nationaler Bericht* (S. 57–73). Neuchâtel: BFS/EDK.

BFS (2002). *Für das Leben gerüstet? Die Grundkompetenzen der Jugendlichen – Nationaler Bericht der Erhebung PISA 2000*. Neuchâtel: BFS.

BFS/EDK (2005). *PISA 2003: Kompetenzen für die Zukunft. Zweiter nationaler Bericht*. Neuchâtel: BFS/EDK.

BFS (2007a). *Abschlüsse der schweizerischen Hochschulen 2007: Basistabellen. Lizentiate/Diplome nach Fachbereich und Geschlecht: 1990–2007*. Online unter: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/06/data.Document.86144.xls#Tab2.2!A1> (11.11.2008).

BFS (2007b). *Abschlüsse der Fachhochschulen (FH) 2007: Basistabellen. FH-Diplome nach Fachbereich, Geschlecht und Staatsangehörigkeit: 2000–2007*. Online unter: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/06/data.Document.86142.xls#T2.2!A2> (11.11.2008).

Coradi, M., Denzler, S., Grossenbacher, S. & Vanhooydonck, S. (2003). Keine Lust auf Mathe, Physik, Technik? Zugang zu Mathematik, Naturwissenschaften und Technik attraktiver und geschlechtergerecht gestalten. Aarau: SKBF.

Ebenezer, J.V. & Zoller, U. (1993). Grade 10 students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 175–186.

Eglin-Chappuis, N. (2007). *Studienfachwahl und Fächerwechsel. Eine Untersuchung des Wahlprozesses im Übergang vom Gymnasium an die Hochschule*. Bern: CEST.

- Eilks, I., Fischer, H.E., Hammann, M., Neuhaus, B., Petri, J., Ralle, B., Sandmann, A., Schön, L.-H., Sumfleth, E., Vogt, H. & Bayrhuber, H. (2004).** Forschungsergebnisse zur Neugestaltung des Unterrichts in den Naturwissenschaften. In H. Bayrhuber, B. Ralle, K. Reiss & H. Vollmer (Hrsg.), *Konsequenzen von PISA. Perspektiven der Fachdidaktiken* (S. 197–215). Innsbruck: StudienVerlag.
- Kessels, U. & Hannover, B. (2004).** Was bewirkt die Werbung für ingenieurwissenschaftliche Fächer? Evaluation eines universitären Angebots für Schülerinnen und Schüler. *Empirische Pädagogik*, 18 (2), 228–251.
- Krapp, A. (2002).** An educational-psychological theory of interest and its relation to self-determination theory. In E.L. Deci & R.M. Ryan (Eds.), *The handbook of self-determination research* (S. 405–427). Rochester: University of Rochester Press.
- OECD (2007).** *Science competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.
- Osborne, J. F., Simon, S. & Collins, S. (2003).** Attitudes toward Science: a Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049–1079.
- Seidel, T., Prenzel, M., Wittwer, J. & Schwindt, K. (2007).** Schülermerkmale, naturwissenschaftliche Kompetenz und Berufserwartung. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), *Pisa '06. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 125–146). Münster: Waxmann.
- Steiner, E. & Ruppen, P. (in Vorbereitung).** Unterricht in den Naturwissenschaften. In Forschungsgemeinschaft PISA Deutschschweiz/FL (Hrsg.), *PISA 2006: Analysen für Deutschschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein*. Oberentfelden: Sauerländer.
- Taskinen, P., Asseburg, R. & Walter, O. (2008).** Wer möchte später einen naturwissenschaftsbezogenen oder technischen Beruf ergreifen? Kompetenzen, Selbstkonzept und Motivationen als Prädiktoren der Berufserwartungen in PISA 2006. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 10*, 79–105.
- Wigfield, A., Eccles, J.S. & Rodriguez, D. (1998).** The development of children's motivation in school contexts. *Review of Research in Education*, 23, 73–118.
- Zahner Rossier, C. & Holzer, T. (2007).** *PISA 2006: Kompetenzen für das Leben – Schwerpunkt Naturwissenschaften. Nationaler Bericht*. Neuchâtel: BFS.

Anhang

T7 Vollständige Liste der naturwissenschaftsbezogenen Berufe für PISA 2006 (gemäss ISCO-88)

ISCO-88 Code	Berufsgruppe
1236	EDV-Leiter
1237	Forschungs- und Entwicklungsleiter
2110	Physiker, Chemiker und verwandte Wissenschaftler
2111	Physiker und Astronomen
2112	Meteorologen
2113	Chemiker
2114	Geologen und Geophysiker
2122	Statistiker (einschl. Aktuare)
2130	Informatiker
2131	Systemplaner, Systemanalytiker und Programmierer
2139	Informatiker, a.n.g.
2140	Architekten, Ingenieure und verwandte Wissenschaftler
2141	Architekten, Stadt- und Verkehrsplaner (einschl. Landschaftsarchitekten)
2142	Bauingenieure
2143	Elektroingenieure
2144	Elektronik- und Fernmeldeingenieure
2145	Maschinenbauingenieure
2146	Chemieingenieure
2147	Bergbauingenieure, Metallurgen und verwandte Wissenschaftler
2148	Kartographen und Vermessungsingenieure
2149	Architekten, Ingenieure und verwandte Wissenschaftler, a.n.g. (einschl. Gutachter)
2200	Biowissenschaftler und Mediziner
2210	Biowissenschaftler
2211	Biologen, Botaniker, Zoologen und verwandte Wissenschaftler
2212	Pharmakologen, Pathologen und verwandte Wissenschaftler (einschl. Biochemiker)
2213	Agrar- und verwandte Wissenschaftler
2220	Mediziner (ohne Krankenpflege)
2221	Ärzte
2222	Zahnärzte
2223	Tierärzte
2224	Apotheker
2229	Mediziner (ohne Krankenpflege), a.n.g.
2230	Wissenschaftliche Krankenpflege- und Geburtshilfefachkräfte
2442	Soziologen, Anthropologen und verwandte Wissenschaftler
2445	Psychologen

T7 Vollständige Liste der naturwissenschaftsbezogenen Berufe für PISA 2006 (gemäss ISCO-88) (Fortsetzung)

ISCO-88 Code	Berufsgruppe
2446	Sozialarbeiter
3110	Physikalische und ingenieurwissenschaftliche Fachkräfte
3111	Chemo- und Physikotechniker
3112	Bautechniker
3113	Elektrotechniker
3114	Elektronik- und Fernmeldetechniker
3115	Maschinenbautechniker
3116	Chemiebetriebs- und Verfahrenstechniker
3117	Bergbau- und Hüttentechniker
3118	Technische Zeichner
3119	Physikalische und ingenieurwissenschaftliche Fachkräfte, a.n.g.
3130	Bediener optischer und elektronischer Anlagen
3131	Fotografen und Bediener von Bild- und Tonaufzeichnungsanlagen (einschl. Kameralleute, Toningenieure)
3132	Fernseh-, Rundfunk- und Fernmeldeanlagenbediener
3133	Bediener medizinischer Geräte
3139	Bediener optischer und elektronischer Anlagen, a.n.g. (einschl. Filmvorführer, Telegrafisten)
3143	Flugzeugführer und verwandte Berufe
3144	Flugverkehrslotsen
3145	Flugsicherungstechniker
3150	Sicherheits- und Qualitätskontrolleure
3151	Bau-, Brandschutz- und Brandinspektoren
3152	Gesundheits-, Umweltschutzinspektoren und Qualitätskontrolleure (einschl. Arbeitsschutzinspektoren)
3200	Biowissenschaftliche und Gesundheitsfachkräfte
3210	Biotechniker und verwandte Berufe
3211	Biotechniker (einschl. medizinische Laborassistenten, Medizintechniker, a.n.g., Tierpräparatoren)
3212	Agrar- und Forstwirtschaftstechniker
3213	Land- und forstwirtschaftliche Berater
3220	Moderne medizinische Fachberufe (ohne Krankenpflege)
3221	Medizinische Assistenten
3222	Hygienetechniker und -inspektoren
3223	Diätassistenten und Ernährungsberater
3224	Augenoptiker
3225	Zahnmedizinische Assistenten
3226	Physiotherapeuten und verwandte Berufe (einschl. Chiropraktiker, Masseur, Osteopathen)
3227	Veterinärmedizinische Assistenten
3228	Pharmazeutische Assistenten
3229	Moderne Medizinische Fachberufe (ohne Krankenpflege), a.n.g. (einschl. Homöopathen, Logopäden, Berufstherapeuten)
3230	Nicht-wissenschaftliche Krankenpflege- und Geburtshilfefachkräfte
3231	Nicht-wissenschaftliche Krankenschwestern/-pfleger (einschl. Krankenschwestern/-pfleger in der Ausbildung)
3232	Nicht-wissenschaftliche Hebammen/Geburtshelfer (einschl. Hebammen/Geburtshelfer in der Ausbildung)

Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Naturwissenschaften: Erkenntnisse aus PISA und HarmoS

Autoren Christian Nidegger (SRED, Genf)
Jean Moreau (URSP, Lausanne)
François Gingins (HEP, Waadt)

Unter Mitarbeit von Marco Adamina (PH, Bern)
Ursula Frischknecht-Tobler (PH, St. Gallen)
Peter Labudde (PH, FHNW, Basel)
Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	97	3	Leistungsunterschiede bei PISA und HarmoS: Erklärungsansätze	107	
1	Vergleich der Ansätze in den beiden Projekten	98	3.1	Regionale und kantonale Vergleiche	107
1.1	Ziele	98	3.2	Kulturelle Unterschiede und Leistungen	110
1.2	Konzeptrahmen	98		Schlussfolgerungen	116
1.3	Methoden	99		Literatur	118
2	Vergleich des HarmoS-Kompetenzmodells mit dem PISA-Konzeptrahmen	100		Anhang	119
2.1	Konzeptionelle Aspekte	100			
2.1.1	Der Konzeptrahmen von PISA	100			
2.1.2	Das Kompetenzmodell im Projekt HarmoS	101			
2.1.3	Ähnliche Theorierahmen	103			
2.2	Kompetenzmodell HarmoS und PISA-Tests	103			
2.2.1	PISA-Items im HarmoS-Kompetenzmodell	103			
2.2.2	Subskalen von HarmoS und PISA	105			

Einleitung

In der PISA-Erhebung 2006 bildeten die Naturwissenschaften das Schwerpunktthema. Etwa gleichzeitig wurde im Rahmen von Arbeiten für HarmoS, mit denen Kompetenzmodelle und gesamtschweizerische Basisstandards entwickelt werden sollen, ein gross angelegter Test zur Messung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler durchgeführt. Der Test richtete sich an die 6. und 9. Klassen und umfasste namentlich den Bereich der Naturwissenschaften. Es schien uns interessant, die beiden Erhebungen in einer Studie zu vergleichen, sowohl was den Konzeptrahmen als auch die verwendeten Instrumente und das Abschneiden der Jugendlichen betrifft. Mit dem vorliegenden Bericht soll daher aufgezeigt werden, welche Gemeinsamkeiten die beiden Evaluationen aufweisen. Dabei wird insbesondere geprüft, inwieweit sich die Kompetenzen decken, die bei den Tests im Rahmen von PISA bzw. von HarmoS in den Naturwissenschaften gemessen werden. Anhand dieses Vergleichs lassen sich die Kompetenzen bestimmen, die in beiden Projekten gleichzeitig evaluiert werden und Anhaltspunkte darüber gewinnen, ob die verschiedenen Testpopulationen diese Kompetenzen besitzen.

In einem ersten Schritt werden wir die Ansätze und Methoden vorstellen, auf denen die beiden Projekte beruhen. Anschliessend analysieren wir das Abschneiden der Schülerinnen und Schüler anhand der Daten von PISA 2006. Dazu verwendeten wir die Kategorien des Kompetenzmodells von HarmoS Naturwissenschaften für die Daten von PISA 2006. Überdies werden wir einige Ergebnisse präsentieren, die auf den in beiden Projekten gesammelten Daten beruhen. Im letzten Teil werden die Ergebnisse des Vergleichs diskutiert und mögliche Erklärungen skizziert.

Messung der Kompetenzen in Naturwissenschaften mit PISA und HarmoS

- Die PISA-Erhebung der OECD soll im Abstand von drei Jahren die Kompetenzen der 15-jährigen Jugendlichen (9. Klasse) in den Fächern Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften prüfen. In der PISA-Erhebung 2006 bildeten die Naturwissenschaften das Schwerpunktthema. Mit den Daten zu über 20'000 Jugendlichen lassen sich in der Schweiz die Ergebnisse der 9. Klassen nach Sprachregionen und zum Teil nach Kantonen vergleichen (alle Kantone der französischen Schweiz, das Tessin und Deutschschweizer Kantone AG, BE, BL, SG, SH, VS-d, ZH). Die Erhebung 2006 wurde unter der Leitung des BFS von vier regionalen Zentren durchgeführt: vom Consortium Romand PISA unter Koordination von SRED und IRDP, vom IBE in Zürich, von der PHSG in St. Gallen und vom USR in Bellinzona.
- Ein Bereich des Projekts HarmoS (Harmonisierung der obligatorischen Schule in der Schweiz) der EDK besteht darin, Kompetenzmodelle für die drei Stufen 2., 6. und 9. Klasse zu entwickeln, diese empirisch zu testen und nationale Basisstandards für vier Fächer (Schulsprache, erste Fremdsprache, Mathematik und Naturwissenschaften) festzulegen. Ein gesamtschweizerischer Test wurde im Frühling 2007 bei je 9000 Jugendlichen der betroffenen Stufen (6. und 9. Klasse) durchgeführt. Mit den gesammelten Daten lassen sich die Ergebnisse der Jugendlichen nach Sprachregion vergleichen (in Naturwissenschaften, nur für die Deutschschweiz und die französische Schweiz). Für jedes Fach wurde die Durchführung des Projekts einem gesamtschweizerischen Konsortium übertragen. Das Konsortium für die Naturwissenschaften wurde von der PH Bern geleitet und zusammen mit folgenden Einrichtungen durchgeführt: HEP BEJUNE, HEP Vaud, PH Fachhochschule Nordwestschweiz, PH St. Gallen, PH Zürich, SRED Genf, Universität Zürich (IGB).

1 Vergleich der Ansätze in den beiden Projekten

Für die vorliegende Studie müssen die Projekte PISA und HarmoS zuerst beschrieben werden (Teil zu den naturwissenschaftlichen Kompetenzen), namentlich die Zielsetzungen, die Kompetenzmodelle und die Methoden, mit denen überprüft wird, ob die Jugendlichen die Standards der jeweiligen Modelle erreichen.

1.1 Ziele

Mit PISA soll die naturwissenschaftliche Grundbildung der Jugendlichen in verschiedenen Ländern verglichen und mit den individuellen, gesellschaftlichen und schulischen Merkmalen in Verbindung gebracht werden. Mit einem Test und einem Fragebogen werden die Kompetenzen der 15-jährigen Jugendlichen gemessen (9. Schuljahr für Vergleiche innerhalb der Schweiz), die «für eine volle Teilhabe an der Gesellschaft unerlässlich sind» (OECD 2007, S. 18). Die Instrumente sind so konzipiert, dass sie Vergleiche zwischen den Ländern ermöglichen, sowohl was die Leistungen der Jugendlichen als auch den Einfluss ihres schulischen, kulturellen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Umfelds betrifft.

Das Projekts HarmoS hat unter anderem zum Ziel, ein Kompetenzmodell für die Naturwissenschaften zu entwickeln, dieses empirisch zu validieren und gesamtschweizerische Basisstandards für ein Monitoring zum Schweizer Bildungssystem zu erarbeiten. Diese Basisstandards werden als «Can-do» (fähig sein zu...) für das Ende der Schuljahre 2, 6 und 9 gemäss heutiger Zählart der Schuljahre definiert. An diesen gesamtschweizerischen Standards sollen sich die Lehrpläne auf Stufe der Sprachregionen und der vier berücksichtigten Fachbereichen (Schulsprache, erste Fremdsprache, Mathematik und Naturwissenschaften) orientieren.

In beiden Projekten ist die gross angelegte, auf einem Konzeptrahmen basierende Leistungsmessung ein zentrales Element. Mit PISA werden die Kompetenzen in drei Bereichen verglichen: Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften. HarmoS umfasst dieselben Fächer, allerdings werden hier alle Kompetenzen in der Schulsprache

berücksichtigt, nicht nur das Lesen. Zusätzlich wird auch die erste Fremdsprache mit einbezogen. Bei PISA besteht das Ziel nicht darin zu vergleichen, was in den verschiedenen Ländern gelehrt wird, sondern in Erfahrung zu bringen, welche Kompetenzen sich die Jugendlichen im Unterricht angeeignet haben, die ihnen für ihre Zukunft nützlich sein werden. Deshalb werden Naturwissenschaften bei PISA als naturwissenschaftliche Grundbildung verstanden. Das Projekt HarmoS hat andere Ziele. Es soll den Rahmen für ein Kompetenzmodell bilden, das als Ausgangspunkt zur Bestimmung gesamtschweizerischer Basisstandards dient. Diese Basisstandards müssen direkt mit Bereichen des Unterrichts in Verbindung gebracht werden, die «lehrbar» sind. Dies ist einer der Hauptunterschiede zwischen HarmoS und PISA.

1.2 Konzeptrahmen

Der Konzeptrahmen der PISA-Erhebung muss möglichst universell sein, damit Vergleiche zwischen verschiedenen Ländern möglich sind und eine Bilanz der Kompetenzen der 15-jährigen Jugendlichen erstellt werden kann. Deshalb müssen zum Beispiel alle kulturellen Aspekte, die für einen Ländervergleich problematisch sein könnten, sorgfältig kontrolliert oder eliminiert werden. Im Projekt HarmoS soll das Kompetenzmodell einen Rahmen für die Kompetenzen vorgeben, die für die Schülerinnen und Schüler in der Schweiz als notwendig erachtet werden und die deshalb im Unterricht zu vermitteln sind. Im Projekt HarmoS wird die naturwissenschaftliche Ausbildung im Sinne einer Grundbildung (*Scientific Literacy*) und gemäss dem Kompetenzbegriff von Weinert (2001) verstanden: «Kompetenzen sind die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.» Diese beiden Modelle werden in einem zweiten Teil im Detail analysiert und verglichen.

1.3 Methoden

Die Durchführung des Projekts PISA wurde einem internationalen Konsortium übertragen, in welches zahlreiche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit unterschiedlichem Hintergrund ihre Kompetenzen einbringen. Das Projekt folgt einer verbindlichen langfristigen Planung. Auf der Basis eines international definierten Evaluationsrahmens können das internationale Konsortium und die Teilnehmerländer Items (Aufgaben und Fragen) vorschlagen. In einem partizipativen Prozess wird das Prüfungsmaterial validiert, getestet und ausgewählt (Prüfungsaufgaben und Kontextfragen des Fragebogens für Jugendliche und Schulen). Beim Einsammeln des Materials wird die Datenqualität überprüft. Die Antworten werden mit komplexen statistischen Methoden analysiert¹.

Im Rahmen des Projekts HarmoS erarbeiteten die Mitglieder des Konsortiums Naturwissenschaften auf der Grundlage ihres Kompetenzmodells einen gesamtschweizerischen Papier- und Bleistifttest, den sie einer grossen Stichprobe vorlegten und der eine Unterscheidung zwischen den beiden Sprachgruppen ermöglichte, die am gesamtschweizerischen Test zu den Naturwissenschaften teilnahmen (deutsch und französisch). Auf diese Weise wurde das Kompetenzmodell geprüft und angepasst. Im Gegensatz zu PISA wurden dabei nur wenige Informationen zu den Merkmalen der Jugendlichen

und ihrem schulischen und familiären Umfeld erhoben. Zudem war es aufgrund der Planungsvorgaben für das Projekt nicht möglich, einen echten Vortest für die Test-Items durchzuführen. Hingegen konnten andere Informationen gesammelt werden: In einem begrenzten Test wurden die Kompetenzen der Jugendlichen zum Erkunden und Experimentieren gemessen, und eine Reihe von Lernsituationen konfrontierten die Jugendlichen mit realistischen Fragestellungen aus den Bereichen Natur, Technik und Umwelt.

Aufgrund der Ergebnisse dieser Tests können gesamtschweizerische Basisstandards für die Naturwissenschaften in der 2., 6. und 9. Klasse gemäss heutiger Zahlart der Schuljahre festgelegt werden.

Obwohl die beiden Projekte wie bereits gezeigt nicht dasselbe Hauptziel verfolgen, haben sie zahlreiche Gemeinsamkeiten: Der Konzeptrahmen basiert auf Kompetenzen, die statistische Methode ist identisch (Rasch-Modell), und es werden Kompetenzstufen bzw. -niveaus unterschieden. Beim Projekt HarmoS profitierte man indirekt von den im Rahmen der früher lancierten PISA-Erhebung gewonnenen Erfahrungen. Für das Projekt HarmoS stehen jedoch nicht dieselben Ressourcen wie für PISA zur Verfügung, um Instrumente zu entwickeln und die Ergebnisse auszuwerten. In einem zweiten Teil werden wir genauer auf die Merkmale der beiden Konzeptrahmen eingehen und ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede analysieren.

¹ Die Skaleneinteilungen beruhen auf einem wissenschaftlichen Verfahren: Beim Rasch-Modell wird davon ausgegangen, dass ein Zusammenhang besteht zwischen der zu messenden Kompetenz und der Wahrscheinlichkeit, eine Aufgabe zu lösen. Dieser Zusammenhang wird mittels einer mathematischen Funktion beschrieben (Kurve zu den Eigenschaften des Items), die für alle Aufgaben gleich sein müsste.

2 Vergleich des HarmoS-Kompetenzmodells mit dem PISA-Konzeptrahmen

Die Kompetenzmodelle von PISA und HarmoS stützen sich auf wissenschaftliche Arbeiten sowohl im Bereich der Entwicklung als auch der Evaluation von Kompetenzen. Konkret basieren beide Modelle auf einem weit gefassten Naturwissenschaftsbegriff, der mehr auf Kompetenzen als auf Wissen ausgerichtet ist.

2.1 Konzeptionelle Aspekte

2.1.1 Der Konzeptrahmen von PISA

Der Konzeptrahmen für die Naturwissenschaften orientiert sich bei PISA weitgehend am Konzept der Literacy (d.h. einer Grundbildung), das ursprünglich für den Bereich Textverständnis entwickelt und später auf andere Bereiche übertragen wurde. Im Englischen wird bei PISA von «Scientific Literacy» gesprochen, was im Deutschen mit «naturwissenschaftliche Grundbildung» übersetzt wurde. In beiden Fällen ist zu betonen, dass nicht nur «naturwissenschaftliche» Kompetenzen im engeren Sinne, sondern viel breitere Kompetenzen identifiziert werden sollen.

Der Konzeptrahmen für die Evaluation 2006 verwendet eine breit gefasste Definition der wissenschaftlichen Grundbildung, welche das Wissen und Können in den Vordergrund stellt, das für das Alltagsleben in der Ge-

sellschaft der Zukunft notwendig ist (siehe OECD, Rahmenkonzept PISA 2006). Dieser Rahmen berücksichtigt vier Achsen: Kontexte, Kompetenzfelder, Wissensbereiche und Einstellungen, die von den Jugendlichen im Zusammenhang mit der naturwissenschaftlichen Grundbildung erwartet werden.

Der **Kontext (persönlicher, gesellschaftlicher, globaler Kontext)** wird durch wissenschaftlich und technisch relevante Alltagssituationen gebildet (Gesundheit, natürliche Ressourcen, Umweltqualität, Gefahren, Grenzen von Wissenschaft und Technologie).

Die **naturwissenschaftlichen Kompetenzen** umfassen folgende drei Felder: naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen (ISI), Phänomene naturwissenschaftlich erklären (EPS), naturwissenschaftliche Beweise heranziehen (USE).

Das **naturwissenschaftliche Wissen** ist in vier Inhaltsbereiche gegliedert:

- Physikalische Systeme
- Lebende Systeme
- Erde und Weltraum
- Technologische Systeme

Hinzu kommt eine Kategorie **Wissen über die Naturwissenschaften**, bei der es um naturwissenschaftliches Forschen und naturwissenschaftliche Erklärungen geht.

T1 Komponenten des PISA-Rahmenkonzepts

Kompetenzfelder	Wissensbereiche	Einstellungen
Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen	<i>Naturwissenschaftliches Wissen:</i> Physikalische Systeme Lebende Systeme	Interesse an Naturwissenschaften
Phänomene naturwissenschaftlich erklären	Erde und Weltraum Technologische Systeme	Unterstützung naturwissenschaftlicher Untersuchungen
Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen	<i>Wissen über Naturwissenschaften:</i> Naturwissenschaftliche Untersuchungen Naturwissenschaftliche Erklärungen	Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Ressourcen und Umwelt

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Dimension der persönlichen **Einstellungen** geschenkt:

- Interesse an den Naturwissenschaften
- Unterstützung naturwissenschaftlicher Untersuchungen
- Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Ressourcen und Umwelt

Zusammenfassend werden im naturwissenschaftlichen Teil von PISA die Jugendlichen anhand von 3 Hauptkomponenten geprüft.

Im Übrigen wurden für die naturwissenschaftlichen Kompetenzen sechs Kompetenzniveaus festgelegt, die vom einfachsten Niveau 1 bis zum schwierigsten Niveau 6 reichen. Mit diesen Niveaus lassen sich alle Test-Items zuordnen und die Testpopulationen aufgrund der gemessenen Kompetenzen einteilen.

2.1.2 Das Kompetenzmodell im Projekt HarmoS

Das Kompetenzmodell von HarmoS für die Naturwissenschaften gleicht aus struktureller Sicht dem Konzeptrahmen von PISA. Das HarmoS-Modell umfasst zwei Hauptachsen: Die «Handlungsaspekte» beschreiben das kognitive Vorgehen der Testperson in naturwissenschaftlichen Situationen, während die «Themenbereiche» die Unterrichtsinhalte gliedern. Eine dritte Dimension, die Kompetenzniveaus, widerspiegelt die Komplexität der Aufgaben und gibt an, wie gut die in den ersten beiden Achsen dargestellten Kompetenzen beherrscht werden. Im nachfolgenden Schema sind diese drei Achsen dargestellt.

Schematische Darstellung des Kompetenzmodells HarmoS

Dreidimensionales Modell



© BFS/EDK Quelle: Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Die **Handlungsaspekte** bilden die erste Dimension des Modells. Für die acht darunter fallenden Aspekte sind Anforderungsniveaus definiert. Diese Handlungsaspekte decken die naturwissenschaftliche Grundbildung umfassend ab.

T2 Achse «Handlungsaspekte HarmoS»

Interesse und Neugierde entwickeln (IN)

Fragen und untersuchen (FU)

Informationen erschliessen (IE)

Ordnen, strukturieren, modellieren (OS)

Einschätzen und beurteilen (EB)

Entwickeln und umsetzen (EU)

Mitteilen und austauschen (MA)

Eigenständig arbeiten (EA)

© BFS/EDK Quelle: Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Beim gesamtschweizerischen Test, der den Jugendlichen der 9. Klassen im Frühling 2007 vorgelegt wurde, konnten mangels Zeit und Ressourcen lediglich folgende drei Aspekte getestet werden: *Informationen erschliessen* (IE), *Ordnen, strukturieren, modellieren* (OS), *Einschätzen und beurteilen* (EB).

Die **Themenbereiche** bilden die zweite Dimension des Modells. Es handelt sich dabei um typische, repräsentative Themen einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, die aber nicht alle möglichen Themen abdecken.

T3 Achse «Themenbereiche HarmoS»

Planet Erde

Bewegung, Kraft, Energie

Wahrnehmung und Steuerung

Stoffe und Stoffveränderungen

Lebewesen

Lebensräume und Gemeinschaften

Mensch und Gesundheit

Mensch, Gesellschaft, Technik: Perspektiven

© BFS/EDK Quelle: Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Die Kompetenzniveaus bilden die dritte Achse des weiter oben abgebildeten Schemas. Sie basieren auf derselben Hierarchie wie die Niveaustufen im PISA-Konzeptrahmen.

T4 Vergleich der drei 2007 getesteten Handlungsaspekte von HarmoS mit dem PISA-Modell*

PISA 2006	HarmoS Naturwissenschaften Drei 2007 getestete Handlungsaspekte
Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen: <ul style="list-style-type: none"> • Schlüsselbegriffe für die Suche nach naturwissenschaftlichen Informationen identifizieren 	Informationen erschliessen (IE): <ul style="list-style-type: none"> • Informationsarten erkennen • Informationen lesen • Informationen suchen
Phänomene naturwissenschaftlich erklären: <ul style="list-style-type: none"> • Phänomene naturwissenschaftlich beschreiben oder interpretieren und Veränderungen vorhersagen 	Ordnen, strukturieren, modellieren (OS): <ul style="list-style-type: none"> • Analysieren und strukturieren • Ordnen und modellieren
Dimension Einstellungen Unterstützung naturwissenschaftlicher Untersuchungen: <ul style="list-style-type: none"> • Sich der Bedeutung der Berücksichtigung unterschiedlicher wissenschaftlicher Sichtweisen und Argumente bewusst sein • Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Ressourcen und Umwelt 	Einschätzen und beurteilen (EB): <ul style="list-style-type: none"> • Sammeln, betrachten, einschätzen, bewerten • Argumentieren und Stellung nehmen • Informationsquellen kritisch prüfen • Persönlich und wissenschaftlich bewerten

* In Anhang ist die vollständige Tabelle zum Vergleich zwischen allen kognitiven Prozessen der «Handlungsaspekte» von HarmoS und dem PISA-Kompetenzmodell zu finden.

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007/Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

T5 Vergleich der Themenbereiche von PISA und HarmoS

PISA 2006	HarmoS Naturwissenschaften
Physikalische Systeme <ul style="list-style-type: none"> • Struktur der Materie • Eigenschaften der Materie • Chemische Veränderungen der Materie • Bewegung und Kraft • Energie und Energieumwandlung • Interaktion von Energie und Materie 	Dieser PISA-Inhaltsbereich deckt 3 Themenbereiche von HarmoS ab: Bewegung, Kraft, Energie Wahrnehmung und Steuerung Stoffe und Stoffveränderungen
Lebende Systeme <ul style="list-style-type: none"> • Zellen • Menschen • Populationen • Ökosysteme • Biosphäre 	Dieser PISA-Inhaltsbereich deckt 3 Themenbereiche von HarmoS ab: Lebewesen Lebensräume und Gemeinschaften Mensch und Gesundheit
Erde und Weltraum <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau der Erdsysteme • Energie und Erdsysteme • Veränderung der Erdsysteme • Erdgeschichte • Die Erde im Weltall 	Dieser PISA-Inhaltsbereich deckt 1 Themenbereich von HarmoS ab: Planet Erde
Technologische Systeme <ul style="list-style-type: none"> • Rolle naturwissenschaftsbasierter Technologien • Zusammenhänge zwischen Naturwissenschaften und Technologie • Konzepte • Wichtige Prinzipien 	Dieser PISA-Inhaltsbereich deckt 1 Teil eines Themenbereichs von HarmoS ab: Mensch, Gesellschaft, Technik: Perspektiven

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007/Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

2.1.3 Ähnliche Theorierahmen

Der Konzeptrahmen von PISA und das Kompetenzmodell von HarmoS weisen Gemeinsamkeiten auf. Gewisse Kompetenzbereiche aus dem HarmoS-Modell können mit dem PISA-Modell in Verbindung gebracht werden. Es handelt sich in beiden Fällen um Kompetenzen in Zusammenhang mit kognitiven Aufgaben. Die Kategorien sind zwar nicht identisch, aber ähnlicher Art. Beide Kompetenzmodelle orientieren sich am Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung. Im Rahmen des Projekts HarmoS decken die Handlungsaspekte zusätzlich Können und Fähigkeiten ab, die naturwissenschaftliches Erkunden und Experimentieren betreffen und die im PISA-Kompetenzmodell nur gestreift werden. Mit den im Rahmen von PISA entwickelten Instrumenten (Papier- und Bleistiftaufgaben) lässt sich diese Art von Kompetenzen nicht erfassen. In Tabelle 5 ist dargestellt, dass sich zwei der drei Handlungsaspekte von HarmoS zumindest teilweise mit zwei von drei naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern von PISA decken. Der dritte Handlungsaspekt von HarmoS, *Einschätzen und beurteilen* (EB), würde im PISA-Modell theoretisch gesehen eher den Dimensionen zur persönlichen Einstellung entsprechen.

Betrachtet man die Wissensinhalte genauer, stellt man fest, dass die vier naturwissenschaftlichen Inhaltsbereiche von PISA mit den acht Themenbereichen des HarmoS-Kompetenzmodells vergleichbar sind. Dabei decken sich die Inhaltsbereiche von PISA und die Themenbereiche von HarmoS fast vollständig (siehe Tabelle 5).

2.2 Kompetenzmodell HarmoS und PISA-Tests

Bei der Erarbeitung des naturwissenschaftlichen Kompetenzmodells orientierte sich das Konsortium HarmoS Naturwissenschaften selbstverständlich an den verschiedenen bestehenden Studien zum Bereich der naturwissenschaftlichen Grundbildung (*Scientific Literacy*) und zur Entwicklung der naturwissenschaftlichen Grundkompetenzen. Parallel zur Entwicklung des Projekts HarmoS bildeten bei der PISA-Erhebung 2006 die Naturwissenschaften das Schwerpunktthema. Es schien uns deshalb wichtig, die Ergebnisse der beiden Erhebungen soweit möglich zu vergleichen.

Widerspiegeln sich die theoretischen Gemeinsamkeiten der beiden Modelle auch in den Instrumenten, die in den beiden Projekten zur Kompetenzmessung entwickelt wurden?

Man kann sich die Frage stellen, inwieweit die verschiedenen Aufgaben und Fragen, welche den Jugendlichen im Rahmen der PISA-Erhebung vorgelegt wurden, auch Hinweise zu gewissen Aspekten des HarmoS-Kompetenzmodells liefern. Deshalb wird hier versucht, die beiden Messinstrumente zu vergleichen, die zur Evaluation der Kompetenzen der Jugendlichen und ihrer Ergebnisse eingesetzt wurden.

2.2.1 PISA-Items im HarmoS-Kompetenzmodell

Zur Durchführung des Vergleichs zwischen PISA und HarmoS wurden die PISA-Items soweit möglich den drei 2007 gesamtschweizerisch getesteten Handlungsaspekten des HarmoS-Modells zugewiesen. In einer ersten Etappe wurden dazu alle naturwissenschaftlichen Items der PISA-Erhebung 2006 vier naturwissenschaftlichen Fachpersonen des Konsortiums HarmoS Naturwissenschaften vorgelegt.

Die vier «Juroren» mussten individuell jedes Item einem der drei Handlungsaspekte des HarmoS-Kompetenzmodells zuweisen. Sie konnten es auch einem der übrigen Handlungsaspekte des HarmoS-Kompetenzmodells zuweisen oder entscheiden, dass ein Item zu keinem Handlungsaspekt des Kompetenzmodells passt. Die Juroren gehörten zu den Personen, die das Kompetenzmodell entwickelt hatten. Sie mussten auch jedes Item einem der acht Themenbereiche des HarmoS-Kompetenzmodells zuweisen. Ihre Beurteilung und Zuweisung bezogen sie auf die Beschreibung der verschiedenen Handlungsaspekte und Themenbereiche des HarmoS-Kompetenzmodells für die Naturwissenschaften.

In einem zweiten Schritt wurden alle Items, bei denen kein Mehrheitsentscheid resultierte, diskutiert, um eine Einigung zu finden oder das Item auszuklammern. Schliesslich wurden von den 103 ursprünglichen Items 15 ausgeklammert, womit 88 Items übrig blieben.

Dabei ist anzumerken, dass die Juroren die Zuweisung als schwierig empfanden. Diejenigen Fälle, in denen sie sich nicht einig waren, konnten jedoch in einer Diskussion geklärt werden. Bei dieser Gelegenheit stellten die Juroren auch gewisse Unterschiede zwischen den Items bei PISA und bei HarmoS fest:

- Die PISA-Items erschienen ihnen relativ «einfach» in dem Sinne, dass für die Antworten kein längerer Denkprozess erforderlich war, während dies bei einigen HarmoS-Fragen eher der Fall war.
- Die PISA-Items wurden als relativ wenig kontextbezogen empfunden, d.h. die Einbettung der Testaufgaben in reale Situationen ist eher begrenzt. Im Übrigen sind die PISA-Items näher bei Alltagssituationen als die HarmoS-Fragen.
- Die von den Jugendlichen zur Beantwortung der PISA-Items erforderlichen Kompetenzen wurden von den Juroren eher als «deklarativ» denn als «prozedural» empfunden, während die HarmoS-Items eher darauf ausgerichtet sind, prozedurales Wissen zu prüfen.
- Als relativ schwierig empfanden die Juroren die Unterscheidung zwischen den Aspekten *Ordnen, strukturieren, modellieren* (OS) und *Einschätzen und beurteilen* (EB) sowie zwischen den Aspekten *Ordnen, strukturieren, modellieren* (OS) und *Informationen erschliessen* (IE): Sie machten deshalb darauf aufmerksam, dass gewisse Elemente zur Beschreibung dieser Skalen präzisiert werden müssen, um sie im HarmoS-Modell besser unterscheiden zu können.

Ähnlichkeit der Modelle hinsichtlich der Merkmale der Items

Anhand der Einteilung der PISA-Items durch die Juroren nach HarmoS-Handlungsaspekten lässt sich nun abschätzen, wie nahe die Kompetenzaspekte von HarmoS

bei den naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen von PISA liegen (siehe Tabelle 6). Die Juroren wiesen die Items vier Handlungsaspekten des HarmoS-Kompetenzmodells zu: den drei Aspekten des gesamtschweizerischen Tests von 2007 und dem Aspekt *Fragen und untersuchen* (FU).

Es zeigt sich, dass 33 der 44 Items des PISA-Kompetenzfelds *Phänomene naturwissenschaftlich erklären* dem HarmoS-Handlungsaspekt *Ordnen, strukturieren, modellieren* (OS) zugeordnet wurden und 20 der 30 Items des PISA-Kompetenzfelds *Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen* dem HarmoS-Handlungsaspekt *Informationen erschliessen* (IE). Die Items des Handlungsaspekts *Einschätzen und bewerten* (EB) stammen hingegen zu etwa gleichen Teilen aus den drei Kompetenzskalen von PISA. Dabei fällt auf, dass beim Konzeptvergleich (siehe Tabelle 5) der Handlungsaspekt *Einschätzen und beurteilen* (EB) nicht direkt einer naturwissenschaftlichen Kompetenz von PISA zugeordnet wurde. Im Übrigen wurden 8 von 9 Items des HarmoS-Handlungsaspekts *Fragen und untersuchen* (FU) der PISA-Skala *Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen* zugeordnet. Dabei ist anzumerken, dass der HarmoS-Handlungsaspekt *Fragen und untersuchen* (FU) nicht Bestandteil des gesamtschweizerischen HarmoS-Tests war. Die Items dieses Aspekts wurden somit für die Erstellung der neuen PISA-HarmoS-Skala nicht berücksichtigt. Dass zwischen den beiden Konzeptrahmen von PISA und HarmoS Gemeinsamkeiten bestehen, wie dies unter 2.1. nachgewiesen wurde, bestätigten somit auch die beigezogenen Fachpersonen bis zu einem gewissen Grad.

T6 Vergleich der Einteilung der Items nach PISA- und nach HarmoS-Skala

	Kompetenzfelder (PISA)			Total
	Phänomene naturwissenschaftlich erklären (EPS)	Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen (ISI)	Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen (USE)	
Handlungsaspekte (HarmoS)				
Einschätzen und beurteilen (EB)	5	6	5	16
Fragen und untersuchen (FU)	0	8	1	9
Informationen erschliessen (IE)	6	4	20	30
Ordnen, strukturieren, modellieren (OS)	33	5	4	42
Total	44	23	30	97

T7 Vergleich der Verteilung der Items nach Themenbereichen von HarmoS und naturwissenschaftlichen Anwendungsbereichen von PISA

		Anwendungsbereiche (PISA)						Total
		Umwelt	Grenze (Wiss./ Technologie)	Natürliche Risiken	Gesundheit	Natürliche Ressourcen	Andere	
Themenbereiche (HarmoS)	Andere	1	1	3	4	0	0	9
	BE	0	3	0	0	1	0	4
	KO	0	2	0	2	0	0	4
	LR	4	2	0	0	1	0	7
	LW	3	0	0	4	7	3	17
	MG	0	0	0	14	0	0	14
	NG	4	3	2	0	2	0	11
	PE	5	5	3	0	2	0	15
	ST	0	7	5	0	4	0	16
Total		17	23	13	24	17	3	97

BE (Bewegung, Kraft, Energie), KO (Wahrnehmung und Steuerung), LR (Lebensräume und Lebensgemeinschaften), LW (Lebewesen), MG (Mensch und Gesundheit), NG (Natur, Gesellschaft, Technik: Perspektiven), PE (Planet Erde), ST (Stoffe und Stoffveränderungen)

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007/Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Wir wollten auch in Erfahrung bringen, wie nahe die Themenbereiche von HarmoS bei den Anwendungsbereichen von PISA liegen. Tabelle 7 zeigt die Einteilung der Items gemäss diesen beiden Dimensionen.

Bei den Themenbereichen ist die Übereinstimmung deutlich weniger gross als bei den Handlungsaspekten. Eine nicht vernachlässigbare Rolle spielt dabei zweifellos die Zahl der Dimensionen. Genau deckungsgleich sind allerdings der Anwendungsbereich *Gesundheit* von PISA und der Themenbereich *Mensch und Gesundheit* (MG) von HarmoS. Der Themenbereich *Stoffe und Stoffveränderungen* (ST) stimmt hingegen nicht mit den Anwendungsbereichen *Umwelt* und *Gesundheit* von PISA überein.

2.2.2 Subskalen von HarmoS und PISA

Wir konnten somit zeigen, dass die meisten Items, die den Jugendlichen in der PISA-Erhebung vorgelegt wurden, gemäss Fachleuten auch mit dem HarmoS-Modell kompatibel und somit geeignet sind, um die in HarmoS geprüften Kompetenzen zu evaluieren. Mit den PISA-Daten 2006 für diejenigen Items, die als kompatibel mit dem HarmoS-Modell erachtet werden, haben wir mit einer analogen Methode wie zur Erstellung der PISA- und HarmoS-Skalen eine neue HarmoS-Skala gebildet. Subskalen wurden anhand der Zuteilung der PISA-Items zu

den HarmoS-Handlungsaspekten ebenfalls festgelegt. Diese Subskalen berücksichtigen sowohl die drei Handlungsaspekte als auch die fünf Themenbereiche von HarmoS.

So erhalten wir eine neue Skala, die wir als PISA-HarmoS-Skala bezeichnen und die auf den PISA-Items beruht, die als kompatibel mit dem HarmoS-Kompetenzmodell und den drei Subskalen für die Handlungsaspekte erachtet wurden. Diese neue Einteilung beinhaltet eine grosse Zahl von Items (88 von 108) und liegt deshalb sehr nahe bei der PISA-Skala für die Naturwissenschaften. Sie eignet sich jedoch nicht, um die naturwissenschaftliche Dimension von HarmoS zu beschreiben, da beim Vergleich mit PISA lediglich die drei empirisch getesteten Handlungsaspekte des Modells HarmoS berücksichtigt wurden.

Der innere Aufbau dieser beiden Modelle und allenfalls vorhandene Gemeinsamkeiten lassen sich bestimmen, indem die Korrelationen zwischen den verschiedenen Subskalen analysiert werden, die in den beiden Evaluationen erstellt wurden. Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Skalen, über die wir verfügen, ermöglichen folgende Vergleiche:

- zwischen den naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen von PISA

- zwischen den Handlungsaspekten der Ergebnisse im gesamtschweizerischen HarmoS-Test
- zwischen den von den Juroren neu eingeteilten HarmoS-Subskalen
- zwischen den neu eingeteilten HarmoS-Skalen und den naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen von PISA

Die Korrelationen geben an, ob eine Beziehung zwischen zwei Dimensionen besteht. Die Werte liegen dabei zwischen 0 und 1. Eine Korrelation von 0 bedeutet, dass diese Dimensionen unabhängig voneinander sind, der Wert 1 hingegen steht für eine volle Übereinstimmung.

T 8 Korrelationen zwischen den naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen von PISA

	Erklären	Erkennen	Anwenden
Erklären			
Erkennen	0.90		
Anwenden	0.92	0.92	

© BFS/EDK Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Tabelle 8 zeigt, dass die Korrelationen zwischen den naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen von PISA hoch sind, da sie durchwegs bei über 0.9 liegen.

T 9 Korrelationen zwischen den drei Handlungsaspekten von HarmoS

	Erschliessen	Einschätzen	Ordnen
Erschliessen			
Einschätzen	0.82		
Ordnen	0.94	0.79	

© BFS/EDK Quelle: Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

In Tabelle 9 sind die Korrelationen dargestellt, die zwischen den Handlungsaspekten beim gesamtschweizerischen HarmoS-Test der 9. Klassen auftraten. Diese Korrelationen sind relativ hoch, wenn auch etwas niedriger als bei den naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern von PISA, mit Ausnahme der Aspekte *Ordnen, strukturieren, modellieren* (OS) und *Informationen erschliessen* (IE), wo die Korrelation 0.94 erreicht.

Tabelle 10 zeigt die Korrelationen mit den PISA-Daten 2006, die nach den Kompetenzaspekten von HarmoS neu eingeteilt wurden. Diese Korrelationen sind ähnlich hoch wie bei den ursprünglichen Skalen des gesamtschweizerischen HarmoS-Tests. Im Übrigen ist festzustel-

len, dass die Korrelation zwischen *Ordnen, strukturieren, modellieren* (OS) und *Informationen erschliessen* (IE) höher bleibt. Aus struktureller Sicht liegt der HarmoS-Test, der auf der Grundlage der PISA-Items erstellt wurde, somit nahe beim ursprünglichen HarmoS-Test.

T 10 Korrelationen zwischen den HarmoS-Subskalen für die nach HarmoS-Kategorien neu eingeteilten PISA-Daten

	Erschliessen	Einschätzen	Ordnen
Erschliessen			
Einschätzen	0.93		
Ordnen	0.96	0.93	

© BFS/EDK Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007/
Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Ein letzter Vergleich (Tabelle 11) zeigt die Korrelationen zwischen den Handlungsaspekten von HarmoS und den naturwissenschaftlichen Kompetenzskalen von PISA für die 88 PISA-Items, die von den Juroren gemäss den HarmoS-Handlungsaspekten eingeteilt wurden. Dieser Vergleich zeigt eine relativ hohe, aber dennoch etwas geringere Korrelation als in den vorangehenden Tabellen. Diese Korrelationen sind jedoch nicht so hoch, dass man daraus bestimmte Eigenschaften für diese verschiedenen Dimensionen ableiten kann.

T 11 Korrelation zwischen den Subskalen von HarmoS und den Subskalen zu den Kompetenzfeldern von PISA

	Erschliessen	Einschätzen	Ordnen
Erschliessen	0.77	0.75	0.78
Einschätzen	0.76	0.74	0.76
Anwenden	0.78	0.76	0.79

© BFS/EDK Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007/
Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Insgesamt zeigt die Analyse dieser Korrelationen relativ enge Beziehungen zwischen all diesen Skalen: PISA-Skala, HarmoS-Skala und Skala mit HarmoS-Kategorien und PISA-Daten.

Die Analyse der Ergebnisse zu den Tests, die in den Kompetenzmodellen zur Kompetenzmessung verwendet wurden, bestätigt gewisse Überschneidungen zwischen den beiden Konzeptrahmen. Im folgenden Teil widmen wir uns den regionalen Unterschieden, die sowohl bei den PISA- als auch bei den HarmoS-Daten zu beobachten waren.

3 Leistungsunterschiede bei PISA und HarmoS: Erklärungsansätze

Die Evaluationen der Kompetenzmessungen im Rahmen der beiden Projekte PISA und HarmoS zeigten beträchtliche Abweichungen bei den Durchschnitten zwischen Sprachregionen und Kantonen. Diese Abweichungen sind unterschiedlich gross je nach betrachteten Dimensionen und Aufgaben, welche die Jugendlichen lösten. Wir werden zuerst diese Unterschiede analysieren und dann einige Hypothesen zur Erklärung der Unterschiede aufgrund gewisser kultureller Aspekte aufstellen. Anhand der PISA-Erhebung lassen sich gewisse kontextuelle Aspekte von den Antworten der Jugendlichen im entsprechenden Fragebogen ableiten. So konnte gezeigt werden, dass die Schülerleistungen in den Naturwissenschaften (mit PISA gemessen) vom Kontext der Jugendlichen und ihrer Einstellung zu den Naturwissenschaften abhängen (Nidegger & Moreau, 2008).

Die Gemeinsamkeiten, die wir zwischen den beiden Evaluationsarten festgestellt haben, legen die Vermutung nahe, dass die im Rahmen der PISA-Erhebung formulierten Hypothesen zur Erklärung der regionalen Unterschiede auch auf die Ergebnisse der HarmoS-Evaluation zutreffen könnten.

3.1 Regionale und kantonale Vergleiche

Die Evaluationen der naturwissenschaftlichen Kompetenzen bei PISA 2006 und bei HarmoS zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Ergebnissen der französischen- und der Deutschschweiz. In der Skala, die auf den 88 Items von PISA beruht, die mit dem HarmoS-Kompetenzmodell kompatibel sind (und die in Tabelle 12 als PISA-HarmoS-Modell bezeichnet wird), ist der Leistungsunterschied zwischen diesen beiden Sprachregionen ebenfalls signifikant. Es zeigt sich im Übrigen, dass die Durchschnittswerte von HarmoS und PISA-HarmoS sehr ähnlich sind.

T 12 Regionale Durchschnittsergebnisse bei PISA und HarmoS

	PISA 2006	HarmoS	PISA-HarmoS
Deutschschweiz	518	504	504
Französische Schweiz	502	487	489

NB: Für HarmoS und PISA-HarmoS entspricht der Wert von 500 dem gesamtschweizerischen Mittelwert, für PISA entspricht der Wert von 500 dem Mittelwert der OECD-Länder.

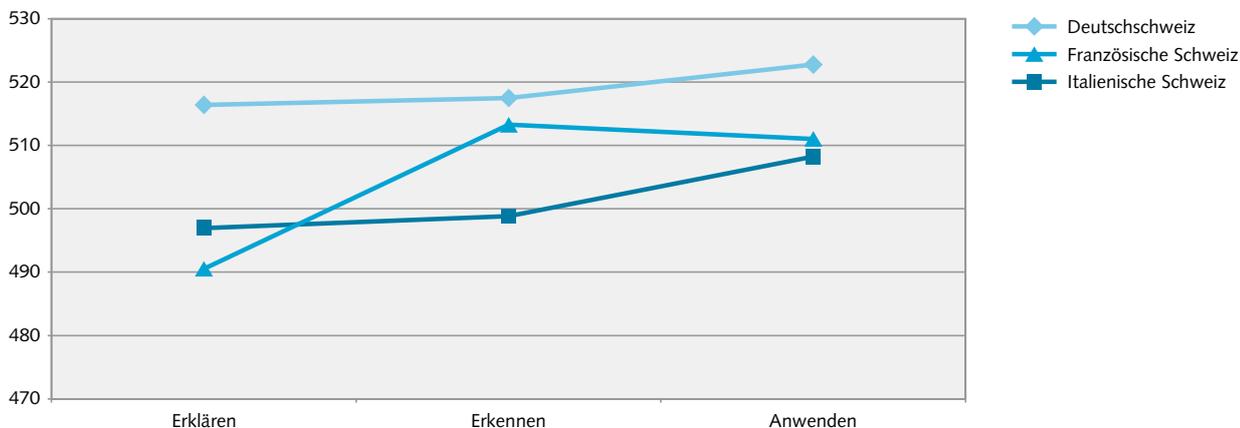
© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007/
Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Abbildung 1 fasst die Durchschnittsergebnisse der Jugendlichen in den verschiedenen Sprachregionen für die drei naturwissenschaftlichen Kompetenzfelder zusammen, die in der PISA-Erhebung 2006 gemessen wurden. Sie ermöglicht einen Vergleich der Unterschiede zwischen den Sprachregionen. Dabei wurde der Mittelwert für die HarmoS- und die PISA-HarmoS-Skala für die Schweiz bei 500 Punkten festgelegt, während bei der PISA-Skala ein Mittelwert von 500 Punkten dem Mittelwert aller OECD-Länder entspricht. Es ist festzustellen, dass das Kompetenzfeld *Phänomene naturwissenschaftlich erklären* (EPS) in der französischen Schweiz weniger gut ausgefallen ist als die beiden anderen Bereiche (*Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen* (ISI) und *Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen* (USE)). Die Leistungsunterschiede zwischen den einzelnen Kompetenzfeldern sind in der Deutschschweiz deutlich weniger ausgeprägt. Dabei ist anzumerken, dass das Kompetenzfeld *Phänomene naturwissenschaftlich erklären* aus Sicht der Testentwicklung derjenige Bereich ist, der sich am stärksten auf die Ziele des traditionellen Naturwissenschaftsunterrichts bezieht.

Betrachtet man die Durchschnittsergebnisse der einzelnen Kantone in den drei naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern genauer, fällt auf, dass das Kompetenzfeld *Phänomene naturwissenschaftlich erklären* in allen französischsprachigen Kantonen am wenigsten gut ausgefallen und die Differenz wie bereits erwähnt relativ gross ist. In vier der acht Deutschweizer Kantone, die an

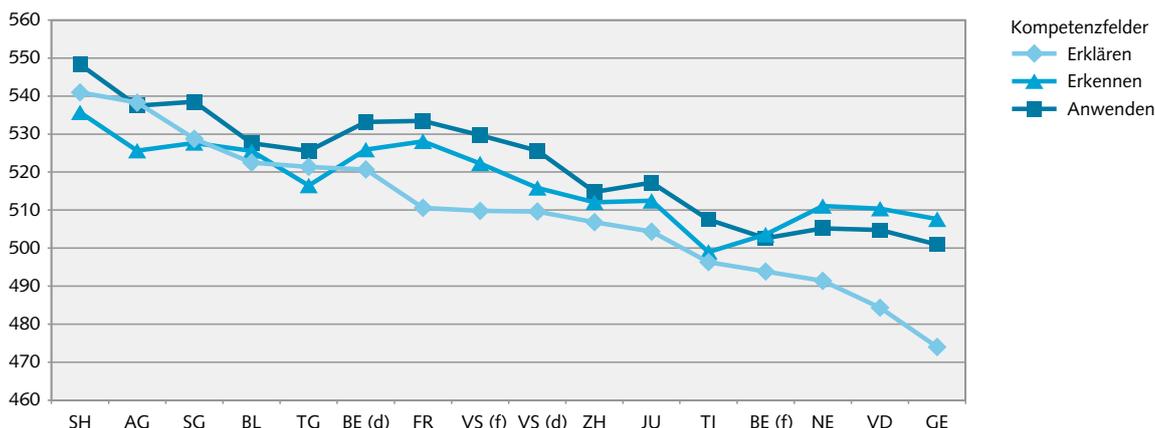
Abb. 1 Durchschnittsleistungen in den drei naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern nach PISA für die drei Sprachregionen



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 2 Vergleich der Durchschnittsleistungen in den Schweizer Kantonen bei den drei von PISA gemessenen naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern



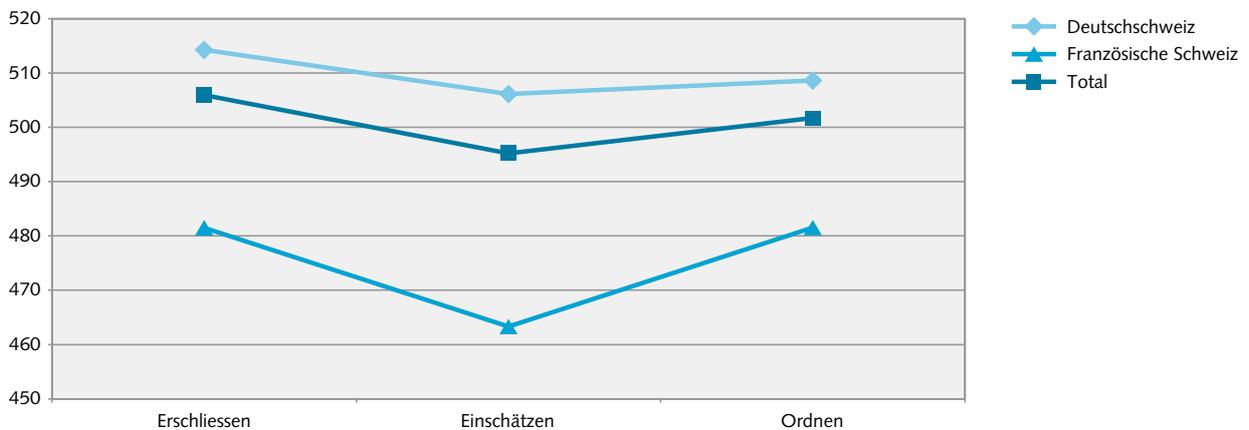
© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

der Erhebung teilnahmen, wurde im Bereich *Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen* die niedrigste Punktzahl erreicht, wobei jedoch die Differenz zu den übrigen beiden Skalen gering ist (Abbildung 2).

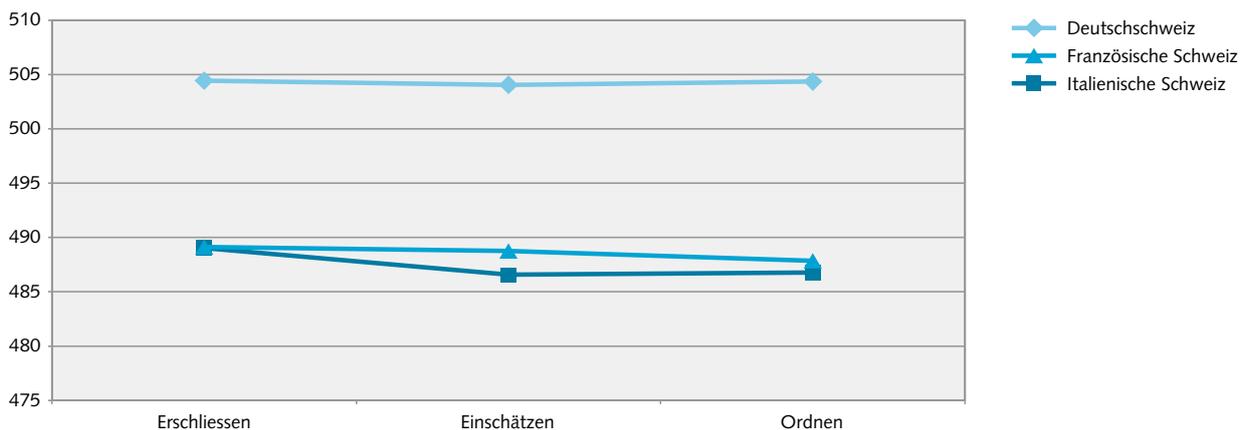
Im Rahmen des Projekts HarmoS wurden die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler ebenfalls evaluiert. Es ging dabei einerseits um eine empirische Validierung des für die Naturwissenschaften ausgearbeiteten Kompetenzmodells und andererseits um die Festlegung von Basiskompetenzstandards für die Naturwissenschaften. Auf diese Weise konnte man eine Skala für die Naturwissenschaften und verschiedene Subskalen erstellen. Abbildung 3 gibt die Durchschnittsergebnisse wieder, welche die Jugendlichen

in den einzelnen Sprachregionen in den drei Kompetenzaspekten erzielten, die Gegenstand der Evaluation waren: *Informationen erschliessen* (IE), *Ordnen, strukturieren, modellieren* (OS), *Einschätzen und beurteilen* (EB). Der gesamtschweizerische Mittelwert wurde bei 500 festgelegt, die Standardabweichung bei 100. Für diese drei Handlungsaspekte ist der errechnete Durchschnittswert der Jugendlichen in der französischen Schweiz tiefer. Im Übrigen gilt sowohl für die französische Schweiz als auch für die Deutschschweiz, dass die Jugendlichen beim Aspekt *Einschätzen und beurteilen* (EB) am wenigsten gut die Aufgaben lösten. Der Unterschied zwischen den beiden Regionen ist jedoch bei diesem Aspekt besonders gross.

Abb. 3 Durchschnittsleistungen in den drei naturwissenschaftlichen HarmoS-Handlungsaspekten nach Sprachregionen

© BFS/EDK

Quelle: Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Abb. 4 Durchschnittliche Leistungen in den drei Handlungsaspekten von HarmoS, gemessen mit der neuen Skala (PISA-HarmoS) mit PISA-Daten für die Sprachregionen

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007/ Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

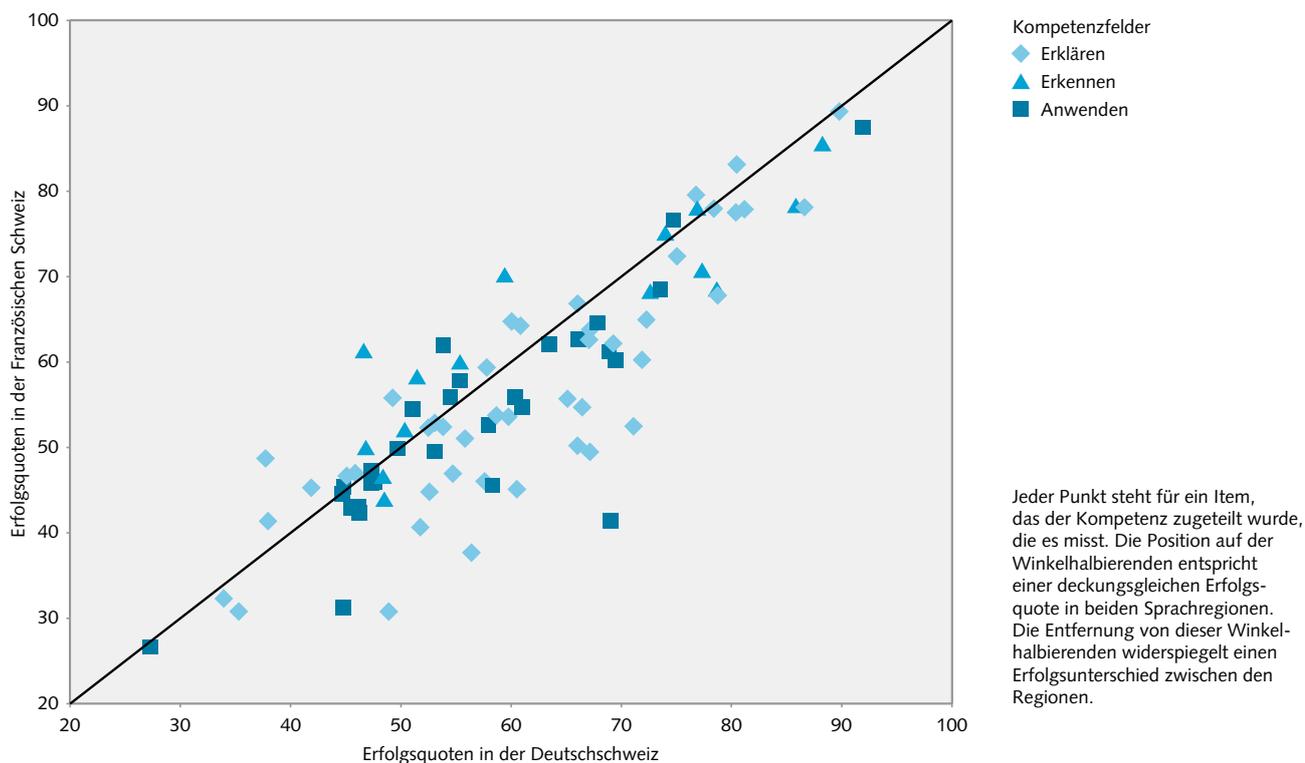
Wenn man die durchschnittlichen Leistungen der drei Sprachregionen für diese drei Handlungsaspekte des HarmoS-Modells vergleicht und diesmal die neue Skala mit den 88 von den Juroren ausgewählten und eingeteilten Items heranzieht (Abbildung 4), ergeben sich weniger ausgeprägte Unterschiede zwischen den Regionen weniger ausgeprägt als bei PISA. Zudem sind die regionalen Abweichungen im Gegensatz zur Situation bei den HarmoS-Daten in Abbildung 3 in allen Handlungsaspekten ähnlich gross.

Regionale Unterschiede können nicht nur bei der Gesamtleistung, sondern auch beim Lösen der einzelnen Items auftreten. Ein besonders markanter Erfolgsunter-

schied bei einem Item kann darauf hinweisen, dass dieses Item in einer Region schwieriger war als in einer anderen (unterschiedlich gutes Funktionieren der Items). Eine systematische Analyse zum Funktionieren der Items in den einzelnen Sprachregionen lässt sich durchführen, indem die Schwierigkeit der Items mit dem Rasch-Modell bestimmt wird.

Zur Veranschaulichung der regionalen Leistungsunterschiede kann deshalb der Erfolgsanteil der Jugendlichen in den verschiedenen Sprachregionen bei den im Rahmen von PISA gelösten Items herangezogen werden. In Abbildung 5 werden die Erfolgsquoten der Jugendlichen bei den naturwissenschaftlichen Items verglichen

Abb. 5 Erfolgsquoten bei den verschiedenen naturwissenschaftlichen Items von PISA 2006 nach Sprachregionen und Kompetenzfeldern von PISA



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

(Position der Items gegenüber der ersten Winkelhalbierenden). Daraus wird ersichtlich, dass die Deutschschweizer Jugendlichen zahlreiche Items mit grösserem Erfolg gelöst haben. Wie zu erwarten war, gehören diese Items überwiegend zum Kompetenzfeld *Phänomene naturwissenschaftlich erklären* (EPS), das wie bereits aufgezeigt von den Jugendlichen in der französischen Schweiz weniger gut bewältigt wurde.

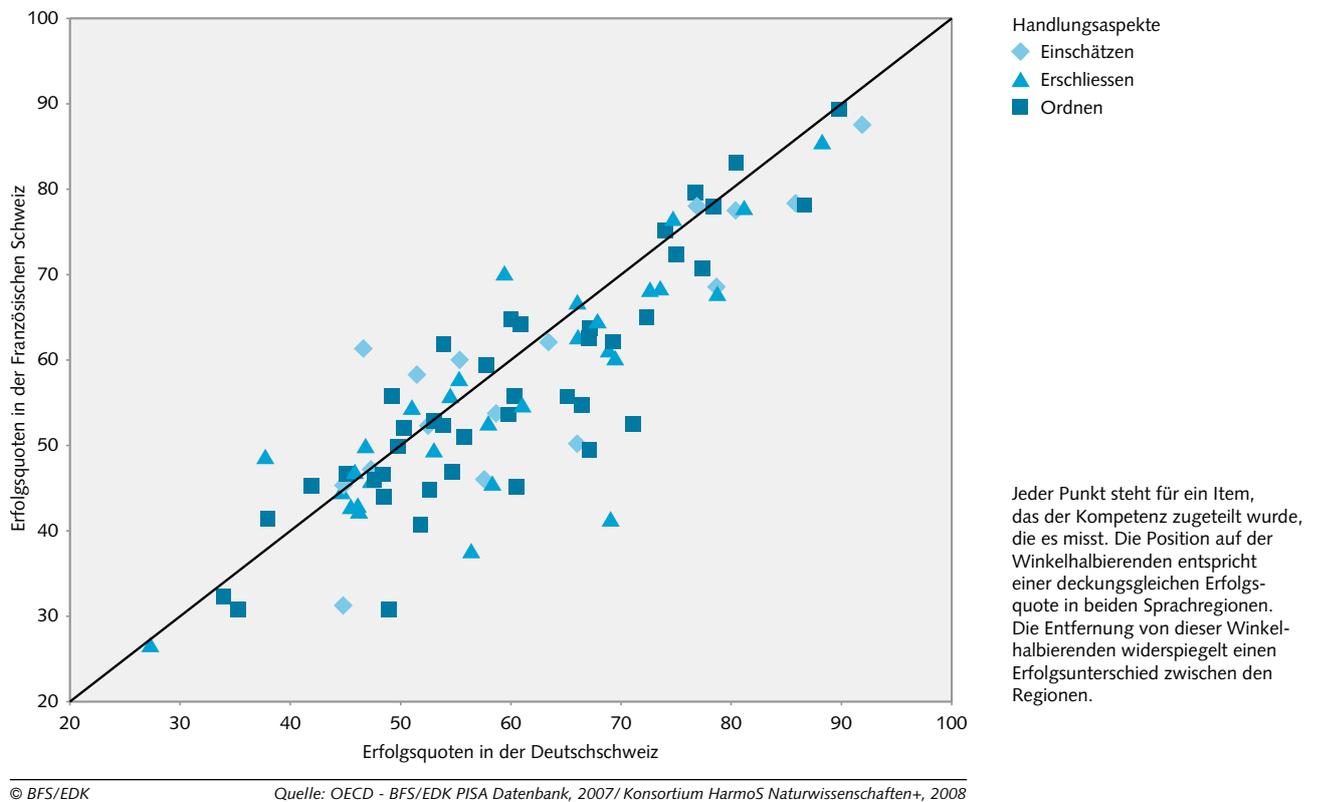
Die verschiedenen Items des naturwissenschaftlichen PISA-Tests 2006 wurden zusätzlich nach dem Kompetenzmodell von HarmoS eingeteilt, d.h. gemäss den Kompetenzaspekten dieses Modells. In Abbildung 6 ist nach Handlungsaspekten abzulesen, welche Items in einer Sprachregion am besten bewältigt wurden. Es ist jedoch anzumerken, dass der Aspekt *Einschätzen und beurteilen* in den 88 ausgewählten Items schlecht vertreten ist. Die den anderen Handlungsaspekten zugewiesenen Items wurden mehrheitlich in der Deutschschweiz besser gelöst.

In den präsentierten Analysen treten substantielle regionale Unterschiede zutage, namentlich bei den Ergebnissen des gesamtschweizerischen HarmoS-Tests.

3.2 Kulturelle Unterschiede und Leistungen

Im Rahmen der PISA-Erhebung konnten sich die Schülerinnen und Schüler in einem Fragebogen zu gewissen weiter gefassten Aspekten äussern, zum Beispiel zum schulischen Umfeld, zu ihrem Engagement in den Naturwissenschaften und zu ihrer Einstellung gegenüber Umweltproblemen. Diese Elemente betreffen allgemein den kulturellen Kontext und könnten auch die unterschiedlichen Leistungen der Jugendlichen in den drei Sprachregionen oder in den einzelnen Kantonen erklären. Es wurde bereits in einer anderen Arbeit gezeigt, wie diese Aspekte mit den Leistungen der Jugendlichen bei PISA 2006 zusammenhängen (Nidegger & Moreau, 2008). Die im Laufe unserer Analyse festgestellte Ähnlichkeit

Abb. 6 Erfolgsquoten bei den verschiedenen naturwissenschaftlichen Items von PISA 2006, eingeteilt nach HarmoS-Handlungsaspekten, in den Sprachregionen



der Modelle der beiden Evaluationsansätze lässt uns ebenfalls vermuten, dass der kulturelle Kontext auch für die Leistungsunterschiede bei HarmoS eine Rolle spielen dürfte.

Angesichts der mit HarmoS angestrebten Harmonisierung der schulischen Anforderungen namentlich im Bereich der Naturwissenschaften ist es wichtig, abgrenzen zu können, was beim Lernen auf das schulische Umfeld oder den allgemeineren kulturellen Kontext zurückzuführen ist. Die im Rahmen der PISA-Erhebung durchgeführten Nachforschungen zu den Faktoren, die einen Einfluss auf die Leistungen der Jugendlichen und auf ihr Engagement in den Naturwissenschaften haben könnten, liefern möglicherweise nützliche Hinweise, um diese verschiedenen Aspekte besser zu verstehen. Aufgrund der Ähnlichkeit der Ergebnisse zwischen den HarmoS- und den PISA-Daten ist es interessant, Kontextinformationen von PISA zu nutzen, um besser zu verstehen, was bei den Unterschieden zwischen den Regionen auf spezifische kulturelle Dimensionen zurückzuführen sein

könnte. Zur Veranschaulichung dieser Hypothese wurden einige Elemente ausgewählt und anhand der PISA-Ergebnisse 2006 analysiert.

Unterrichtsmethoden

Die Leistungen können von der Art des Unterrichts und des Lernens abhängig sein. Zur Einschätzung dieses Aspekts mussten die Jugendlichen bei PISA 2006 für eine Reihe von Fragen angeben, wie häufig die genannten Situationen im naturwissenschaftlichen Unterricht in ihren Schulstunden vorkommen. Anhand ihrer Antworten wurden vier aggregierte Indizes erstellt (siehe Tabelle 13).

Diese vier Indizes geben Anhaltspunkte zu den Unterrichts- und Lernmethoden, die im naturwissenschaftlichen Unterricht zur Anwendung kommen. Die Indizes ermöglichen namentlich Vergleiche der Ähnlichkeiten zwischen den Ansätzen der einzelnen Kantone. Abbildung 7 zeigt, wie häufig praktische Arbeiten und das Erforschen lernen in den Kantonen sind. Demnach sind die

T 13 Aggregierte Indizes zu Unterricht und Lernen im Bereich Naturwissenschaften

Index	Beispiel für ein Item
Anteil Interaktives Lehren und Lernen	Der Unterricht beinhaltet die Meinungen der Schülerinnen und Schüler zu den Themen
Anteil Experimentieren	Schülerinnen und Schüler sollen Schlüsse aus einem Experiment ziehen, das sie durchgeführt haben
Anteil Erforschen lernen	Die Schülerinnen und Schüler dürfen eigene Experimente entwickeln
Anteil Einsatz von Modellen und Anwendungen	Die Lehrperson erklärt deutlich die Wichtigkeit von naturwissenschaftlichen Konzepten für unser Leben

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

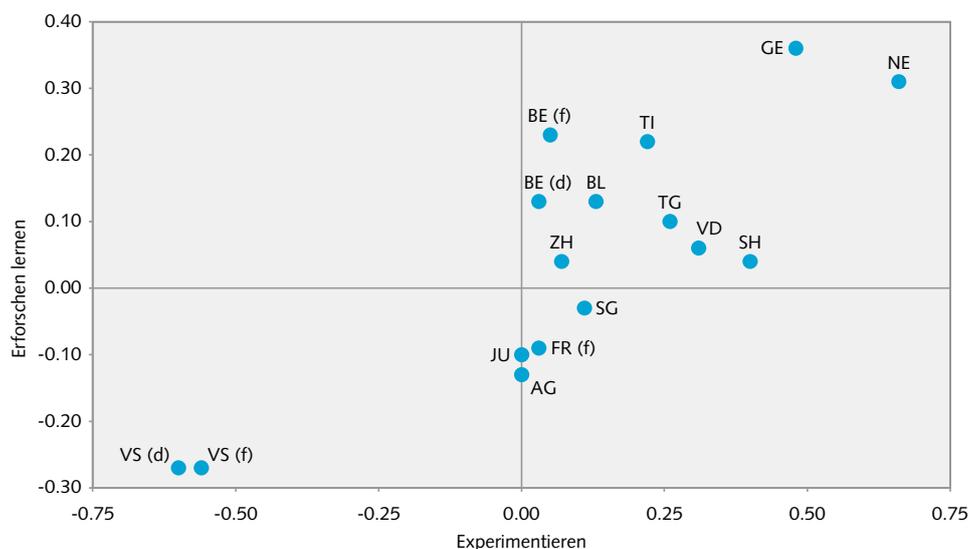
Unterschiede bei den praktischen Arbeiten grösser als beim Erforschen lernen. Insgesamt haben die praktischen Arbeiten und das Erforschen lernen in den Kantonen Neuenburg und Genf im Unterricht den grössten Anteil. Am anderen Ende der Skala befindet sich das Wallis (französisch- und deutschsprachiger Teil). Die übrigen Kantone nehmen unabhängig von ihrer Sprache eine Mittelposition ein. Interessant ist, dass Neuenburg und Genf zu den Kantonen mit den schwächsten Durchschnittsleistungen gehören. Zudem wird in den anderen beiden zweisprachigen Kantonen, bei denen für beide Sprachregionen Daten vorliegen (Bern und Wallis), gemäss den analysierten vier Indikatoren in beiden Kantonsteilen ähnlich unterrichtet.

Wertvorstellungen in den Naturwissenschaften

Ein anderer Kontextaspekt betrifft die Messung der Bedeutung, welche die Jugendlichen den Naturwissenschaften allgemein und für sich persönlich beimessen. Auf der Grundlage der PISA-Erhebung lassen sich verschiedene Indizes zu diesem Thema erstellen, die sich auf die Antworten der Schülerinnen und Schüler im Kontextfragebogen stützen.

Der Index der *Einschätzung des generellen Werts der Naturwissenschaften* gibt an, wie stark die Jugendlichen der Ansicht sind, dass die Naturwissenschaften dazu beitragen, die Welt zu verstehen und die Lebensbedingungen zu verbessern. Er beruht auf Aussagen zur Rolle der

Abb. 7 PISA, Anteil Experimentieren und Erforschen lernen



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Naturwissenschaften, denen die Jugendlichen mehr oder weniger zustimmen konnten: «Im Allgemeinen tragen die Naturwissenschaften dazu bei, die Lebensbedingungen zu verbessern»; «die Naturwissenschaften sind wichtig, damit wir die natürliche Welt verstehen können» usw.

Der Index der *Einschätzung des persönlichen Werts der Naturwissenschaften* wird von Aussagen abgeleitet, welche die Rolle der Naturwissenschaften im persönlichen Leben betreffen, zum Beispiel: «Ich finde, dass mir die Naturwissenschaften helfen, die Dinge um mich herum zu verstehen.»

Tabelle 14 enthält Beispiele von Fragen, die den Jugendlichen für die Indizes zu den Wertvorstellungen in den Naturwissenschaften gestellt wurden.

Ein kantonaler Vergleich der Indizes zu den Wertvorstellungen in den Naturwissenschaften (Abbildung 8)

lässt darauf schliessen, dass die Schülerinnen und Schüler in den Deutschschweizer Kantonen im Allgemeinen den Naturwissenschaften eine grössere Bedeutung beimessen. So liegen alle französischsprachigen Kantone mit Ausnahme des Kantons Freiburg im linken Teil der Abbildung, die Deutschschweizer Kantone dagegen im rechten. Die Jugendlichen im Tessin messen den Naturwissenschaften für sich selber eine grössere Bedeutung bei. Bei dieser Antwort scheint es denkbar, dass der kulturelle Hintergrund einen Einfluss hatte.

Einstellung gegenüber Umweltproblemen

Die PISA-Erhebung 2006 ermöglicht auch Rückschlüsse auf die Einstellung der Jugendlichen gegenüber Umweltproblemen. Der Index zur *Vertrautheit mit Umweltthemen* widerspiegelt, wie gut die Schülerinnen und Schüler

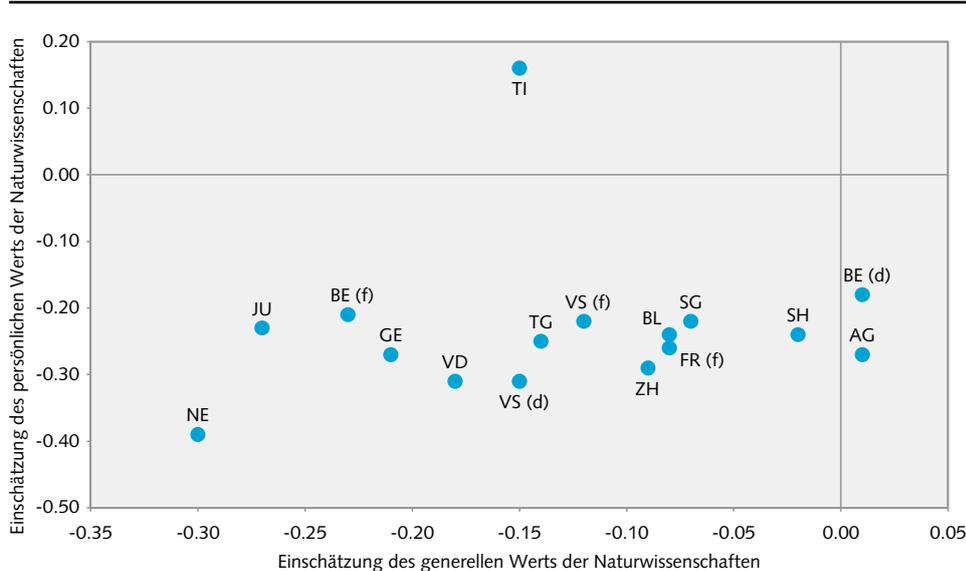
T14 Berücksichtigte Indizes zu den Wertvorstellungen in den Naturwissenschaften

Index	Beispiel für ein Item
Index der Einschätzung des generellen Werts	Im Allgemeinen tragen Fortschritte in den Naturwissenschaften zu besseren Lebensbedingungen für die Menschen bei
Index der Einschätzung des persönlichen Werts	Wenn ich erwachsen bin, werde ich die Naturwissenschaften auf vielfältige Weise nutzen

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 8 PISA, Wertvorstellungen in den Naturwissenschaften allgemein und persönlich, nach Kanton



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

T 15 Berücksichtigte Indizes zur Einstellung gegenüber Umweltproblemen

Index	Beispiel für ein Item
Index zur Vertrautheit mit Umweltthemen	Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre (Informationsniveau)
Index zum Verantwortungsbewusstsein für eine nachhaltige Entwicklung	Es stört mich, wenn Energie durch unnötige Nutzung elektrischer Geräte verschwendet wird

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

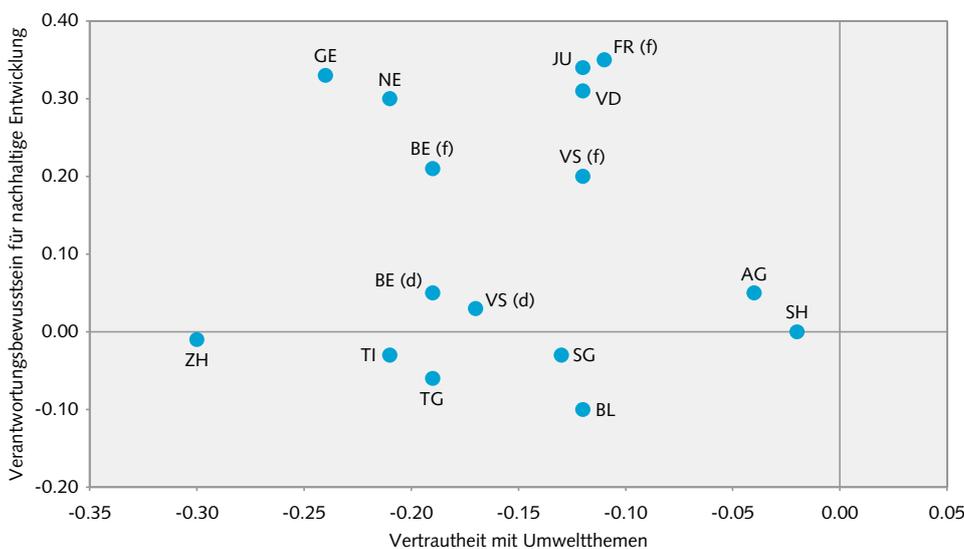
über gewisse Probleme informiert sind: Zunahme der Treibhausgase, Nutzung genetisch veränderter Organismen, saurer Regen, Atommüll, Konsequenzen der Abholzung von Wald. Über solche Themen informiert zu sein, gehört zur naturwissenschaftlichen Grundbildung und dürfte einen Zusammenhang damit haben, was im naturwissenschaftlichen Unterricht vermittelt wird.

Wichtig sind auch die Schlussfolgerungen dazu, wie stark die Jugendlichen die Umweltprobleme in Zusammenhang mit menschlichen Aktivitäten bringen und sich dafür verantwortlich fühlen. Der Index zum *Verantwortungsbewusstsein für eine nachhaltige Entwicklung* beruht auf dem Ausmass der Zustimmung zu verschiedenen Aussagen über den Umweltschutz. Beispiel: «Es ist wichtig, dass als Bedingung für die Zulassung von Autos

regelmässig die Abgase kontrolliert werden». Tabelle 16 enthält Beispiele von Fragen zu diesen Indizes.

Ein kantonaler Vergleich dieser Aspekte (Abbildung 9) zeigt auch hier Unterschiede zwischen den Sprachregionen, was das Verantwortungsbewusstsein für Umweltprobleme angeht. Im Gegensatz zur allgemeinen Vorstellung fühlen sich die Jugendlichen der französischsprachigen Kantone eher überraschend stärker für eine nachhaltige Entwicklung verantwortlich als die Schülerinnen und Schüler in der Deutschschweiz und im Tessin. Im Übrigen ist festzustellen, dass die Jugendlichen in Zürich und Genf sich als am wenigsten vertraut mit Umweltthemen erachten. Es ist auch festzustellen, dass im Allgemeinen die leistungsstärksten Kantone jeder Region am besten über Umweltthemen informiert sind.

Abb. 9 PISA, Vertrautheit mit Umweltthemen und Verantwortungsbewusstsein für eine nachhaltige Entwicklung



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Interesse an Naturwissenschaften

Anhand der Antworten der Jugendlichen im PISA-Fragebogen konnten verschiedene Indizes zur Motivation erstellt werden (vgl. den Bericht von Brühwiler et al. in diesem Band der sich spezifischer mit diesen Fragen beschäftigt). Im vorliegenden Bericht gehen wir auf zwei Indizes genauer ein.

Der Index für das *allgemeine Interesse an Naturwissenschaften* resultiert aus einer Reihe von Fragen zum Interesse der Jugendlichen für Humanbiologie, Astronomie, Chemie, Physik, Botanik, Geologie, dafür, wie die Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler ihre Experimente entwickeln und dafür, was für wissenschaftliche Erklärungen benötigt wird. Der Index zur *Freude an Naturwissenschaften* beruht auf Fragen dazu, wie gerne die Jugendlichen bestimmte Aktivitäten zum Erwerb naturwissenschaftlicher Kompetenzen ausü-

ben (Texte zu naturwissenschaftlichen Themen lesen, etwas über naturwissenschaftliche Themen lernen) und gibt eine emotionalere Komponente wieder.

In der Tabelle 16 sind die berücksichtigten Indizes aufgeführt und mit einem Beispiel für eine Frage veranschaulicht.

Ein Vergleich zwischen den Kantonen (Abbildung 10) ergibt, dass mehrheitlich die Jugendlichen der französisch- und italienischsprachigen Kantone am meisten Freude an naturwissenschaftlichen Aktivitäten haben. Zudem haben sie häufig auch am meisten Interesse an solchen Aktivitäten. Allerdings schlägt sich diese sprachregionsspezifische Einstellung nicht unbedingt in den Durchschnittsleistungen der Kantone nieder. Wie bereits erwähnt, erzielten die Deutschschweizer Kantone insgesamt höhere Mittelwerte.

T16 Berücksichtigte Indizes zur Motivation

Index	Beispiel für ein Item
Allgemeines Interesse an Naturwissenschaften	Ich interessiere mich für Astronomie...
Freude an Naturwissenschaften	Ich lese gerne Texte zu naturwissenschaftlichen Themen...

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Abb. 10 PISA, Freude und Interesse an naturwissenschaftlichen Themen



© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007

Schlussfolgerungen

Die beiden Projekte PISA und HarmoS weisen gewisse Gemeinsamkeiten auf. Beide orientieren sich an weit gefassten Ansätzen für die Naturwissenschaften und für den naturwissenschaftlichen Unterricht unter Verwendung von Kompetenzmodellen und Validierungsmodellen, die auf komplexen statistischen Modellen beruhen. Die Analyse der entsprechenden Konzeptrahmen zeigt, dass Ähnlichkeiten bestehen, da beide Modelle den Schwerpunkt auf allgemeine kognitive Kompetenzen legen. Andere Facetten dieser Modelle tragen auch inhaltlichen Elementen Rechnung.

Über diesen Konzeptvergleich hinaus geht es auch darum, in Erfahrung zu bringen, welche Ergebnisse die Schülerinnen und Schüler erzielten. Bei dem hier verwendeten Ansatz konnten mit der *Juroren-Methode* die Ergebnisse der PISA-Tests zu den Naturwissenschaften von 2006 interpretiert und auf das HarmoS-Kompetenzmodell übertragen werden. Die durchgeführten Analysen belegen, dass auch Gemeinsamkeiten bei den Messinstrumenten und den Ergebnissen der Jugendlichen bestehen. Zwischen den PISA-Skalen und den neu konstruierten HarmoS-Skalen ist eine recht hohe Korrelation festzustellen.

Bei den Ergebnissen von PISA 2006 sind nicht vernachlässigbare Unterschiede zwischen den drei naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern auszumachen. Namentlich in der Skala *Phänomene naturwissenschaftlich erklären* schnitten die französischsprachigen Kantone weniger gut ab. Dieses Ergebnis wirft zu einem Zeitpunkt, in dem nationale Leistungsstandards festgelegt werden sollen, Fragen auf. Dies gilt umso mehr, als diese Skala als diejenige betrachtet wird, die am engsten in Beziehung mit den Kenntnissen steht, die traditionell in den naturwissenschaftlichen Fächern vermittelt werden. Im Übrigen ist auch festzustellen, dass die regionalen Unterschiede beim gesamtschweizerischen HarmoS-Test von 2007 noch grösser sind. Im Gegensatz zu den PISA-Ergebnissen sind diese regionalen Unterschiede jedoch bei allen drei getesteten Kompetenzaspekten von HarmoS relativ konstant. Diese regionalen Abweichungen könnten teilweise damit erklärt werden, dass eine

Mehrheit der Items aus der Deutschschweiz stammte. Eine andere mögliche Erklärung wäre, dass das von HarmoS Naturwissenschaften entwickelte Kompetenzmodell weniger mit dem derzeit in der französischen Schweiz üblichen naturwissenschaftlichen Unterricht in Einklang steht.

Die Analyse der Schülerergebnisse mit der neuen HarmoS-Skala – die auf der Auswahl und der Einteilung der PISA-Items durch die Juroren in die HarmoS-Kompetenzaspekte basiert – zeigt, dass regionale Unterschiede bestehen, wenn auch weniger ausgeprägt als bei den Daten des gesamtschweizerischen HarmoS-Tests 2007. Allerdings fiel bei den ursprünglichen HarmoS-Daten der Bereich *Einschätzen und beurteilen* weniger gut aus, während die Durchschnitte für die drei HarmoS-Kompetenzaspekte bei der neuen PISA-HarmoS-Skala mit PISA-Daten praktisch identisch sind. Es fällt auf, dass die Korrelationen zwischen den drei Kompetenzaspekten dieser neuen Skala sehr hoch sind.

Eine der Grenzen des Vergleichs zwischen den PISA-Daten und der neuen PISA-HarmoS-Skala (auf der Basis der PISA-Daten) könnte allerdings im unterschiedlichen Verfahren zur Bestimmung der Testaufgaben liegen. Bei PISA beinhaltet nämlich das Verfahren zur Erarbeitung des Testmaterials eine Vortestphase, bei der ein Jahr vor der Haupterhebung über 1000 Jugendliche in allen Teilnehmerländern Aufgaben lösen und ausgehend von den Ergebnissen die Items bestimmt werden, die für alle Teilnehmerländer verständlich sind. Für den gesamtschweizerischen HarmoS-Test 2007 konnten aus Zeitmangel die Items nur bei einer sehr beschränkten Zahl von Jugendlichen getestet werden. Daher gab es keine eigentliche Auswahl von Items auf der Grundlage eines Vortests, sondern eine Elimination von Items im Nachhinein. Dass bei HarmoS die Items überwiegend aus der Deutschschweiz stammten, könnte zudem das Risiko erhöht haben, dass gewisse regionale Unterschiede hervortraten und für die Deutschschweizer Jugendlichen die Fragen in kultureller oder schulischer Hinsicht näher lagen.

Trotz dieser Vorbehalte können wir dank der ähnli-

chen Kompetenzmodelle und Ergebnisse von HarmoS und PISA die Ergebnisse der Kontextinformationen von PISA nutzen, um einige Erklärungselemente für diese Unterschiede aufzuzeigen. Bei den mit vier PISA-Indizes gemessenen Unterrichtsmethoden zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede für die einzelnen Sprachregionen. Es ist sogar innerhalb zweisprachiger Kantone (Wallis und Bern) eine relativ hohe Übereinstimmung der Unterrichtsmethoden festzustellen. Was die Unterrichtsmethoden angeht, dürften somit eher kantonale als sprachregionale Unterschiede vorhanden sein. Im Übrigen scheint die Art des Unterrichts keinen klaren Zusammenhang mit den Schülerleistungen aufzuweisen.

Bei den übrigen in dieser Studie berücksichtigten Indizes hingegen (Bedeutung, die den Naturwissenschaften beigemessen wird, Umweltbewusstsein und Interesse an Naturwissenschaften) treten sehr häufig regionale Kulturunterschiede zutage. Der Einfluss auf die regionalen Leistungen wird nach Indizes aufgeschlüsselt. Zum Beispiel scheint die *Einschätzung des generellen Werts der Naturwissenschaften*, einen Einfluss auf die Leistungen nach Sprachregionen zu haben, während dies für die *Einschätzung des persönlichen Werts der Naturwissenschaften* nicht der Fall ist.

Schliesslich stellt sich angesichts der Überschneidungen der beiden Projekte sowohl beim Konzept als auch bei den Ergebnissen die Frage, was die beiden unterscheidet und wo sich Synergien anbieten. PISA liefert «Makro»-Informationen, mit denen wir den Kontext besser verstehen, in dem naturwissenschaftliche Kenntnisse erworben werden. Zudem verfügt dieses Projekt über bewährte Kompetenzen und Abläufe, was die

Umsetzung und Verwaltung von Testinstrumenten und Kontextfragebogen sowie die Datenauswertung angeht. Das Innovative an HarmoS besteht darin, ein schweizspezifisches Kompetenzmodell zu erstellen und Vorschläge für Basisleistungsstandards zu entwickeln, die näher bei den «lehrbaren» Kompetenzen liegen. Dieses Projekt dient zwar unter anderem dem Monitoring des Systems, es soll jedoch auch stärker pädagogische und didaktische Aspekte berücksichtigen, die direkter in Verbindung mit der Entwicklung der regionalen Lehrpläne stehen. Die beiden Projekte beruhen somit auf ähnlichen methodischen Ansätzen, sie verfolgen jedoch unterschiedliche Hauptziele und liefern Informationen, die sich ergänzen.

Aus dieser Sicht sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht nur allgemeine kognitive Kompetenzen vermittelt werden, wie sie im Konzeptrahmen sowohl von PISA als auch von HarmoS vorgesehen sind, sondern es sind auch andere Dimensionen der Kompetenzmodelle zu berücksichtigen, die spezifischer die Lerninhalte betreffen. Diese Dimensionen führen uns direkter zu den naturwissenschaftlichen Schulfächern (Physik, Biologie, Chemie), die heute noch häufig unabhängig voneinander vermittelt werden, während sich die Kompetenzmodelle von PISA und HarmoS an einem ganzheitlichen naturwissenschaftlichen Unterricht orientieren. Die Akteure aus dem Bildungsbereich, die für die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und des entsprechenden Monitorings verantwortlich sind, werden deshalb bei der Umsetzung ihrer Aufgaben beträchtliche Herausforderungen zu bewältigen haben.

Literatur

- Embretson, S. E., & Reise, S. P.** (2000). *Item response theory*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Goodall, G.** (2004). Editorial. *Teaching Statistics*, 26(3), 65.
- Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+** (2008). *Kompetenzmodell und Vorschläge für Bildungsstandards: Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Bern.
- Nidegger, C.** (coord.) (2008). *PISA 2006: Compétences des jeunes romands: Résultats de la troisième enquête PISA auprès des élèves de 9^e année*. Neuchâtel: IRDP.
- OCDE (2006)**. *Compétences en sciences, lecture et mathématiques: le cadre d'évaluation de PISA 2006*. Paris: OCDE.
- OCDE (2007a)**. *PISA 2006: les compétences en sciences un atout pour réussir – Band 1: analyse des résultats*. Paris: OCDE.
- OCDE (2007b)**. *PISA 2006: les compétences en sciences un atout pour réussir – Band 2: données*. Paris: OCDE.
- OCDE (2009)**. *PISA 2006: Technical report*. Paris: OCDE.
- Ramseier, E. Moser, U. Moreau & J. Antonietti, J.-P.** (2008). *HarmoS – Entwicklung von Bildungsstandards, Schlussbericht der Gruppe Methodologie*, Bern: EDK
- Wu, M. L., Adams, R. J., & Wilson, M. R.** (1998). *ConQuest. Generalised item Response Modelling Software*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Zahner Rossier, C. & Holzer, T.** (2007). *PISA 2006: Kompetenzen für das Leben – Schwerpunkt Naturwissenschaften. Nationaler Bericht*. Neuchâtel: BFS.

Anhang

Vergleichstabelle zu den naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern von PISA und den Handlungsaspekten von HarmoS

HarmoS-Teilaspekte von Handlungsaspekten, die im PISA-Modell fehlen

HarmoS Naturwissenschaften Kompetenzen (Handlungsaspekte und Teilaspekte)	PISA 2006	
Interesse und Neugierde entwickeln (IN): <ul style="list-style-type: none"> • Durch Erfahrung • Freude und Motivation • Willen/Bereitschaft 	Dimension Einstellungen Interesse an Naturwissenschaften: <ul style="list-style-type: none"> • Neugierde zeigen • Bereit sein, neue wissenschaftliche Kenntnisse und Fertigkeiten zu erwerben • Bereitschaft zur Informationssuche und kontinuierliches Interesse an Naturwissenschaften unter Beweis stellen 	Einstellungen
Fragen und untersuchen (FU): <ul style="list-style-type: none"> • Bewusst wahrnehmen • Fragen stellen, Annahmen treffen, Probleme betrachten • Geeignete Hilfsmittel und Instrumente wählen und anwenden • Nachforschungen anstellen • Über die Ergebnisse und experimentellen Methoden nachdenken 	Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen: <ul style="list-style-type: none"> • Hauptmerkmale einer naturwissenschaftlichen Untersuchung erkennen. • Fragestellungen erkennen, die sich auf wissenschaftlichem Wege klären lassen. Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen: <ul style="list-style-type: none"> • Annahmen, Beweise und Überlegungen identifizieren, die Schlussfolgerungen zu Grunde liegen. 	Kompetenzen
Informationen erschliessen (IE): <ul style="list-style-type: none"> • Informationsarten erkennen • Informationen lesen • Informationen suchen • Informationen übertragen • Informationen und Informationsquellen ordnen 	Naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen: <ul style="list-style-type: none"> • Schlüsselbegriffe für die Suche nach naturwissenschaftlichen Informationen identifizieren 	Kompetenzen
Ordnen, strukturieren, modellieren (OS): <ul style="list-style-type: none"> • Sammeln und ordnen • Analysieren und strukturieren • Ordnen und modellieren 	Phänomene naturwissenschaftlich erklären: <ul style="list-style-type: none"> • Phänomene naturwissenschaftlich beschreiben oder interpretieren und Veränderungen vorhersagen. 	Kompetenzen
Einschätzen und beurteilen (EB): <ul style="list-style-type: none"> • Sammeln, betrachten, einschätzen, bewerten • Argumentieren und Stellung nehmen • Informationsquellen kritisch prüfen • Persönlich und wissenschaftlich bewerten 	Dimension Einstellungen Unterstützung naturwissenschaftlicher Untersuchungen: <ul style="list-style-type: none"> • Sich der Bedeutung der Berücksichtigung unterschiedlicher wissenschaftlicher Sichtweisen und Argumente bewusst sein • Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit Ressourcen und Umwelt 	Einstellungen PISA/Kompetenzen HarmoS
Entwickeln und umsetzen (EU): <ul style="list-style-type: none"> • Reflektieren • Vorausschauen • Planen • Handeln und überlegen 	Phänomene naturwissenschaftlich erklären: <ul style="list-style-type: none"> • Geeignete Beschreibungen, Erklärungen und Prognosen identifizieren Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen: <ul style="list-style-type: none"> • Über die gesellschaftlichen Folgen wissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen reflektieren 	Kompetenzen

Vergleichstabelle zu den naturwissenschaftlichen Kompetenzfeldern von PISA und den Handlungsaspekten von HarmoS

■ HarmoS-Teilaspekte von Handlungsaspekten, die im PISA-Modell fehlen

HarmoS Naturwissenschaften Kompetenzen (Kompetenzaspekte und Teilkompetenzaspekte)	PISA 2006	
Mitteilen und austauschen (MA): <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben, präsentieren und begründen • Bei Überlegungen zuhören und sich beteiligen, Fragen stellen • Zusammenarbeiten, Teamarbeit 	Naturwissenschaftliche Beweise heranziehen: <ul style="list-style-type: none"> • Naturwissenschaftliche Beweise interpretieren, daraus Schlüsse ziehen und diese kommunizieren 	Kompetenzen
Eigenständig arbeiten (EA): <ul style="list-style-type: none"> • Fragebogen und Übungen eigenständig bearbeiten • Ein Projekt planen und übertragen • Erworbenene Kompetenzen und Kenntnisse auf neue Situationen übertragen und dort nutzen (selbständiges Übertragen) • Ergebnisse auswerten und präsentieren • Über das Gelernte nachdenken 	Phänomene naturwissenschaftlich erklären: <ul style="list-style-type: none"> • Naturwissenschaftliches Wissen in einer gegebenen Situation anwenden. 	Methodische Kompetenzen

© BFS/EDK

Quelle: OECD - BFS/EDK PISA Datenbank, 2007 / Konsortium HarmoS Naturwissenschaften+, 2008

Glossar

Anspruchsniveau

Für diese Publikation wurde eine Variable gebildet, die jedem Schüler und jeder Schülerin eines von drei individuellen Anspruchsniveaus zuordnet.

- Grundansprüche
- erweiterte Ansprüche (auch als «mittlere Ansprüche» bekannt)
- hohe Ansprüche

Diese Zuordnung basiert bei homogenen Stammklassen auf dem kantonalen Schultyp und bei heterogenen Stammklassen auf den Angaben zum Niveauunterricht (z.B. die Scuola media im Tessin oder die AVO gegliederte Oberstufe in der Deutschschweiz).

BFS

Bundesamt für Statistik, Neuchâtel

EDK

Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren, Bern

Effektgrösse, Effektstärke, d

Die Effektgrösse (oder «Effektstärke») beschreibt die relative Grösse eines Unterschieds zwischen zwei Gruppenmittelwerten. Sie steht in Ergänzung zur Signifikanzangabe. Eine Effektgrösse von $d = 0.2$ verweist auf schwache Effekte, $d = 0.5$ auf mittlere und $d = 0.8$ auf starke Effekte (Cohen 1988, S. 25ff.¹).

Index

Unter einem Index werden mehrere inhaltlich zusammengehörende Aufgaben oder Fragen (Items) zusammengefasst und als ein Wert ausgewiesen.

Item

Als Item wird eine Aufgabe oder Frage bezeichnet, die von den Befragten beantwortet werden soll.

Konfidenzintervall

Das Konfidenzintervall kennzeichnet denjenigen Bereich, in welchem der anhand einer Zufallsstichprobe geschätzte Parameter (bspw. Mittelwert) der Population mit einer im Voraus definierten Wahrscheinlichkeit liegt. Im vorliegenden Bericht wird in der Regel eine Wahrscheinlichkeit von 95% gewählt.

Korrelation

Die Korrelation verweist auf den linearen Zusammenhang zweier Variablen.

Multivariate Analyse

Multivariate Analysen weisen statistische Zusammenhänge zwischen mehr als zwei Variablen aus. Bei einer bivariaten Analyse (Zusammenhang zwischen zwei Variablen) besteht die Gefahr, dass ein aufgefundener Zusammenhang lediglich durch den Einfluss einer Drittvariablen zu Stande kommt, die mit den beiden anderen Variablen korreliert ist (Scheinkorrelation). In diesem Fall würde der Zusammenhang wegfallen, wenn der Einfluss dieser bedeutsamen Drittvariablen in einem multivariaten Modell kontrolliert wird.

OECD

Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung), Paris

Perzentil

Die einem bestimmten Prozentrang entsprechende Leistung. Beispiel aus PISA 2006: Das 25. Perzentil der naturwissenschaftlichen Leistungen in der Schweiz liegt bei 450 Punkten, d.h. 25% der getesteten Jugendlichen haben weniger und 75% haben mehr Punkte erreicht.

PISA

Programme for International Student Assessment

¹ Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Science. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum

Regression

Mit der Regressionsanalyse schätzt man den Einfluss einer oder mehrerer unabhängiger Variablen auf eine abhängige Variable. Die Regression postuliert im Allgemeinen lineare Zusammenhänge. Es gibt aber auch nicht-lineare Regressionsverfahren (z.B. logistische Regressionsanalyse).

Sekundarstufe I

Die Sekundarstufe I bildet nach der Primarstufe den zweiten Teil der obligatorischen Schulzeit.

Sekundarstufe II

Die Sekundarstufe II bezieht sich auf die Ausbildung unmittelbar nach der obligatorischen Schulzeit bzw. nach der Sekundarstufe I. Sie umfasst sowohl die Berufsbildung (meist Lehre) als auch die weitere Allgemeinbildung wie Gymnasien und übrige Mittelschulen.

Standardabweichung (SD)

Die Standardabweichung ist eines von verschiedenen Massen für die Streuung eines Messwerts. Sie ist die Quadratwurzel aus der Varianz.

Statistische Signifikanz, p

Die statistische Signifikanz ist ein Merkmal aus der Statistik, das häufig verwendet wird, um die Wichtigkeit eines Resultats aus einer statistischen Analyse anzugeben. Ein Ergebnis eines statistischen Tests (z.B. des Vergleichs zweier Mittelwerte oder der Steigung einer Regressionsgeraden) ist dann statistisch signifikant, wenn es mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht zufällig ist und somit auf die ganze Population verallgemeinert werden kann. Entscheidend ist dabei, welche im Voraus bestimmte Irrtumswahrscheinlichkeit für diese Verallgemeinerung gewählt wird. In diesem Bericht wurde wie üblicherweise der Wert 0.05 (α) gewählt. Wenn die Wahrscheinlichkeit p , dass ein gefundener Effekt zufällig auftritt, kleiner als α ist, wird von einem statistisch signifikanten Effekt gesprochen.

Standardfehler (SE)

Der Standardfehler ist ein Mass für die Genauigkeit der Schätzung eines Merkmals der Population aufgrund von Stichprobendaten. Er schätzt die durchschnittliche Abweichung eines Stichprobenmittelwertes vom wahren Mittelwert.

Steuerungsgruppe

Für PISA 2006 besteht die Steuerungsgruppe des Programms in der Schweiz aus Vertretern des Bundes (Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Berufsbildung und Technologie und Staatssekretariat für Bildung und Forschung) und der Kantone (zwei kantonale Erziehungsdirektionen sowie Generalsekretariat der EDK Schweiz).

Stichprobengewicht

Eine Stichprobe ist dadurch charakterisiert, dass jede Einheit der Grundgesamtheit eine berechenbare Wahrscheinlichkeit hat, in die Stichprobe zu gelangen. Diese Wahrscheinlichkeit ist aber bei einer komplexen, geschichteten Stichprobe wie in PISA nicht für alle Einheiten (Schulen wie auch Schülerinnen und Schüler) die gleiche. Jeder gewählten Einheit wird daher entsprechend ihrer Auswahlwahrscheinlichkeit ein Gewicht zugeordnet, das angibt, wie viele Einheiten der Grundgesamtheit durch die betreffende Einheit aus der Stichprobe repräsentiert sind.

Variable

Eine Variable bezeichnet ein Merkmal oder eine Eigenschaft von Personen, Gruppen, Organisationen oder anderen Merkmalsträgern. Beispiele sind das Geschlecht, das Alter, die Schulorganisation etc.

Varianz

Die Varianz ist ein Streuungsmass, welches anhand der Summe der quadrierten Abweichungen der Variablenwerte von ihrem Mittelwert dividiert durch die Gesamtzahl der Variablenwerte -1 gebildet wird. Ihre Quadratwurzel ist die Standardabweichung.

Beim BFS erhältliche PISA-Publikationen

unter: www.pisa.admin.ch

PISA 2000

Für das Leben gerüstet? Die Grundkompetenzen der Jugendlichen – Kurzfassung des nationalen Berichtes PISA 2000 / Urs Moser. BFS/EDK: Neuchâtel 2001. 30 S. gratis. Bestellnr. 473-0000. ISBN: 3-303-15245-4.

Für das Leben gerüstet? Grundkompetenzen der Jugendlichen – Nationaler Bericht der Erhebung PISA 2000 / Claudia Zahner et al. BFS/EDK: Neuchâtel 2002. 179 S. Bestellnr. 470-0000. ISBN: 3-303-15243-8.

Bern, St. Gallen, Zürich: Für das Leben gerüstet? Die Grundkompetenzen der Jugendlichen – Kantonaler Bericht der Erhebung PISA 2000 / Erich Ramseier et al., BFS/EDK: Neuchâtel 2002. 114 S. Bestellnr.: 523-0000. ISBN: 3-303-15264-0.

Lehrplan und Leistungen – Thematischer Bericht der Erhebung PISA 2000 / Urs Moser, Simone Berweger. BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 100 S. Bestellnr. 573-0000. ISBN: 3-303-15288-8.

Les compétences en littérature – Rapport thématique de l'enquête PISA 2000 / Anne Soussi et al., BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 144p. N° de commande: 574-0000. ISBN: 3-303-15289-6.

Die besten Ausbildungssysteme – Thematischer Bericht der Erhebung PISA 2000 / Sabine Larcher, Jürgen Oelkers. BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 52 S. Bestellnr. 575-0000. ISBN: 3-303-15290-X.

Soziale Integration und Leistungsförderung – Thematischer Bericht der Erhebung PISA 2000 / Judith Hollenweger et al., BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 85 S. Bestellnr. 576-0000. ISBN: 3-303-15291-8.

Bildungswunsch und Wirklichkeit – Thematischer Bericht der Erhebung PISA 2000 / Thomas Meyer, Barbara Stalder, Monika Matter. BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 68 S. Bestellnr. 577-0000. ISBN: 3-303-15292-6.

PISA 2000: Synthese und Empfehlungen / Ernst Buschor, Heinz Gilomen, Huguette Mc Cluskey. BFS/EDK: Neuchâtel 2003. 35 S. Bestellnr. 578-0000. ISBN: 3-303-15293-4.

PISA 2003

PISA 2003: Kompetenzen für die Zukunft – Erster nationaler Bericht / Claudia Zahner Rossier (Koordination), Simone Berweger, Christian Brühwiler, Thomas Holzer, Myrta Mariotta, Urs Moser, Manuela Nicoli, BFS/EDK: Neuchâtel/Bern 2004. 82 S. Bestellnr. 470-0300. ISBN: 3-303-15332-9.

PISA 2003: Kompetenzen für die Zukunft – Zweiter nationaler Bericht / Claudia Zahner Rossier (Herausgeberin), BFS/EDK: Neuchâtel/Bern 2005. 158 S. Bestellnr. 470-0301. ISBN: 3-303-15345-0.

PISA 2003. Einflussfaktoren auf die kantonalen Ergebnisse / Thomas Holzer, BFS: Neuchâtel 2005. 26 S., Bestellnr. 742-0300.

PISA 2006

PISA 2006: Kompetenzen für das Leben – Schwerpunkt Naturwissenschaften – Nationaler Bericht / Claudia Zahner Rossier, Thomas Holzer, BFS/EDK: Neuchâtel/Bern 2007 55 S. Bestellnr. 470-0600. ISBN: 3-303-15436-6.

Publikationsprogramm BFS

Das Bundesamt für Statistik (BFS) hat – als zentrale Statistikstelle des Bundes – die Aufgabe, statistische Informationen breiten Benutzerkreisen zur Verfügung zu stellen.

Die Verbreitung der statistischen Information geschieht gegliedert nach Fachbereichen (vgl. Umschlagseite 2) und mit verschiedenen Mitteln:

Diffusionsmittel

Individuelle Auskünfte

Das BFS im Internet

Medienmitteilungen zur raschen Information der Öffentlichkeit über die neusten Ergebnisse

Publikationen zur vertieften Information (zum Teil auch als Diskette/CD-Rom)

Online Datenrecherche (Datenbanken)

Kontakt

032 713 60 11

info@bfs.admin.ch

www.statistik.admin.ch

www.news-stat.admin.ch

032 713 60 60

order@bfs.admin.ch

www.statdb.bfs.admin.ch

Nähere Angaben zu den verschiedenen Diffusionsmitteln im Internet unter der Adresse www.statistik.admin.ch → Dienstleistungen → Publikationen Statistik Schweiz

Bildung und Wissenschaft

Im Bereich Bildung und Wissenschaft arbeiten im Bundesamt für Statistik drei Fachsektionen mit folgenden Schwerpunkten:

Sektion Bildungsinstitutionen (BILD-I)

- Ressourcen und Infrastruktur (Lehrkräfte, Finanzen und Kosten, Schulen)
- Personal und Finanzen der Hochschulen (universitäre Hochschulen, Fachhochschulen und pädagogische Hochschulen)

Sektion Bildungsprozesse (BILD-P)

- Lernende und Abschlüsse (Schüler/innen und Studierende, Berufsbildung und Bildungsabschlüsse)
- Studierende und Abschlüsse an Hochschulen (universitäre Hochschulen, Fachhochschulen und pädagogische Hochschulen)

Sektion Bildungssystem (BILD-S)

- Bildungsprognosen (Lernende, Abschlüsse und Lehrkörper aller Stufen)
- Bildung und Arbeitsmarkt (Kompetenzen von Erwachsenen, Absolventenstudien, Weiterbildung)
- Bildungssystem (Bildungssystemindikatoren)
- Spezifische Themen und Querschnittsaktivitäten (z.B. Soziale Lage der Studierenden)

Zu diesen Bereichen erscheinen regelmässig Statistiken und thematische Publikationen. Bitte konsultieren Sie unsere Webseite. Dort finden Sie auch die Angaben zu den Auskunftspersonen:

www.education-stat.admin.ch

PISA 2006 erlaubt der Schweiz, die Kompetenzen der Jugendlichen in Naturwissenschaften, Lesen und Mathematik nicht nur international, sondern dank Zusatzstichproben auch regional und kantonale zu vergleichen. In der vorliegenden Publikation werden die Resultate mehrerer Kantone einander gegenübergestellt. Dabei stehen die naturwissenschaftlichen Kompetenzen, die im Jahr 2006 umfassend getestet worden sind, im Mittelpunkt.

Die Publikation gliedert sich in drei Teile. Jeder Teil entspricht einer separaten selbstständigen Vertiefungsstudie, die auf ein spezifisches Thema eingeht. Die erste Studie untersucht die Bedeutung der Unterrichtszeit und der Unterrichtsorganisation für die Resultate in den Naturwissenschaften und das Interesse an naturwissenschaftlichen Fragen. Die zweite Studie analysiert die Bedingungen, die eine naturwissenschaftsbezogene Studien- und Berufswahl begünstigen. Die dritte Studie vergleicht die Kompetenzmodelle zwischen PISA und der im Rahmen des Konkordats zur Harmonisierung der obligatorischen Schule entwickelten Bildungsstandards.

Die hier präsentierten Ergebnisse ergänzen die bereits im nationalen Bericht PISA 2006 veröffentlichten Ländervergleiche und die regionalen und kantonalen Resultate, die im Internet zur Verfügung stehen (<http://www.pisa.admin.ch> >> Wichtige Resultate).

Bestellnummer

1047-0600

Bestellungen

Tel.: 032 713 60 60

Fax: 032 713 60 61

E-Mail: order@bfs.admin.ch

Preis

Fr. 19.– (exkl. MWST)

ISBN 978-3-303-15479-3

BFS

PISA 2006: Analysen zum Kompetenzbereich Naturwissenschaften