



Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle
Service de Coordination de la Recherche et de l'Innovation
pédagogiques et technologiques (SCRIPT)

Université du Luxembourg
Unité de Recherche Educational Measurement and Applied Cognitive
Science (EMACS)

PISA 2012

Nationaler Bericht Luxemburg



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale
et de la Formation professionnelle


UNIVERSITÉ DU
LUXEMBOURG

PISA 2012

Nationaler Bericht Luxemburg

Impressum

- Éditeurs :** Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle, SCRIPT
(Service de Coordination de la Recherche et de l'Innovation pédagogiques et technologiques)
Université du Luxembourg, Unité de Recherche EMACS (Educational Measurement and Applied Cognitive Science)
- Textes et graphiques :** Jos Bertemes, Bettina Böhm, Martin Brunner, Christophe Dierendonck, Antoine Fischbach, Sylvie Gamo, Danielle Hoffmann, Caroline Hornung, Amina Kafai, Ulrich Keller, Michel Lanners, Dalia Lorphelin, Romain Martin, Claire Muller, Monique Reichert, Philipp Sonnleitner, Marion Spengler, Sonja Ugen, Denise Villányi, Joëlle Vlassis, Gina Wrobel
- Photos :** Pol Linden, SCRIPT ; mises à disposition par les établissements scolaires de l'enseignement secondaire et secondaire technique
- Gestion du projet éditorial :** Stefanie Knill
- Layout :** Dreihundertzehn - Werbeagentur Saarbrücken, Allemagne
- ISBN :** 978-99959-1-017-4
- Copyright :** Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle, SCRIPT
Université du Luxembourg, Unité de Recherche EMACS
- URL :** <http://www.men.public.lu/>
<http://www.emacs.uni.lu>

Inhalt

Vorwort / Préface

1. PISA 2012 – Ziele der Studie und methodische Grundlagen	7
1.1 Die PISA-Studie im Überblick	7
1.2 Testbereiche	10
1.3 Testentwicklung und Testdesign	23
1.4 Testauswertung	24
1.5 PISA 2012 in Luxemburg	28
1.6 Überblick über die Kapitel	34
2. Luxemburger Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich	37
2.1 Länderunterschiede in Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften	38
2.2 Leistungsschwache und leistungsstarke Jugendliche	42
2.3 Teilkompetenzen und Inhaltsbereiche der Mathematik	46
2.4 Schülerkompetenzen im Trend 2003 bis 2012	54
2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse	57
3. Befunde zum Luxemburger Regelschulwesen	61
3.1 Kompetenzerwerb in Bezug auf das sozioökonomische und kulturelle Umfeld	62
3.2 Mädchen und Jungen	78
3.3 Unterschiede zwischen Schulformen und das Pilotprojekt PROCi	88
3.4 Einfluss des Sprachhintergrundes auf Schülerkompetenzen	100
3.5 Gewissenhaftigkeit und schulische Leistung	114
4. Herausforderungen, Implikationen und Perspektiven für das Luxemburger Bildungssystem	123
4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse von PISA 2012 / Synthèse des résultats de PISA 2012	123
4.2 Perspectives pour un apprentissage durable des mathématiques	128
4.3 Herausforderungen und Perspektiven	160
4.4 « Lessons learnt »	172

Autorinnen und Autoren

Vorwort / Préface

Et pourtant, elle bouge, l'école luxembourgeoise ! Telle est la première conclusion que l'on peut tirer, avec toute la prudence qui s'impose, des résultats de l'étude PISA 2012.

PISA, le programme international pour le suivi des acquis des élèves, est une vaste enquête qui évalue tous les 3 ans les compétences des élèves dans trois domaines majeurs : la compréhension de l'écrit, la culture mathématique et la culture scientifique. De par sa conception, PISA n'est pas directement lié aux programmes nationaux, mais vise des compétences communes et nécessaires pour la vie sociale et professionnelle des élèves en fin de scolarité obligatoire.

PISA fournit des informations précieuses sur le fonctionnement et l'efficacité des différents systèmes éducatifs. L'étude aide à identifier les défis auxquels l'école luxembourgeoise fait face ; les constats que PISA a dressés dès sa première édition en 2000 ont d'ailleurs toujours confirmé nos analyses statistiques nationales.

Quels sont donc les constats de PISA 2012 ?

Une bonne nouvelle pour commencer : pour la première fois depuis 2003, les résultats de PISA sont en hausse dans 2 des 3 domaines par rapport à 2009 : de 7 points en culture scientifique et de 16 points en compréhension de l'écrit. Il conviendra de vérifier si cette inversion de tendance se confirme lors de PISA 2015 et de s'interroger sur les mesures à mettre en œuvre pour noter une progression similaire en mathématiques, où les résultats stagnent depuis des années.

Cependant, même si la première analyse peut inciter à un certain optimisme, toujours est-il que l'analyse des résultats de 2012 confirme les maux classiques de l'école luxembourgeoise.

En général, les résultats dans les trois domaines étudiés sont très moyens, même légèrement en dessous de la moyenne de l'OCDE. De plus, les résultats des élèves selon leur milieu socio-économique et familial sont parmi les plus dispersés de tous les pays participants : une fois de plus, les écarts de performance entre élèves favorisés et défavorisés dépassent les 100 points. L'incapacité de gérer la diversité de ses élèves demeure un déficit fondamental de notre école.

Ceci se concrétise par le fait que la proportion d'élèves peu compétents en mathématiques de même que celle des élèves

les plus performants n'a pas évolué au Luxembourg tandis que d'autres pays ont réussi à s'améliorer dans ces domaines. Comme les analyses détaillées montrent que les performances scolaires sont étroitement liées au milieu socio-économique, il faut noter que l'école luxembourgeoise a perdu de sa capacité à être un élément d'ajustement social : elle peine à atteindre l'un de ses objectifs majeurs, celui d'offrir à chaque enfant une chance de réussite indépendamment de ses conditions de départ.

L'analyse des résultats selon le sexe montre qu'en compréhension de lecture, les filles ont un avantage de 30 points sur les garçons, tandis qu'en mathématiques et en sciences, l'écart, de même ordre de grandeur, est inversé en faveur des garçons. Ces différences sont elles aussi particulièrement prononcées au Luxembourg.

Les inégalités persistantes, voire aggravées, nous interpellent et demandent une analyse approfondie pour mieux en comprendre les causes. Face à l'ampleur des constats, confirmés lors de chaque nouveau cycle PISA, nul ne peut fermer les yeux sur les défis croissants auxquels le système éducatif sera confronté dans les années à venir. L'adaptation de notre école doit se fonder sur une conception partagée des défis, des orientations prioritaires et des champs d'action à privilégier. Réussirons-nous à vaincre la résistance au changement de nombre d'acteurs principaux, à rallier le soutien nécessaire pour pallier les déficits et développer la qualité de notre système éducatif ?

PISA est bien plus qu'une épreuve avec un classement international : c'est un outil performant (parmi d'autres) qui permet d'identifier des leviers à actionner pour combattre l'échec scolaire, là où les inégalités se créent et peuvent être dévoilées.

L'avenir du pays et en particulier la paix sociale en dépendent !



Jos Bertemes
Directeur du SCRIPT



1

PISA 2012 – Ziele der Studie und methodische Grundlagen

Autoren:
Bettina Böhm, Sonja Ugen, Antoine Fischbach, Romain Martin,
Amina Kafaï, Jos Bertemes, Michel Lanners

1.1

Die PISA-Studie im Überblick

Zusammenfassung:

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über den theoretischen und methodischen Hintergrund der PISA-Studie. Zunächst werden die Ziele und allgemeinen Merkmale der Studie beschrieben. Anschließend wird die Konzeption der Testbereiche Mathematik (Schwerpunkt bei PISA 2012), Lesen und Naturwissenschaften erläutert und die Teilkompetenzen und Inhaltsbereiche der Mathematik näher dargestellt. Es wird gezeigt, wie die Testinstrumente entwickelt wurden und die Testhefte aufgebaut sind. Anschließend wird erläutert, wie die Daten der PISA-Studie ausgewertet werden und das Kompetenzstufenmodell wird vorgestellt. Eine wichtige Rolle spielen neben den Leistungsergebnissen auch die nicht-kognitiven Ergebnisse, wie z. B. die Lernmotivation. Indikatoren u. a. zur Lernmotivation und wahrgenommenen Unterrichtsqualität werden vorgestellt. Zum Schluss wird gezeigt, wie der Test in Luxemburg durchgeführt wurde, und es wird genauer auf die Stichprobe, die Testsprache und die Testmotivation der Schülerinnen und Schüler eingegangen.

Résumé :

Ce chapitre donne un aperçu des fondements théoriques et méthodologiques de l'étude PISA. Dans un premier temps, les objectifs et les caractéristiques générales de l'étude sont présentés. Dans un deuxième temps, le processus

PISA (**P**rogramme for **I**nternational **S**tudent **A**ssessment) ist eine internationale Schulleistungsstudie der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), die in regelmäßigen Abständen von 3 Jahren die Kompetenzen 15-jähriger Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften erhebt und international vergleicht. Mit PISA soll untersucht werden, wie gut die Jugendlichen auf die Anforderungen der heutigen Wissensgesellschaft vorbereitet sind. Dabei kommt es bei PISA weniger darauf an, wie gut die Schülerinnen und Schüler die jeweiligen Inhalte beherrschen, die im Rahmen von nationalen Lehrplänen vermittelt werden. Es ist vielmehr entscheidend, inwieweit sie die für ein lebenslanges Lernen grundlegenden Kompetenzen erworben haben, um aktiv in allen Bereichen der Gesellschaft teilzunehmen und sich persönlich zu entwickeln.

Das Testprogramm PISA wurde Ende der 90er Jahre auf Wunsch der OECD-Länder konzipiert, um international vergleichbare Indikatoren zu Ergebnissen von schulischer Bildung zu erhalten. Im Fokus standen dabei sogenannte „life skills“, die es den Jugendlichen ermöglichen sollten, in ihrem alltäglichen und privaten Leben, als Staatsbürger und beim lebenslangen Weiterlernen zurechtzukommen (Klieme, 2004). PISA wurde im Jahr 2000 erstmals durchgeführt. An der ersten PISA-Runde beteiligten sich 28 OECD-Länder sowie vier Partnerländer (Nicht-OECD-Länder).

Ein zentrales Anliegen der PISA-Studie ist es, international vergleichbare Daten über die Zeit hinweg zu sammeln und die Entwicklung der Schülerleistungen anhand dieser Daten zu beobachten. Die internationale Schulleistungsstudie wird daher

d'élaboration des trois tests en mathématiques (focus de PISA 2012), en lecture et en sciences naturelles est décrit, ainsi que les sous-compétences et les domaines de contenus en mathématiques. Quelques informations sont ensuite données sur la façon dont les carnets de test ont été construits, sur la manière dont les données ont été dépouillées et sur le modèle de compétence à plusieurs niveaux. Enfin, à côté des informations relatives aux tests de performance, des indicateurs non-cognitifs dont on sait qu'ils jouent aussi un rôle important sont présentés, notamment les indicateurs de motivation à apprendre et de qualité perçue de l'enseignement. Le chapitre se termine par la présentation d'informations en lien avec les procédures spécifiques de la passation du test PISA 2012 au Luxembourg, la description de l'échantillon, le choix de la langue de test et la motivation des élèves à faire le test.

zyklisch alle drei Jahre durchgeführt. In jeder Erhebungsrunde steht einer der drei Kompetenzbereiche – Lesen, Mathematik oder Naturwissenschaften – im Vordergrund, auf den jeweils die meiste Testzeit entfällt. Die beiden anderen Bereiche werden aber ebenfalls getestet. So lag bei PISA 2000 der Schwerpunkt auf Lesekompetenz, bei PISA 2003 auf Mathematik und bei PISA 2006 auf den Naturwissenschaften. Alle neun Jahre steht einer der drei Bereiche erneut im Vordergrund und ein Vergleich der Leistungen zwischen beiden Zeitpunkten ist von besonderem Interesse. Entsprechend lag bei PISA 2009 zum zweiten Mal der Fokus auf Lesekompetenz. PISA 2012 ist der fünfte Zyklus der PISA-Studie, bei dem nach 2003 jetzt zum zweiten Mal der Schwerpunkt auf Mathematik lag. Aufgrund dieser Schwerpunktzugung werden die Schülerkompetenzen in Mathematik in diesem Bericht besonders ausführlich untersucht.

PISA ist eine altersbasierte Studie, die die Schülerinnen und Schüler im Alter von etwa 15 Jahren testet. Dies entspricht in den meisten OECD-Ländern dem Zeitpunkt, zu dem die Schülerinnen und Schüler am Ende der Vollzeitschulpflicht stehen und gleichzeitig noch nahezu alle die Schule besuchen. So wird gewährleistet, dass die Schülerinnen und Schüler aus unterschiedlichen Bildungsgängen eines Landes so vollständig wie möglich in der Stichprobe repräsentiert sind. Weltweit wurden bei PISA 2012 insgesamt rund 510 000 Schülerinnen und Schüler aus 34 OECD-Ländern sowie weiteren 31 OECD-Partnerländern getestet. Alle Teilnehmerländer der PISA-2012-Studie sind in Abbildung 1 aufgeführt.

OECD-Länder		OECD-Partnerländer	
Australien	Mexiko	Albanien	Malaysia
Belgien	Neuseeland	Argentinien	Montenegro
Chile	Niederlande	Brasilien	Peru
Dänemark	Norwegen	Bulgarien	Rumänien
Deutschland	Österreich	Chinesisch Taipeh	Russische Föderation
Estland	Polen	Costa Rica	Serbien
Finnland	Portugal	Hong Kong (China)	Shanghai (China)
Frankreich	Schweden	Indonesien	Singapur
Griechenland	Schweiz	Jordanien	Thailand
Irland	Slowakische Republik	Kasachstan	Tunesien
Island	Slowenien	Katar	Uruguay
Israel	Spanien	Kolumbien	Vereinigte Arabische Emirate
Italien	Tschechische Republik	Kroatien	Vietnam
Japan	Türkei	Lettland	Zypern
Kanada	Ungarn	Liechtenstein	
Korea	Vereinigtes Königreich	Litauen	
Luxemburg	Vereinigte Staaten	Macau (China)	

Abbildung 1: Teilnehmerländer von PISA 2012

Die Schulleistungsstudie PISA konzentriert sich auf die Erfassung von grundlegenden Kompetenzen in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften. Als Bezugspunkt für die Testentwicklung dient bei PISA der Begriff der Grundbildung (*literacy*). Grundbildung bei PISA entspricht einem weit gefassten Konzept von Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten, das sowohl das Wissen über elementare Prozesse und Grundsätze beinhaltet, als auch die Fähigkeit, über das Wissen und die Erfahrungen zu reflektieren und auf realitätsnahe Fragen anzuwenden. Diese Fähigkeiten und Fertigkeiten werden teils in der Schule, teils aber auch außerhalb des schulischen Umfelds erworben. Ebenso zählen zur Grundbildung lernrelevante Einstellungen und Aspekte der Motivation, sich mit Herausforderungen in diesen Bereichen auseinanderzusetzen.

Wie kompetent die Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften sind, wird im Rahmen von PISA mit Testaufgaben erfasst. Die Testaufgaben sind entweder Multiple-Choice-Fragen oder Fragen mit offenem Antwortformat, bei denen die Schülerinnen und Schüler eine eigene Antwort formulieren müssen. Die Aufgaben beziehen sich auf einen Text und teilweise auch auf eine Abbildung oder Tabelle und sind in eine anwendungsbezogene Situation eingebettet. Das gesamte Testmaterial umfasst eine Bearbeitungszeit von ca. 6,5 Stunden, wobei jede Schülerin/jeder Schüler nur einen Teil der Aufgaben erhält. Dadurch wird gewährleistet, dass bei einer begrenzten Anzahl bearbeiteter Aufgaben pro Schülerin oder Schüler insgesamt ein sehr breites Kompetenzspektrum in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften erfasst werden kann.

PISA untersucht aber nicht nur die Schülerleistungen, sondern darüber hinaus auch nicht-kognitive Ergebnisse des Lehrens und Lernens, wie z. B. die Lernmotivation, Chancengleichheit der Bildungssysteme (z. B. geschlechtsspezifische Bildungseteiligung, Unterschiede zwischen sozioökonomisch begünstigten und weniger begünstigten Jugendlichen) oder Merkmale von Schulen, wie z. B. das Schulklima. Zunehmend wichtiger wird bei PISA die Kontextualisierung der Testergebnisse, im Rahmen dessen Zusammenhänge zwischen den Testleistungen oder Einstellungen und bestimmten Ausgangsfaktoren untersucht werden, wie z. B. die familiäre Lernumgebung oder die Ausstattung der Schule (Klieme, 2013). Diese Angaben werden im Rahmen eines Schülerfragebogens sowie eines Fragebogens für Schulleiter erhoben. Optional wird in einigen Ländern auch ein Elternfragebogen eingesetzt.

Neben diesen drei obligatorischen Kernkomponenten des PISA-Tests (d. h. dem Leistungstest in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften, dem Schülerfragebogen und dem Schulfragebogen) beinhaltet das Programm weitere Testteile, die die Länder optional durchführen können. Dazu gehört zum Beispiel die Messung von fächerübergreifenden Kompetenzen. Bei PISA 2012 wurde als fächerübergreifende Kompetenz das Problemlösen anhand elektronisch vorliegender Aufgaben getestet. Außerdem wurden die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in Mathematik und Lesen anhand eines computergestützten Tests untersucht. Schließlich wurden erstmals die Schülerleistungen im Bereich Finanzen (*Financial Literacy*) getestet. Luxemburg hat an diesen Optionen nicht teilgenommen, da dies u. a. den Testaufwand für die Schulen zeitlich und organisatorisch deutlich vergrößert hätte.

Auftraggeber und Verantwortliche der PISA-Studie

Die PISA-Studie wird von den Regierungen der Teilnehmerländer in Auftrag gegeben. Alle Zielsetzungen und Leitentscheidungen werden in allgemeiner Übereinstimmung von den Regierungsvertretern eines gemeinsamen Gremiums, dem *PISA Governing Board* (PGB), getroffen. Unter Federführung der OECD ist dieses Gremium für die bildungspolitische Zielsetzung des Programms und für die Einhaltung der festgelegten Prioritäten während der Programmumsetzung verantwortlich.

Für die wissenschaftliche Qualität und die Umsetzung der PISA-Studie ist ein internationales Konsortium unter Leitung des *Australian Council for Educational Research* (ACER) verantwortlich, das sich aus mehreren internationalen Organisationen und Forschungsinstituten des Bildungssektors zusammensetzt¹. Dieses Konsortium wird nach einer internationalen Ausschreibung durch den *PISA Governing Board* bestimmt.

Für die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Studie innerhalb eines Landes ist ein nationales PISA-Zentrum zuständig. In Luxemburg ist dieses im *Service de Coordination de la Recherche de l'Innovation pédagogiques et technologiques* (SCRIPT) innerhalb des Ministeriums für Erziehung und Berufsausbildung (MENFP) angesiedelt. Die Auswertung der nationalen PISA-Ergebnisse und das Verfassen des nationalen PISA-Berichts erfolgen in Zusammenarbeit mit der Universität Luxemburg, Forschungseinheit *Educational Measurement and Applied Cognitive Science* (EMACS).

¹ Zu dem internationalen PISA-Konsortium von PISA 2012 gehören: Australian Council for Educational Research (ACER, Australien), cApStAn Linguistic Quality Control (Belgien), Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF, Deutschland), Educational Testing Service (ETS, USA), Institutt for Lærerutdanning og Skoleutvikling (ILS, Norwegen), Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN, Germany), National Institute for Education Policy Research (NIER, Japan), The Tao Initiative: CRP- Henri Tudor und Université de Luxembourg - EMACS (Luxembourg), Unité d'Analyse des systèmes et des pratiques d'enseignement (aSPE, Belgien), Westat (USA).

1.2

Testbereiche

In den folgenden drei Abschnitten wird gezeigt, wie die Bereiche mathematische Kompetenz, Lesekompetenz und naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA definiert werden, wie sie aufgebaut sind und was sie messen. Eine ausführliche Darstellung der drei Kompetenzbereiche findet sich in der Rahmenkonzeption von PISA 2012 (OECD, 2013a).

1.2.1 Mathematische Kompetenz

Der Bereich Mathematik ist bei PISA 2012 von besonderer Bedeutung, weil er den Schwerpunktbereich darstellt. Mathematische Kompetenz wurde auch in allen vorangegangenen Erhebungsrunden (2000, 2003, 2006 und 2009) getestet, im Schwerpunkt stand Mathematik aber zuvor nur bei PISA 2003. Durch die erneute Schwerpunktsetzung kann ein Vergleich über einen längeren Zeitraum hinweg angestellt werden.

Für PISA 2012 wurde die Mathematik-Rahmenkonzeption von PISA 2003 überarbeitet. Dabei wurden hauptsächlich zwei neue Elemente eingeführt. Erstens wurde die Rahmenkonzeption auf das Testen von computergestützten Mathematikaufgaben erweitert, ähnlich wie bei PISA 2009, wo für den Schwerpunktbereich Lesen ein computergestützter Lesetest entwickelt wurde. Diese Testkomponente war allerdings nicht Bestandteil des obligatorischen Papier- und Bleistift-Tests, sondern optional. Zweitens wurden die in der Rahmenkonzeption beschriebenen mathematischen Prozesse überarbeitet und es wurden neue Items entwickelt, die die Kompetenzen der Schüler in diesen Prozessen erfassen sollten.

PISA 2012 definiert mathematische Kompetenz als „die Fähigkeit einer Person, Mathematik in zahlreichen Kontexten anzuwenden, zu interpretieren und zu formulieren. Dazu gehört mathematisches Schlussfolgern ebenso wie die Anwendung mathematischer Konzepte, Vorgehensweisen, Fakten und Werkzeuge, um Phänomene zu beschreiben, zu erklären und vorherzusagen. Mathematische Grundbildung hilft Personen, die Rolle zu erkennen und zu verstehen, die Mathematik in der Welt spielt, fundierte mathematische Urteile abzugeben und Mathematik in einer Weise zu verwenden, die den Anforderungen des Lebens dieser Person als konstruktivem, engagiertem und reflektiertem Bürger entspricht“ (OECD, 2013a, S. 25).

Diese Definition erstreckt sich nicht allein auf die Ausführung spezifischer mathematischer Operationen, wie sie häufig in der Schule gelehrt werden, sondern auf problemorientierte Anwendungen von Mathematik im realen Leben. Der Begriff

„mathematische Kompetenz“ bezeichnet damit die Fähigkeit, mathematische Kenntnisse und Kompetenzen funktional zu nutzen, um mathematische Probleme in unterschiedlichen Situationen des alltäglichen Lebens lösen zu können. Diese Definition von Mathematik-Kompetenz schließt auch die Einstellungen, die Überzeugungen und die Motivation der Schülerinnen und Schüler gegenüber der Mathematik ein.

Mathematische Kompetenz ist ein sehr weiter Begriff, der drei wesentliche Aspekte umschließt:

• Inhalte

In der Mathematik-Rahmenkonzeption werden vier Inhaltsbereiche definiert, nämlich (a) Veränderung und Beziehungen, (b) Raum und Form, (c) Quantität und (d) Unsicherheit und Daten. Diese Inhaltsbereiche werden auch in den nationalen Bildungsstandards (*Socles de Compétences*) für das Fach Mathematik der Klassenstufe 8 (VI^e/8^e) beschrieben (MENFP, 2008). Daher werden im Folgenden die entsprechenden Bezeichnungen für die Inhaltsbereiche aus den nationalen Mathematik-Bildungsstandards in Klammern angegeben.

Der Inhaltsbereich „Veränderung und Beziehungen“ (*Dépendance et variation*) bezieht sich auf alle Arten von relationalen und funktionalen Beziehungen zwischen mathematischen Objekten. Dazu gehören u. a. die Beschreibung von Beziehungen durch Gleichungen und Ungleichungen, die Beschreibung von Veränderungsprozessen mittels Funktionen sowie vielerlei Arten von Darstellungen solcher Beziehungen und Veränderungen (Diagramme, Tabellen, Graphen oder Formeln). Ein Beispiel zu „Veränderung und Beziehungen“ ist Frage 2 der Aufgabe „Bergsteigen am Berg Fuji“ (siehe Abbildung 2).

Der Inhaltsbereich „Raum und Form“ (*Figures de plan et de l'espace*) bezieht sich auf alle Arten ebener oder räumlicher Konfigurationen, Gestalten und Muster. Dazu gehören u. a. auch die Identifikation geometrischer Formen und Muster, das Studium der Eigenschaften von Figuren und Körpern sowie die vielfältige Darstellung solcher Objekte einschließlich der Beziehung zwischen Objekten und ihren in der Regel zweidimensionalen Darstellungen. Ein Beispiel zu „Raum und Form“ ist Frage 1 der Aufgabe „Wohnungskauf“ (siehe Abbildung 3).

Der Inhaltsbereich Quantität (*Nombres et opérations*) bezieht sich auf alle Arten von Quantifizierungen, d. h. auf die Verwendung von Zahlen zur Beschreibung und Organisation von Situationen. Dazu gehören u. a. das Rechnen mit Zahlen, das Umgehen mit Größen, das Verständnis für Größenordnungen, die Identifikation von numerischen Mustern und insbesonde-

re das quantitative Argumentieren, d. h. das Verwenden von Zahlen bei der Begründung von Sachverhalten. Ein Beispiel zu „Quantität“ ist Frage 1 der Aufgabe „Bergsteigen am Berg Fuji“ (siehe Abbildung 2).

Der Inhaltsbereich „Unsicherheit und Daten“ (*Processus aléatoires et Données*) bezieht sich auf alle Arten von Phänomene und Situationen, die statistische Daten beinhalten oder bei denen der Zufall eine Rolle spielt. Daten und Zufall sind eng verwandte Themen; hierzu gehören u. a. das Erzeugen von Daten zu Zufallsphänomenen, eine sachadäquate Darstellung von Daten, das Analysieren und Interpretieren gegebener Daten, das Berechnen von Wahrscheinlichkeiten sowie das Ziehen geeigneter Schlüsse aus solchen Berechnungen. Ein Beispiel zu „Unsicherheit und Daten“ sind die Fragen 2 und 5 der Aufgabe „Charts“ (siehe Abbildung 4).

• Prozesse

Es wurden drei grundlegende mathematische Prozesse definiert, die für die Lösung eines Problems relevant sind:

- das mathematische *Formulieren* von Situationen,
- das *Anwenden* von Konzepten, Fakten, Prozeduren und logischem Denken und
- das *Interpretieren*, Anwenden und Bewerten von mathematischen Ergebnissen.

Das „mathematische *Formulieren* von Situationen“ bezieht sich auf die Fähigkeit, Möglichkeiten zu identifizieren, Mathematik anzuwenden und einer Problemstellung aus einem bestimmten Kontext eine mathematische Struktur zu geben. Dazu gehört die Fähigkeit, die mathematischen Aspekte und bedeutsamen Variablen einer Problemstellung zu identifizieren, die mathematische Struktur einer Problemstellung oder Situation (Regelmäßigkeiten, Beziehungen und Muster) zu erkennen, Vereinfachungen vorzunehmen, Einschränkungen und Annahmen hinter einem mathematischen Modell zu identifizieren und eine Situation durch die Verwendung angemessener Variablen, Symbole und Diagramme mathematisch darzustellen. Ein Beispiel zu „Formulieren“ sind die Fragen 1 und 2 der Aufgabe „Bergsteigen am Berg Fuji“ (siehe Abbildung 2).

Das „*Anwenden* von Konzepten, Fakten, Prozeduren und logischem Denken“ bezieht sich auf die Fähigkeit, für die Lösung eines mathematischen Problems Strategien zu entwickeln und diese durchzuführen; mathematische Werkzeuge (Formelsammlung, Lineal, Rechenmaschinen) zu verwenden, um eine exakte oder angenäherte Lösung zu finden; mit Zahlen, grafischen und statistischen Daten und Informationen umzugehen

ebenso wie mit algebraischen Ausdrücken, Gleichungen und geometrischen Darstellungen; und schließlich auf die Fähigkeit, mathematische Ergebnisse zu begründen. Ein Beispiel zu „Anwenden“ ist Frage 5 der Aufgaben „Charts“ (siehe Abbildung 4).

Das „*Interpretieren*, Anwenden und Bewerten von mathematischen Ergebnissen“ bezieht sich auf die Fähigkeit, über mathematische Lösungen, Ergebnisse oder Schlussfolgerungen zu reflektieren und diese im Kontext einer Problemstellung aus dem alltäglichen Leben zu interpretieren. Dieser Prozess beinhaltet u. a. die Fähigkeit, eine mathematische Lösung in den ursprünglichen Kontext zu übertragen; zu erklären, inwieweit ein Ergebnis oder Schlussfolgerung sinnvoll ist sowie die Grenzen eines mathematischen Modells zu erkennen und zu beschreiben. Ein Beispiel zu „Interpretieren“ ist Frage 2 der Aufgabe „Charts“ (siehe Abbildung 4).

• Situationen

Sie beziehen sich auf den Kontext, in den eine Mathematikaufgabe eingebettet ist. Kontexte sind unterteilt in persönliche, bildungsbezogene, berufliche, öffentliche und wissenschaftliche Situationen.

Die Testaufgaben verteilen sich zu etwa gleichen Anteilen auf die vier Inhaltsbereiche, d. h. auf jeden Inhaltsbereich entfallen etwa 25 % der Aufgaben. Bei den Prozessen entfallen etwa 50 % der Aufgaben auf *Anwenden* und je etwa 25 % der Aufgaben auf *Formulieren* und *Interpretieren*. Hierbei ist anzumerken, dass bei der Lösung einer Aufgabe oft mehrere Prozesse eine Rolle spielen. Daher wurde jede Aufgabe dem Prozess zugeordnet, der bei der jeweiligen Aufgabe dominant ist.

BERGSTEIGEN AM BERG FUJI

Der Berg Fuji ist ein berühmter schlafender Vulkan in Japan.

BERGSTEIGEN AM BERG FUJI: FRAGE 1

Inhaltsbereich: Quantität

Prozess: Formulieren

Kontext: Gesellschaft



Der Berg Fuji ist für die Öffentlichkeit jedes Jahr nur vom 1. Juli bis 27. August zur Besteigung freigegeben. Ungefähr 200.000 Menschen besteigen den Berg Fuji während dieser Zeit.

Wie viele Menschen besteigen den Berg Fuji durchschnittlich pro Tag?

- A 340
- B 710
- C 3400
- D 7100
- E 7400

BERGSTEIGEN AM BERG FUJI: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

C. 3400

Nicht gelöst:

Andere Antworten.

BERGSTEIGEN AM BERG FUJI: FRAGE 2

Inhaltsbereich: Veränderung und Beziehungen

Prozess: Formulieren

Kontext: Gesellschaft

Der Gotemba-Wanderweg auf den Berg Fuji hinauf ist ungefähr 9 Kilometer (km) lang.

Die Wanderer müssen von der 18 km langen Wanderung bis 20:00 Uhr zurück sein.

Toshi schätzt, dass er den Berg mit durchschnittlich 1,5 Kilometern pro Stunde hinaufsteigen kann und mit der doppelten Geschwindigkeit absteigen kann. Diese Geschwindigkeiten berücksichtigen Essens- und Ruhepausen.

Wenn man Toshis geschätzte Geschwindigkeiten zu Grunde legt: Wann muss er seine Wanderung spätestens beginnen, damit er bis 20:00 Uhr zurück ist?

BERGSTEIGEN AM BERG FUJI: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

11 (Uhr)

Nicht gelöst:

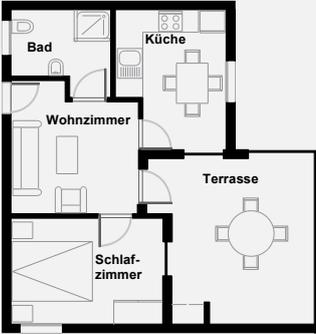
Andere Antworten.

Abbildung 2: Aufgabenbeispiel für mathematische Kompetenz: BERGSTEIGEN AM BERG FUJI

WOHNUNGSKAUF

Das ist der Grundriss der Wohnung, die Georgs Eltern von einer Wohnbaugesellschaft kaufen wollen.

Maßstab:
1 cm entspricht 1 m



WOHNUNGSKAUF: FRAGE 1

Inhaltsbereich: Raum und Form
Prozess: Formulieren
Kontext: Persönlich

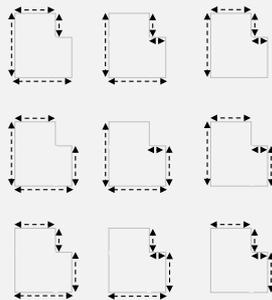
Um die Gesamtgrundfläche der Wohnung (einschließlich der Terrasse und Wände) zu schätzen, kann man die Größe jedes Raumes messen, seine Fläche berechnen und dann alle Flächen addieren.

Es gibt jedoch ein effektiveres Verfahren, bei dem man nur vier Längen messen muss, um die Gesamtgrundfläche zu schätzen. Markiere im Grundriss oben die vier Längen, die benötigt werden, um die Gesamtgrundfläche der Wohnung zu schätzen.

WOHNUNGSKAUF: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

Die vier Abmessungen, die zur Schätzung der Grundfläche der Wohnung erforderlich sind, wurden auf dem Grundriss markiert. Es gibt 9 mögliche Lösungen, wie in den Abbildungen unten angezeigt.



$$A = (9,7\text{m} \times 8,8\text{m}) - (2\text{m} \times 4,4\text{m}), A = 76,56\text{m}^2 \text{ [Eindeutig Verwendung von nur 4 Längen, um die benötigte Fläche zu messen und zu berechnen.]}$$

Nicht gelöst:

Andere Antworten.

Abbildung 3: Aufgabenbeispiel für mathematische Kompetenz: WOHNUNGSKAUF

CHARTS

Im Januar kamen die neuen CDs der Bands *4U2Rock* und *The Kicking Kangaroos* heraus. Im Februar folgten die CDs der Bands *No One's Darling* und *The Metafolkies*. Das folgende Diagramm zeigt die CD-Verkaufszahlen der Bands von Januar bis Juni.

CHARTS: FRAGE 2

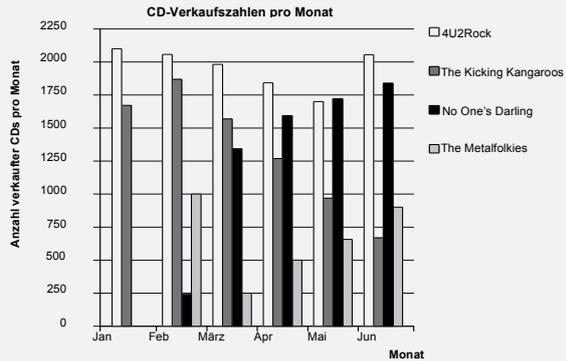
Inhaltsbereich: Unsicherheit und Daten

Prozess: Interpretieren

Kontext: Gesellschaft

In welchem Monat verkaufte die Band *No One's Darling* zum ersten Mal mehr CDs als die Band *The Kicking Kangaroos*?

- A In keinem Monat
- B März
- C April
- D Mai



CHARTS: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

Nicht gelöst:

C. April

Andere Antworten.

CHARTS: FRAGE 5

Inhaltsbereich: Unsicherheit und Daten

Prozess: Anwenden

Kontext: Gesellschaft

Der Manager von *The Kicking Kangaroos* macht sich Sorgen, weil die Anzahl der verkauften CDs von Februar bis Juni gesunken ist.

Wie hoch ist die geschätzte Verkaufszahl für Juli, falls sich dieser negative Trend genauso fortsetzt?

- A 70 CDs
- B 370 CDs
- C 670 CDs
- D 1340 CDs

CHARTS: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

Nicht gelöst:

B. 370 CDs

Andere Antworten.

Abbildung 4: Aufgabenbeispiel für mathematische Kompetenz: CHARTS

1.2.2 Lesekompetenz

Lesekompetenz wird im Rahmen von PISA definiert als „... die Fähigkeit, geschriebene Texte zu verstehen, zu nutzen, über sie zu reflektieren und sich mit ihnen auseinanderzusetzen, um eigene Ziele zu erreichen, das eigene Wissen und Potential weiterzuentwickeln und aktiv am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen“ (OECD, 2013a, S. 60 ff.). Diese Definition geht über die Vorstellung hinaus, wonach Lesekompetenz in dem Entschlüsseln und wörtlichen Verständnis von Texten besteht. Im Vordergrund stehen hierbei vielmehr ein tieferes Textverständnis, die Anwendungsorientiertheit, das Entwickeln eigener Gedanken und Ideen sowie die Lesemotivation. Um diese Definition in ein Testinstrument für Lesekompetenz umzusetzen, wurden drei relevante Bereiche bestimmt, anhand derer sich die Testaufgaben charakterisieren lassen:

• Texte

Jugendliche und Erwachsene begegnen in ihrem alltäglichen Leben einer großen Bandbreite unterschiedlicher Texte. Ein wichtiges Merkmal zur Klassifikation von Texten ist die Unterscheidung zwischen *kontinuierlichen* und *nichtkontinuierlichen* Texten. Kontinuierliche Texte beziehen sich auf fortlaufend geschriebene Texte, wie z. B. Romane, Zeitungsartikel, Aufsätze, Kurzgeschichten und Briefe. Nichtkontinuierliche Texte beziehen sich auf Texte, in denen die Informationen auf eine andere Art und Weise als in Prosatexten dargestellt sind, wie z. B. Listen, Formulare, Grafiken und Diagramme.

• Aspekte

Sie beschreiben die Absichten des Lesers und die Herangehensweise an einen Text und werden in drei übergeordnete Kompetenzen des Lesens eingeteilt. Der erste Aspekt *Informationen suchen und extrahieren* bezieht sich auf die Fähigkeit, einzelne oder mehrere Informationsteile in einem Text aufzufinden, auszuwählen und einzusammeln (z. B. ein bestimmtes Argument, eine Telefonnummer mit mehreren Vorwahlzeichen oder die in einer Stellenanzeige geforderten Angaben). Der zweite Aspekt *Kombinieren und Interpretieren* bezieht sich darauf, einem oder mehreren Teilen eines Textes einen Sinn zuzuordnen und Schlüsse daraus zu ziehen und ein allgemeines Textverständnis zu entwickeln (z. B. die Hauptaus-

sagen eines Textes erkennen). Der dritte Aspekt *Reflektieren und Bewerten* bezieht sich auf die Fähigkeit, Verbindungen zwischen dem Text und eigenen Kenntnissen, Vorstellungen und Erfahrungen herzustellen (z. B. Aussagen mit alternativen Standpunkten bewerten oder Textmerkmale wie Ironie, Humor und logischen Aufbau kritisch bewerten).

• Situationen

Die in PISA verwendeten Texte beziehen sich auf unterschiedliche Situationen, in denen Texte typischerweise gelesen werden: Lesen für den *privaten* (z. B. Romane), *öffentlichen* (z. B. offizielles Dokument), *beruflichen* (z. B. Manuale) und *bildungsbezogenen* (z. B. Lehrbücher) Gebrauch.

Eine Beispielaufgabe für Lesekompetenz ist *Handysicherheit* (Abbildung 5). Es handelt sich bei dieser Aufgabe um einen nichtkontinuierlichen Text. Der Aspekt des Lesens ist für Frage 2 *Kombinieren und Interpretieren* und für Frage 11 und 6 *Reflektieren und Bewerten*. Der Text ist für den öffentlichen Gebrauch bestimmt.

HANDYSICHERHEIT

Sind Handys gefährlich?

	Ja	Nein
<p>Kernaussage</p> <p><i>Ende der 1990er- Jahre erschienen widersprüchliche Berichte über die gesundheitlichen Risiken von Handys.</i></p> <p>Kernaussage</p> <p><i>Millionen von Euro sind bis jetzt in die wissenschaftliche Forschung investiert worden, um die Auswirkungen von Handys zu untersuchen.</i></p>	<p>1. Funkwellen, die vom Handy ausgestrahlt werden, können Körpergewebe erwärmen und Schäden verursachen.</p>	<p>Funkwellen sind nicht stark genug, um dem Körper durch Wärme Schaden zuzufügen.</p>
	<p>2. Die durch Handys erzeugten Magnetfelder können die Funktionsweise der Körperzellen beeinflussen.</p>	<p>Die magnetischen Felder sind unglaublich schwach und es ist unwahrscheinlich, dass sie die Zellen in unserem Körper beeinflussen.</p>
	<p>3. Menschen, die mit dem Handy lange Telefongespräche führen, klagen manchmal über Erschöpfung, Kopfschmerzen und verminderte Konzentrationsfähigkeit.</p>	<p>Diese Auswirkungen wurden im Labor noch nie beobachtet und können auch auf andere Faktoren des modernen Lebensstils zurückzuführen sein.</p>
	<p>4. Für Handybenutzerinnen und -benutzer besteht ein 2,5-mal größeres Risiko, an einem Gehirntumor in der Nähe des Handy-Ohrs zu erkranken.</p>	<p>Forscherinnen und Forscher geben zu, dass es unklar ist, ob dieser Anstieg direkt mit dem Gebrauch von Handys zusammenhängt.</p>
	<p>5. Das internationale Zentrum für Krebsforschung hat einen Zusammenhang zwischen Krebs in der Kindheit und Starkstrom-Leitungen festgestellt. Wie Handys geben auch Starkstrom- Leitungen Strahlen ab.</p>	<p>Die Strahlung, die von Starkstrom-Leitungen ausgeht, ist anders als Handystrahlung. Und sie ist viel stärker.</p>
	<p>6. Hochfrequenzwellen, ähnlich denen von Handys, haben die Erbfaktoren von Fadenwürmern verändert.</p>	<p>Würmer sind keine Menschen, also gibt es keine Garantie, dass unsere Hirnzellen gleich reagieren.</p>

Wenn du ein Handy benutzt ...

	Tu dies	Tu dies nicht
<p>Kernaussage</p> <p><i>Angeichts der großen Zahl an Handybenutzerinnen und -benutzern könnten selbst geringe nachteilige Wirkungen auf die Gesundheit eine große Auswirkung auf die Volksgesundheit haben.</i></p> <p>Kernaussage</p> <p><i>Im Jahr 2000 verzeichnete der „Stewart Report“ (ein britischer Bericht) keine vom Handy verursachten gesundheitlichen Probleme, rief aber dennoch, vor allem bei Jugendlichen, trotzdem zur Vorsicht auf, bis weitere Studien durchgeführt würden. Ein weiterer Bericht im Jahr 2004 bestätigte dies.</i></p>	<p>Halte die Gespräche kurz.</p>	<p>Benutze dein Handy nicht, wenn der Empfang schwach ist, weil es dann mehr Strom benötigt, um mit der Antenne in Verbindung zu stehen, wodurch die Strahlung stärker wird.</p>
	<p>Trage das Handy nicht am Körper, wenn es im Stand-by- Modus ist.</p>	<p>Kaufe kein Handy mit einem hohen „SAR-Wert“¹. Dieser bedeutet, dass es mehr Strahlung abgibt.</p>
	<p>Kaufe ein Handy mit einer langen Gesprächsleistung. Es ist leistungsfähiger und hat eine weniger starke Strahlung.</p>	<p>Kaufe kein abschirmendes Zubehör, außer wenn es von unabhängiger Seite getestet wurde.</p>

¹SAR (specific absorption rate) ist ein Maß für die elektromagnetische Strahlung, die während des Handygebrauchs vom Körpergewebe absorbiert wird.

Abbildung 5: Aufgabenbeispiel für Lesekompetenz: HANDYSICHERHEIT

"Handysicherheit" auf den vorhergehenden zwei Seiten stammt von einer Internetseite.

Verwende "Handysicherheit", um die folgenden Fragen zu beantworten.

HANDYSICHERHEIT: FRAGE 2

Textformat: Nicht-kontinuierlich

Aspekt: Integrieren und Interpretieren

Kontext: Öffentlich

Was ist der Zweck der **Kernaussagen**?

- A Die Gefahren der Nutzung von Handys zu beschreiben.
- B Auf die Aktualität der Diskussion über die Sicherheit von Handys hinzuweisen.
- C Zu beschreiben, welche Vorsichtsmaßnahmen Handybenutzer treffen sollten.
- D Darauf hinzuweisen, dass keine vom Handy verursachten gesundheitlichen Probleme bekannt sind.

HANDYSICHERHEIT: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

B. Auf die Aktualität der Diskussion über die Sicherheit von Handys hinzuweisen.

Nicht gelöst:

Andere Antworten.

HANDYSICHERHEIT: FRAGE 11

Textformat: Nicht-kontinuierlich

Aspekt: Reflektieren und Bewerten

Kontext: Öffentlich

„Es ist schwierig zu beweisen, dass eine Sache zwingend von einer anderen verursacht wurde.“

Wie hängt diese Information mit den **Ja-/Nein**-Argumenten bei Punkt 4 in der Tabelle „**Sind Handys gefährlich?**“ zusammen?

- A Sie stützt das Ja-Argument, beweist es aber nicht.
- B Sie beweist das Ja-Argument.
- C Sie stützt das Nein-Argument, beweist es aber nicht.
- D Sie zeigt, dass das Nein-Argument falsch ist.

HANDYSICHERHEIT: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

C. Sie stützt das Nein-Argument, beweist es aber nicht.

Nicht gelöst:

Andere Antworten.

HANDYSICHERHEIT: FRAGE 6

Textformat: Nicht-kontinuierlich

Aspekt: Reflektieren und Bewerten

Kontext: Öffentlich

Schau dir Punkt 3 in der **Nein**-Spalte der Tabelle an. Was könnte einer der „anderen Faktoren“ in diesem Zusammenhang sein? Begründe deine Antwort.

HANDYSICHERHEIT: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

Erkennt einen Faktor des modernen Lebensstils, der im Zusammenhang mit Erschöpfung, Kopfschmerzen oder verminderter Konzentrationsfähigkeit stehen könnte. Die Erklärung kann offensichtlich oder darin enthalten sein.

- Zu wenig schlafen. Wenn man es nicht tut, wird man erschöpft.
- Zu beschäftigt sein. Das macht müde.
- Zu viele Hausaufgaben, das macht müde UND verursacht Kopfschmerzen.
- Lärm – das gibt Kopfschmerzen.
- Stress.
- Bis spät arbeiten.
- Prüfungen.
- Die Welt ist einfach zu laut.
- Die Menschen nehmen sich keine Zeit mehr zum Ausruhen.
- Die Menschen setzen die Prioritäten nicht mehr bei den wirklich wichtigen Dingen, darum werden sie mürrisch und krank.
- Computer.
- Umweltverschmutzung.
- Zu viel Fernsehen.
- Drogen.
- Mikrowellen-Geräte.
- Zu viel e-mailen.

Nicht gelöst:

Antwort ungenügend oder vage.

- Erschöpfung. *[Wiederholt Information aus dem Text.]*
- Müdigkeit. *[Wiederholt Information aus dem Text.]*
- Verminderte Konzentrationsfähigkeit. *[Wiederholt Information aus dem Text.]*
- Kopfschmerzen. *[Wiederholt Information aus dem Text.]*
- Lebensstil. *[zu vage]*

Zeigt ungenaueres Verständnis des Materials oder gibt eine unplausible oder irrelevante Antwort.

- Schmerzende Ohren.
- Eierbecher.

1.2.3 Naturwissenschaftliche Kompetenz

PISA versteht unter naturwissenschaftlicher Kompetenz die Fähigkeit *„naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, um Fragestellungen zu erkennen, sich neues Wissen anzueignen, naturwissenschaftliche Phänomene zu beschreiben und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen; die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens zu verstehen; zu erkennen und sich darüber bewusst zu sein, wie Naturwissenschaften und Technologie unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umwelt formen; sowie die Bereitschaft, sich mit naturwissenschaftlichen Ideen und Themen zu beschäftigen und sich reflektierend mit ihnen auseinanderzusetzen“* (OECD, 2013a, S. 98 ff.).

Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA beinhaltet damit die Fähigkeit, Wissen und Kompetenzen in den Naturwissenschaften zu nutzen, um nicht nur die natürliche Welt zu verstehen, sondern um an den Entscheidungen mitzuwirken, die sich auf diese auswirken. Wichtig ist, dass diese Definition von naturwissenschaftlicher Kompetenz auch Einstellungen gegenüber den Naturwissenschaften sowie die Lernmotivation in den Naturwissenschaften beinhaltet.

Bei der Erfassung von naturwissenschaftlicher Kompetenz wurden drei zentrale Bereiche unterschieden:

• **Naturwissenschaftliches Wissen bzw. naturwissenschaftliche Inhalte**

PISA unterscheidet zwischen naturwissenschaftlichem Wissen (*„knowledge of science“*) und Wissen über die Naturwissenschaften (*„knowledge about science“*). „Naturwissenschaftliches Wissen“ bezieht sich auf Wissen über die natürliche Welt in den Feldern Physik, Chemie, Biologie und den Geowissenschaften. „Wissen über die Naturwissenschaften“ bezieht sich auf das Wissen über naturwissenschaftliche Methoden (naturwissenschaftliche Beweisführung) und Ziele (naturwissenschaftliche Erklärungen).

• **Naturwissenschaftliche Prozesse**

PISA untersucht drei verschiedene prozessorientierte Teilkompetenzen im Bereich der naturwissenschaftlichen Kompetenz: (a) *das Identifizieren von naturwissenschaftlichen Fragestel-*

lungen (b) *Wissenschaftliches Erklären* zur Beschreibung und Vorhersage naturwissenschaftlicher Phänomene und (c) *das Nutzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse* zum Treffen und Kommunizieren von Entscheidungen.

• **Situationen**

Die Konzepte müssen im Rahmen von PISA zur Lösung von wirklichkeitsnahen naturwissenschaftlichen Fragestellungen angewandt werden (z. B. Treibhauseffekt, Wasserknappheit, Trinkwasseraufbereitung). Die Anwendungsbereiche „Gesundheit“, „natürliche Ressourcen“, „Umwelt“, „Gefahren“ und „naturwissenschaftliche und technische Grenzen“ stehen im Vordergrund.

Eine Beispielaufgabe für naturwissenschaftliche Kompetenz ist „Sonnenschutz“ (siehe Abbildung 6). Die Aufgabe untersucht die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler beim *Identifizieren von naturwissenschaftlichen Fragestellungen*. Der Inhaltsbereich dieser Aufgabe bezieht sich auf das „Wissen über die Naturwissenschaften“. Der Kontext der Aufgabe ist „Gesundheit“.

SONNENSCHUTZ

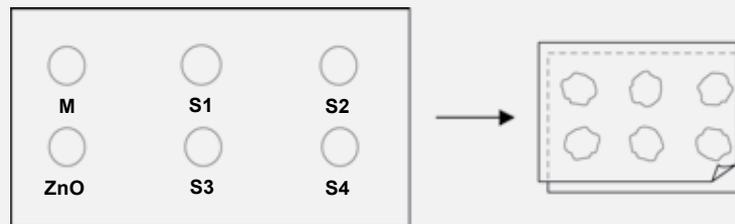
Martina und Dirk überlegten, welches Sonnenschutzmittel ihrer Haut den meisten Schutz bietet. Sonnenschutzmittel haben einen Sonnenschutzfaktor (SSF), der anzeigt, wie gut sie den ultravioletten Bestandteil des Sonnenlichtes absorbieren. Ein Sonnenschutzmittel mit einem hohen SSF schützt die Haut länger als eines mit einem niedrigen SSF.

Martina überlegte sich, wie sie verschiedene Sonnenschutzmittel vergleichen kann. Dazu stellte sie mit Dirk die folgenden Teile zusammen:

- zwei durchsichtige Plastikfolien, die Sonnenlicht nicht absorbieren;
- ein Blatt lichtempfindliches Papier;
- Mineralöl (M) und eine Creme, die Zinkoxid (ZnO) enthält;
- vier verschiedene Sonnenschutzmittel, die sie mit S1, S2, S3 und S4 bezeichneten.

Martina und Dirk nahmen Mineralöl, weil es Sonnenlicht zum größten Teil durchlässt, und Zinkoxid, weil es für Sonnenlicht fast völlig undurchlässig ist.

Dirk gab einen Tropfen von jeder Substanz in einen markierten Kreis auf eine der Plastikfolien und legte dann die zweite Plastikfolie obenauf. Er legte ein großes Buch auf beide Folien und drückte fest darauf.



Martina legte dann die Plastikfolien auf das lichtempfindliche Papier. Lichtempfindliches Papier verändert seine Farbe von dunkelgrau in weiß (oder ein sehr helles Grau), je nachdem, wie lange es dem Sonnenlicht ausgesetzt wird. Zu guter Letzt legte Dirk die Blätter an einen sonnigen Platz.

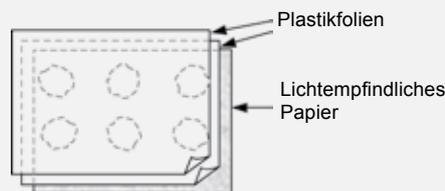


Abbildung 6: Aufgabenbeispiel für naturwissenschaftliche Kompetenz: SONNENSCHUTZ

SONNENSCHUTZ: FRAGE 3

Anwendungsbereich: Wissen über Naturwissenschaften

Prozess: Identifizieren naturwissenschaftlicher Fragestellungen

Kontext: Gesundheit

Welche der folgenden Fragen wollten Martina und Dirk beantworten?

- A Wie viel Schutz bietet ein Sonnenschutzmittel im Vergleich mit den anderen?
- B Wie schützen Sonnenschutzmittel die Haut vor ultravioletter Strahlung?
- C Gibt es ein Sonnenschutzmittel, das weniger Schutz bietet als Mineralöl?
- D Gibt es ein Sonnenschutzmittel, das mehr Schutz bietet als Zinkoxid?

SONNENSCHUTZ: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

- A. Wie viel Schutz bietet ein Sonnenschutzmittel im Vergleich mit den anderen?

Nicht gelöst:

Andere Antworten.

SONNENSCHUTZ: FRAGE 4

Anwendungsbereich: Wissen über Naturwissenschaften

Prozess: Identifizieren naturwissenschaftlicher Fragestellungen

Kontext: Gesundheit

Warum wurde die zweite Plastikfolie fest angedrückt?

- A Um das Austrocknen der Tropfen zu vermeiden.
- B Um die Tropfen möglichst großflächig auszubreiten.
- C Um zu erreichen, dass die Tropfen innerhalb der Kreise bleiben.
- D Um zu erreichen, dass die Tropfen die gleiche Dicke haben.

SONNENSCHUTZ: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

- D. Um zu erreichen, dass die Tropfen die gleiche Dicke haben.

Nicht gelöst:

Andere Antworten.

SONNENSCHUTZ: FRAGE 5

Anwendungsbereich: Wissen über Naturwissenschaften
Prozess: Nutzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse
Kontext: Gesundheit

Lichtempfindliches Papier ist dunkelgrau und verändert seine Farbe zu hellgrau bei schwacher Sonneneinstrahlung und zu weiß bei starker Sonneneinstrahlung.

Welche der folgenden Abbildungen zeigt ein Muster, das auftreten könnte? Erkläre, warum du sie ausgewählt hast.

<p>A</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">○ M</td> <td style="padding: 5px;">● S1</td> <td style="padding: 5px;">● S2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">● ZnO</td> <td style="padding: 5px;">● S3</td> <td style="padding: 5px;">● S4</td> </tr> </table>	○ M	● S1	● S2	● ZnO	● S3	● S4	<p>C</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">● M</td> <td style="padding: 5px;">● S1</td> <td style="padding: 5px;">● S2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">● Zn</td> <td style="padding: 5px;">● S3</td> <td style="padding: 5px;">○ S4</td> </tr> </table>	● M	● S1	● S2	● Zn	● S3	○ S4
○ M	● S1	● S2											
● ZnO	● S3	● S4											
● M	● S1	● S2											
● Zn	● S3	○ S4											
<p>B</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">● M</td> <td style="padding: 5px;">● S1</td> <td style="padding: 5px;">● S2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">○ ZnO</td> <td style="padding: 5px;">● S3</td> <td style="padding: 5px;">● S4</td> </tr> </table>	● M	● S1	● S2	○ ZnO	● S3	● S4	<p>D</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">○ M</td> <td style="padding: 5px;">● S1</td> <td style="padding: 5px;">● S2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">○ Zn</td> <td style="padding: 5px;">○ S3</td> <td style="padding: 5px;">● S4</td> </tr> </table>	○ M	● S1	● S2	○ Zn	○ S3	● S4
● M	● S1	● S2											
○ ZnO	● S3	● S4											
○ M	● S1	● S2											
○ Zn	○ S3	● S4											

Antwort:

Erklärung:

.....

.....

SONNENSCHUTZ: BEWERTUNG

Vollständig gelöst:

A. Mit der Erklärung, dass unter ZnO das lichtempfindliche Papier dunkelgrau blieb, (da ZnO Sonnenlicht blockiert), **und** dass unter M das Papier weiß wurde, (da Mineralöl sehr wenig davon absorbiert).

Teilweise gelöst:

A. Gibt entweder die richtige Erklärung für die Verfärbung unter ZnO oder unter M, aber **nicht** unter beiden, **und** gibt keine falsche Erklärung für die jeweils andere Verfärbung.

Nicht gelöst:

Andere Antworten.

1.3

Testentwicklung und Testdesign

Für den Schwerpunktbereich Mathematik wurde der größte Teil der Aufgaben neu entwickelt, während ein kleiner Teil der Aufgaben aus den vorangegangenen Zyklen übernommen wurde, um die Leistungen der Schülerinnen und Schüler in Mathematik über die unterschiedlichen Zyklen hinweg vergleichen zu können. In Lesekompetenz und Naturwissenschaften wurden sämtliche eingesetzte Aufgaben aus den vorangegangenen Zyklen übernommen. Um eine möglichst große Bandbreite von Kompetenzen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften zu erfassen, wurden die Aufgaben auf 13 verschiedene Testhefte verteilt, wobei jede Schülerin/jeder Schüler nur ein Testheft bearbeitete.

1.3.1 Entwicklung der Testaufgaben

Die Testaufgaben für den Bereich Mathematik wurden zum einen von Instituten des internationalen Konsortiums entwickelt, zum anderen wurden auch die Teilnehmerländer selbst aufgefordert, Aufgabenvorschläge einzureichen. Nach eingehender Prüfung und Revision der Vorschläge der Institute und Teilnehmerländer durch das internationale Konsortium wurden die Aufgaben zur weiteren Begutachtung an eine internationale Expertengruppe und an die nationalen PISA-Zentren verschickt, die diese nach verschiedenen Kriterien wie zum Beispiel Relevanz für lebenslanges Lernen, Nähe zu den nationalen Lehrplänen, Interessantheit, Authentizität und Kulturunabhängigkeit bewerten sollten. Nach einer erneuten Revision der Aufgaben auf Grundlage der Rückmeldung und einer ersten Erprobung an Schülergruppen entschied eine internationale Expertengruppe, welche Aufgaben in die Voruntersuchung aufgenommen werden sollten. Im Rahmen der Voruntersuchung (April-Mai 2011) wurden die neu entwickelten Aufgaben in allen teilnehmenden Ländern ein Jahr vor der Hauptuntersuchung unter realistischen Testbedingungen erprobt. Aufgrund der statistischen Analyse der Daten aus der Voruntersuchung und einer erneuten Expertenbeurteilung wurden die Aufgaben für die Hauptuntersuchung 2012 ausgewählt. Bei der Auswahl wurde mit berücksichtigt, dass die in der Rahmenkonzeption festgelegten Richtwerte bezüglich der prozentualen Verteilung der Fragen auf die drei Bereiche *Prozesse, Inhaltsbereiche* und *Kontext* der Mathematikaufgabe erfüllt wurden.

1.3.2 Übersetzung der Testaufgaben

Das Testmaterial für die Voruntersuchung von PISA 2011 lag in englischer und französischer Sprache als Quellversion vor. Für Luxemburg mussten somit die Testaufgaben und die Fragebögen aus den Originalen ins Deutsche, jedoch nicht mehr ins Französische übersetzt werden. In der französischsprachigen Quellversion mussten lediglich einige Anpassungen vor-

genommen werden, um luxemburgspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen, wie z. B. Namen oder bestimmte Begriffe. Die Qualität der Übersetzung ist von hoher Bedeutung, da diese den Schwierigkeitsgrad des Testmaterials und damit die internationale Vergleichbarkeit beeinflussen kann. Um den Qualitätsstandard der Übersetzung so hoch wie möglich anzusetzen, schrieb das internationale Konsortium eine Doppelübersetzung vor. Diese Doppelübersetzung verlangt, dass zwei unabhängige Übersetzer ihre eigene Version erstellen, bevor diese beiden Übersetzungen durch einen dritten Übersetzer zu einer endgültigen Fassung zusammengeführt werden. Wie in den vorangegangenen Zyklen erfolgte die Übersetzung des deutschsprachigen Testmaterials in enger Zusammenarbeit mit Deutschland, Österreich und der Schweiz. Sowohl die deutsche als auch die französische Übersetzung des Testmaterials wurde in Luxemburg von Fachlehrern kontrolliert, bevor sie von Übersetzungsexperten des internationalen Konsortiums im Rahmen eines zweistufigen Prüfverfahrens verifiziert wurden.

1.3.3 Aufbau der Testhefte

Um die Testzeit möglichst kurz zu halten und gleichzeitig ein sehr breites Kompetenzspektrum in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften erfassen zu können, hat man sich bei PISA für ein „rotiertes“ Testdesign entschieden, bei dem jede Schülerin/jeder Schüler nur einen Teil der Testaufgaben bekommt. Bei diesem Testdesign werden die Testaufgaben Aufgabenblöcken zugewiesen. Ein Testheft setzt sich aus mehreren Aufgabenblöcken zusammen und die Aufgabenblöcke werden von Testheft zu Testheft systematisch variiert. Die Testhefte werden den Schülerinnen und Schülern per Zufall zugewiesen.

Bei PISA 2012 wurden die Testaufgaben auf insgesamt 13 Aufgabenblöcke verteilt, wobei ein Aufgabenblock eine Bearbeitungszeit von 30 Minuten in Anspruch nahm. Sieben Aufgabenblöcke entfielen auf den Bereich Mathematik (mit einer Gesamttestzeit von 210 Minuten) und jeweils drei Aufgabenblöcke auf die Bereiche Lesen und Naturwissenschaften. Die Aufgabenblöcke wurden auf 13 verschiedene Testhefte verteilt, wobei jedes Testheft vier Aufgabenblöcke enthielt. In jedem Testheft war mindestens ein Aufgabenblock zum Bereich Mathematik enthalten. Die Bearbeitungszeit eines Testhefts betrug zwei Stunden.

1.3.4 Art der Testaufgaben

Die PISA-Testaufgaben sind als Testeinheiten angeordnet. Jede Testeinheit besteht aus einem Stimulus (wie Texte, Tabellen oder Grafiken), an den sich mehrere Fragen (*Items*) anschließen. Es wurden unterschiedliche Itemformate eingesetzt:

- *Multiple-Choice-Items* (einfache und komplexe), bei denen die Schülerinnen und Schüler aus einer Reihe von vorgegebenen Antwortalternativen die richtige auswählen müssen;
- *geschlossenen konstruierte Items*, bei denen die Schülerinnen und Schüler eine präzise Zahl oder einen präzisen Begriff angeben müssen;

- *Kurzantworten*, bei denen es mehrere richtige Alternativen gibt und
- *offen konstruierte Items*, bei denen die Schülerinnen und Schüler eine ausführliche Antwort formulieren mussten.

Während Multiple-Choice-Items und geschlossen konstruierte Items keine bzw. nur ein Minimum an Bewertung erfordern, müssen Kurzantworten und Antworten auf offen konstruierte Items durch einen speziell geschulten Beurteiler/eine Beurteilerin anhand eines ausführlichen Auswertungsschemas bewertet werden. In Tabelle 1 wird die prozentuale Verteilung der Testaufgaben bei PISA 2012 auf die verschiedenen Itemformate in den Bereichen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften gezeigt. Dabei werden drei Gruppen unterschieden: Aufgaben, die keine Bewertung benötigen (Multiple-Choice-Aufgaben), Aufgaben, die sehr geringe Anforderungen an die Bewertung stellen (geschlossen konstruierte Aufgaben) und

1.4 Testauswertung

Nachdem die Schülerantworten in den Testheften kodiert und die Daten aus den Testheften und Fragebögen elektronisch erfasst worden waren, wurde das gesamte Datenmaterial an das internationale Konsortium geschickt, wo dieses ausgewertet wurde. Im Vordergrund stand die Aufgabe, anhand der beobachteten Antworten die PISA-Testskalen zu entwickeln, die die verschiedenen Kompetenzniveaus der Schülerinnen und Schüler zuverlässig abbilden sollten. Außerdem mussten die Fragebogen-Daten ausgewertet werden und Fragebogen-Indizes (z. B. der sozioökonomische Status oder das Interesse in Mathematik) gebildet werden.

Itemformat	Mathematik	Lesekompetenz	Naturwissenschaften
Multiple-Choice (automatische Bewertung)	41 %	36 %	64 %
Geschlossen (geringe Anforderung an die Bewertung)	31 %	14 %	4 %
Offen (höhere Anforderung an die Bewertung)	28 %	41 %	32 %

Tabelle 1: Prozentuale Verteilung der Testaufgaben auf die Itemformate nach Anforderung an die Bewertung.

Aufgaben, die eine höhere Anforderung an die Bewertung stellen und deren Bewertung speziell geschult werden muss. Tabelle 1 zeigt deutliche Unterschiede in der Verteilung dieser Aufgabentypen zwischen den Bereichen. So überwiegen im Bereich Mathematik – verglichen mit Lesen und Naturwissenschaften – solche Aufgaben, die nur ein Minimum an Bewertung benötigen, z. B. die Bewertung einer bestimmten Zahl. Aufgaben, die bei der Bewertung das Urteil eines geschulten Beurteilers/einer Beurteilerin benötigen, überwiegen im Bereich Lesen. Schließlich werden die meisten Aufgaben in den Naturwissenschaften automatisch ausgewertet.

1.4.1 Entwicklung der Skalen und Subskalen

Die Skalierung der Daten erfolgte nach dem Rasch-Modell, einem probabilistischen Messmodell. Dieses Modell ermöglicht es, sowohl die Personenfähigkeiten (d. h. die Fähigkeit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer am PISA-Test) als auch die Aufgabenschwierigkeiten zu ermitteln und entlang einer kontinuierlichen Skala gemeinsam darzustellen. Je größer die Personenfähigkeit, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit eine Aufgabe lösen zu können, die auf der gemeinsamen kontinuierlichen Skala abgebildet werden kann. In dem bei PISA verwendeten Modell wurde die Wahrscheinlichkeit eine Aufgabe zu lösen, deren Schwierigkeitsniveau auf dem gleichen Skalenswert wie die Personenfähigkeit liegt, auf 62 % festgelegt. Demnach wird ein Schüler/eine Schülerin, der/die sich z. B. im mittleren Bereich der Skala befindet, mit großer Wahrscheinlichkeit auch Aufgaben aus dem unteren Bereich der Skala lösen, jedoch mit abnehmender Wahrscheinlichkeit Aufgaben aus dem oberen Bereich lösen (vgl. auch PISA Technical Report 2009, OECD 2012).

Die anhand dieses Modells berechneten Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler können zu Gruppenmittelwerten und anderen Statistiken (z. B. Mittelwertsunterschiede) zusammengefasst werden und zwischen sowie innerhalb der PISA-Populationen der Teilnehmerländer verglichen werden (z. B. können die Mittelwerte zwischen den Teilnehmerländern oder

die Mittelwerte von Jungen und Mädchen innerhalb eines Landes miteinander verglichen werden). Die Skala in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften wurde zu dem Zeitpunkt, zu dem der Bereich erstmals im Schwerpunkt stand, so transformiert, dass der Mittelwert aller Schülerinnen und Schüler der OECD-Länder bei 500 liegt und die Standardabweichung bei 100 (die Partnerländer werden bei dieser Transformation nicht berücksichtigt). Eine Standardabweichung von 100 besagt, dass zwei Drittel aller Schülerinnen und Schüler über alle OECD-Länder hinweg im Wertebereich von ± 100 Punkten vom OECD-Durchschnitt liegen, also zwischen 400 und 600 Punkten.

Für den Schwerpunktbereich können die Schülerleistungen zusätzlich anhand von Teildimensionen beschrieben werden. Da bei PISA 2012 Mathematik im Schwerpunkt stand, wurden insgesamt sieben Mathematik-Subskalen entwickelt: drei Subskalen für die mathematischen Prozesse („Formulieren“, „Anwenden“ und „Interpretieren“) und vier Subskalen für die mathematischen Inhaltsbereiche („Veränderung und Beziehung“, „Raum und Form“, „Quantität“ und „Unsicherheit und Daten“).

1.4.2 Kompetenzniveaus

Da Mittelwerte keine Aussage machen, über welche spezifischen Kenntnisse und Fähigkeiten die Schülerinnen und Schüler an verschiedenen Punkten der Skala verfügen, wurde das gesamte Leistungsspektrum in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaften in Kompetenzstufen unterteilt. Jede einzelne Kompetenzstufe wurde dabei mit spezifischen Fähigkeiten qualitativ umschrieben, die für die Lösung einer Aufgabe der Kompetenzstufe notwendig sind.

Die Kompetenzstufen wurden so gebildet, dass die Skala an bestimmten, statistisch und inhaltlich sinnvollen Punkten geteilt wird. Sie gehen von Stufe 1 bis 6, dabei entspricht Stufe 1 dem niedrigsten Fähigkeitsniveau und Stufe 6 dem höchsten Fähigkeitsniveau bzw. Schwierigkeitsgrad der Aufgaben. Sowohl nach oben als auch nach unten sind die Skalen offen. Im oberen Leistungsspektrum heißt dies, dass die Schülerinnen und Schüler zumindest über die Fähigkeiten der höchsten Stufe verfügen. Für Schülerinnen und Schüler, die unterhalb der Kompetenzstufe 1 liegen, können die Kompetenzen nicht beschrieben bzw. gemessen werden. Das heißt nicht, dass diese Schülerinnen und Schüler über keinerlei Grundqualifikationen verfügen, aber ihre Kompetenz reicht nicht aus, um die einfachsten Aufgaben im jeweiligen Bereich (also Lesen, Mathematik oder Naturwissenschaften) lösen zu können. Kompetenzstufe 2 ist das Basisniveau, ab dem die Schülerinnen und Schüler beginnen, jene Kompetenzen unter Beweis zu stellen, die es ihnen ermöglichen werden, effektiv und produktiv am Leben teilzunehmen (OECD, 2010).

Die Zuordnung der Schülerinnen und Schüler auf die Kompetenzstufen erfolgt, indem diese der jeweils höchsten Kompetenzstufe zugewiesen werden, auf der erwartet wird, dass sie noch mindestens 50 Prozent der Aufgaben richtig lösen können. So sind zum Beispiel Schülerinnen und Schüler, wel-

che die Kompetenzstufe 3 in Lesekompetenz erreichen, in der Lage, mindestens 50 Prozent der Aufgaben aus dem PISA-Lesekompetenztest dieses Kompetenzniveaus zu lösen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass sie nicht auch Aufgaben der Kompetenzstufe 4 oder höher lösen können. Allerdings nimmt für Schülerinnen und Schüler der Kompetenzstufe 3 die Lösungswahrscheinlichkeit für Lesekompetenzaufgaben deutlich ab, wenn diese der Kompetenzstufe 4, 5 oder 6 zugeordnet sind.

Um die Anforderungen auf den verschiedenen Kompetenzstufen zu veranschaulichen, werden in Abbildung 7 beispielhaft einzelne Fragen aus den Bereichen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften entlang der Kompetenzstufenbänder eingeordnet. Demnach liegt in Mathematik die Frage 2 aus „Charts“ mit einer Schwierigkeit von 415 Punkten auf Kompetenzstufe 1 und entspricht damit einem sehr niedrigen Kompetenzniveau mit geringen Anforderungen. Bei dieser Frage kann die richtige Information zur Lösung der Aufgabe einfach aus dem Diagramm abgelesen werden. Frage 3 aus „Segelschiffe“ (vgl. Kapitel 4.2) erfordert zur Lösung der Aufgabe ein mittleres Kompetenzniveau (die Aufgabenschwierigkeit liegt bei 539 Punkten) und wird der Kompetenzstufe 3 zugeordnet. Bei dieser Frage müssen die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, den Satz des Pythagoras anzuwenden. Schließlich entspricht Frage 2 aus „Bergsteigen am Berg Fuji“ einem hohen Anforderungsniveau (642 Punkte) und ist auf Kompetenzstufe 5 angesiedelt. Bei dieser Frage müssen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Informationen aus dem Text berücksichtigen und diese in mehrere aufeinanderfolgende Berechnungen einbauen.

Eine ausführliche Beschreibung, über welche Fähigkeiten und Fertigkeiten die Schülerinnen und Schüler auf den verschiedenen Kompetenzstufen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften verfügen, befindet sich im internationalen PISA-2012-Bericht der OECD (OECD, 2013b).

1.4.3 Auswertung des Schülerfragebogens

Neben der Auswertung der Leistungstest in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften mussten auch die nicht-kognitiven Daten aus dem Schülerfragebogen ausgewertet werden, um Indikatoren zu entwickeln, die u. a. die Lernmotivation der Schülerinnen und Schüler, ihre Einstellungen und ihre Wahrnehmung von Schule und Unterricht abbilden sollten. Die Indikatoren wurden über mehrere Aussagen gebildet, bei denen die Schülerinnen und Schüler bewerten sollten, wie sehr diese auf sie selbst bzw. auf eine Situation zutreffen oder nicht. Die Schülerinnen und Schüler schätzten die Aussagen anhand eines mehrstufigen Antwortformats ein (z. B. *stimmt völlig, stimmt eher, stimmt eher nicht, stimmt überhaupt nicht*).

Mathematische Kompetenz

6	702	Segelschiffe (Cargo à voile) Frage 4: Nach ungefähr wie vielen Jahren würden die Dieseleinsparungen die Kosten für das Drachensegel decken? Belege deine Antwort rechnerisch.
669		Tropfrate (Débit d'une perfusion) Frage 1: Beschreibe genau, wie sich D verändert, wenn n verdoppelt wird, aber d und v sich nicht ändern.
658		Bergsteigen am Berg Fuji Frage 2: Wenn man Toshis geschätzte Geschwindigkeit zu Grunde legt: Wann muss er seine Wanderung spätestens beginnen, damit er bis 20:00 Uhr zurück ist?
642		
5	632	Tropfrate (Débit d'une perfusion) Frage 3: Wie groß ist das Volumen der Infusion in ml?
607		
4	576	Wohnungskauf Frage 1: Markiere im Grundriss oben die vier Längen, die benötigt werden, um die Gesamtgrundfläche der Wohnung zu schätzen.
545		Segelschiffe (Cargo à voile) Frage 3: Wie lang ist ungefähr das Seil für das Drachensegel, wenn es das Schiff unter einem Winkel von 45° zieht und es sich in 150m Höhe befindet, wie in nebenstehender Abbildung dargestellt?
539		
3	512	Segelschiffe (Cargo à voile) Frage 1: Wie hoch ist die ungefähre Geschwindigkeit, mit der der Wind in ein Drachensegel bläst, wenn an Deck des Schiffs eine Windgeschwindigkeit von 24km/h gemessen wird?
482		
2	464	Bergsteigen am Berg Fuji Frage 1: Wie viele Menschen besteigen den Berg Fuji durchschnittlich pro Tag?
420	428	Charts Frage 5: Wie hoch ist die geschätzte Verkaufszahl für Juli, falls sich dieser negative Trend genauso fortsetzt?
415		Charts Frage 2: In welchem Monat verkaufte die Band No One's Darling zum ersten Mal mehr CDs als die Band The Kicking Kangaroos?
1		
358		

Lesekompetenz

6	698	
5	626	
4	604	Handysicherheit Frage 11: Wie hängt diese Information mit den Ja-/Nein-Argumenten bei Punkt 4 in der Tabelle „Sind Handys gefährlich?“ zusammen?
4	561	Handysicherheit Frage 2: Was ist der Zweck der Kernaussagen?
553		Handysicherheit Frage 6: Schau dir Punkt 3 in der Nein-Spalte der Tabelle an. Was könnte einer der „anderen Faktoren“ in diesem Zusammenhang sein? Begründe deine Antwort.
3	526	
480		
2	407	
407		
1a	335	
1b	262	

Naturwissenschaftliche Kompetenz

6	708	
5	633	
4	629	Sonnenschutz Frage 5: Welche der folgenden Abbildungen zeigt ein Muster, das auftreten könnte? Erkläre, warum du sie ausgewählt hast.
4	574	Sonnenschutz Frage 4: Warum wurde die zweite Plastikfolie fest angedrückt?
559		
3	499	Sonnenschutz Frage 3: Welche der folgenden Fragen wollten Martina und Dirk beantworten?
484		
2	410	
410		
1	335	

Abbildung 7: Zuordnung der Beispielaufgaben auf Kompetenzstufen in den Bereichen mathematische Kompetenz, Lesekompetenz und naturwissenschaftliche Kompetenz. Die Punktzahlen auf der linken Seite der Kompetenzbänder markieren den jeweiligen Schwellenwert, ab dem eine neue Kompetenzstufe beginnt. Die Punktzahlen auf den Pfeilen kennzeichnen das Schwierigkeitsniveau der Aufgabe. Die Fragen sind den Beispielaufgaben in Abbildung 2 bis 6, Kapitel 1 entnommen mit Ausnahme der Aufgaben „Segelschiffe“ (Cargo à voile) und „Tropfrate“ (Débit d'une perfusion), die in Kapitel 4.2 gezeigt werden.

Für diesen Bericht wurden einige Indikatoren ausgewählt, die für die Entwicklung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in Mathematik von besonderer Bedeutung sind. Diese Indikatoren werden in Kapitel 3 differenziell für verschiedene Gruppen (z. B. nach sozialem und kulturellem Hintergrund, Geschlecht oder Schulform) berichtet und als *motivational-affektive Indikatoren* bezeichnet. Im Folgenden werden die ausgewählten Indikatoren beschrieben.

- (a) Das *Selbstkonzept* in Mathematik erfasst anhand von fünf Items, wie die Schülerinnen und Schüler die eigenen Fähigkeiten in Mathematik einschätzen (z. B. „In Mathematik lerne ich schnell“).
- (b) Die *Angst* in Mathematik erfasst anhand von sechs Items die selbstbezogenen negativen Kognitionen der Schülerinnen und Schüler in Mathematik (z. B. „Ich mache mir oft Sorgen, dass es für mich im Mathematikunterricht schwierig sein wird“).
- (c) Die *Misserfolgsattribution* in Mathematik erfasst anhand von sechs Items, wie Schülerinnen und Schüler schulische Misserfolge in Mathematik attribuieren, d. h. inwieweit sie einen Misserfolg auf externe, nicht kontrollierbare Umstände zurückführen (z. B. „Mein Lehrer/meine Lehrerin hat den Stoff nicht gut erklärt.“) im Gegensatz zu kontrollierbaren Faktoren, wie z. B. die eigene Anstrengung.
- (d) Das *Interesse* an Mathematik erhebt anhand von vier Items die intrinsische Motivation der Schülerinnen und Schüler, sich mit Mathematik zu beschäftigen (z. B. „Ich beschäftige mich mit Mathematik, weil es mir Spaß macht“).
- (e) Die *Arbeitsmoral* in Mathematik erfasst anhand von neun Items die Bereitschaft der Schülerinnen und Schüler, sich im Fach Mathematik anzustrengen (z. B. „Ich höre im Mathematikunterricht gut zu“).
- (f) Die *Ausdauer* erhebt anhand von fünf Items die Gewissenhaftigkeit der Schülerinnen und Schüler beim Lösen von Aufgaben im Allgemeinen (z. B. „Ich arbeite an einer Aufgabe, bis sie perfekt erledigt ist“).
- (g) Die *kognitive Aktivierung* im Mathematikunterricht erfasst anhand von neun Items, wie anregend die Schülerinnen und Schüler ihren Mathematikunterricht erleben. („z. B. Der Lehrer/die Lehrerin stellt Fragen, die uns anregen, über eine Aufgabe nachzudenken.“).
- (h) Die *Lehrerunterstützung* im Mathematikunterricht erfasst anhand von fünf Items, wie unterstützend die Schülerinnen und Schüler den Lehrer/die Lehrerin im Mathematikunterricht wahrnehmen (z. B. „Der Lehrer/die Lehrerin bietet uns zusätzliche Hilfe an, wenn wir diese brauchen.“).

Zusätzlich zu den motivational-affektiven Indikatoren erfasst PISA auch zentrale Hintergrundvariablen, darunter den sozioökonomischen Hintergrund der Schülerinnen und Schüler. Dieser wird in diesem Bericht anhand eines zusammengesetzten Index berichtet, dem ESCS (*Index of economic, social and cultural status*), der sich aus dem höheren Berufsstatus einer der beiden Eltern, der höheren Ausbildung einer der beiden Eltern sowie dem familiären Besitz (Wohlstand, kulturelle Güter und Bildungsressourcen) zusammensetzt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass sich zum einen das Kodierschema für den Berufsstatus der Eltern zwischen 2009 und 2012 geändert hat: Bei PISA 2012 wurde erstmals seit PISA 2000 eine neue Auflage der internationalen Berufsklassifikation ISCO (*International Standard Classification of Occupations*) verwendet, nämlich ISCO-08 statt ISCO-88 (ILO, 2012). In der Neuauflage von 2008 werden die Berufe teilweise anderen Kategorien zugeordnet. Zum anderen wurde der Indikator „Wohlstand“ bei PISA 2012 teilweise über neue nationale Items erhoben. Daher sind Veränderungen, die für PISA 2012 gegenüber früheren PISA-Zyklen bei der Ausprägung des sozioökonomischen Status bzw. bei dem Berufsstatus der Eltern und dem Wohlstand festgestellt werden, nicht unbedingt auf reale Veränderungen dieser Indikatoren in der Population zurückzuführen, da hier die Vergleichbarkeit der entsprechenden Indikatoren über die Zeit nicht vollständig gewährleistet ist.

1.5

PISA 2012 in Luxemburg

Zwei Besonderheiten kennzeichnen den PISA-Test in Luxemburg: Zum einen werden in Luxemburg nahezu alle Schülerinnen und Schüler im Rahmen einer Gesamterhebung getestet, während in den meisten Ländern eine repräsentative Stichprobe gezogen wurde. Zum anderen können die Schülerinnen und Schüler an Luxemburgs Regelschulen zwischen zwei Testsprachen, Deutsch und Französisch auswählen. Im letzten Abschnitt dieses Kapitels wird schließlich noch auf die Testmotivation der Jugendlichen in Luxemburg eingegangen.

1.5.1 Stichprobe

Als Zielpopulation wurden in PISA all diejenigen Schülerinnen und Schüler bestimmt, die zum Zeitpunkt des Tests zwischen 15 Jahren und drei Monaten bis 16 Jahren und zwei Monaten alt waren. In diesem Alter besucht einerseits der überwiegende Anteil der Schülerinnen und Schüler der OECD-Länder noch eine Vollzeitschule, andererseits steht für viele von ihnen der Übergang in die Berufsausbildung bzw. ins Berufsleben kurz bevor.

Um die Repräsentativität der Stichproben in allen Teilnehmerländern zu gewährleisten, wurden eine bestimmte Stichprobengröße, die Anzahl der darin enthaltenen Schulen und die Anzahl der Schülerinnen und Schüler pro Schule festgelegt. Erreichten Länder den aus diesen Vorgaben bestimmten Stichprobenumfang nicht (5250 Schülerinnen/Schüler, 150 Schulen und 35 Schülerinnen/Schüler pro Schule), wurde die gesamte Zielpopulation eines Landes, d. h. alle Schulen des Landes und alle Schülerinnen und Schüler der Alterskohorte an diesen Schulen getestet, um repräsentative Ergebnisse zu erzielen. Dies war unter anderem in Luxemburg, Island und Liechtenstein der Fall, wo eine solche Vollerhebung vorgenommen wurde.

Entsprechend nahmen in Luxemburg alle öffentlichen und privaten Sekundarschulen mit allen Schülerinnen und Schülern, die zwischen dem 1.1.1996 und 31.12.1996 geboren wurden, an PISA 2012 teil. Insgesamt beteiligten sich an PISA 42 Schulen, darunter sechs Schulen, die sich nicht am offiziellen Lehrplan des Luxemburger Erziehungsministeriums orientieren.

In den übrigen Ländern erfolgte die Ziehung der Stichprobe nach einem zweistufigen, geschichteten Verfahren. In einer ersten Phase wurde eine vollständige Liste aller Schulen eines Landes zusammengestellt, die von 15-Jährigen besucht wurden, und nach länderspezifischen Schichtungsmerkmalen bzw. Merkmalskombinationen klassifiziert, z. B. nach der Region, der Schulform oder der Trägerschaft und dem entsprechenden Stratum (Merkmalsgruppe) zugewiesen. Proportional zu der

Größe eines Stratum wurden von Seiten des internationalen Konsortiums mindestens 150 Schulen des Landes zufällig ausgewählt. Die zweite Stufe bestand darin, dass je 35 Schülerinnen oder Schüler einer teilnehmenden Schule anhand einer vollständigen Liste der 15-Jährigen an dieser Schule mit gleicher Wahrscheinlichkeit gezogen wurden. Gab es weniger als 35 Schülerinnen oder Schüler an dieser Schule, so wurden alle Schülerinnen und Schüler ausgewählt (vgl. auch Technical Report PISA 2009, OECD, 2012).

Es war den Ländern gestattet, in sehr begrenztem Umfang und nach strengen Kriterien bis zu insgesamt 5 Prozent der relevanten Population auszuschließen, sei es durch Ausschluss von Schulen oder durch Ausschluss von Schülerinnen oder Schülern innerhalb von Schulen. In Luxemburg wurden alle Schülerinnen und Schüler der 7. und 8. Klasse des Régime Préparatoire, die Schülerinnen und Schüler der „classes IPDM“ (*insertion professionnelle divers métiers*)² sowie die Schülerinnen und Schüler der „classes d'accueil“³ ausgeschlossen. Darüber hinaus konnten die Schulkoordinatoren innerhalb ihrer Schule einzelne Schülerinnen und Schüler ausschließen, die erhebliche sprachliche Schwierigkeiten in den Testsprachen Deutsch, Französisch oder Englisch hatten und weniger als ein Jahr in einer der drei Sprachen unterrichtet worden waren, bzw. eine körperliche Behinderung, eine emotionale oder kognitive Störung hatten, die so gravierend war, dass sie am Test nicht teilnehmen konnten. Diese Ausschlüsse machten 6,07 Prozent der PISA-Population aus. In der Europaschule wurden zusätzlich alle Schülerinnen und Schüler vom Test ausgeschlossen, deren Unterrichtssprache nicht Deutsch, Französisch oder Englisch war, d. h. eine der drei Testsprachen in Luxemburg, sondern z. B. Italienisch, Dänisch oder Niederländisch. Der Anteil dieser Schülerinnen und Schüler betrug 2,48 %. Insgesamt lag damit der Anteil der ausgeschlossenen Jugendlichen in Luxemburg bei 8,4 % und war etwas höher als vorgegeben, was jedoch vor allem mit der besonderen demographischen Situation in Luxemburg in Verbindung steht.

Um die Einhaltung der Qualitätsstandards der PISA-Daten zu gewährleisten, wurde für die gezogenen Schulen und Schülerinnen und Schüler eine Mindestbeteiligungsquote festgesetzt. Auf Seiten der Schulen lag diese Mindestquote bei 85 Prozent, auf Schülerseite war eine Teilnahmequote von mindestens 80 Prozent über alle Schulen hinweg obligatorisch. In Luxemburg beteiligten sich 100 % der für den Test ausgewählten Schulen. Die Beteiligungsquote der für den Test ausgewählten Schülerinnen und Schüler betrug 95,24 Prozent.

² Jugendliche, die zu schwach für eine Basisausbildung sind und besonderen pädagogischen Förderbedarf haben.

³ Jugendliche, die neu nach Luxemburg gekommen sind und geringe Kenntnisse in den Testsprachen haben.

Régime Préparatoire des Enseignement Secondaire Technique (EST-PREP)		Enseignement Secondaire Technique (EST; ohne Régime Préparatoire)		Enseignement Secondaire (ES)		Internationale und private Schulen ³	
Anzahl Schüler ¹	Anteil in Stichprobe ²	Anzahl Schüler ¹	Anteil in Stichprobe ²	Anzahl Schüler ¹	Anteil in Stichprobe ²	Anzahl Schüler ¹	Anteil in Stichprobe ²
359	6.9 %	2744	52.7 %	1784	33.2 %	371	7.2 %

Tabelle 2: PISA 2012-Schülerinnen und Schüler nach Schulform

Tabelle 2 zeigt die Anzahl der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler in Luxemburg getrennt nach Schulform und gibt den prozentualen Anteil der Schülerinnen und Schüler einer Schulform in der Stichprobe an. Die Prozentangaben sind gewichtet angegeben, d. h. unter Einbezug der am Testtag fehlenden Schüler/innen, da diese später bei den Datenanalysen durch entsprechende Gewichtung mit berücksichtigt werden. Wie aus der Tabelle hervorgeht, besucht der größte Anteil der 15-Jährigen Schülerinnen und Schüler in Luxemburg das Enseignement Secondaire Technique. Im Vergleich zu PISA 2009 hat sich der Anteil der Schüler/innen im Régime préparatoire leicht erhöht (von 5.4 % auf 6.9 %) und ist im Enseignement Secondaire etwas gesunken (von 35.1 % auf 33.2 %).

In Tabelle 3 wird die Anzahl der Schülerinnen und Schüler der Stichprobe in Luxemburg getrennt nach Schulform und Klassenstufe angegeben und ihr jeweiliger prozentualer Anteil innerhalb einer Schulform. Die Prozentangaben sind wiederum gewichtet angegeben, d. h. unter Einbezug der am Testtag fehlenden Schülerinnen und Schüler. Wie aus der Tabelle hervorgeht, befindet sich etwas mehr als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler des EST in der 9. Klasse (9^e) (54.6 %) und weniger als ein Drittel in der 10. Klasse (10^e) (27.5 %). Demgegenüber befindet sich mehr als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler des ES in der 10. Klasse (IV^e) (56.4 %) und nahezu alle übrigen Schülerinnen und Schüler des ES in der 9. Klasse (V^e) (39.4 %). Dies weist auf unterschiedliche Bildungsverläufe hin (vgl. auch Kapitel 3.3).

Klassenstufe	Régime Préparatoire des Enseignement Secondaire Technique (EST-PREP)		Enseignement Secondaire Technique (EST; ohne Régime Préparatoire)		Enseignement Secondaire (ES)		Internationale und private Schulen ³	
	Anzahl Schüler ¹	Anteil innerhalb der Schulform ²	Anzahl Schüler ¹	Anteil innerhalb der Schulform ²	Anzahl Schüler ¹	Anteil innerhalb der Schulform ²	Anzahl Schüler ¹	Anteil innerhalb der Schulform ²
7 (VII ^e /7 ^e)			35	1.2 %	1	0.1 %		
8 (VI ^e /8 ^e)			460	16.7 %	65	3.7 %	9	2.5 %
9 (V ^e /9 ^e)	359	100 %	1506	54.6 %	702	39.4 %	98	27.1 %
10 (IV ^e /10 ^e)			743	27.5 %	1007	56.4 %	247	65.9 %
11 (III ^e /11 ^e)					9	0.5 %	17	4.5 %

Tabelle 3: PISA 2012-Schülerinnen und Schüler nach Schulform und Klassenstufe

¹ Anzahl der Schüler, die tatsächlich getestet wurden, d. h. die am Testtag fehlenden Schüler sind in dieser Angabe nicht enthalten.

² Prozentualer Anteil der Schüler, die für den Test ausgewählt wurden, d. h. die Schüler, die tatsächlich getestet wurden sowie diejenigen, die am Testtag fehlten.

³ Diese Schulen orientieren sich nicht am Lehrplan des Erziehungsministeriums.

1.5.2 Durchführung des Tests

Die Hauptuntersuchung von PISA 2012 fand in Luxemburg zwischen dem 16. April 2012 und dem 25. Mai 2012 vormittags an den Schulen statt. Jede Schule nominierte einen PISA-Schulkoordinator/eine PISA-Schulkoordinatorin, der/die für die Koordination aller PISA-bezogenen Aufgaben und Tätigkeiten an seiner Schule verantwortlich war. Zu den Aufgaben der Schulkoordinator/innen gehörte die Festlegung eines Testtermins, die Kontrolle der Schüler Teilnehmerliste, die Durchführung einer Informationsveranstaltung für Schülerinnen und Schüler sowie eine Reihe von organisatorischen Aufgaben, darunter die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf Klassensäle.

Um die Schülerinnen und Schüler über den PISA-Test zu informieren, erhielt jeder für PISA ausgewählte Jugendliche eine Informationsbroschüre. Außerdem wurden die Schulkoordinator/innen gebeten, an ihrer Schule eine Informationsveranstaltung durchzuführen, bei der es darum ging, den Schülerinnen und Schülern den Inhalt und Ablauf der Studie zu erläutern und ihnen spezifische Informationen zum Testtag an ihrer Schule zu geben.

Die Testsitzung wurde von Testleiterinnen und Testleitern gehalten. Die OECD schreibt vor, dass die Testleiter/innen möglichst schulextern sein sollten, aber auf gar keinen Fall Lehrer/innen der Schülerinnen und Schüler selbst sein dürfen. Dadurch soll die Objektivität der Testdurchführung gewährleistet werden. Für die Durchführung der Testsitzung an den Schulen werden in Luxemburg daher seit PISA 2003 pensionierte Lehrer/innen eingesetzt. Die Testleiter/innen erhielten eine Schulung, bei der ihnen ihre Aufgaben (u. a. Verteilen des Testmaterials, Vorlesen des Testleiterskripts, Ausfüllen der Teilnehmerlisten und des Testsitzungsprotokolls) erläutert wurden. Sie erhielten zudem ein international standardisiertes Manual, in dem ihre Aufgaben beschrieben werden sowie ein international standardisiertes Testleitungsskript. Das Testleitungsskript enthielt mündliche Anweisungen, die den Schülerinnen und Schülern während der Testsitzung vorgelesen wurden, um sicher zu stellen, dass die Schülerinnen und Schüler in allen Teilnehmerländern exakt dieselben Anweisungen erhalten.

Der Test dauerte insgesamt ca. drei Stunden und 20 Minuten und fand in den Klassensälen der Schülerinnen und Schüler statt. Die Schülerinnen und Schüler wurden in kleinen Gruppen von ca. 25 Teilnehmern getestet, um einen so ruhigen und geregelten Ablauf wie möglich zu gewährleisten. Die Zeitdauer der einzelnen Testabschnitte war für alle Länder verbindlich festgelegt. Die ersten 20 Minuten waren dem Verteilen des Testmaterials und der Einführung in den Test anhand von Beispielaufgaben gewidmet. Es folgte die zweistündige Bearbeitung der Testaufgaben in den Testheften. Nach einer 15-minütigen Pause beantworteten die Schülerinnen und Schüler

noch einen Fragebogen, der eine Bearbeitungszeit von ca. 45 Minuten hatte. Die Schulleiter/innen erhielten im Vorfeld der PISA-Tests einen Schulfragebogen zum Beantworten.

Das gesamte Testmaterial war anonym. Auf den Schüler Teilnehmerlisten standen der Name und ein Zahlencode, auf den Testheften war nur noch der anonymisierte Zahlencode vermerkt und es gab keine Namensangabe mehr.

Um zu gewährleisten, dass die Tests an allen Schulen nach den verbindlichen Regeln ablaufen, wurde vom internationalen Konsortium ein unabhängiger Inspektor beauftragt, der in sieben zufällig ausgewählten Schulen unangekündigt erschien und den Ablauf der PISA-Testsitzung nach einem vorgegebenen Schema protokollierte. Das gesamte Protokoll wurde an das internationale Konsortium rückgemeldet und dort ausgewertet. In Luxemburg wurden keine nennenswerten Abweichungen von den internationalen Regeln beobachtet.

Darüber hinaus war am Tag der Tests an jeder Schule eine Mitarbeiterin des Erziehungsministeriums anwesend, die für die Gewährleistung der Vertraulichkeit des Testmaterials verantwortlich war und den Schulkoordinator/die Schulkoordinatorin bei der Koordination des Tests an der Schule unterstützte.

1.5.3 Testsprachen in Luxemburg

Die Testsprachen in Luxemburg waren Deutsch, Französisch und Englisch. Deutsch und Französisch sind die regulären Unterrichtssprachen an den Luxemburger Regelschulen, d. h. an den Schulen, die sich am Lehrplan des Erziehungsministeriums orientieren, während Englisch hauptsächlich zu den Unterrichtssprachen an den privaten und internationalen Schulen in Luxemburg zählt, die sich nicht am Luxemburger Lehrplan orientieren. Einzelne Programme an Luxemburger Regelschulen bieten aber auch als Unterrichtssprache Englisch an. Bezogen auf die Gesamtheit der Luxemburger Schulen wurden 71 % der Testhefte auf Deutsch bearbeitet, 26 % auf Französisch und 3 % auf Englisch.

Alle Schülerinnen und Schüler der Luxemburger Regelschulen, d. h. der Schulen, die sich am Lehrplan des Erziehungsministeriums orientieren, hatten die Wahl, den Test entweder auf Deutsch oder auf Französisch zu bearbeiten, da beide Sprachen Unterrichtssprachen sind. Sie erhielten dementsprechend zu Beginn des Tests zwei identische Testhefte, nämlich ein deutsches und ein französisches. Sie mussten sich aber nach der Einführung in den Test für eine der beiden Sprachen entscheiden und das andere Testheft wurde wieder eingesammelt. Diese Regelung ist in PISA 2003 erstmals eingeführt worden. Schülerinnen und Schüler der Schulen, die sich nicht am Lehrplan

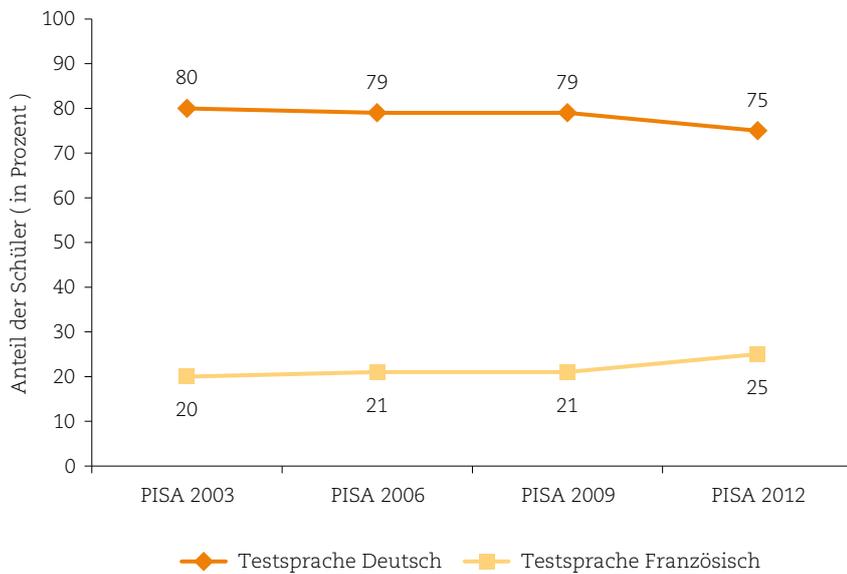


Abbildung 8: Wahl der Testsprachen Deutsch und Französisch in den Luxemburger Regelschulen zwischen PISA 2003 und PISA 2012

des Erziehungsministeriums orientieren, erhielten in der Regel nur eine Sprachversion (ein französisches, deutsches oder englisches Testheft), entsprechend ihrer Unterrichtssprache.

In Abbildung 8 werden im Zeitraum zwischen PISA 2003 und PISA 2012 die prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler an Luxemburger Regelschulen dargestellt, die Deutsch bzw. Französisch als Testsprache wählten. Demnach wählten bei PISA 2012 etwas weniger Jugendliche die Testsprache Deutsch (75 % im Jahr 2012 gegenüber 79 % im Jahr 2009 und 2006 und 80 % im Jahr 2003), während etwas mehr Jugendliche die Testsprache Französisch wählten (25 % bei PISA 2012 gegenüber 21 % bzw. 20 % in den vorangegangenen Jahren).

Einerseits wählte also die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler wieder Deutsch als Testsprache. Der Grund dafür ist, dass Deutsch seit der Primärschule die *langue véhiculaire* ist, d. h. die primäre Unterrichtssprache, in der die meisten Fächer unterrichtet werden. Erst ab dem 10. Schuljahr erfolgt in den meisten Fächern ein Wechsel der Unterrichtssprache vom Deutschen ins Französische. Andererseits stieg der prozentuale Anteil der Schülerinnen und Schüler, die Französisch als

	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2012
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
Testmotivation	7.18	7.07	7.11

Tabelle 4: Testmotivation der Schülerinnen und Schüler bei PISA 2003, PISA 2006 und PISA 2012 Keine Angaben für PISA 2009, da die Testmotivation der Schülerinnen und Schüler zu diesem Zeitpunkt nicht international erfasst wurde.

Testsprache wählten, gegenüber den vorangegangenen Erhebungsrunden leicht an. Dies lässt sich vermutlich auf zwei Faktoren zurückführen. Erstens stand bei PISA 2012 Mathematik im Schwerpunkt und Mathematik wird an den Luxemburger Regelschulen (außer im Régime Préparatoire) ab der 7. Klasse auf Französisch unterrichtet. Zweitens ist die Population der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund seit 2003 stetig angestiegen. Diese wählen deutlich häufiger als Schülerinnen und Schüler ohne Migrationshintergrund Französisch als Testsprache (s. auch Kap. 3.4). Erst im nächsten Zyklus, in dem wiederum die Naturwissenschaften im Vordergrund stehen werden (Naturwissenschaften werden bis zur 9. Klasse (V^e/9^e) einschließlich auf Deutsch unterrichtet), wird man beurteilen können, inwieweit sich diese Entwicklung fortsetzt.

1.5.4 Testmotivation

Um die Schülerleistungen im PISA-Test international valide vergleichen zu können, ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler den Test in den verschiedenen Ländern ähnlich ernsthaft bearbeiten. Wie Butler & Adams (2007) im Rahmen der PISA-2003-Studie zeigen konnten, war die anhand eines Anstrengungsthermometers erhobene Testmotivation (siehe unten) über die PISA-Teilnehmerländer hinweg in ihrer Ausprägung relativ gut vergleichbar, so dass sie keinen kulturell bedingten Effekt der Anstrengungsbereitschaft auf die Testleistung feststellen konnten.

Mit Ausnahme von PISA 2009 wurde bisher in jedem Zyklus die Anstrengungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler erhoben, so auch bei PISA 2012. Im Folgenden soll der Frage

nachgegangen werden, wie sich die Testmotivation seit PISA 2003 in Luxemburg insgesamt und differenziert für die verschiedenen Schulformen entwickelt hat.

Am Testende wurden die Schülerinnen und Schüler gefragt, wie sehr sie sich in dem PISA-Test angestrengt hätten. Dabei sollten sie anhand eines Anstrengungsthermometers ihre individuelle Anstrengung beim PISA-Test einschätzen. 10 stand für eine maximale Anstrengung und 1 für eine minimale Anstrengung. Die Anstrengungsbereitschaft wird im Folgenden als Indikator für die Testmotivation der Jugendlichen berichtet.

In Luxemburg erreichten die Schülerinnen und Schüler bezogen auf die Gesamtheit der Schulen einen Mittelwert von 7.11 (der Mittelwert der Luxemburger Regelschulen lag ebenfalls bei 7.11), d. h. die Jugendlichen haben sich im Test durchschnittlich eher angestrengt. Verglichen mit den vorangegangenen Erhebungsrunden sind die Durchschnittswerte in der Tendenz stabil geblieben (siehe Tabelle 4).

Da die Testmotivation über die Zeit hinweg insgesamt relativ unverändert geblieben ist, stellt sich die Frage, inwieweit sich die verschiedenen Schulformen an Luxemburger Regelschulen in ihrer Testmotivation unterscheiden und ob es dabei zu Veränderungen über die Zeit hinweg gekommen ist. In Abbildung 9 werden die Unterschiede in der Testmotivation zwischen den Schulformen in Form von Effektgrößen (Cohen's *d*) dargestellt. Die Effektgröße berechnet sich aus dem Mittelwertsunterschied zwischen zwei Gruppen, relativiert an der gemeinsamen Standardabweichung. Es gilt $d = 0.20$ als kleiner Effekt, $d = 0.50$ als mittlerer Effekt und $d = 0.80$ als großer Effekt. Referenzwert ist in dieser Abbildung die Ausprägung der Test-

motivation der Schülerinnen und Schüler des Enseignement Secondaire Technique (EST), die mit der Testmotivation im Enseignement Secondaire (ES) und Régime préparatoire (EST-PREP) verglichen wird. Eine Abweichung des Balkens auf die rechte Seite bedeutet eine höhere Ausprägung der Testmotivation im ES bzw. EST-PREP, eine Abweichung des Balkens auf die linke Seite bedeutet eine niedrigere Ausprägung der Testmotivation im ES bzw. EST-PREP im Vergleich zum EST.

Wie aus der Abbildung 9 hervorgeht, ist die Anstrengungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler im Régime Préparatoire gegenüber den Schülerinnen und Schülern im übrigen Enseignement Secondaire Technique seit PISA 2003 gesunken (von $d = -0.15$ auf $d = -0.32$) und ist niedriger als im EST. Hingegen ist in demselben Zeitraum die Testmotivation der Schülerinnen und Schülern des Enseignement Secondaire gegenüber den Schüler/innen des EST leicht angestiegen (von $d = -0.01$ auf $d = +0.11$), ist aber nur geringfügig höher als im EST.

Der PISA-Test stellt gerade die EST-PREP Schülerinnen und Schüler vor besondere kognitive Herausforderungen, da die gemessenen Kompetenzen dieser Jugendlichen im Durchschnitt im unteren Leistungsbereich liegen (z. B. SCRIPT & EMACS, 2010). Die PISA-Aufgaben decken ganz unterschiedliche Schwierigkeitsniveaus ab und daher natürlich nicht nur den unteren Leistungsbereich, der für viele Schülerinnen und Schüler im EST-PREP gut lösbar sein sollte. So könnte es sein, dass die EST-PREP Schülerinnen und Schüler aufgrund der möglicherweise zu hoch empfundenen Anforderung zu schnell aufgeben und sich nicht genügend anstrengen. Sie könnten dabei übersehen, dass es Aufgaben gibt, die durchaus ihrem Leistungsniveau entsprechen. Dies könnte sich negativ auf die Validität der Studie auswirken. Für zukünftige PISA-Erhebungen müsste man daher überlegen, wie die Schülerinnen und Schüler des EST-PREP besser angeregt werden könnten, sich im Test anzustrengen, um die Leistungen in dieser Schulform so valide wie möglich zu erfassen.

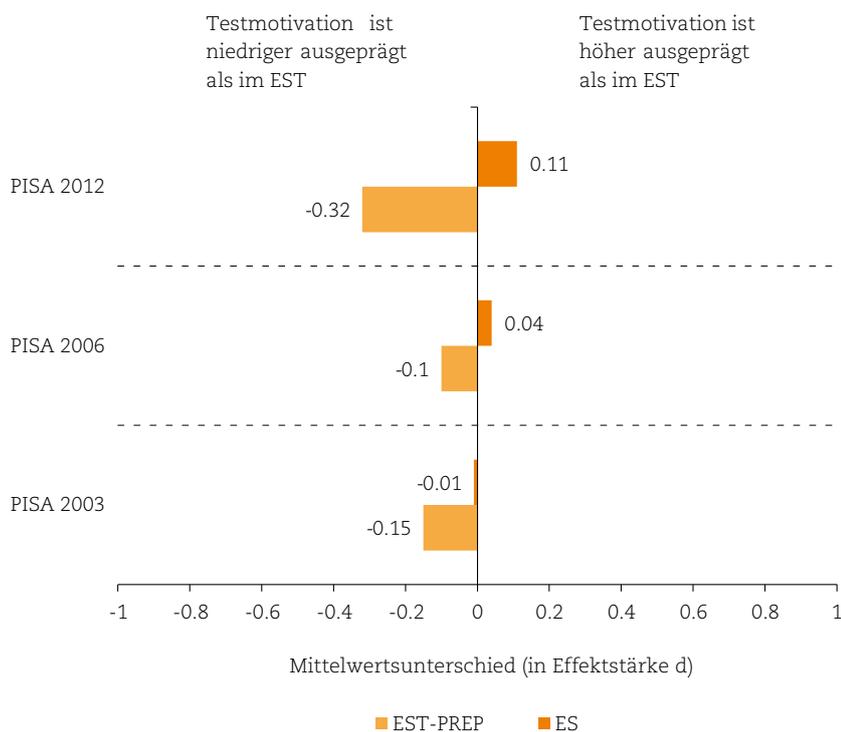


Abbildung 9: Schulformunterschiede in der Testmotivation bei PISA 2003, 2006 und 2012 bezogen auf das EST. (EST=Enseignement Secondaire Technique, EST-PREP=Régime Préparatoire des Enseignement Secondaire Technique, ES= Enseignement Secondaire)

1.6

Überblick über die Kapitel

Nachdem in diesem Kapitel (Kapitel 1) die methodischen und theoretischen Grundlagen der PISA-Studie erläutert worden sind, werden wir in den folgenden zwei Kapiteln (Kapitel 2 und Kapitel 3) auf die Ergebnisse aus dem PISA-Test 2012 eingehen. Kapitel 2 stellt die Schülerleistungen aus einer internationalen Perspektive dar, während der Fokus von Kapitel 3 auf der Analyse der Luxemburger Schülerleistungen an den Regelschulen liegt und diese anhand zentraler Schüler- und Schulsystemvariablen (kultureller und sozioökonomischer Hintergrund, Geschlecht, Schulform, Sprache) untersucht (Kapitel 3.1 – 3.4). Eine Ausnahme stellt Kapitel 3.5 dar, das die Persönlichkeit und den schulischen Erfolg anhand der PISA-2009-Daten untersucht. Kapitel 4 beschäftigt sich schließlich mit den Herausforderungen und Implikationen aus diesen Ergebnissen. Nach einer Zusammenfassung der Ergebnisse (Kapitel 4.1) werden die Herausforderungen für den Mathematikunterricht im Besonderen (Kapitel 4.2) und für das Luxemburger Schulsystem im Allgemeinen (Kapitel 4.3) untersucht. Abschließend werden in Kapitel 4.4. die Implikationen aus den PISA-Ergebnissen aus bildungspolitischer Sicht diskutiert.

Literaturverzeichnis

Butler, J. & Adams, R.J. (2007). The Impact of Differential Investment of Student Effort on the Outcomes of International Studies. *Journal of Applied Measurement*, 8 (3), 279 - 304.

International Labour Office (Hrsg.) (1990), *International Standard Classification of Occupations*. Genf: ILO.

Klieme, E. (2004). Was sind Kompetenzen und wie lassen sie sich messen? *Zeitschrift für Pädagogik*, Heft 4/2004, 10-13.

Klieme, E., & Vieluf, S. (2013). Schulische Bildung im internationalen Vergleich. Ein Rahmenmodell für Kontextanalysen in PISA. *Zeitschrift für Pädagogik*, Beiheft 59, 229-246.

MENFP. (2008). *Mathématiques. Division inférieure de l'enseignement secondaire. Compétences disciplinaires attendues à la fin de la classe de 6e et à la fin de la classe de 4e*. Luxembourg: MENFP.

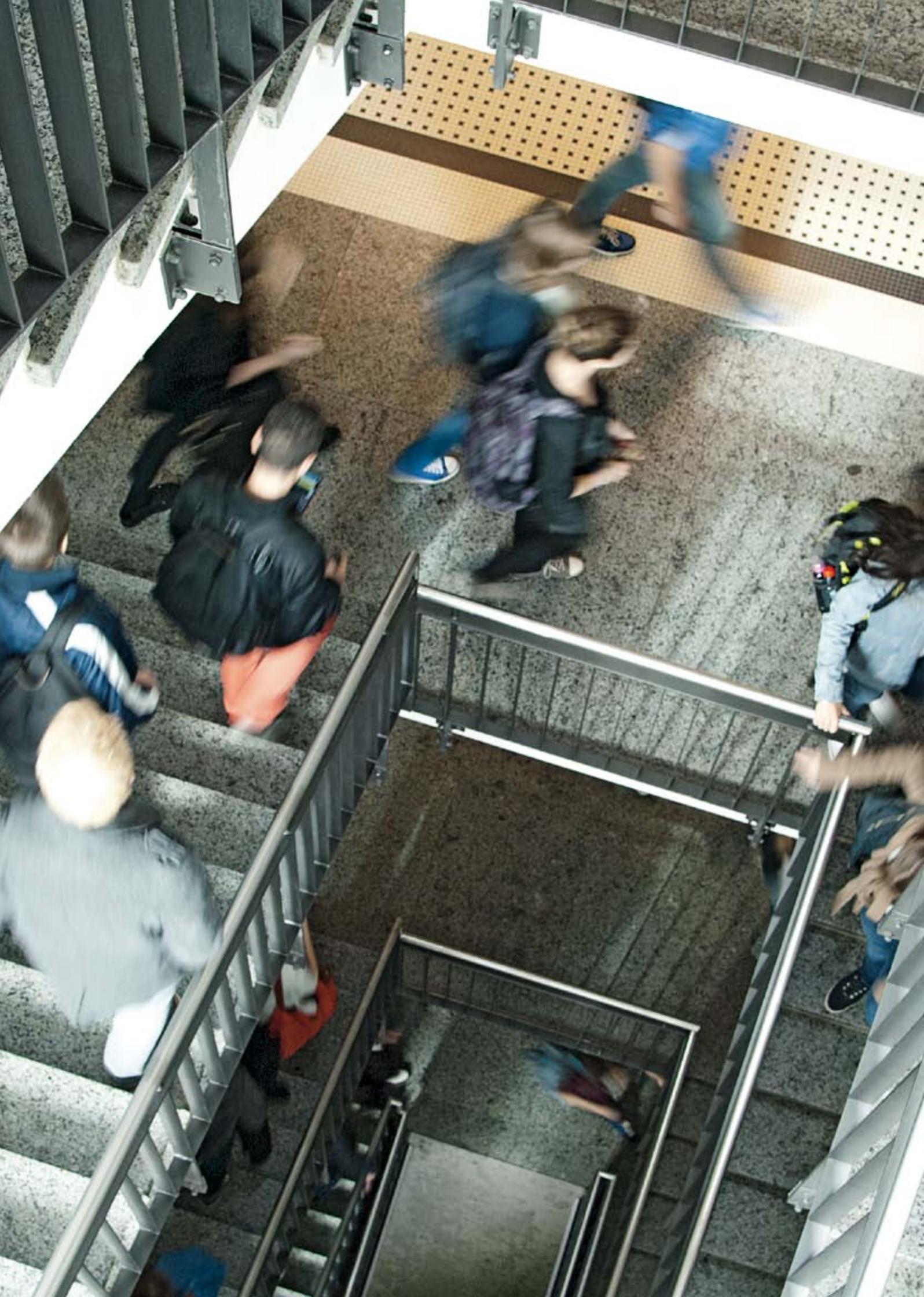
OECD. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can do: Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. Paris: OECD.

OECD. (2012). *PISA 2009. Technical Report*. Paris: OECD.

OECD. (2013a). *PISA 2012. Assessment and Analytical Framework. Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Paris: OECD.

OECD. (2013b). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can do: Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I)*. Paris: OECD.

SCRIPT & EMACS (Hrsg.). (2010). *PISA 2009. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxembourg: MENFP.



2

Luxemburger Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich

Autoren:

Bettina Böhm, Antoine Fischbach, Sonja Ugen, Claire Muller, Monique Reichert, Philipp Sonnleitner, Ulrich Keller, Jos Bertemes, Romain Martin

Zusammenfassung:

Dieses Kapitel untersucht die Kompetenzen der 15-jährigen Jugendlichen, die Luxemburger Schulen besuchen, im internationalen Vergleich. In den drei Kompetenzbereichen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften ist der Mittelwert von Luxemburg auf ein gleiches Niveau angestiegen, die Mittelwerte liegen jedoch in allen drei Bereichen unterhalb des OECD-Durchschnitts. Der Abstand der Luxemburger Mittelwerte zum OECD-Durchschnitt ist in der Lesekompetenz und in den Naturwissenschaften etwas größer als in Mathematik. Unter alleiniger Berücksichtigung der Daten von Jugendlichen an Luxemburger Schulen, die dem Programm des Erziehungsministeriums folgen, resultieren etwas niedrigere Punktzahlen in den drei Kompetenzbereichen verglichen mit den 15-jährigen Jugendlichen aller Luxemburger Schulen. Die Verteilung der Jugendlichen auf die unteren und oberen Kompetenzstufen zeigt, dass der Anteil an leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern in allen drei Kompetenzbereichen etwas höher ist als im OECD-Durchschnitt, vor allem in Lesekompetenz und Naturwissenschaften, während der Anteil an leistungsstarken Schülerinnen und Schülern in allen drei Kompetenzbereichen leicht unter dem OECD-Durchschnitt liegt. Eine differenzierte Analyse des Schwerpunktbereichs Mathematik ergibt, dass die Luxemburger Schülerinnen und Schüler eine relative Schwäche in der Teilkompetenz „Formulieren“ aufweisen, während sie in „Anwenden“ und „Interpretieren“ im OECD-Durchschnitt liegen. Eine Analyse nach den Inhaltsbereichen der Mathematik ergibt, dass die Schülerinnen und Schüler in „Quantität“ eher stärker und in „Unsicherheit und Daten“ eher schwächer sind, während sie sich in den Bereichen

In diesem Kapitel werden die Leistungen von 15-jährigen Jugendlichen, die Luxemburger Schulen besuchen, in der mathematischen Kompetenz, in der Lesekompetenz und in der naturwissenschaftlichen Kompetenz im internationalen Vergleich analysiert. Zunächst werden die Mittelwerte aller Teilnehmerländer in den drei Kompetenzbereichen berichtet, anschließend wird auf die Verteilung der Schülerinnen und Schüler in Luxemburg auf die oberen und unteren Kompetenzstufen in Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften eingegangen. Da der inhaltliche Schwerpunkt von PISA 2012 auf der mathematischen Kompetenz lag, werden weiterhin die Schülerleistungen anhand der Teilkompetenzen und Inhaltsbereiche der Mathematik differenziert betrachtet. Schließlich wird auf die Entwicklung der Luxemburger Schülerleistungen in Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften seit PISA 2003 eingegangen.

Die Ergebnisse werden in diesem Kapitel aus zwei Perspektiven berichtet: In Luxemburg gibt es einerseits Schulen, die dem staatlichen Lehrplan des Erziehungsministeriums (MENFP) folgen. Hierzu gehören die öffentlichen Schulen (die überwiegende Zahl der Schulen) und die staatlich subventionierten Privatschulen. Andererseits gibt es Schulen, die sich nicht dem staatlichen Lehrplan verpflichten. Diese Schulen sind größtenteils privat finanziert. Dazu zählen hauptsächlich die internationalen Schulen. Schulen, die sich dem Luxemburger Lehrplan verpflichten, werden in diesem Kapitel als „Luxemburger Regelschulen“ bezeichnet. Da sich Luxemburger Regelschulen von den übrigen Schulen neben der Lehrplanorientierung in vielerlei Hinsicht unterscheiden (z. B. in der Zusammensetzung der Schülerschaft), werden in diesem Kapitel auch die Ergebnisse nur für Schülerinnen und Schüler an Luxemburger Regelschulen berichtet und mit den Befunden aller 15-jähriger Luxemburger Jugendlichen verglichen.

„Raum und Form“ und „Veränderung und Beziehungen“ nur gering von ihrem Gesamtwert in Mathematik unterscheiden. Betrachtet man die luxemburgischen Schülerleistungen im Zeitraum zwischen 2003 und 2012, so kann ein leichter positiver Aufwärtstrend in Lesekompetenz und Naturwissenschaften beobachtet werden, jedoch keine Veränderung in Mathematik.

Résumé :

Dans ce chapitre, les compétences des adolescents de 15 ans au Luxembourg sont analysées et comparées à celles des autres pays ayant participé à PISA 2012. Dans chacun des trois domaines d'évaluation (mathématiques, lecture et sciences naturelles), le score moyen du Luxembourg est comparable, mais les valeurs se situent toujours en dessous de la moyenne de l'OCDE. L'écart entre le score moyen du Luxembourg et la moyenne des pays de l'OCDE est légèrement plus important en lecture et en sciences naturelles qu'en mathématiques. Si l'on ne considère que les données des élèves fréquentant les écoles appliquant les programmes d'études du MENFP, le niveau des scores moyens dans les trois domaines d'évaluation est encore légèrement plus bas que pour la totalité des élèves de 15 ans au Luxembourg. La répartition des élèves dans les niveaux de compétence inférieurs et supérieurs indique que la proportion d'élèves peu performants dans les trois domaines d'évaluation est plus élevée que l'indicateur moyen calculé pour les pays de l'OCDE, et ce en particulier en lecture et en sciences naturelles. A l'opposé, la proportion d'élèves très performants est, dans les trois domaines d'évaluation, inférieure à la moyenne de l'OCDE. Une analyse en profondeur du domaine majeur d'évaluation (les mathématiques en l'occurrence) montre que la faiblesse des élèves au Luxembourg est avant tout marquante pour la sous-compétence "Formuler", tandis que les performances moyennes pour les sous-compétences « Appliquer » et « Interpréter » se situent au niveau de la moyenne de l'OCDE. L'analyse menée selon les domaines de contenus mathématiques révèle quant à elle que les élèves sont plutôt forts dans le domaine « Quantité » et plutôt faibles dans le domaine « Incertitude et données ». Les deux autres domaines mathématiques (« Espace et formes » et « Variations et relations ») ne se distinguent guère du score global en mathématiques. Si l'on examine les performances des élèves luxembourgeois au fil des années (de 2003 à 2012), on peut observer une légère tendance positive en lecture et en sciences naturelles, mais pas de changement en mathématiques.

2.1 Länderunterschiede in Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften

In Abbildung 1 werden die durchschnittlichen Schülerleistungen aller 65 Teilnehmerländer in der mathematischen Kompetenz (dem inhaltlichen Schwerpunkt von PISA 2012), Lesekompetenz und naturwissenschaftlichen Kompetenz dargestellt. Als Referenzwert gilt der OECD-Durchschnitt, mit dem die durchschnittlichen Leistungswerte eines Landes verglichen werden. Der OECD-Durchschnitt berechnet sich aus den Mittelwerten der 34 OECD-Länder, die in diesen Wert zu gleichen Anteilen – unabhängig von der Größe des Landes – einfließen.

Um in einer Stichprobe einen Unterschied als statistisch bedeutsam ausweisen zu können, muss der Wertebereich geschätzt werden, in dem sich der wahre Wert einer bestimmten Population befindet. Als Konvention hat man hier die zugehörige Wahrscheinlichkeit auf 95 % gesetzt. Dieser Wertebereich wird mit Hilfe des Standardfehlers berechnet, der ein Maß für die Unsicherheit ist, die mit dem jeweiligen Mittelwert verbunden ist. Wenn sich die Wertebereiche zweier Mittelwerte nicht überlappen, wird der Unterschied zwischen beiden Mittelwerten als statistisch bedeutsam bezeichnet. Je kleiner der Standardfehler eines Landes, desto enger sind die Grenzen für die geschätzten Wertebereiche, in denen sich der wahre Wert befindet und desto geringer werden die Unterschiede zwischen zwei Werten, die als statistisch bedeutsam ausgewiesen werden. Luxemburg befindet sich – aufgrund seiner Landesgröße – in der besonderen Situation, dass keine Stichprobe gezogen werden muss, sondern die Gesamtpopulation der 15-Jährigen erfasst werden kann. Dies hat zur Auswirkung, dass der Standardfehler für Luxemburg verhältnismäßig klein ausfällt.

In der *mathematischen Kompetenz* liegt der Durchschnitt der OECD-Länder bei 494 Punkten. In Luxemburg erreichen die Schülerinnen und Schüler einen Mittelwert von 490 Punkten und liegen damit statistisch bedeutsam leicht unter dem OECD-Durchschnitt. Länder, die in Abbildung 1 zwischen Frankreich (495 Punkte, obere Grenze) und Portugal (487 Punkte, untere Grenze) liegen, unterscheiden sich nicht statistisch bedeutsam von den durchschnittlichen Leistungen in Luxemburg. Auffallend ist, dass Portugal und Norwegen etwas niedrigere Mittelwerte als Luxemburg aufweisen, diese sich aber – im Gegensatz zu Luxemburg – nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt unterscheiden. Dies hängt damit zusammen, dass der Standardfehler des Mittelwerts in Luxemburg niedriger ist als in Portugal und Norwegen (siehe Erläuterung oben).

Betrachtet man das Abschneiden der Teilnehmerländer international, so belegen in der mathematischen Kompetenz sämtliche ostasiatischen Teilnehmerländer sowie der südostasiatische Stadtstaat Singapur die vordersten Plätze. Shanghai (China) nimmt mit 613 Punkten und einem Abstand von nahezu 120 Punkten zum OECD-Durchschnitt (494 Punkte) eine deutliche Spitzenposition ein. Auf die ostasiatischen Länder folgen Liech-

tenstein mit 535 Punkten und die Schweiz mit 531 Punkten als beste europäische Länder in der mathematischen Kompetenz. Finnland erreicht mit 519 Punkten weiterhin über dem OECD-Durchschnitt liegende Leistungen, schneidet aber deutlich niedriger ab als noch neun Jahre zuvor bei PISA 2003, wo es 544 Punkte erzielte. Zu den weiteren Ländern mit überdurchschnittlichen Leistungen im OECD-Vergleich gehören u. a. die Niederlande (523 Punkte) und Belgien (515 Punkte) sowie Deutschland (514 Punkte) und Österreich (506 Punkte).

In sieben Ländern unterscheiden sich die durchschnittlichen Leistungen in Mathematik nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt, darunter Frankreich (495 Punkte) und Portugal (487 Punkte).

Zu den Ländern, deren durchschnittliche Leistungen statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt liegen, gehören neben Luxemburg weitere zehn OECD-Länder, darunter alle südeuropäischen Länder (außer Portugal), die USA (481 Punkte) und Schweden (478 Punkte). Zu der Gruppe von Ländern, die mit mehr als 40 Punkten besonders tief unter dem OECD-Durchschnitt liegen, gehören die Mehrzahl der OECD-Partnerländer sowie die OECD-Länder Türkei und Chile. Diese lassen sich grob in drei geographische Ländergruppen einteilen: Mit mindestens 40 Punkten Abstand zum OECD-Durchschnitt kommen zunächst mehrere südosteuropäische Länder, darunter Griechenland, Serbien, Türkei, Rumänien und Bulgarien. Mit mindestens 70 Punkten Abstand zum OECD-Durchschnitt folgen alle süd- und mittelamerikanischen Länder (u. a. Chile, Mexiko, Brasilien und Argentinien). Schließlich liegen am unteren Ende der Rangreihe, d. h. über 100 Punkte unter dem OECD-Durchschnitt, die arabischen Teilnehmerländer Tunesien, Jordanien und Katar (außer die Vereinigten Arabischen Emirate). Auffallend gegenüber den ostasiatischen Ländern, die auf den vordersten Plätzen der Rangreihe liegen, schneiden die südostasiatischen Länder Thailand, Malaysia und Indonesien deutlich niedriger ab (mindestens 67 Punkte unter dem OECD-Durchschnitt).

In der *Lesekompetenz* erreicht Luxemburg einen Mittelwert von 488 Punkten und liegt damit statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt von 496 Punkten. Länder, deren Schülerleistungen sich nicht signifikant von Luxemburg unterscheiden, sind u. a. Tschechische Republik (493 Punkte, obere Grenze), alle südeuropäischen Länder und Schweden (483 Punkte, untere Grenze).

Betrachtet man das Abschneiden der Länder international, so wird die Gruppe der Länder, die statistisch bedeutsam *über* dem OECD-Durchschnitt liegen, wiederum angeführt von fünf asiatischen Ländern (darunter vier ostasiatische Länder), nämlich Shanghai (China) (570 Punkte), Hong Kong (China) (545 Punkte), Singapur (542 Punkte), Japan (538 Punkte) und Korea (536 Punkte) mit einem Abstand von mindestens 40 Punkten über dem OECD-Durchschnitt. Unter den europäischen Ländern, die immerhin noch mindestens zwanzig Punkte über dem OECD-Durchschnitt liegen, sind Finnland (524 Punkte), Irland (523 Punkte), Polen (518 Punkte) und Estland (516 Punkte). Die Niederlande, Belgien, Schweiz, Deutschland und Frankreich erzielen ebenso Leistungen, die über dem OECD-Durchschnitt liegen, ihr Abstand zum OECD-Durchschnitt fällt aber kleiner aus (≤ 15 Punkte).

Zur Gruppe der Länder, die sich nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt unterscheiden, gehören vier Länder, darunter das Vereinigte Königreich (499 Punkte) und die Vereinigten Staaten (498 Punkte).

Zu der Gruppe von Ländern, deren Mittelwerte statistisch bedeutsam *unter* dem OECD-Durchschnitt liegen, gehören neben Luxemburg auch Österreich, alle südeuropäischen Länder (nämlich Italien, Spanien und Portugal) sowie Schweden. Zu der Gruppe von Ländern mit einem sehr großen Abstand zum OECD-Durchschnitt (über 40 Punkte) gehört die Mehrzahl der OECD-Partnerländer, darunter alle süd- und mittelamerikanischen Länder, mehrere südosteuropäische Länder, die arabischen Teilnehmerländer und mehrere südostasiatische Länder.

In der *naturwissenschaftlichen Kompetenz* liegt der OECD-Durchschnitt bei 501 Punkten. Luxemburg erreicht einen Mittelwert von 491 Punkten und liegt damit statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt. Länder, deren Mittelwerte sich nicht statistisch bedeutsam vom Luxemburger Mittelwert unterscheiden, sind alle Länder, die in der Rangreihe zwischen den Vereinigten Staaten (497 Punkte, obere Grenze) und der Russischen Föderation (486 Punkte, untere Grenze) liegen (mit Ausnahme von Spanien).

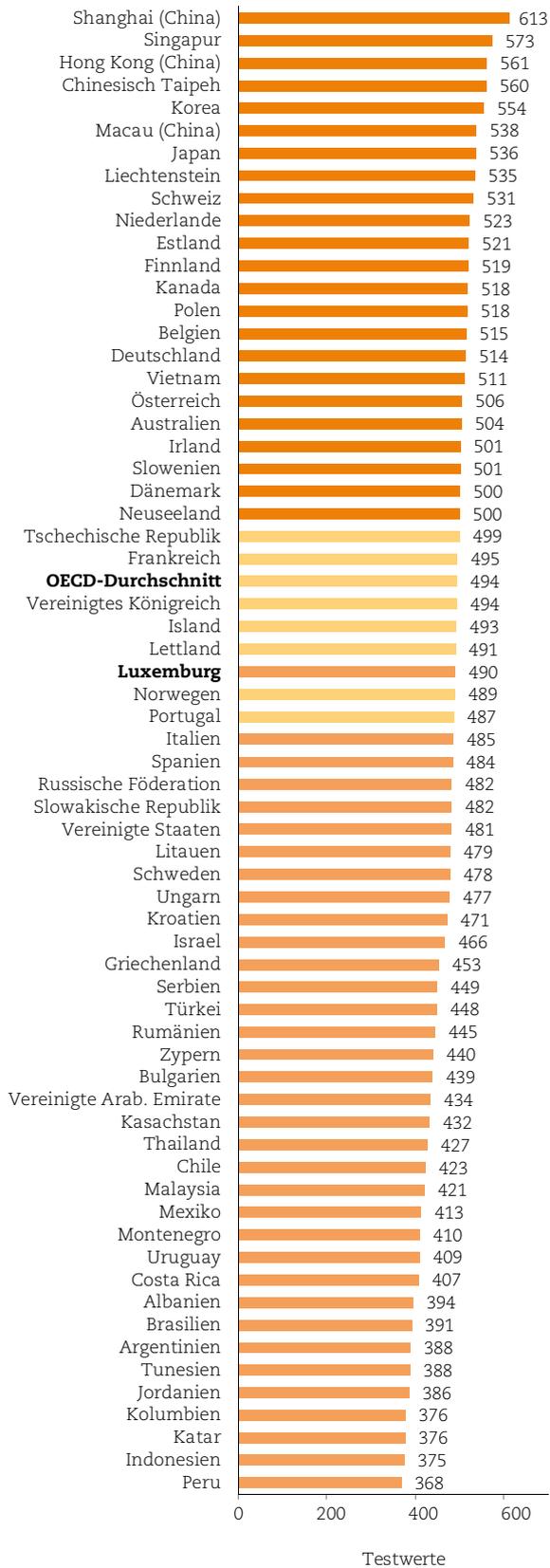
Shanghai (China) belegt mit 580 Punkten wieder den ersten Platz mit einem Abstand von nahezu 80 Punkten zum OECD-Durchschnitt. Vier weitere asiatische Länder (Hong Kong, Singapur, Japan und Korea) und zwei europäische Länder (Finnland und Estland) liegen mit einem deutlichen Abstand von mehr als 35 Punkten über dem OECD-Durchschnitt. Zu den weiteren Ländern, die mindestens 20 Punkte über dem OECD-Durchschnitt liegen, zählen sechs OECD-Länder, darunter Deutschland (524 Punkte) und die Niederlande (522 Punkte).

Zur Gruppe der Länder, die sich nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt unterscheiden, gehören neben den USA noch vier europäische Länder, darunter Frankreich (499 Punkte).

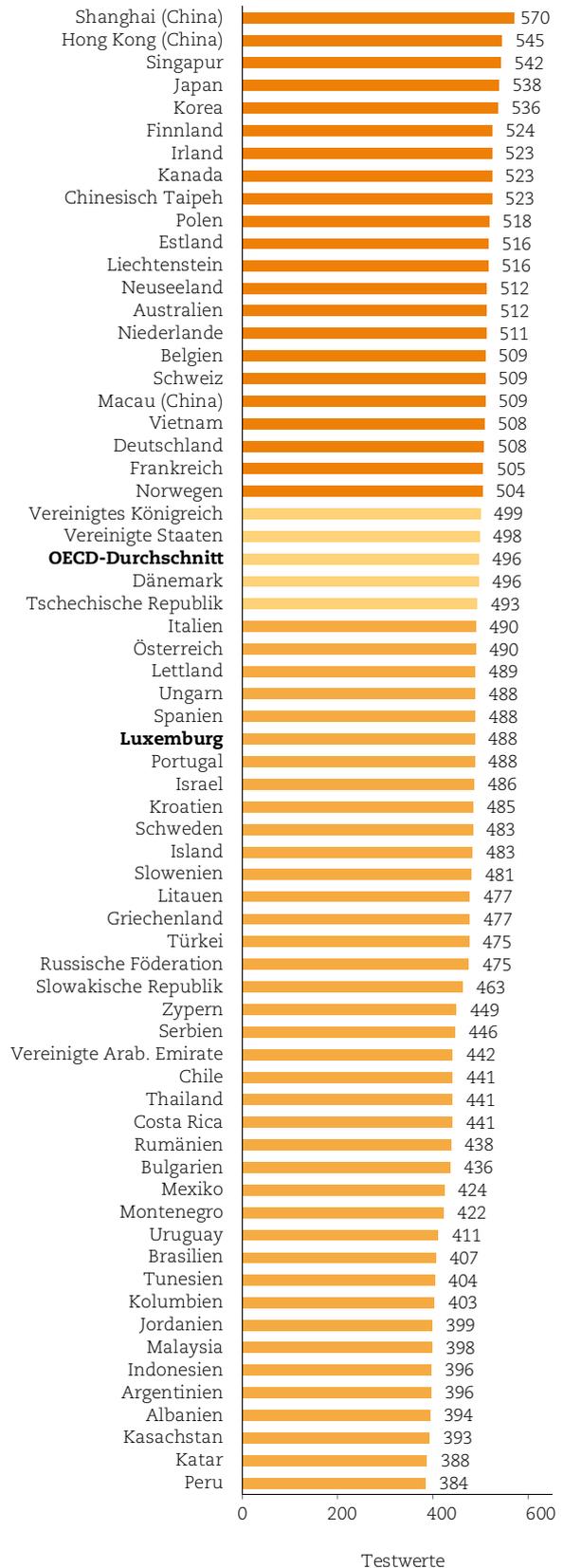
Die Gruppe der Länder, deren Mittelwert statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt liegt, umfasst neben Luxemburg 12 weitere OECD-Länder, darunter alle südeuropäischen Länder und Schweden (485 Punkte) sowie die Mehrzahl der OECD-Partnerländer.

Betrachtet man das Abschneiden der Luxemburger Schülerinnen und Schüler nur unter Berücksichtigung der so genannten *Luxemburger Regelschulen*, so liegt der Mittelwert für Luxemburg in allen drei Kompetenzbereichen zwischen sechs Punkten (in Mathematik und Naturwissenschaften) und sieben Punkten (in Lesekompetenz) niedriger als für die Gesamtheit der Luxemburger Schulen. In mathematischer Kompetenz sinkt der Mittelwert von 490 auf 484 Punkte, in Lesekompetenz von 488 auf 481 Punkte und in naturwissenschaftlicher Kompetenz von 491 auf 485 Punkte. Diese Unterschiede sind zwar klein, sie geben aber wichtige Hinweise darauf, wie sich die Schülerschaft von Luxemburger Regelschulen von der Schülerschaft an Privatschulen in Luxemburg, die sich nicht am Lehrplan des Erziehungsministeriums orientieren, unterscheidet.

Mathematische Kompetenz



Lesekompetenz



Naturwissenschaftliche Kompetenz

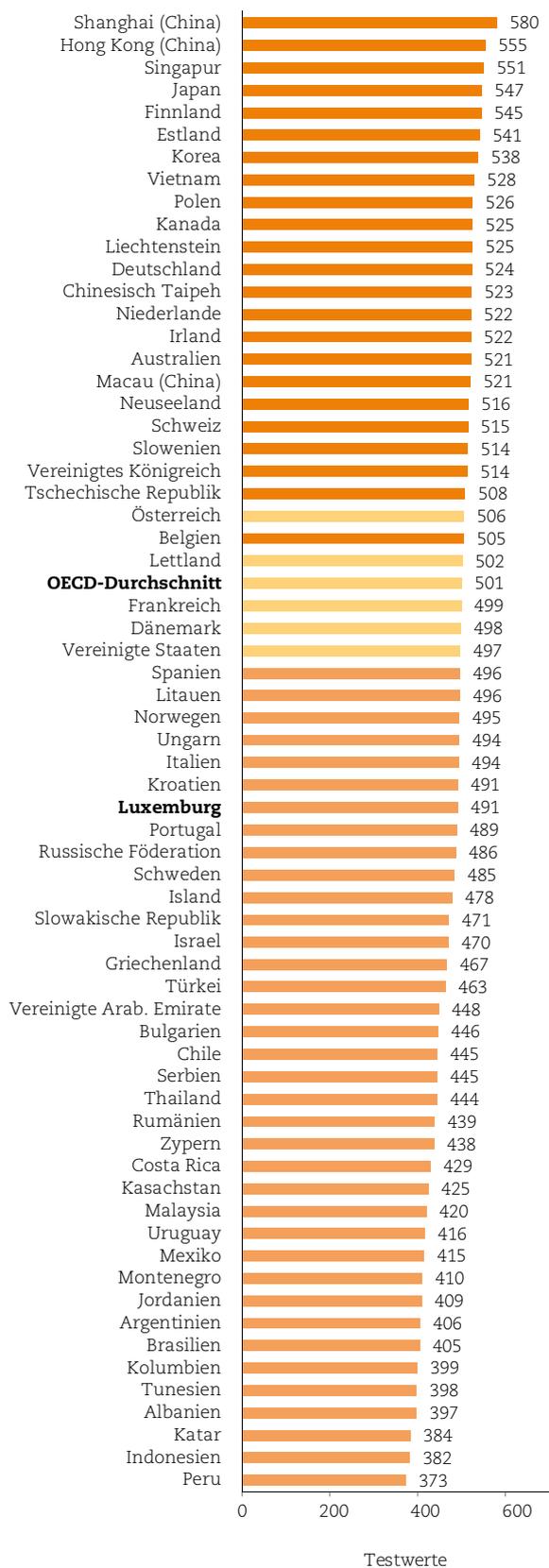


Abbildung 1: Mittelwerte der Teilnehmerländer in der mathematischen Kompetenz, in der Lesekompetenz und in der naturwissenschaftlichen Kompetenz. (Anmerkung: In Luxemburg liegt der Mittelwert in Mathematik statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt, nicht aber in Portugal oder Norwegen, die einen niedrigeren Mittelwert aufweisen als Luxemburg. Erklärung s. Text)

■ über dem OECD-Durchschnitt
■ im OECD-Durchschnitt
■ unter dem OECD-Durchschnitt

2.2

Leistungsschwache und leistungsstarke Jugendliche

Im Rahmen von PISA wird das Kompetenzspektrum in Mathematik, im Lesen und in den Naturwissenschaften in mehrere Kompetenzstufen eingeteilt (s. Kapitel 1.4.2) und mit spezifischen Kompetenzen auf jeder Stufe beschrieben. Schülerinnen und Schüler, die sich auf den *unteren* Kompetenzstufen befinden, das heißt diejenigen, deren Leistungen anhand des Kompetenzstufenmodells den Kompetenzstufen 1 oder unter 1 zugeordnet werden, können höchstens die einfachsten Aufgaben in PISA lösen, die nicht über elementare Kenntnisse hinausgehen. Damit verfügen sie voraussichtlich nicht über die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Teilhabe am späteren beruflichen und gesellschaftlichen Leben und könnten eine Risikogruppe darstellen. Diese Jugendlichen werden nachfolgend als *leistungsschwach* bezeichnet. Schülerinnen und Schüler, die sich auf den *oberen* Kompetenzstufen befinden, das heißt diejenigen, deren Leistungen mindestens Kompetenzstufe 4 oder höher zugeordnet werden können, sind fähig, anspruchsvolle Aufgaben in PISA zu lösen und verfügen damit über gute Voraussetzungen, als Erwachsene beruflich und gesellschaftlich erfolgreich zu sein. Diese Jugendlichen werden nachfolgend als *leistungsstark* bezeichnet.

Im folgenden Abschnitt werden für alle europäischen Länder und G8-Länder die prozentualen Anteile der leistungsschwachen und leistungsstarken Schülerinnen und Schüler in der mathematischen Kompetenz, in der Lesekompetenz und in der naturwissenschaftlichen Kompetenz berichtet. Zunächst werden die prozentualen Anteile der *leistungsschwachen* Schülerinnen und Schüler betrachtet (Abbildung 2), anschließend die prozentualen Anteile der *leistungsstarken* Schülerinnen und Schüler (Abbildung 3).

In der *mathematischen Kompetenz* liegt der Anteil an *leistungsschwachen* 15-jährigen in Luxemburg bei 24.3 % und ist damit um rund 1 % höher als im OECD-Länderdurchschnitt (23.0 %). Ähnlich hohe Anteile wie in Luxemburg finden sich in den südeuropäischen Ländern Spanien, Italien und Portugal sowie in der Russischen Föderation. International reichen die prozentualen Anteile der Schülerinnen und Schüler, die auf Kompetenzstufe 1 und unter 1 liegen, von 10.5 % (Estland) bis 60.7 % (Albanien). Diese Differenz ist sehr groß, wenn man bedenkt, dass der Anteil an leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern in Albanien in etwa sechs Mal so groß ist wie in Estland. In etwas mehr als der Hälfte der Vergleichsländer liegt der Anteil allerdings zwischen 15.0 % und 30.0 %. Ein relativ kleiner Anteil an leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern (<15.0 %) findet sich neben Estland noch in sieben weiteren Ländern, darunter in der Schweiz und den Niederlanden. Einen relativ großen Anteil an leistungsschwachen Jugendlichen (>30 %) weisen hingegen die meisten südosteuropäischen Ländern auf.

In der *Lesekompetenz* und in der *naturwissenschaftlichen Kompetenz* liegt der Anteil der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler (Kompetenzstufe 1 und unter 1) in Luxemburg bei jeweils 22.2 %. Dies sind rund 4 % mehr als im OECD-Länderdurchschnitt, der in der Lesekompetenz 18.0 % und in naturwissenschaftlicher Kompetenz 17.8 % beträgt.

Betrachtet man den Anteil der leistungsschwachen Jugendlichen nur für die *Luxemburger Regelschulen*, so liegt der Anteil in allen drei Kompetenzbereichen um etwas mehr als ein Prozent höher als für alle Luxemburger Schulen. In der mathematischen Kompetenz steigt der Anteil auf 26.0 % (gegenüber 24.3 % für alle Luxemburger Schulen; d. h. +1.7 % mehr als für die Gesamtheit der Luxemburger Schulen), in der Lesekompetenz auf 23.6 % (gegenüber 22.2 %; +1.4 %) und in der naturwissenschaftlichen Kompetenz auf 23.7 % (gegenüber 22.2 %; +1.5 %). D. h. rund ein Viertel der Jugendlichen an den Luxemburger Regelschulen erreicht nicht das Basisniveau (Kompetenzstufe 2) in Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften.

Betrachtet man nun die prozentualen Anteile der *leistungsstarken* Schülerinnen und Schüler so liegt dieser Prozentsatz in Luxemburg in der mathematischen Kompetenz bei 29.7 % und ist damit um rund 1 % niedriger als im OECD-Durchschnitt, der bei 30.8 % liegt. International zeigt sich, dass fast die Hälfte der Schülerinnen und Schüler in Liechtenstein (48.0 %) und Japan (47.7 %) mindestens Kompetenzstufe 4 erreichen und damit fähig sind, anspruchsvolle Mathematikaufgaben zu lösen. Auch in der Schweiz (45.3 %), den Niederlanden (41.1 %), Belgien (40.2 %) und Deutschland (39.1 %) erreicht ein sehr hoher Prozentsatz an Schülerinnen und Schülern dieses Niveau. Demgegenüber befinden sich nur sehr wenige leistungsstarke Jugendliche auf Kompetenzstufe 4 und höher in den südosteuropäischen Ländern, darunter Albanien (4.4 %), Montenegro (6.0 %) und Kasachstan (6.4 %).

Auch in der *Lesekompetenz* und in der *naturwissenschaftlichen Kompetenz* hat Luxemburg in beiden Kompetenzbereichen nur etwas niedrigere Anteile an leistungsstarken Schülerinnen und Schülern als im OECD-Durchschnitt. In der Lesekompetenz liegt der Anteil mit 28.6 % relativ dicht am OECD-Durchschnitt von 29.5 %. In der naturwissenschaftlichen Kompetenz ist der Abstand zum OECD-Durchschnitt nur geringfügig größer als in der Lesekompetenz. Hier liegt der Anteil in Luxemburg mit 27.4 % um 1.5 % niedriger als im OECD-Durchschnitt von 28.9 %.

Betrachtet man wiederum den Anteil der leistungsstarken Schülerinnen und Schüler für die *Luxemburger Regelschulen* allein, so nimmt der Anteil der Schülerinnen und Schüler auf

Kompetenzstufe 4 und höher in allen drei Kompetenzbereichen um etwas mehr als 2 % ab. In der mathematischen Kompetenz beträgt ihr Anteil 27.1 % (gegenüber 29.7 % für die Gesamtheit der Luxemburger Schulen; d. h. –2.6 % weniger als für alle Luxemburger Schulen zusammen) in Lesekompetenz 26.0 % (gegenüber 28.6 %; –2.6 %) und in der naturwissenschaftlichen Kompetenz 25.1 % (gegenüber 27.4 %; –2.3 %).

Zusammengefasst lässt sich für die Gesamtheit der Luxemburger Schulen sagen, dass der prozentuale Anteil der leistungsschwachen und leistungsstarken Schülerinnen und Schüler in der *mathematischen Kompetenz* jeweils recht nahe am OECD-Durchschnitt liegt und sich nicht mehr als rund ein Prozent von diesem unterscheidet. Auch in *Lesekompetenz* und in der *naturwissenschaftlichen Kompetenz* liegt der Anteil der leistungsstarken Schülerinnen und Schüler sehr nahe am OECD-Durchschnitt. In diesen beiden Bereichen gibt es jedoch deutlich mehr leistungsschwache Schülerinnen und Schülern. Für die Luxemburger Regelschulen konnte gezeigt werden, dass sich der Anteil der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler in allen drei Kompetenzbereichen erhöht (um +1.4 % bis +1.7 %), während der Anteil der leistungsstarken Schülerinnen und Schüler abnimmt (zwischen –2.3 % und –2.6 %).

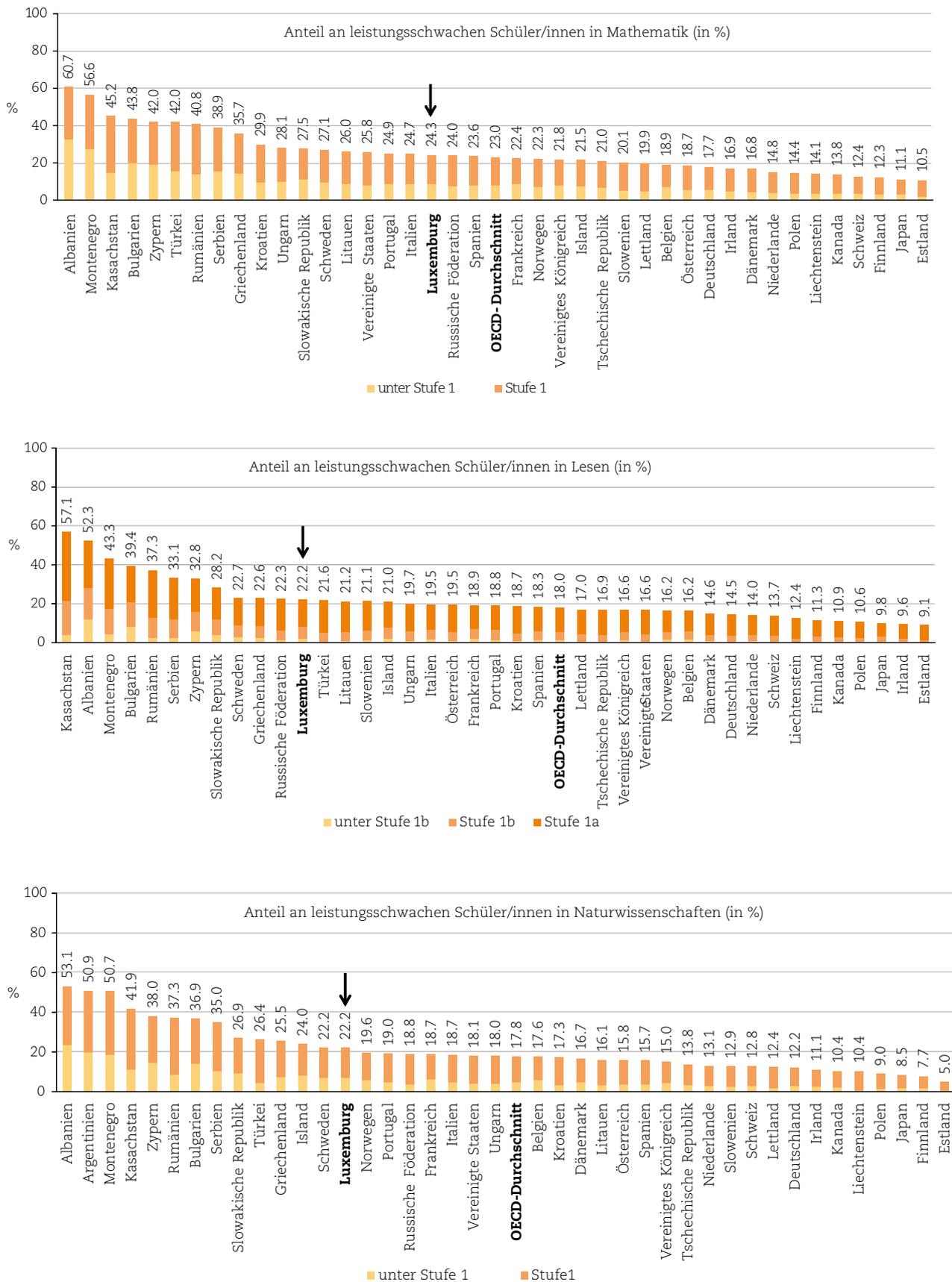


Abbildung 2: Prozentuale Anteile der leistungsschwachen Jugendlichen in der in der mathematischen Kompetenz, Lesekompetenz und naturwissenschaftlichen Kompetenz in den europäischen Ländern und G8-Ländern

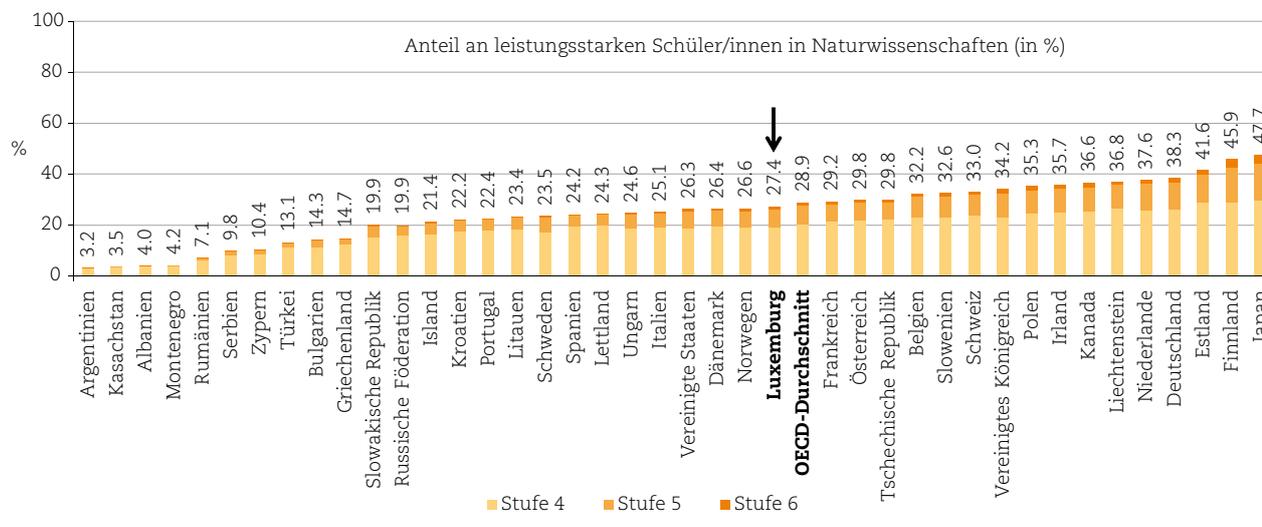
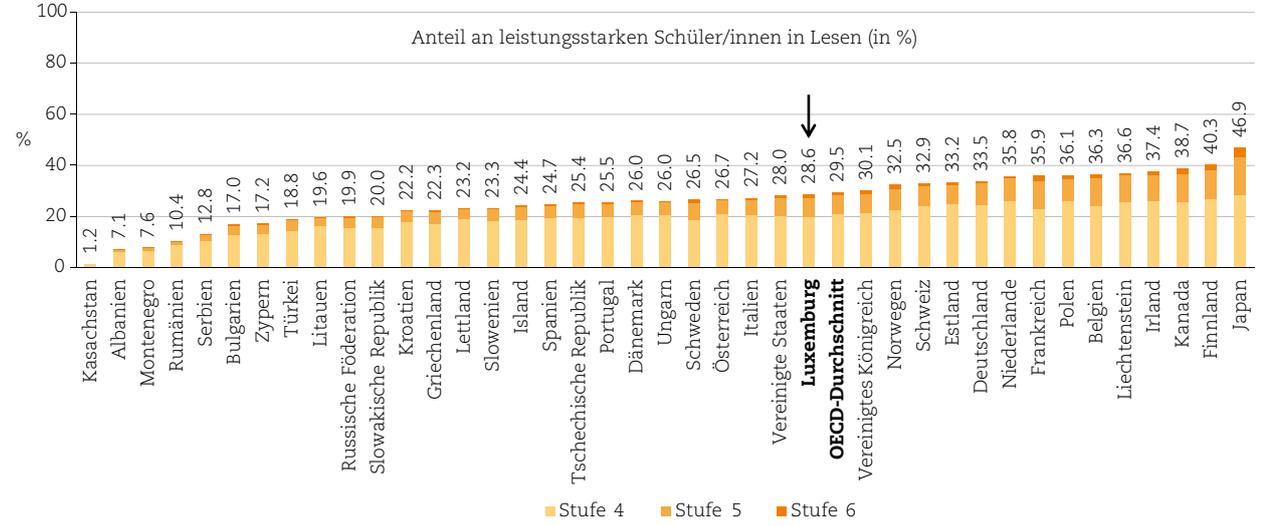
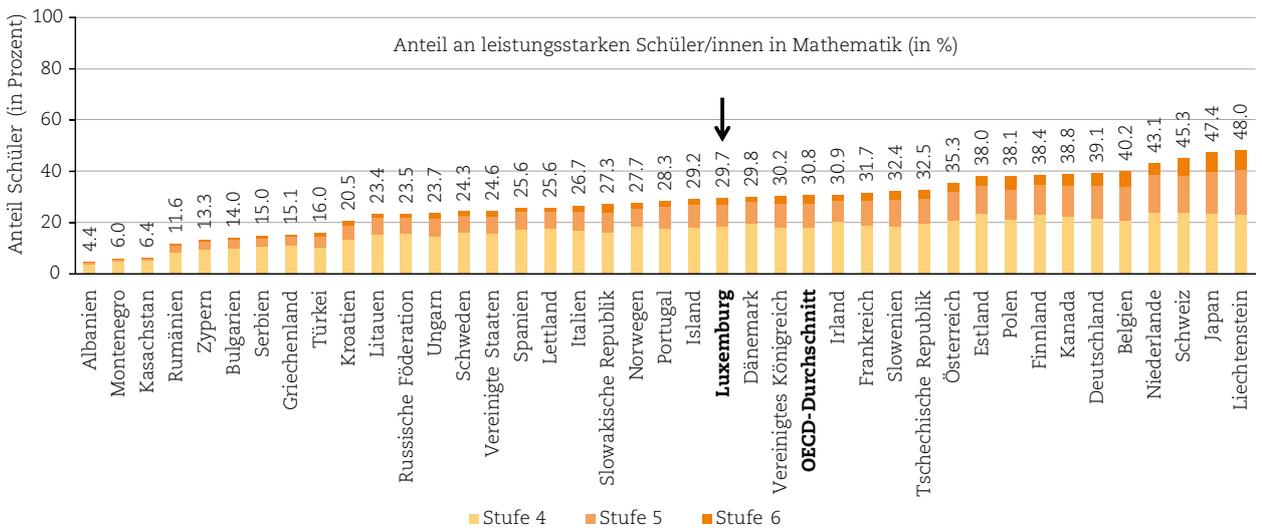


Abbildung 3: Prozentuale Anteile der leistungsstarken Jugendlichen in der mathematischen Kompetenz, in der Lesekompetenz und in der naturwissenschaftlichen Kompetenz in den europäischen Ländern und G8-Ländern

Formulieren

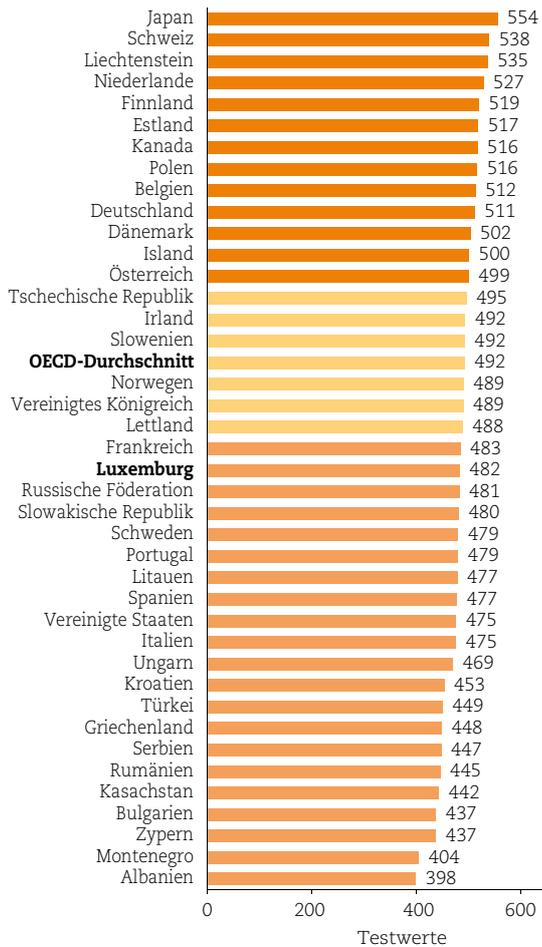


Abbildung 4.1: Mittelwerte in der Teilkompetenz *Formulieren* in den europäischen Ländern und G8-Ländern

2.3

Teilkompetenzen und Inhaltsbereiche der Mathematik

Die mathematische Kompetenz stand im PISA-Zyklus 2012 im Schwerpunkt und wurde daher besonders ausführlich untersucht. So ist es möglich, die Leistungen der Schülerinnen und Schüler in der mathematischen Kompetenz differenziert für Teilkompetenzen und verschiedene Inhaltsbereiche zu beschreiben. Die Teilkompetenzen und Inhaltsbereiche der Mathematik werden in den folgenden zwei Abschnitten anhand von je zwei verschiedenen Abbildungen dargestellt: zum einen werden die Mittelwerte in den europäischen Ländern und G8-Ländern im OECD-Vergleich gezeigt, zum anderen wird für jedes Land die Differenz zwischen der Teilkompetenz bzw. dem Inhaltsbereich und dem jeweiligen Mittelwert eines Landes auf der Gesamtskala in Mathematik angegeben. So können landesspezifische Stärken und Schwächen in den verschiedenen Teilbereichen der Mathematik identifiziert und im internationalen Vergleich bewertet werden.

Formulieren

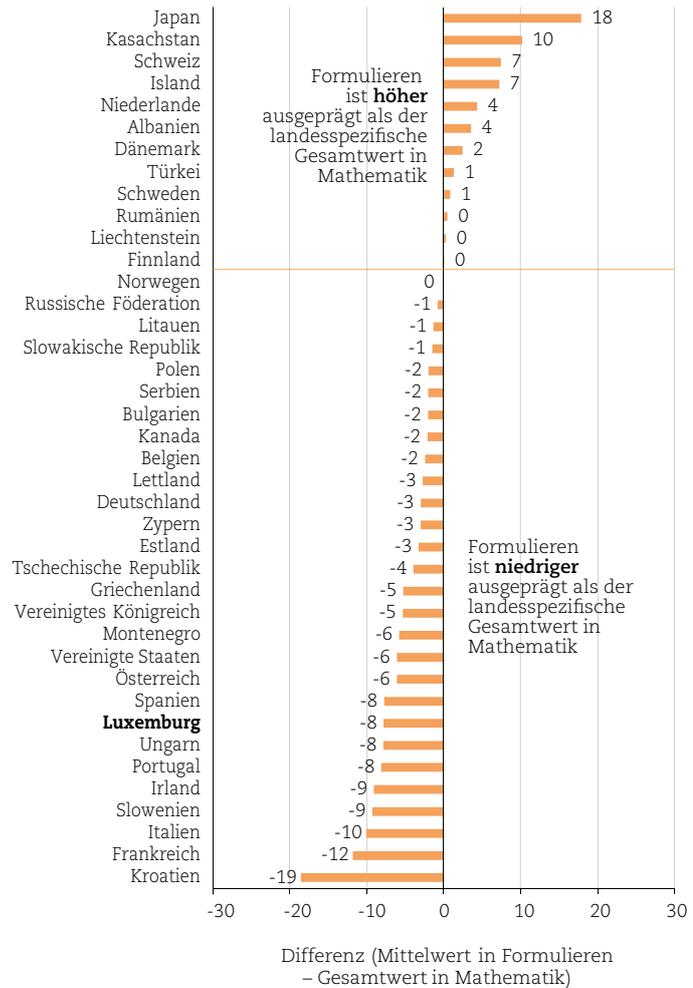


Abbildung 4.2: Differenz zwischen dem Mittelwert eines Landes in der Teilkompetenz *Formulieren* und dem Mittelwert eines Landes auf der Gesamtskala *Mathematik*

über im unter
OECD-Durchschnitt

2.3.1 Teilkompetenzen der Mathematik

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Teilkompetenzen der Mathematik. Als Teilkompetenzen wurden „Formulieren“, „Anwenden“ und „Interpretieren“ unterschieden. Die Teilkompetenzen werden inhaltlich in Kapitel 1.2.1 näher erläutert.

Formulieren

Etwa ein Viertel der Aufgaben zur mathematischen Kompetenz bezog sich auf die Teilkompetenz *Formulieren*. Dieser Bereich umfasst Aufgaben, bei denen die Schülerinnen und Schüler eine Situation mathematisch formulieren sollen, indem sie z. B. die relevanten Aspekte einer kontextbezogenen Situation erkennen und diese in Form einer Gleichung ausdrücken. In Luxemburg erreichen die Jugendlichen in *Formulieren* einen Mittelwert von 482 Punkten, der statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt von 492 Punkten liegt. Verglichen mit ihrem Mittelwert auf der Gesamtskala in Mathematik (490 Punkte) schneiden die

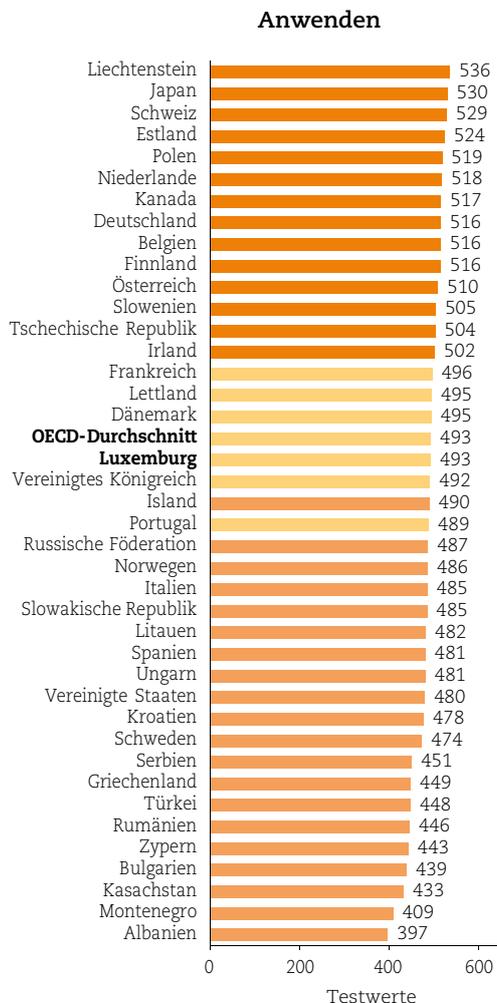


Abbildung 5.1: Mittelwerte in der Teilkompetenz *Anwenden* in den europäischen Ländern und G8-Ländern

■ über ■ im ■ unter
OECD-Durchschnitt

Schülerinnen und Schüler um 8 Punkte niedriger ab. Auch in der Mehrzahl der Vergleichsländer ist der Mittelwert in *Formulieren* eher niedriger ausgeprägt als der landesspezifische Gesamtwert in Mathematik. Die deutlichsten Unterschiede finden sich in Kroatien (–19 Punkte), Frankreich (–12 Punkte) und Italien (–10 Punkte). Zu den Ländern, in denen die Schülerinnen und Schüler landesintern eine Stärke beim Formulieren von mathematischen Situationen aufweisen, gehören Japan (+18 Punkte), die Schweiz (+7 Punkte) und die Niederlande (+4 Punkte). Auffallend ist, dass ihr Gesamtwert in Mathematik unter den ersten zehn der internationalen Rangreihe geführt wird (s. Abb. 4.1 und Abb. 4.2).

Anwenden

Knapp die Hälfte der Mathematikaufgaben bezog sich auf die Teilkompetenz *Anwenden*. In diesem Kompetenzbereich geht es darum, mathematische Konzepte, Fakten, Verfahren und

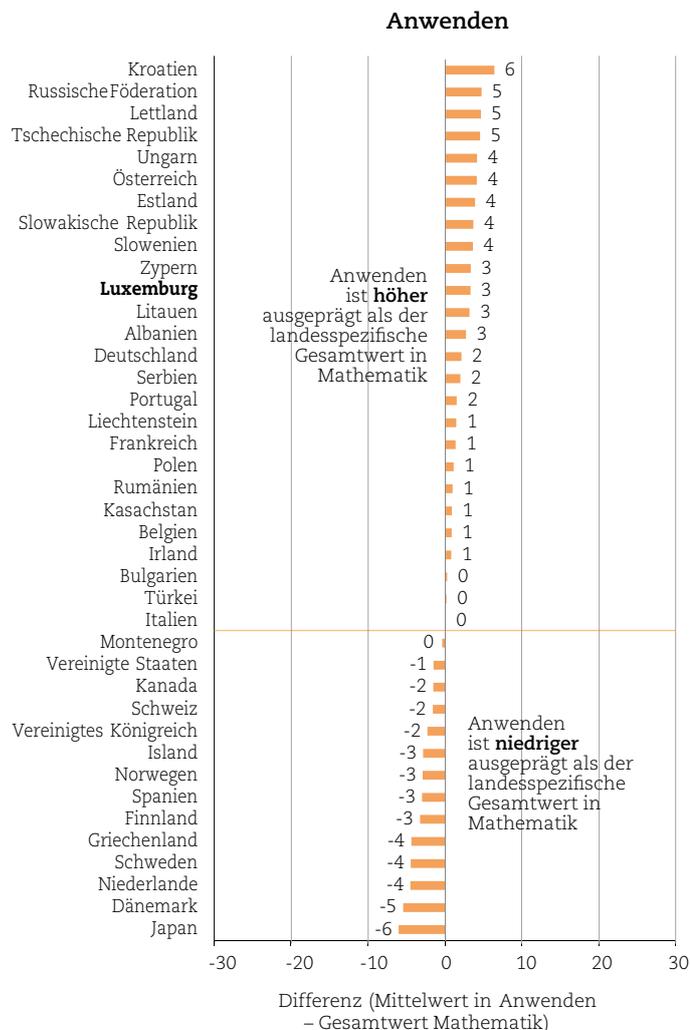


Abbildung 5.2: Differenz zwischen dem Mittelwert eines Landes in der Teilkompetenz *Anwenden* und dem Mittelwert eines Landes auf der Gesamtskala Mathematik

Denkweisen anzuwenden, indem die Schülerinnen und Schüler z. B. in eine Gleichung einsetzen oder Prozente berechnen. Die Luxemburger Schülerinnen und Schüler erzielen in *Anwenden* einen Mittelwert von 493 Punkten, der sich nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt von ebenso 493 Punkten unterscheidet. Die Abweichungen von ihrem Gesamtwert in Mathematik sind klein (+3 Punkte), wie in den meisten anderen Vergleichsländern auch. Da die Hälfte der Mathematik-Aufgaben diesem Bereich zuzuordnen sind, also die Hälfte des Gesamtwerts in Mathematik ausmachen, sind keine größeren Abweichungen zu erwarten. International sind es vor allem osteuropäische Länder, die eine relative Stärke in diesem Bereich aufweisen (z. B. Kroatien +6 Punkte, Russische Föderation, Lettland und Tschechische Republik +5 Punkte), während Japan (–6 Punkte) und einige nord- und südeuropäische Länder landesintern eher etwas niedriger als auf der Gesamtskala Mathematik abschneiden (s. Abb. 5.1 und Abb. 5.2).

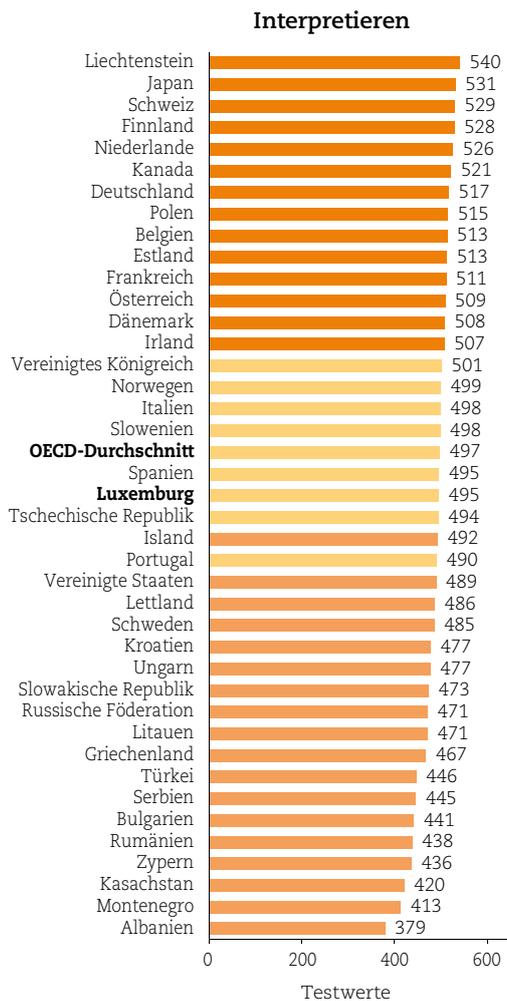


Abbildung 6.1: Mittelwerte in der Teilkompetenz *Interpretieren* in den europäischen Ländern und G8-Ländern

■ über ■ im ■ unter
OECD-Durchschnitt

Interpretieren

Etwa ein Viertel der Mathematikaufgaben bezog sich schließlich auf die Teilkompetenz *Interpretieren*. Dieser Bereich umfasst Aufgaben, bei denen die Schülerinnen und Schüler über mathematische Lösungen, Ergebnisse oder Schlussfolgerungen reflektieren und diese im Rahmen einer kontextbezogenen Problemstellung interpretieren sollen. Die Luxemburger Schülerinnen und Schüler erreichen in *Interpretieren* einen Mittelwert von 495 Punkten und unterscheiden sich nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt, der 497 Punkte beträgt. Ihr Mittelwert in *Interpretieren* ist um 5 Punkte höher als ihr

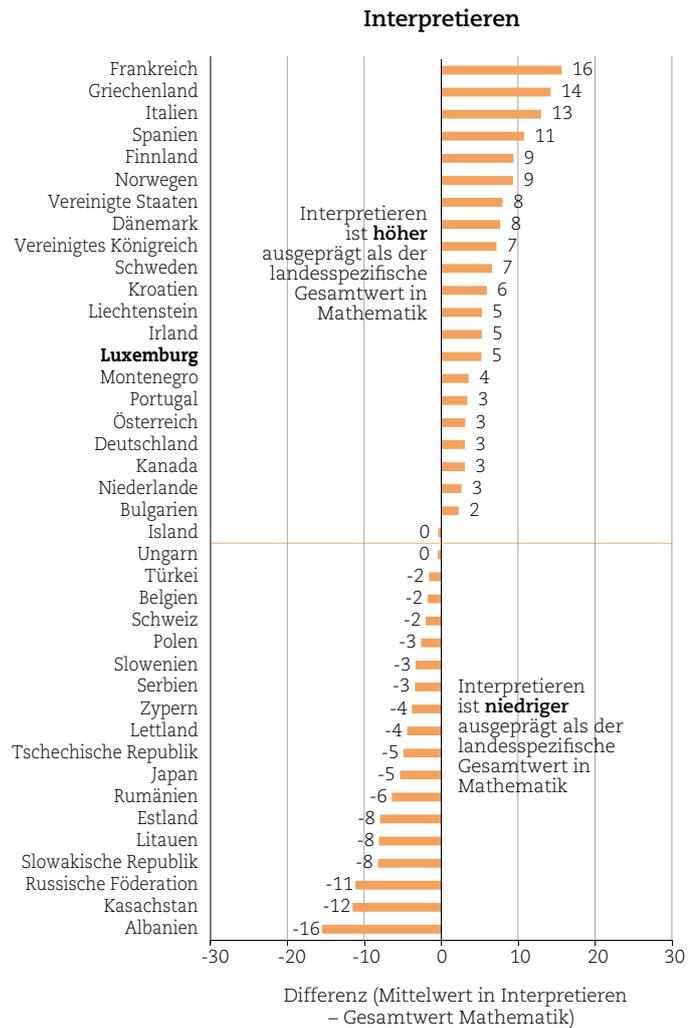


Abbildung 6.2: Differenz zwischen dem Mittelwert eines Landes in der Teilkompetenz *Interpretieren* und dem Mittelwert eines Landes auf der Gesamtskala Mathematik

Gesamtwert in Mathematik. In den Vergleichsländern findet sich landesintern eine ausgeprägte Stärke u. a. in Frankreich (+16 Punkte), einigen süd- und nordeuropäischen Ländern (Griechenland, Italien, Spanien sowie Finnland, Norwegen, Dänemark, Schweden) und englischsprachigen Ländern (Vereinigte Staaten und Vereinigtes Königreich) mit mindestens +7 Punkten Unterschied zu ihrem Mittelwert auf der Gesamtskala. Relativ zum landesspezifischen Gesamtwert schwächer ausgeprägt ist die Teilkompetenz *Interpretieren* in einigen ost- und südosteuropäischen Ländern, wie Albanien, Kasachstan und Russische Föderation mit einer Differenz von mehr als -10 Punkten (s. Abb. 6.1 und Abb. 6.2).

Betrachtet man die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler unter Berücksichtigung der *Luxemburger Regelschulen* allein, ist dieser um jeweils sechs bis sieben Punkte niedriger als für die Gesamtheit der Luxemburger Schulen und liegt bei 475 Punkten in *Formulieren*, 487 Punkten in *Anwenden* und 489 Punkten in *Interpretieren*. Die Abweichung vom Gesamtwert der Luxemburger Regelschulen in Mathematik, der bei 484 Punkten liegt, beträgt –8 Punkte¹ in Formulieren, +3 Punkte in Anwenden und +5 Punkte in Interpretieren. Zusammengefasst kann demnach über die Teilkompetenzen ausgesagt werden, dass in Luxemburg die Teilkompetenz Formulieren deutlich schwächer ausgeprägt ist als Anwenden und Interpretieren, sowohl für die gesamte Schülerschaft in Luxemburg als auch für die Schülerschaft an Luxemburger Regelschulen. Für beide Schülerpopulationen beträgt der Punkteunterschied in Formulieren –8 Punkte im Vergleich zur Gesamtskala Mathematik (für eine ausführliche Analyse der Teilkompetenzen in Mathematik siehe Kapitel 4.2).

2.3.2 Inhaltsbereiche der Mathematik

Bislang wurde die mathematische Kompetenz anhand der Teilkompetenzen, also einem Prozessaspekt der mathematischen Kompetenz, näher untersucht. Die Rahmenkonzeption von PISA 2012 differenziert darüber hinaus die mathematische Kompetenz anhand von vier Inhaltsbereichen: „Veränderung und Beziehungen“, „Raum und Form“, „Quantität“, und „Unsicherheit und Daten“.

In gewisser Hinsicht können die Inhaltsbereiche mit den traditionellen Stoffgebieten der Schulmathematik (Algebra, Arithmetik, Geometrie und Stochastik) in Verbindung gebracht werden. Daher sollten vermutlich auch inhaltliche Schwerpunkte der Länder im Lehrplan Mathematik in den Inhaltsbereichen zum Vorschein kommen. Wichtig ist aber anzumerken, dass die Inhaltsbereiche und Stoffgebiete nicht vollständig identisch sind, sondern es zu Überlappungen zwischen den Bereichen kommt (z. B. kommt Arithmetik auch im Inhaltsbereich „Unsicherheit und Daten“ vor oder Algebra im Inhaltsbereich „Raum und Form“). Dass diese vier Inhaltsbereiche für den Luxemburger Lehrplan in Mathematik von Bedeutung sind, zeigt sich auch daran, dass diese Inhaltsbereiche in den Luxemburger Bildungsstandards (Socles de Compétences) für das Fach Mathematik der 8. Klassenstufe (VI^e/8^e) beschrieben werden (MENFP, 2008). Eine Erläuterung der vier Inhaltsbereiche der PISA-Rahmenkonzeption findet sich in Kapitel 1.2.1.

¹ Differenzen können wegen der Rundung der Mittelwerte abweichen.

Veränderung und Beziehungen

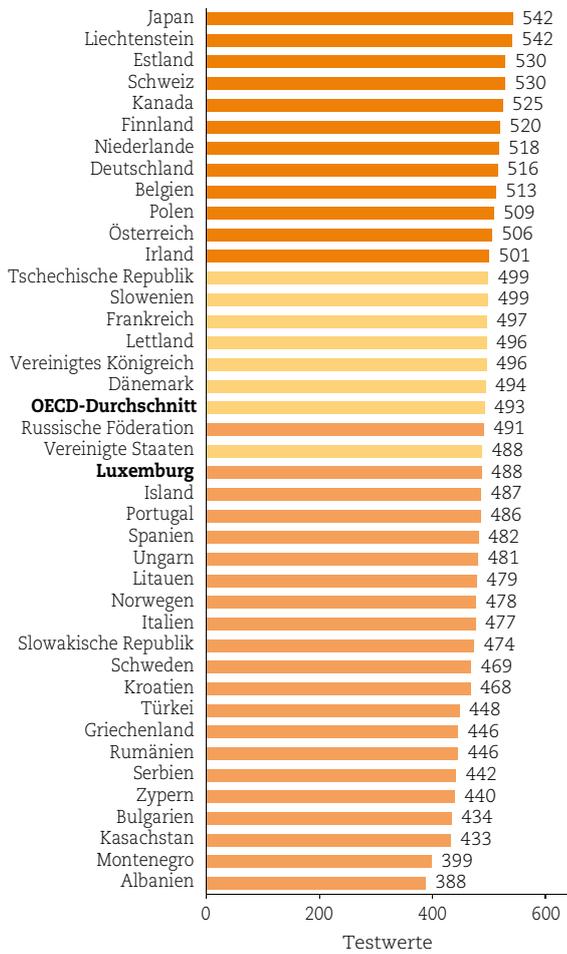


Abbildung 7.1: Mittelwerte in dem Inhaltsbereich *Veränderung und Beziehungen* in den europäischen Ländern und G8-Ländern

■ über ■ im ■ unter
OECD-Durchschnitt

Veränderung und Beziehungen

Etwa ein Viertel der Aufgaben entfiel auf den Inhaltsbereich „*Veränderung und Beziehungen*“. Veränderung und Beziehungen bezieht sich auf relationale und funktionale Beziehungen zwischen mathematischen Objekten und steht am ehesten dem Stoffgebiet Algebra nahe. Die Schülerinnen und Schüler in Luxemburg erreichen in *Veränderung und Beziehungen* einen Mittelwert von 488 Punkten, der statistisch bedeutsam

Veränderung und Beziehungen

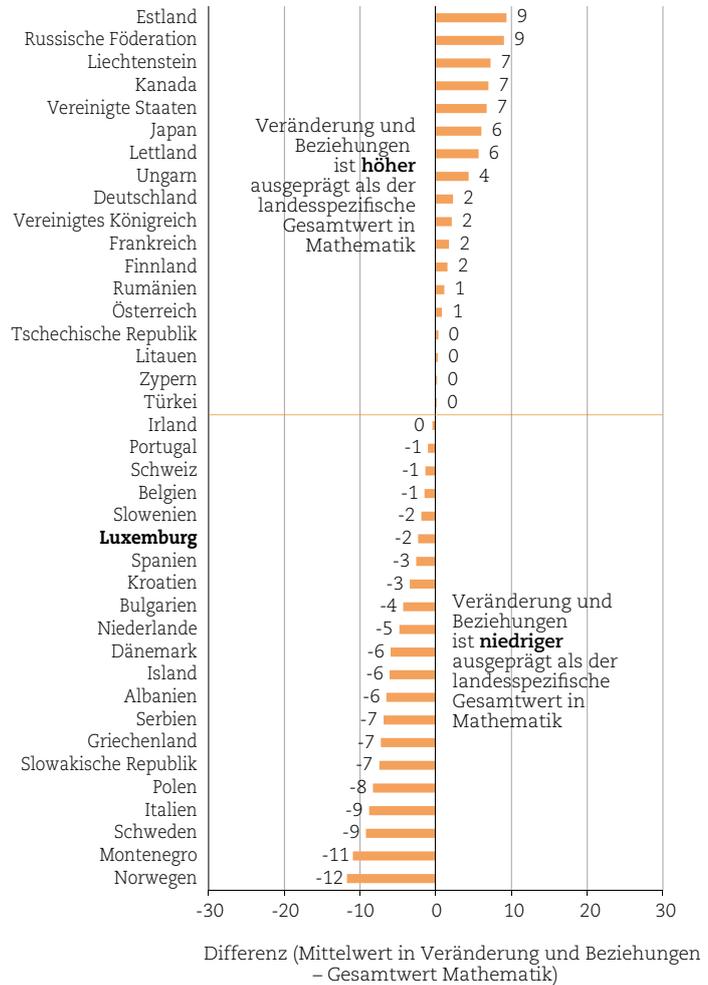


Abbildung 7.2: Differenz zwischen dem Mittelwert eines Landes im Inhaltsbereich *Veränderung und Beziehungen* und dem Mittelwert eines Landes auf der Gesamtskala Mathematik

unter dem OECD-Durchschnitt von 493 Punkten liegt. Dieser Wert ist nur geringfügig niedriger ausgeprägt (–2 Punkte) als ihr Gesamtwert in Mathematik (490 Punkte). Größere Abweichungen zum Gesamtwert eines Landes finden sich zum Beispiel in den beiden nordeuropäischen Ländern Norwegen (–12 Punkte) und Schweden (–9 Punkte) bzw. in den osteuropäischen Ländern Estland (+9 Punkte) und Russische Föderation (+9 Punkte) (s. Abb. 7.1 und Abb. 7.2).

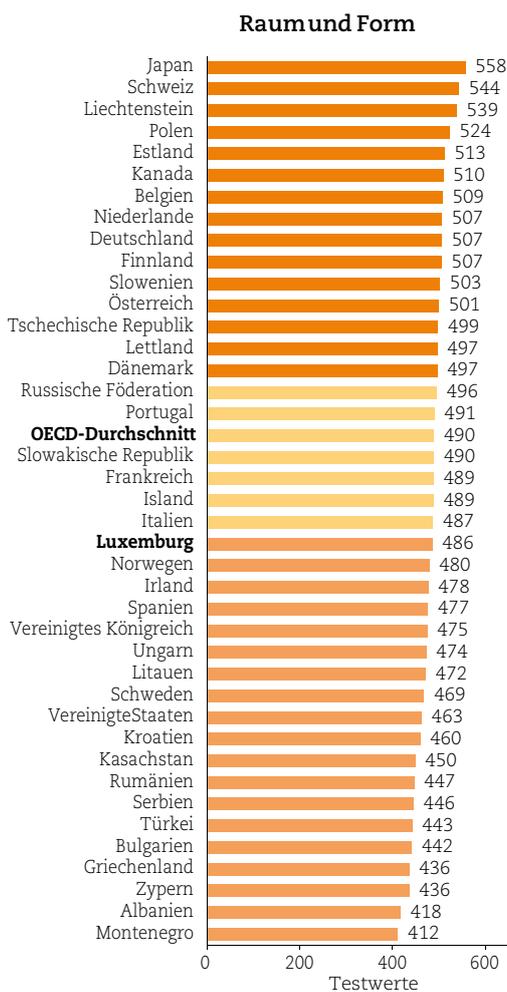


Abbildung 8.1: Mittelwerte in dem Inhaltsbereich *Raum und Form* in den europäischen Ländern und G8-Ländern

über im unter
OECD-Durchschnitt

Raum und Form

Etwa ein Viertel der Aufgaben entfiel auf den Inhaltsbereich „*Raum und Form*“. Raum und Form bezieht sich auf ebene und räumliche Konfigurationen, Formen und Muster und steht am ehesten dem Stoffgebiet der Geometrie nahe. Die Luxemburger Schülerinnen und Schüler erreichen in *Raum und Form* einen Mittelwert von 486 Punkten und liegen damit statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt von 490 Punkten. Die Abweichungen zu ihrem Mittelwert auf der Gesamtskala Mathematik sind klein (–3 Punkte²). International zeigen sich

² Differenzen können wegen der Rundung der Mittelwerte abweichen.

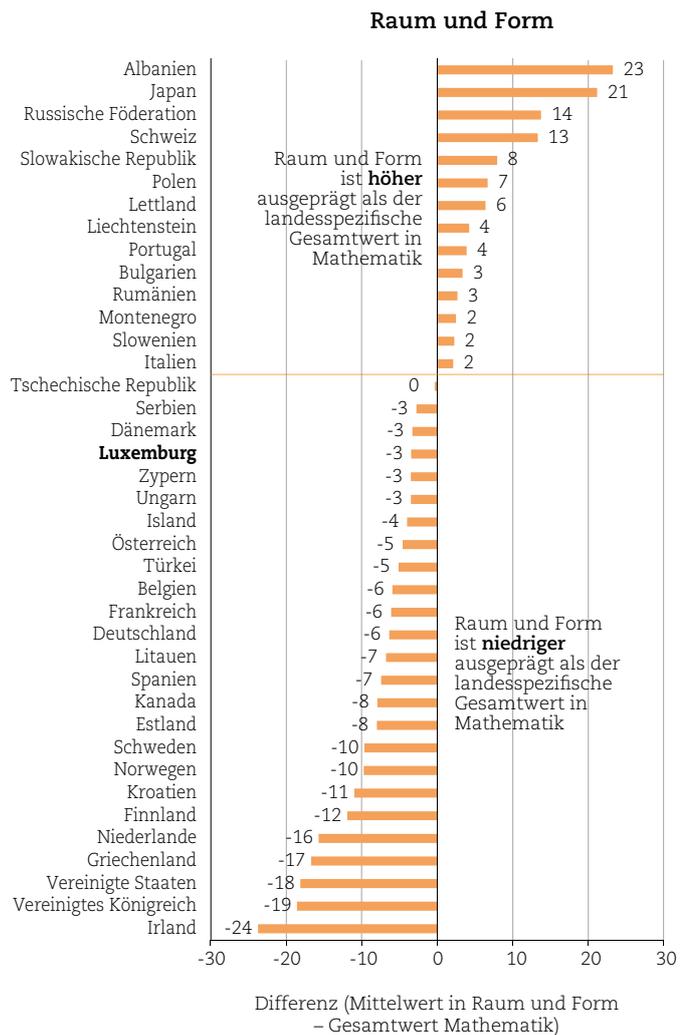


Abbildung 8.2: Differenz zwischen dem Mittelwert eines Landes im Inhaltsbereich *Raum und Form* und dem Mittelwert eines Landes auf der Gesamtskala Mathematik

teilweise deutlich ausgeprägte Unterschiede zum landesspezifischen Gesamtwert, die sich vermutlich wiederum mit unterschiedlichen Schwerpunkten im Curriculum eines Landes in Verbindung bringen lassen. Besonders niedrig im Vergleich zum Mathematik-Gesamtwert des jeweiligen Landes sind die Kompetenzen in *Raum und Form* u. a. in den englischsprachigen Ländern Irland (–24 Punkte), Vereinigtes Königreich (–19 Punkte) und Vereinigte Staaten (–18 Punkte). Besonders hoch ausgeprägt sind die Kompetenzen in *Raum und Form* u. a. in Japan (+21 Punkte), in der Russischen Föderation (+14 Punkte) und in der Schweiz (+13 Punkte) (s. Abb. 8.1 und Abb. 8.2).

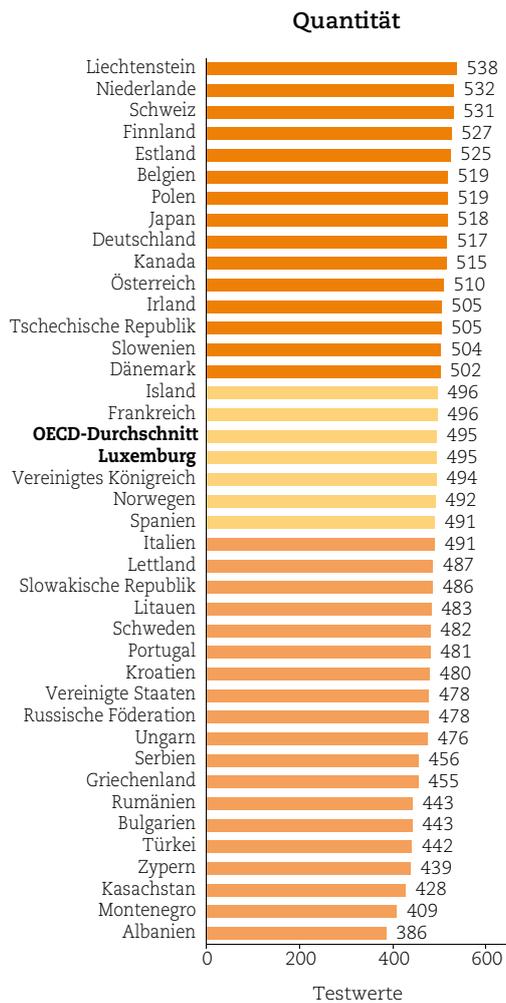


Abbildung 9.1: Mittelwerte in dem Inhaltsbereich *Quantität* in den europäischen Ländern und G8-Ländern

■ über ■ im ■ unter
OECD-Durchschnitt

Quantität

Etwa ein Viertel der Aufgaben entfiel auf den Inhaltsbereich „*Quantität*“. *Quantität* bezieht sich auf die Verwendung von Zahlen zur Beschreibung und Strukturierung von Situationen und steht am ehesten dem Stoffgebiet der Arithmetik nahe. Die Schülerinnen und Schüler in Luxemburg erzielen in *Quantität* einen Mittelwert von 495 Punkten, der sich nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt unterscheidet und ebenso 495 Punkten beträgt. In diesem Inhaltsbereich erreichen die Ju-

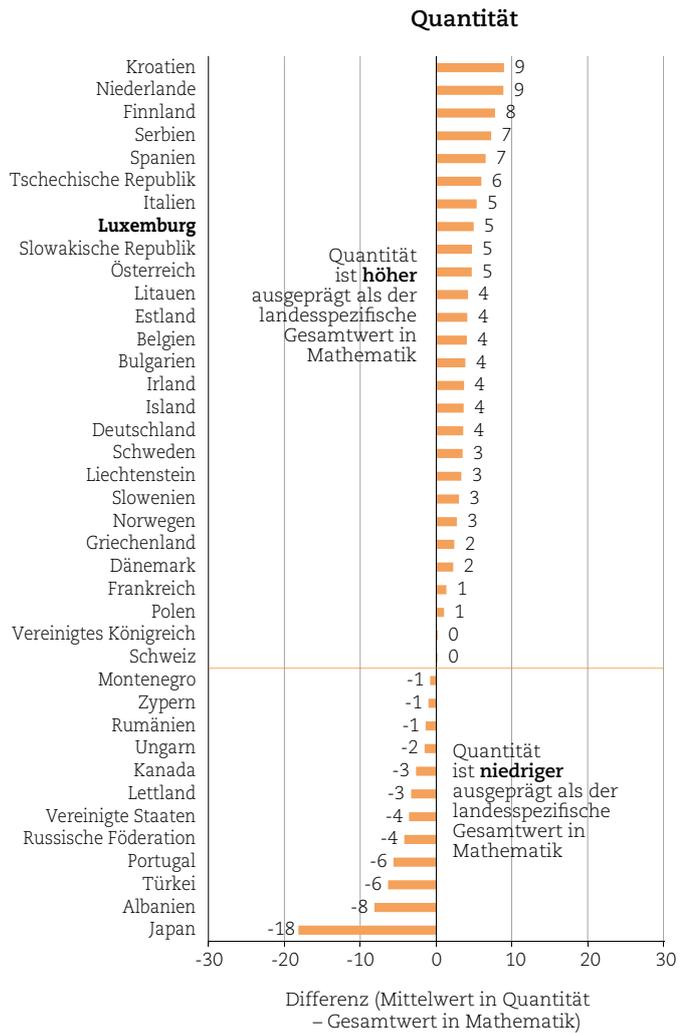


Abbildung 9.2: Mittelwertsunterschiede zwischen *Quantität* und der Gesamtskala Mathematik in den europäischen Ländern und G8-Ländern (Differenz zwischen dem Mittelwert eines Landes im Inhaltsbereich *Quantität* und dem Mittelwert eines Landes auf der Gesamtskala Mathematik)

gendlichen in Luxemburg ihren höchsten Kompetenzwert (+5 Punkte höher als ihr Mittelwert auf der Gesamtskala Mathematik). Generell weisen die meisten Vergleichsländer in diesem Bereich positive Abweichungen zu ihrem Gesamtwert auf. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass der Inhaltsbereich „*Quantität*“ in den meisten Vergleichsländern traditionell einen Schwerpunkt im Curriculum darstellt. Nur wenige Länder weisen negative Abweichungen auf. Besonders ausgeprägt ist diese in Japan (–18 Punkte), das in diesem Bereich seinen niedrigsten Kompetenzwert erzielt (s. Abb. 9.1 und Abb. 9.2).

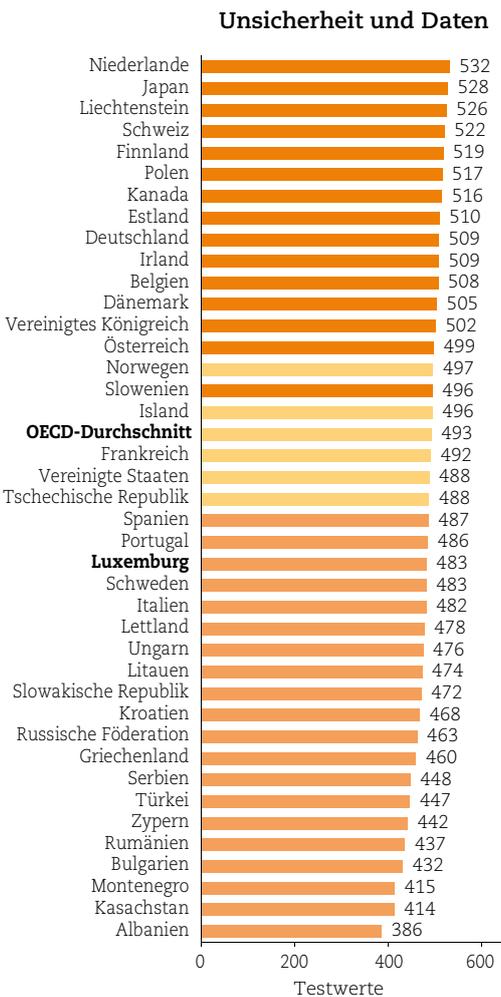


Abbildung 10.1: Mittelwerte in dem Inhaltsbereich *Unsicherheit und Daten* in den europäischen Ländern und G8-Ländern

■ über
 ■ im
 ■ unter
 OECD-Durchschnitt

Unsicherheit und Daten

Etwa ein Viertel der Aufgaben entfiel auf den Inhaltsbereich „*Unsicherheit und Daten*“. Unsicherheit und Daten bezieht sich auf Phänomene und Situationen, die statistische Daten beinhalten oder bei denen der Zufall eine Rolle spielt. Der Bereich steht am ehesten dem Stoffgebiet der Stochastik nahe. Die Schülerinnen und Schüler in Luxemburg erreichen in *Unsicherheit und Daten* einen Mittelwert von 483 Punkten und liegen damit statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt von 493 Punkten. Die Differenz zu ihrem Mittelwert auf der Gesamtskala Mathematik beträgt -7 Punkte und ist damit

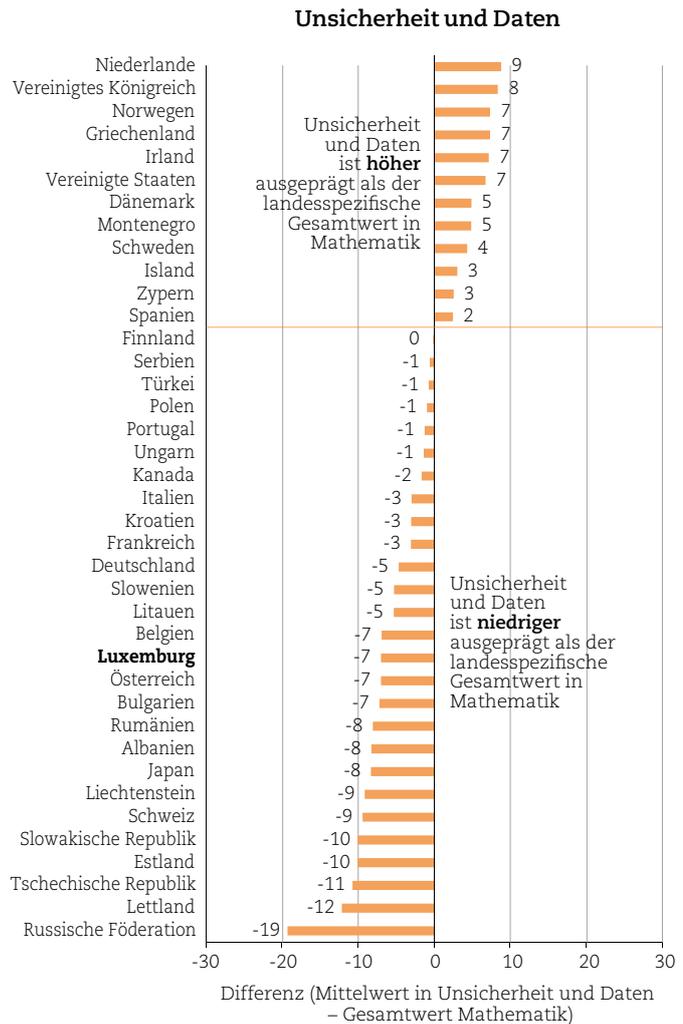


Abbildung 10.2: Mittelwertsunterschiede zwischen *Unsicherheit und Daten* und der Gesamtskala Mathematik in den europäischen Ländern und G8-Ländern (Differenz zwischen dem Mittelwert eines Landes im Inhaltsbereich *Unsicherheit und Daten* und dem Mittelwert eines Landes auf der Gesamtskala Mathematik)

der schwächste mathematische Inhaltsbereich in Luxemburg. Dies lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass der Bereich *Unsicherheit und Daten* erst seit dem Jahr 2009 explizit im Lehrplan für das Fach Mathematik aufgeführt wird und damit noch ganz neu ist. International sind vor allem die Niederlande, Norwegen, Griechenland und die englischsprachigen Länder (außer Kanada) landesintern recht stark auf diesem Gebiet mit mindestens 7 Punkten Vorsprung zu ihrem Gesamtwert. Relativ schwach sind hingegen vor allem die osteuropäischen Länder, wobei allein fünf osteuropäische Länder in diesem Inhaltsbereich um mindestens 10 Punkte niedriger abschneiden als auf der Gesamtskala Mathematik (s. Abb. 10.1 und Abb. 10.2).

Betrachtet man das Abschneiden der Schülerinnen und Schüler unter Berücksichtigung der *Luxemburger Regelschulen* allein, so liegt der Mittelwert der Schülerinnen und Schüler im Inhaltsbereich *Veränderung und Beziehungen* bei 481 Punkten, in *Raum und Form* bei 480 Punkten, in *Quantität* bei 489 Punkten und in *Unsicherheit und Daten* bei 477 Punkten. Die Abweichungen zum Mittelwert der Luxemburger Regelschulen auf der Gesamtskala Mathematik (484 Punkte) sind in etwa genau so groß wie für die Gesamtheit der Luxemburger Schulen (−3 Punkte in *Veränderung und Beziehungen*, −4 Punkte in *Raum und Form*, +6 Punkte³ in *Quantität*, −7 Punkte in *Unsicherheit und Daten*). Zusammengefasst kann demnach für sämtliche Luxemburger Schulen wie für die Luxemburger Regelschulen ausgesagt werden, dass der Inhaltsbereich *Quantität* der stärkste Bereich in Luxemburg ist, während *Unsicherheit und Daten* der schwächste Bereich ist.

2.4 Schülerkompetenzen im Trend 2003 bis 2012

Die PISA-Studie wird im Abstand von drei Jahren mit stets wechselndem inhaltlichem Schwerpunkt wiederholt. Somit können Veränderungen der Schülerleistungen über die Zeit hinweg berichtet werden. Die Mittelwerte können immer erst ab dem PISA-Zyklus über die Zeit hinweg verglichen werden, in dem der Bereich im Schwerpunkt war. Dies ist für die Lesekompetenz PISA 2000, für die mathematische Kompetenz PISA 2003 und für die naturwissenschaftliche Kompetenz PISA 2006. Da sich in Luxemburg die Untersuchungsbedingungen zwischen PISA 2000 und PISA 2003 in Bezug auf die Testadministration entscheidend geändert haben, beispielsweise bei der Wahl der Testsprachen (siehe Kapitel 1.5.3), werden die Mittelwerte für Lesekompetenz erst ab PISA 2003 (und nicht ab PISA 2000) verglichen.

In Abbildung 11 werden die Mittelwerte der Luxemburger Schülerinnen und Schüler in allen drei Kompetenzbereichen ab PISA 2003 (bzw. für die naturwissenschaftliche Kompetenz ab PISA 2006) dargestellt. Demnach erzielten die Luxemburger Schülerinnen und Schüler in *mathematischer Kompetenz* 493 Punkte bei PISA 2003 gegenüber 490 Punkten bei PISA 2012. Die Differenz zwischen PISA 2003 und 2012 ist geringfügig negativ und beträgt −3 Punkte. Allerdings ist diese Differenz nicht statistisch bedeutsam, d. h. die Veränderungen können auch durch rein zufällige Schwankungen bedingt sein. Vergleicht man die Ergebnisse in Mathematik bei PISA 2012 mit den übrigen Erhebungsrounden, so ist der Unterschied noch kleiner (0 Punkte im Vergleich zu PISA 2006 und +1 Punkt im Vergleich zu PISA 2009).

In der *Lesekompetenz* erreichten die Luxemburger Schülerinnen und Schüler einen Mittelwert von 479 Punkten bei PISA 2003 gegenüber 488 Punkten bei PISA 2012. Die Differenz zwischen 2003 und 2012 beträgt damit +8 Punkte⁴ und ist statistisch bedeutsam, d. h. die Luxemburger Schülerinnen und Schüler erreichen bei PISA 2012 einen höheren Mittelwert als bei PISA 2003. Auch ein Vergleich von PISA 2012 gegenüber PISA 2006 ergibt einen Punkteinstieg von +8 Punkten, während dieser gegenüber PISA 2009 doppelt so groß ist (+16 Punkte).

In der *naturwissenschaftlichen Kompetenz* erzielten die Jugendlichen in Luxemburg einen Mittelwert von 486 Punkten bei PISA 2006 gegenüber 491 Punkten bei PISA 2012. Die Differenz beträgt +5 Punkte, ist jedoch nicht statistisch bedeutsam. Verglichen mit PISA 2009 beträgt der Punkteinstieg in den Naturwissenschaften bei PISA 2012 +7 Punkte. Diese Differenz ist statistisch bedeutsam. Zusammengefasst kann ausgesagt werden, dass sich die Luxemburger Schülerleistungen in Lesekompetenz und Naturwissenschaften leicht verbessert haben, jedoch in Mathematik unverändert geblieben sind und in allen drei Bereichen ein gleiches Niveau erreicht haben (Mathematik: 490 Punkte, Lesen: 488 Punkte und Naturwissenschaften: 491 Punkte).

^{3,4} Differenzen können wegen der Rundung der Werte abweichen.

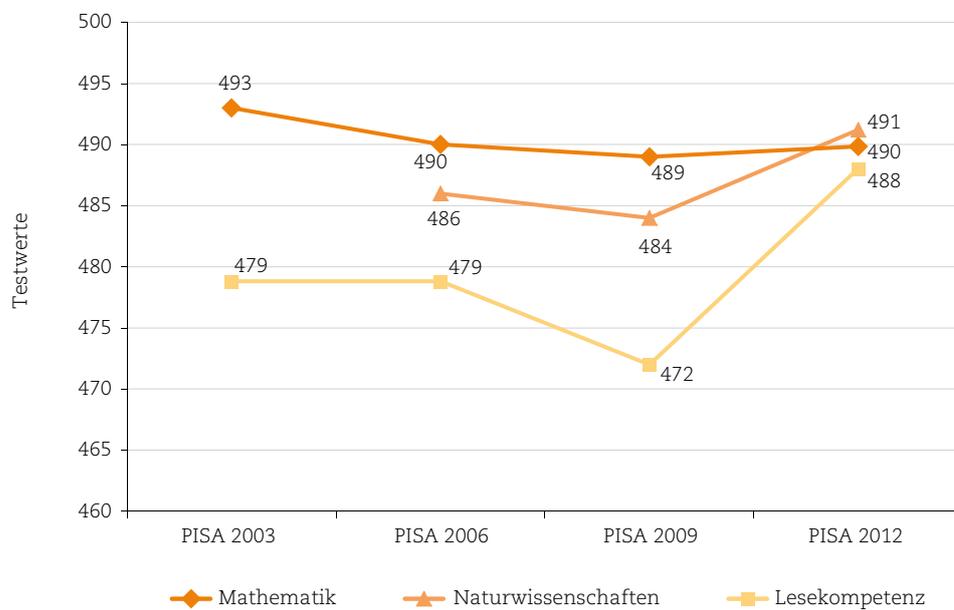


Abbildung 11: Mittelwerte der Luxemburger Schülerinnen und Schüler in mathematischer Kompetenz, Lesekompetenz und naturwissenschaftlicher Kompetenz bei PISA 2003, PISA 2006, PISA 2009 und PISA 2012.

Eine wichtige Frage bei Vergleichen zwischen unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten ist, inwieweit die Stichproben in ihrer Zusammensetzung unverändert geblieben sind. In diesem Zusammenhang sind für Luxemburg zwei Aspekte zu berücksichtigen: Erstens sind in Luxemburg seit PISA 2003 nach und nach weitere internationale private Schulen hinzugekommen, die erst seit PISA 2009 vollständig am PISA-Test teilnehmen. Diese Schulen unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung deutlich von der Schülerschaft an Luxemburger Regelschulen. Zweitens hat sich die demographische Struktur der Schülerschaft an Luxemburger Regelschulen verändert (siehe hierzu auch Kapitel 4.3). So ist der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund seit PISA 2003 um rund 13 % gestiegen. Dies ist v. a. auf einen Anstieg an Schülerinnen und Schülern der sogenannten zweiten Generation zurückzuführen, d. h. solchen Schülerinnen und Schülern, die in Luxemburg geboren wurden und deren Eltern im Ausland geboren wurden. Diese Jugendlichen stehen u. a. aufgrund der sprachlichen Anforderungen im Luxemburger Bildungssystem vor besonderen Herausforderungen und erreichen im PISA-Test

durchschnittlich niedrigere Kompetenzwerte als Schülerinnen und Schüler ohne Migrationshintergrund (siehe Kapitel 3.1.3).

Daher sollten die Erhebungszeitpunkte 2009 und 2012 bezüglich der Zusammensetzung der Stichprobe am besten vergleichbar sein, denn sämtliche teilnehmende Schulen waren identisch und die demographische Struktur ziemlich ähnlich. Vergleicht man diese zwei Zeitpunkte miteinander, so ergeben sich, wie oben beschrieben, statistisch bedeutsame Veränderungen im Bereich der Lesekompetenz (+16 Punkte) und der naturwissenschaftlichen Kompetenz (+7 Punkte), jedoch keine statistisch bedeutsame Veränderung im Bereich Mathematik (+1 Punkt). Auch unter Berücksichtigung der *Luxemburger Regelschulen* allein ergibt sich ein ganz ähnliches Bild: eine Zunahme von +15 Punkten⁵ in Lesekompetenz, eine Zunahme von +7 Punkten in naturwissenschaftlicher Kompetenz, und keine Veränderung in mathematischer Kompetenz (0 Punkte).

Eine weitere wichtige Frage ist, inwieweit Veränderungen in den Schülerleistungen gleichermaßen bei leistungsstarken wie

⁵ Differenzen können wegen der Rundung der Werte abweichen.

bei leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern beobachtet werden können oder ob nur eine bestimmte Gruppe von Schülerinnen und Schülern Leistungsveränderungen aufweist. In Abbildung 12 werden daher die prozentualen Anteile der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler (Kompetenzstufe 1 und unter 1) und leistungsstarken Schülerinnen und Schüler (Kompetenzstufen 4, 5 und 6) bei PISA 2009 und PISA 2012 dargestellt. Wie aus der Abbildung hervorgeht, verringert sich der Anteil der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler in Lesekompetenz statistisch bedeutsam um -3.8% . In mathematischer Kompetenz zeigt sich ein geringfügig positiver Anstieg von $+0.4\%$. In naturwissenschaftlicher Kompetenz ist der Rückgang nicht statistisch bedeutsam, in der Tendenz aber negativ (-1.5%). Bei den leistungsstarken Schülerinnen und Schülern steigt der Anteil statistisch bedeutsam sowohl in Lesekompetenz ($+5.6\%$) als auch in naturwissenschaftlicher Kompetenz ($+2.5\%$) an. In Mathematik kann ein geringfügig negativer Rückgang (-0.6%) beobachtet werden, der jedoch nicht statistisch bedeutsam ist.

Berücksichtigt man nur die *Luxemburger Regelschulen*, so zeigt sich ein ähnliches Muster: Gegenüber PISA 2009 sind in Lesekompetenz und naturwissenschaftlicher Kompetenz die Anteile an leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern bei PISA 2012 niedriger (-3.8% in Lesekompetenz und -1.4% in Naturwissenschaften) und bei den leistungsstarken Schülerinnen und Schülern höher als bei PISA 2009 ($+5.1\%$ in Lesekompetenz und $+2.6\%$ in Naturwissenschaften). Nur geringfügige Veränderungen ergeben sich in Mathematik ($+0.8\%$ leistungsschwache Schüler/innen bzw. -1.0% leistungsstarke Schüler/innen).

Die Verbesserung in Lesekompetenz und in den Naturwissenschaften seit PISA 2009 kann vermutlich teilweise auf Veränderungen im Unterricht zurückgeführt werden. So wurde der Fokus vor allem im Deutschunterricht auf das Leseverständnis gelegt. Zudem ist seit dem Schuljahr 2008/2009 eine Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Kraft, im Rahmen derer u. a. die Unterrichtsstundenzahl in Naturwissenschaften ab der 7. Klasse (VII^e/7^e) erhöht wurde und ein fächerübergreifendes Fach „Sciences Générales“ eingeführt wurde. Die Beobachtung, dass sich die Leistungen in Lesekompetenz und Naturwissenschaften verbessert haben, basiert jedoch noch auf sehr wenigen Datenpunkten. Daher können erst zukünftige PISA-Erhebungen zeigen, inwieweit es sich bei diesem Trend in Luxemburg um eine stabile Entwicklung handelt.

International werden die Punktedifferenzen im Schwerpunktbereich Mathematik für die europäischen Länder und G8-Länder zwischen PISA 2003 und PISA 2012 in Abbildung 13 dargestellt. Bei PISA 2003 stand Mathematik zum ersten Mal im Schwerpunkt. Wie aus der Abbildung hervorgeht, können teilweise deutliche Punktedifferenzen zwischen den zwei Zeitpunkten beobachtet werden. So erzielten die Schülerinnen und Schüler in Italien, Portugal, der Türkei und Polen einen deutlichen Punkteanstieg von 20 Punkten im Zeitraum von 9 Jahren. Hingegen nahmen in der gleichen Zeit die Schülerleistungen in Schweden, Finnland und Island um mehr als 20 Punkte ab.

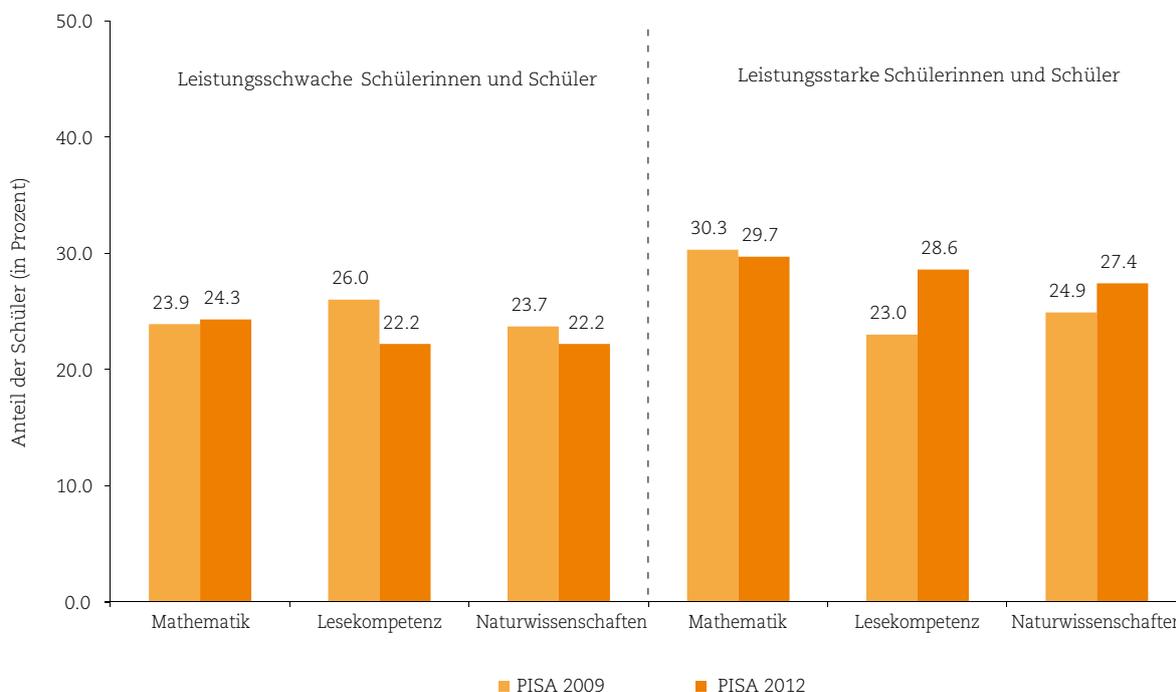


Abbildung 12: Prozentuale Anteil der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler (Kompetenzstufe 1 und unter 1) und leistungsstarken Schülerinnen und Schüler (Kompetenzstufe 4, 5 und 6) bei PISA 2009 und PISA 2012.

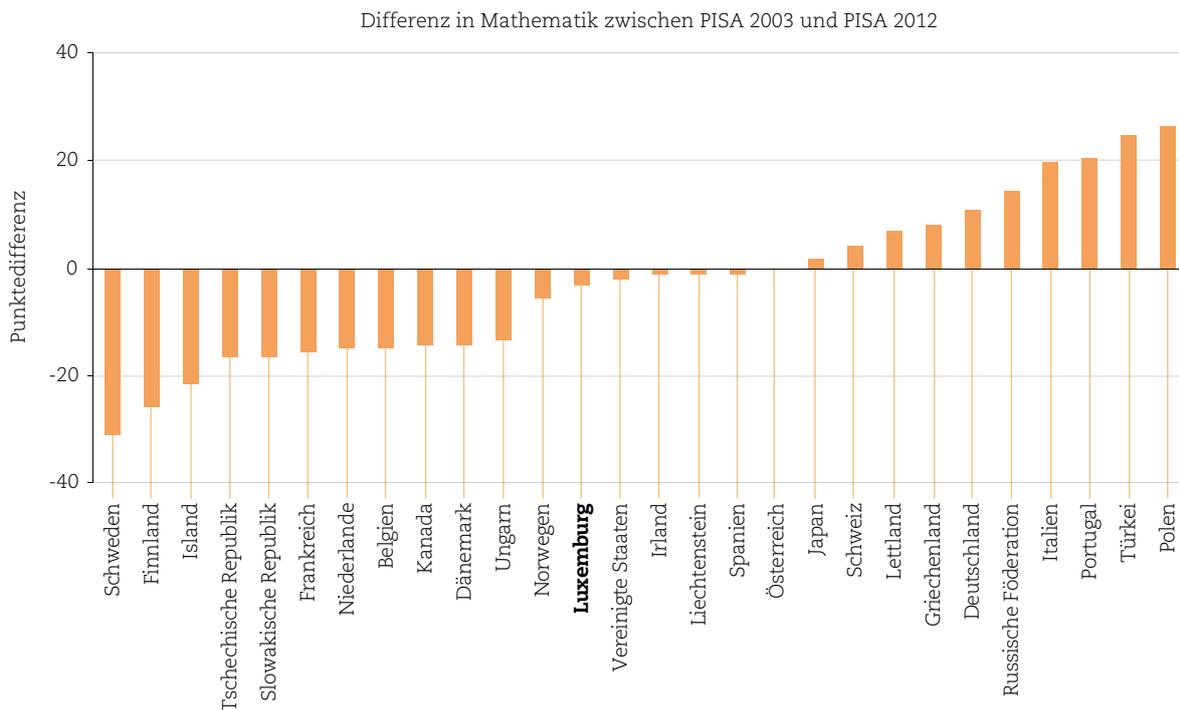


Abbildung 13: Punktedifferenzen in der mathematischen Kompetenz zwischen PISA 2003 und PISA 2012 in den europäischen Ländern und G8-Ländern. Zur Berechnung der Punktedifferenzen wurde vom Mittelwert bei PISA 2012 der jeweilige Mittelwert von PISA 2003 abgezogen.

2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Kapitel 2 befasste sich mit dem internationalen Vergleich der Kompetenzen 15-jähriger Schülerinnen und Schüler in Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften. Die wichtigsten Befunde für Luxemburg lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Erstens, die Luxemburger Schülerinnen und Schüler erreichen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften im Mittel ähnliche Punktwerte, die jedoch statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt liegen. Sie erzielten 490 Punkte in mathematischer Kompetenz (OECD-Durchschnitt: 494 Punkte), 488 Punkte in Lesekompetenz (OECD-Durchschnitt: 496 Punkte) und 491 Punkte in der naturwissenschaftlichen Kompetenz (OECD-Durchschnitt: 501 Punkte). Der Abstand zum OECD-Durchschnitt ist in der Lesekompetenz mit -8 Punkten und in der naturwissenschaftlichen Kompetenz mit -10 Punkten etwas größer als in der mathematischen Kompetenz (-4 Punkte).

Zweitens, in Luxemburg können im Wesentlichen zwei Arten von Schulen unterschieden werden: Schulen, die sich am

Lehrplan des Erziehungsministeriums orientieren (öffentliche und privat-subventionierte Schulen) und Privatschulen, die sich nicht am Lehrplan des Erziehungsministeriums orientieren. Neben der Lehrplanorientierung unterscheiden sich diese Privatschulen von den öffentlichen und privat-subventionierten Schulen beispielsweise auch in der Zusammensetzung der Schülerschaft. Berücksichtigt man nur die *Luxemburger Regelschulen*, so liegen die Schülerleistungen in allen drei Kompetenzbereichen etwas niedriger als wenn man die Daten aller Jugendlichen in Luxemburg betrachtet. Sie sinken von 490 Punkten auf 484 Punkte in der mathematischen Kompetenz, von 488 Punkten auf 481 Punkte in der Lesekompetenz und von 491 Punkten auf 485 Punkte in der naturwissenschaftlichen Kompetenz. Die Punktedifferenz zwischen den Luxemburger Regelschulen und allen Luxemburger Schulen beträgt damit -6 Punkte in Mathematik und Naturwissenschaften und -7 Punkte in Lesekompetenz.

Drittens, eine wesentliche Charakteristik der PISA-Studie ist es, die Schülerinnen und Schüler ihrem Fähigkeitsniveau ent-

sprechend einer bestimmten Kompetenzstufe zuzuordnen und die Leistungen auf jeder Stufe zu beschreiben. Schülerinnen und Schüler auf den oberen Kompetenzstufen (Stufen 4 und darüber) sind in der Lage, anspruchsvolle Aufgaben in PISA zu lösen und verfügen damit über gute Voraussetzungen, nach Beendigung der Schule persönlich und beruflich erfolgreich zu sein. Diese Jugendlichen werden als *leistungsstark* bezeichnet. Schülerinnen und Schüler auf den untersten Kompetenzstufen (Stufe 1 und darunter) sind dagegen höchstens in der Lage, die einfachsten Aufgaben zu lösen und verfügen damit über schlechte Voraussetzungen, sich später in Beruf und Gesellschaft erfolgreich zu integrieren. Diese Jugendlichen werden als *leistungsschwach* bezeichnet. Betrachtet man den Anteil der leistungsschwachen Jugendlichen im Vergleich zum OECD-Durchschnitt, so zeigt sich, dass Luxemburg in Lesekompetenz und Naturwissenschaften einen deutlich größeren Anteil an leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern aufweist (Luxemburg rund 22 % gegenüber dem OECD-Durchschnitt von rund 18 %), während der Anteil an leistungsstarken Schülerinnen und Schülern nur etwas unter dem OECD-Durchschnitt liegt (Lesekompetenz: 28.6 % gegenüber 29.5 % im OECD-Durchschnitt; Naturwissenschaften: 27.4 % gegenüber 28.9 %). In Mathematik fallen die Unterschiede zum OECD-Durchschnitt sowohl bei den leistungsschwachen (24.3 % gegenüber 23.0 % im OECD-Durchschnitt) als auch bei den leistungsstarken (29.7 % gegenüber 30.8 % im OECD-Durchschnitt) Schülerinnen und Schülern klein aus.

Viertens, da die mathematische Kompetenz bei PISA 2012 im Mittelpunkt stand, kann diese differenzierter anhand von Teilbereichen der Mathematik beschrieben werden. Es wurde dabei zwischen drei prozessorientierten Teilkompetenzen und vier Inhaltsbereichen unterschieden. In der Teilkompetenz *Formulieren* erreichen die Jugendlichen in Luxemburg 482 Punkte (OECD-Durchschnitt: 492 Punkten), in der Teilkompetenz *Anwenden* 493 Punkte (OECD-Durchschnitt: 493 Punkte) und in der Teilkompetenz *Interpretieren* 495 Punkte (OECD-Durchschnitt: 497 Punkte). Damit unterscheiden sie sich in zwei von drei Teilkompetenzen nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt, und zwar beim *Anwenden* und beim *Interpretieren*, während sie in der Teilkompetenz *Formulieren* statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt liegen.

Die vier in PISA definierten Inhaltsbereiche lassen sich in gewisser Hinsicht mit den schulischen Stoffgebieten der Mathematik in Verbindung bringen (Algebra, Geometrie, Arithmetik und Stochastik), stimmen aber nicht vollständig überein. In *Veränderung und Beziehungen* erreichen die Luxemburger Jugendlichen einen Mittelwert von 488 Punkten (OECD-Durchschnitt: 493 Punkte), in *Raum und Form* 486 Punkte (OECD-Durchschnitt: 490 Punkte) in *Quantität* 495 Punkte (OECD-Durchschnitt: 495 Punkte) und in *Unsicherheit und Daten* 483 Punkte (OECD-Durchschnitt: 493 Punkte). Mit Ausnahme des Bereichs Quantität, bei dem sich der Mittelwert der Schülerinnen und Schüler nicht statistisch bedeutsam vom OECD-Durchschnitt unterscheidet, liegen die Schülerinnen und Schüler in den übrigen Inhaltsbereichen statistisch bedeutsam unter dem OECD-Durchschnitt. Relativ zu ihrem Gesamt-

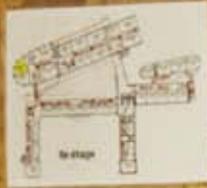
wert in Mathematik weisen sie eine Stärke im Bereich Quantität auf und eine Schwäche im Bereich Unsicherheit und Daten.

Berücksichtigt man nur die *Luxemburger Regelschulen*, so lassen sich die gleichen relativen Stärken und Schwächen in den mathematischen Teilkompetenzen und Inhaltsbereichen wie für die Gesamtheit der Luxemburger Schulen beobachten: Eine relative Schwäche in der Teilkompetenz Formulieren und im Inhaltsbereich Unsicherheit und Daten und eine relative Stärke im Inhaltsbereich Quantität.

Fünftens, PISA ist eine langfristig angelegte Studie, die im Abstand von 3 Jahren die Schülerleistungen mit wechselndem Schwerpunkt regelmäßig erhebt. Ein zentrales Anliegen ist hierbei, die Schülerleistungen über die Zeit zu beobachten, um Rückschlüsse über die Entwicklung des Schulsystems ziehen zu können. Betrachtet man die Luxemburger Schülerleistungen im Zeitraum zwischen 2003 und 2012, so ist ein leichter positiver Trend in Lesekompetenz und naturwissenschaftlicher Kompetenz festzustellen, während in Mathematik keine Veränderung beobachtet werden kann. So stiegen die Schülerleistungen in der Lesekompetenz um +8 Punkte gegenüber 2003, in der naturwissenschaftlichen Kompetenz um +5 Punkte gegenüber 2006 und um +7 Punkte gegenüber 2009, während sie in mathematischer Kompetenz um –3 Punkte gegenüber 2003 fielen. Der Punkteanstieg in Lesekompetenz ist gegenüber allen vorangegangenen Zyklen statistisch bedeutsam, während dieser in Naturwissenschaften erst gegenüber PISA 2009 statistisch bedeutsam ist. Allein in Mathematik ist die Leistungsveränderung nicht statistisch bedeutsam und kann somit auch durch rein zufällige Schwankungen bedingt sein.

Literaturverzeichnis

MENFP. (2008). *Mathématiques. Division inférieure de l'enseignement secondaire. Compétences disciplinaires attendues à la fin de la classe de 6e et à la fin de la classe de 4e*. Luxemburg: MENFP.



3

Befunde zum Luxemburger Regelschulwesen

Kapitel 3 beschäftigt sich mit zentralen Aspekten des luxemburgischen Regelschulsystems: Anhand der PISA 2012-Daten werden die wichtigsten Befunde zum Kompetenzerwerb in Bezug auf das sozioökonomische und kulturelle Umfeld (Kapitel 3.1), zu Unterschieden zwischen Mädchen und Jungen (Kapitel 3.2), zu Unterschieden zwischen Schulformen (Kapitel 3.3) und zum Einfluss des Sprachhintergrundes auf Schülerkompetenzen (Kapitel 3.4) berichtet. Im Kapitel 3.5 wird schließlich, anhand von längsschnittlich verknüpften PISA 2009-Daten, der Zusammenhang zwischen Persönlichkeitseigenschaften – genauer gesagt Gewissenhaftigkeit – und Schulerfolg untersucht.

Das Luxemburger Schulsystem ist geprägt von einer Vielzahl unterschiedlicher Schulen mit unterschiedlichen Finanzierungssystemen. Einige Schulen in Luxemburg sind zu einem überwiegenden Anteil nicht durch den Luxemburger Staat finanziert. Diese Schulen, und das ist entscheidend, müssen sich nicht am Luxemburger Lehrplan orientieren. Die meisten Schulen folgen jedoch dem Luxemburger Lehrplan: Hierzu gehören einerseits die vorwiegend staatlich subventionierten Privatschulen und andererseits natürlich die große Zahl der staatlichen Schulen.

Die Befunde in Kapitel 3 werden *nur* aus der Perspektive der *Luxemburger Regelschulen* dargestellt, da Kapitel 3 primär Aussagen über Schülerinnen und Schüler machen will, die anhand des Luxemburger Lehrplans lernen. Damit wird auch gleichzeitig der Tatsache Rechnung getragen, dass sich Luxemburger Regelschulen von den übrigen Schulen neben der Finanzierung und der Lehrplanorientierung in vielerlei Hinsicht unterscheiden (z. B. in der Zusammensetzung der Schülerschaft).

Autoren:
Monique Reichert, Claire Muller, Gina Wrobel, Dalia Lorphelin, Sonja Ugen,
Antoine Fischbach, Bettina Böhm, Romain Martin

3.1 Kompetenzerwerb in Bezug auf das sozioökonomische und kulturelle Umfeld

Zusammenfassung:

In diesem Kapitel untersuchen wir den Einfluss des familiären Hintergrunds der Schülerinnen und Schüler auf ihre Kompetenzen und ihre Schullaufbahn. Die Befunde unterstreichen, dass in Luxemburg insbesondere der sozioökonomische Status einen deutlichen Einfluss auf die Schülerkompetenzen ausübt. Im Vergleich zu sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen entsprechen die Leistungsrückstände von 15-Jährigen aus sozioökonomisch benachteiligten Familien im Durchschnitt etwa 2 Schuljahren. Zudem kann man feststellen, dass die schulische Laufbahn der sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen deutlich weniger positiv verläuft als bei Jugendlichen aus sozioökonomisch begünstigten Familien. Der soziale Hintergrund hängt eng mit dem Migrationshintergrund zusammen: Fast die Hälfte der Jugendlichen mit Migrationshintergrund stammt aus sozioökonomisch benachteiligten Familien. Die Leistungsrückstände von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund entsprechen in etwa 1 bis 1.5 Schuljahren. Auch die schulische Laufbahn von Jugendlichen mit Migrationshintergrund ist deutlich weniger erfolgreich als die von Schülerinnen und Schülern ohne Migrationshintergrund. Insgesamt erschließt sich aus den in diesem Kapitel dargelegten Befunden, dass die Bildungsungleichheiten zwischen Jugendlichen mit unterschiedlichem familiärem Hintergrund im Luxemburger Regelschulwesen außerordentlich groß sind.

Résumé :

Dans ce chapitre, nous étudions l'influence du contexte familial des élèves sur leurs compétences et leur parcours scolaire. Les résultats soulignent que notamment le statut socio-économique exerce une très grande influence sur les compétences des élèves. Ainsi, les résultats montrent que dans les trois domaines de compétence les adolescents issus d'un milieu socio-économique défavorisé ont en moyenne un retard de 2 années d'apprentissage sur les élèves socio-économiquement favorisés. On constate par ailleurs que le parcours scolaire des élèves socio-économiquement défavorisés est significativement moins favorable que celui des adolescents issus d'un milieu socio-économique favorisé. Le statut social des élèves est étroitement lié à l'arrière-fond de migration : près de la moitié des adolescents d'origine étrangère sont issus de familles socio-économiquement défavorisées. Les écarts de performance entre les élèves avec et sans arrière-fond de migration s'élèvent à 1, voire 1.5 années scolaires. De même, le parcours scolaire dans le système éducatif luxembourgeois dépend de manière assez importante de l'origine culturelle des élèves. Dans l'ensemble, les résultats présentés dans ce chapitre soulignent que, dans le système éducatif luxembourgeois, les inégalités scolaires liées au contexte familial sont extrêmement prononcées.

3.1.1 Einleitung

Das Luxemburger Schulsystem ist durch eine stark ausgeprägte Heterogenität in Bezug auf den familiären Hintergrund der Schülerinnen und Schüler gekennzeichnet. So unterscheiden sich die Kinder und Jugendlichen zum Teil beträchtlich in Bezug auf ihre sozioökonomische Herkunft. Zudem ist der Anteil an Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund in Luxemburg in den letzten 10 Jahren deutlich gestiegen. Unterdessen ist der Prozentsatz an Schülerinnen und Schülern, die Luxemburgisch als Muttersprache angeben, stark gesunken (MENFP, 2011, 2012, 2013). In diesem Zusammenhang ist die Untersuchung der in PISA erfassten Kompetenzen mit Blick auf den Einfluss des familiären Hintergrunds von großer Relevanz, da hiermit ein Maß für die Chancengleichheit gegeben wird: In einem gerechten Bildungssystem hängt der Bildungserfolg möglichst wenig vom sozioökonomischen und kulturellen Hintergrund der Schülerinnen und Schüler ab.

In den letzten Jahren ist jedoch wiederholt darauf hingewiesen worden, dass der familiäre Hintergrund den schulischen Kompetenzerwerb und die Bildungslaufbahn Luxemburger Schülerinnen und Schüler entscheidend beeinflusst. Die PISA-Berichte der letzten Jahre sowie auch die Épreuves Standardisées (ÉpStan; EMACS, 2012) haben deutlich gemacht, dass Kinder und Jugendliche, die aus Familien mit niedrigem sozioökonomischem Status (SÖS) und/oder mit Migrationshintergrund stammen, in Bezug auf den schulischen Kompetenzerwerb und ihre schulische Laufbahn erheblich benachteiligt sind. Im internationalen Vergleich stellt man gar fest, dass die Kompetenzunterschiede zwischen Jugendlichen mit unterschiedlichem sozioökonomischem und kulturellem Hintergrund in Luxemburg besonders ausgeprägt sind (SCRIPT, 2004; SCRIPT & EMACS, 2007, 2010; s. a. Ehmke & Jude, 2010; Stanat, 2006; Stanat, Rauch & Segeritz, 2010).

In diesem Kapitel befassen wir uns erneut mit der Frage, inwiefern der Kompetenzerwerb vom sozioökonomischen Status der Familie und dem Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler abhängt.

Im Abschnitt 3.1.2 beschäftigen wir uns eingehend mit der sozioökonomischen Herkunft der Jugendlichen. Dazu werden wir zunächst genauer erläutern, was unter sozioökonomi-

schem Status zu verstehen ist. Anschließend werden wir der Frage nachgehen, inwiefern dieses Schülermerkmal die Kompetenzen in Mathematik, im Lesen und in den Naturwissenschaften beeinflusst. Darauf folgt eine genauere Analyse des Einflusses des sozioökonomischen Umfelds auf motivational-affektive Indikatoren und die Schullaufbahn.

Im Abschnitt 3.1.3 wenden wir uns dem Migrationsstatus zu. Hier werden wir der Frage nachgehen, inwiefern sich die Leistungen der Jugendlichen in Abhängigkeit von ihrem kulturellen Hintergrund unterscheiden. Auch der Zusammenhang mit anderen Variablen, wie etwa der Schullaufbahn und den sozio-kulturellen Ressourcen, wird in diesem Abschnitt behandelt.

Schließlich wird im Abschnitt 3.1.4 das Zusammenwirken von sozioökonomischem Status, Migrationshintergrund und Muttersprache näher behandelt und abschließend diskutiert.

3.1.2 Sozioökonomischer Hintergrund

Schon die Ergebnisse aus den früheren PISA Erhebungen haben belegt, dass gerade in Luxemburg der sozioökonomische Hintergrund und die Kompetenzen der Jugendlichen eng zusammenhängen (SCRIPT, 2004; SCRIPT & EMACS, 2007, 2010; s. a. Ehmke & Jude, 2010). In Luxemburg kann somit der jeweils erreichte Kompetenzwert in hohem Maß durch den sozioökonomischen Status vorhergesagt werden. Der Anteil an sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen beträgt in Luxemburg 26.5 % (siehe Abbildung 1). Somit ist die Frage nach der Chancengleichheit zwischen Jugendlichen mit unterschiedlichem sozioökonomischem Hintergrund für das Luxemburger Schulsystem von großer Bedeutung.

3.1.2.1 Begriffserläuterung

Innerhalb der PISA-Studie wird der sozioökonomische Status eines Jugendlichen über den sogenannten Index des ökonomischen, sozialen und kulturellen Status (ESCS - Index of Economic, Social and Cultural Status) definiert, in den die drei folgenden Aspekte der sozialen Herkunft einfließen:

- Beruflicher Status der Eltern: Diese Variable beruht auf den Schülerangaben zur Berufsausübung der Eltern. Je höher der Wert dieser Variable desto höher der sozioökonomische Status der Eltern¹.
- Höchster elterlicher Bildungsabschluss.
- Materielle Ressourcen: Hierzu wurden die Angaben der Jugendlichen zum Besitz von Kulturgütern, zum familiären Wohlstand, zu den Bildungsressourcen und zur Anzahl der Bücher im Haushalt berücksichtigt.

Diese drei Aspekte der sozialen Herkunft stehen in der Regel in engem Zusammenhang. So verfügen Eltern mit höherem Bildungsabschluss im Allgemeinen über mehr materielle Ressourcen und haben in der Regel einen höheren beruflichen Status. Da der ESCS Informationen aus diesen drei Einzelindikatoren der sozialen Herkunft zusammenfasst, besitzt er eine höhere Vorhersagekraft als jede einzelne der drei darin enthaltenen Variablen (OECD, 2012).

Der ESCS wurde so standardisiert, dass sich über alle OECD-Länder ein Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1 ergeben. Höhere Werte stehen für einen höheren SÖS. Mit einem nationalen ESCS Mittelwert von -0.01 liegt Luxemburg also im Mittelfeld der OECD Länder.

Nun stellt sich die Frage, wie hoch der Anteil an sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen in Luxemburg im Vergleich zu anderen teilnehmenden Ländern ist. Um dieser Frage nachgehen zu können, haben wir zunächst den ESCS-Wert berechnet, der über alle europäischen und G8 Staaten hinweg die unteren 25 % der Werte abgrenzt (unterstes Quartil). Dieser Schwellenwert liegt 2012 bei ESCS = -0.73 : 25 Prozent aller Jugendlichen in diesen Ländern haben also einen ESCS-Wert, der kleiner oder gleich -0.73 ist. Schülerinnen und Schüler, die zu dieser Gruppe gehören, werden demnach im *internationalen Vergleich* als sozioökonomisch „benachteiligt“ angesehen. Im Luxemburger Regelschulwesen beträgt der Anteil an Jugendlichen aus Familien mit benachteiligtem sozioökonomischen Hintergrund 26.5 %. Wie Abbildung 1 veranschaulicht, liegt Luxemburg mit diesem Prozentsatz im internationalen Mittelfeld.

¹ Einen niedrigen Wert erhalten beispielsweise ungelernete Hilfskräfte, während Richter, Ärzte oder Professoren die höchsten Werte erhalten.

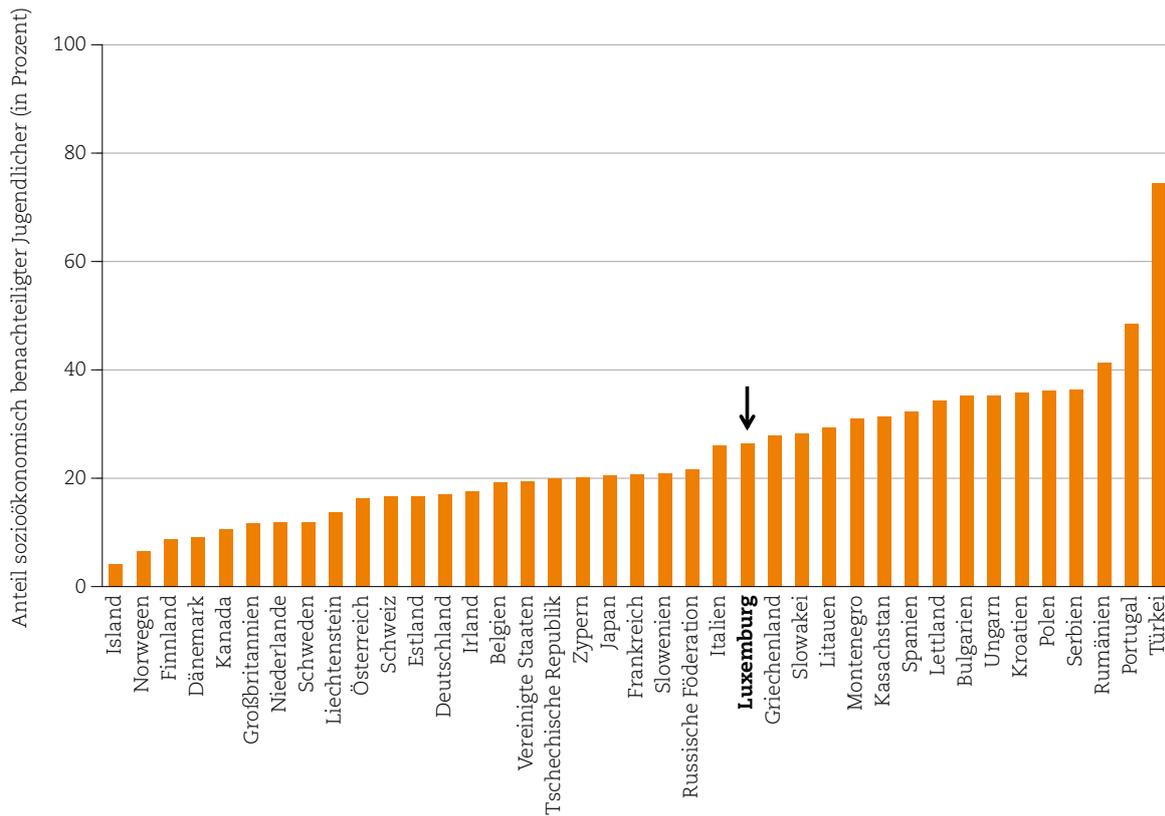


Abbildung 1: Anteil sozioökonomisch benachteiligter Jugendlicher nach Land.

3.1.2.2 Unterschiede in den Kompetenzen

Um den Zusammenhang zwischen der sozialen Herkunft einerseits und den Leistungen in den PISA-Kompetenztests andererseits zu untersuchen, vergleichen wir im Folgenden die Ergebnisse von sozioökonomisch benachteiligten und begünstigten Jugendlichen. Im Gegensatz zum vorangehenden Abschnitt werden bei diesen Analysen jedoch nur die *landesspezifischen* ESCS Schwellenwerte berücksichtigt. Als sozioökonomisch „benachteiligt“ gelten hierbei Schülerinnen und Schüler, deren ESCS-Werte zu den unteren 25 % der *nationalen* Verteilung gehören. Ebenso gelten Schülerinnen und Schüler, deren ESCS-Werte zu den oberen 25 % der *nationalen* Verteilung gehören, als sozioökonomisch „begünstigt“.²

Im Folgenden werden die Leistungsunterschiede zwischen Jugendlichen mit unterschiedlichem sozioökonomischem Status (berechnet unter Berücksichtigung der *nationalen* Schwellenwerte) für Mathematik, Lesen und die Naturwissenschaften dargestellt. Wie die Abbildungen 2, 3 und 4 zeigen, ist der Leistungsrückstand der Jugendlichen aus sozioökonomisch benachteiligten Familien im luxemburgischen Regelschulwesen in allen drei untersuchten Kompetenzbereichen beachtlich. So erreichen sozioökonomisch begünstigte Schülerinnen und Schüler in Mathematik im Mittel einen Wert, der 93 Punkte über demjenigen von sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen liegt. Im Lesen entspricht der Leistungsvorsprung 94 Punkten, in den Naturwissenschaften 108 Punkten.

² Es wird wiederholt kritisiert, dass ein niedriger SÖS in Luxemburg nicht mit einem niedrigen SÖS in anderen Ländern verglichen werden könne, da das Einkommen – absolut gesehen – ganz unterschiedlich sein kann. Dieses Argument ist sicherlich richtig, betrachtet man die Ressourcen der Bürger im *Absoluten*. Es ist jedoch zu unterstreichen, dass die Bedeutung des SÖS in den Analysen hier *relativ* zu sehen ist: ein niedriger SÖS macht sich demnach dadurch bemerkbar, dass die Jugendlichen im Allgemeinen weniger Zugang zu bestimmten Aktivitäten (z. B. Besuch von kulturellen Veranstaltungen) oder Ressourcen haben als Jugendliche mit einem höheren SÖS.

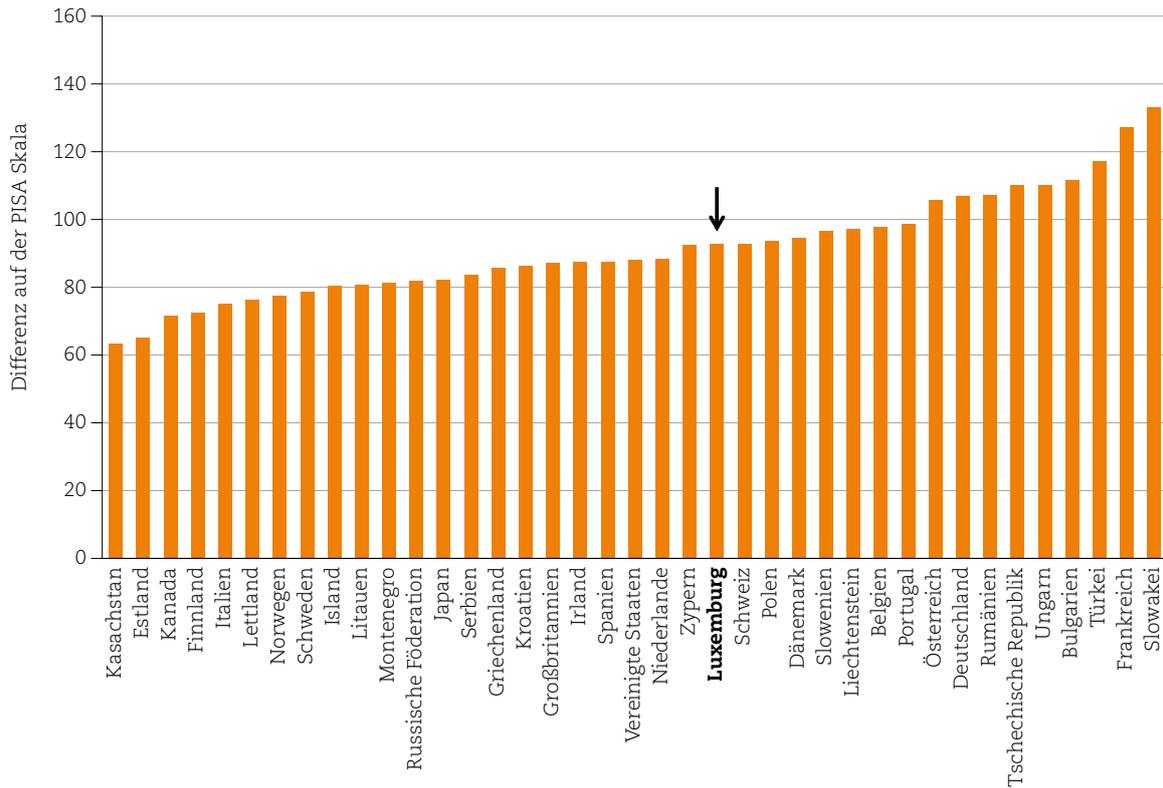


Abbildung 2: Leistungsunterschiede zwischen sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern in Mathematik im internationalen Vergleich. Werte größer Null bedeuten eine Differenz zugunsten der sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen.

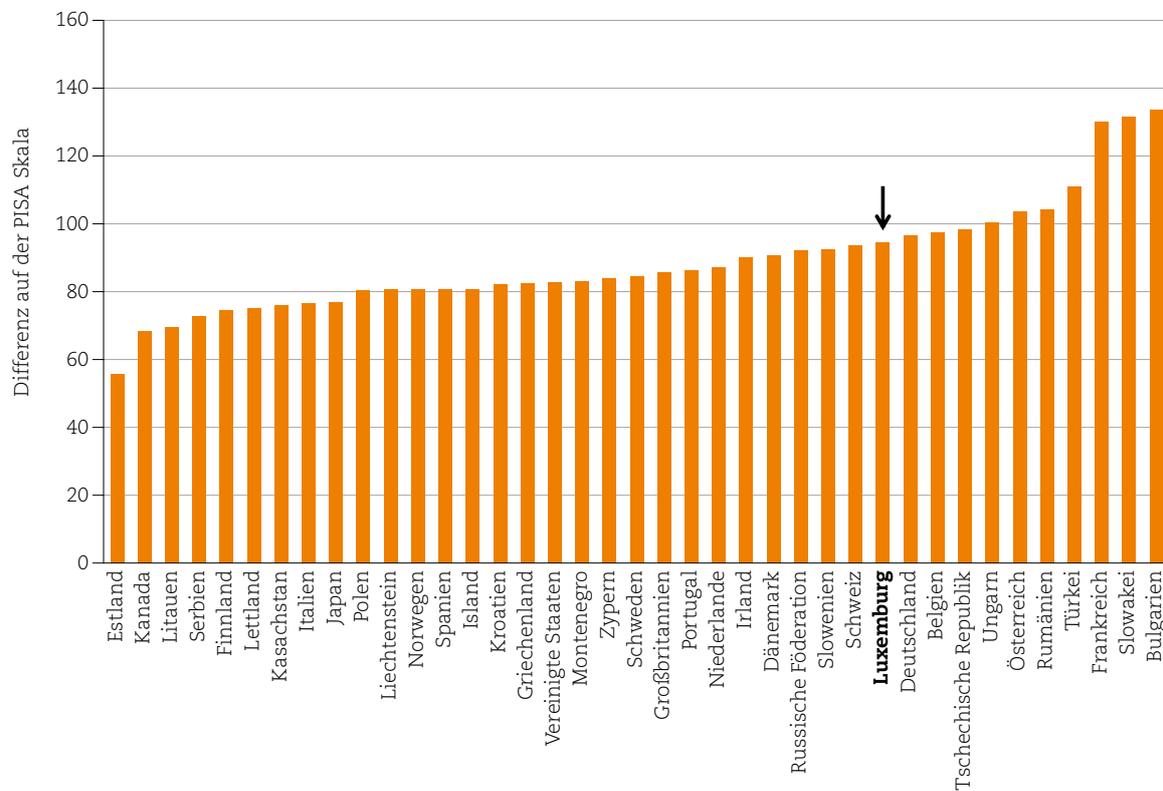


Abbildung 3: Leistungsunterschiede zwischen sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern im Lesen im internationalen Vergleich. Werte größer Null bedeuten eine Differenz zugunsten der sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen.

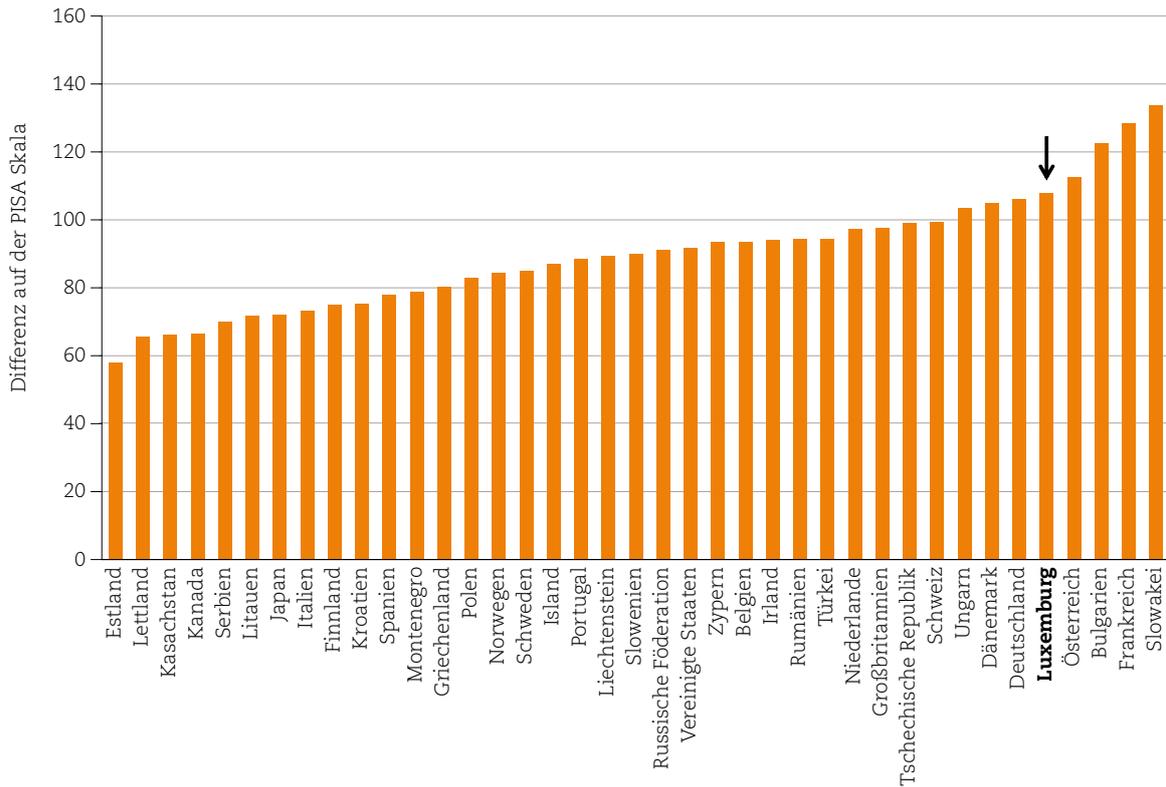


Abbildung 4: Leistungsunterschiede zwischen sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern in den Naturwissenschaften im internationalen Vergleich. Werte größer Null bedeuten eine Differenz zugunsten der sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ca. 48 Punkte auf der PISA-Kompetenzskala dem Leistungszuwachs entsprechen, den ein Jugendlicher im Luxemburger Regelschulwesen im Durchschnitt innerhalb eines Schuljahres erreicht (s. Abschnitt 3.3.1.5; s. a. SCRIPT & EMACS, 2007, 2010). Dies bedeutet, dass in allen drei Kompetenzbereichen sozioökonomisch begünstigte Jugendliche gegenüber sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen im Mittel jeweils einen Leistungsvorsprung von ca. 2 Schuljahren haben. Im internationalen Vergleich zählt Luxemburg insbesondere in den Naturwissenschaften zu den Ländern mit den größten Leistungsunterschieden zwischen sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten Jugendlichen.

Die Disparitäten zwischen Jugendlichen mit unterschiedlicher sozialer Herkunft können zudem mittels einer Analyse der Verteilung über die verschiedenen Kompetenzniveaus aufgezeigt werden. In der Tat verdeutlicht der Anteil an Jugendlichen, die lediglich Niveau 1 (oder darunter) in den jeweiligen Kompetenzbereichen erreichen, den Interventionsbedarf bei sozioökonomisch benachteiligten Schülerinnen und Schülern: So erreichen beispielsweise 43 % aller sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen höchstens Niveau 1 innerhalb der Mathematik (gegenüber 11 % der sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen). Für Lesen beträgt dieser Wert 38 % (gegenüber 11 %) und 42 % (gegenüber 9 %) für die Naturwissenschaften (siehe auch Kapitel 1.4.2 für eine detaillierte Beschreibung der PISA-Kompetenzstufen).

Der sozioökonomische Hintergrund kann einen direkten Einfluss auf die schulischen Kompetenzen haben, z. B. aufgrund eines unterschiedlichen Zugangs zu bildungsrelevanten Akti-

vitäten und Ressourcen, durch ein sozial selektives Verhalten von Schulen und Lehrkräften oder durch eine sozialschichtabhängige Einstellung der Eltern der Schule gegenüber. Der sozioökonomische Hintergrund kann jedoch auch indirekt, das heißt vermittelt über andere Variablen, die Kompetenzen beeinflussen (vgl. Watermann & Baumert, 2006). Wie im Folgenden ersichtlich wird, unterscheiden sich sozioökonomisch benachteiligte Schülerinnen und Schüler auch in Bezug auf motivational-affektive Indikatoren, ihre Schullaufbahn, ihre Muttersprache und ihren Migrationsstatus deutlich von sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen.

3.1.2.3 Unterschiede in Bezug auf motivational-affektive Indikatoren

Da der Schwerpunkt bei PISA 2012 auf der mathematischen Kompetenz liegt, wurden die Schülerinnen und Schüler zu motivational-affektiven Indikatoren in Bezug auf Mathematik befragt (siehe auch Kapitel 1.4.2).

Aus Abbildung 5 geht hervor, dass sich sozioökonomisch benachteiligte und begünstigte Jugendliche hinsichtlich ihrer Angst, ihrer Ausdauer und der wahrgenommenen Unterstützung durch die Lehrkraft unterscheiden. Sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche haben leicht höhere Werte auf der Angstskala, aber sie erleben auch etwas mehr Unterstützung durch die Mathematiklehrkraft. Jugendliche aus sozioökonomisch begünstigten Familien hingegen berichten über etwas mehr Ausdauer beim Bearbeiten von Aufgaben.

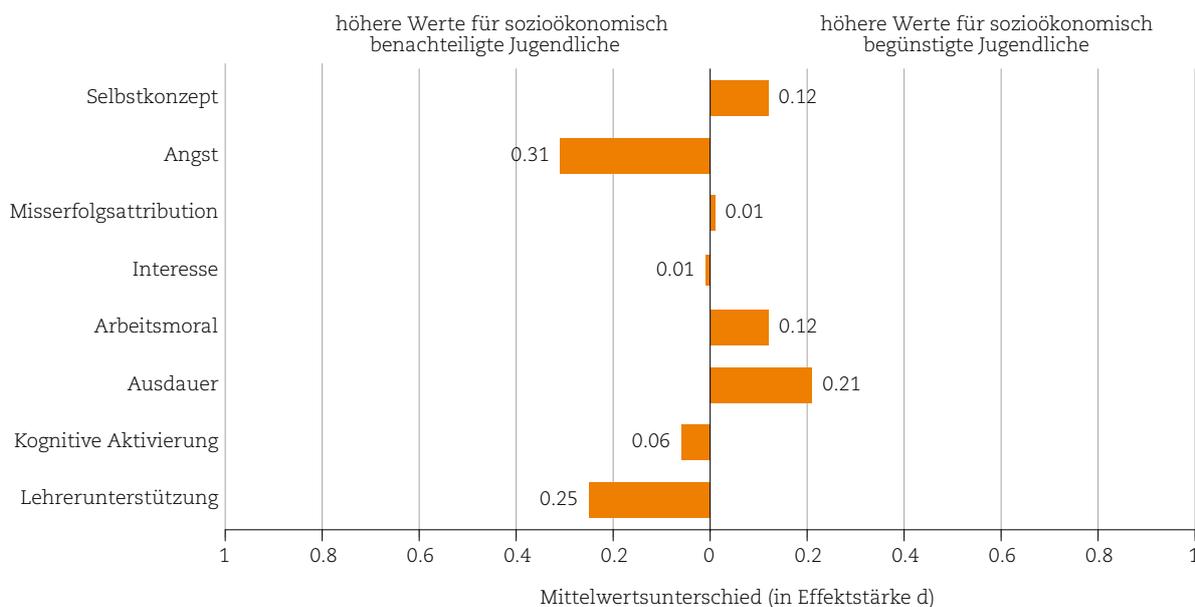


Abbildung 5: Unterschiede zwischen sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten Jugendlichen bei motivational-affektiven Indikatoren. Die Balken zeigen die standardisierten Mittelwertsunterschiede (Effektstärken). Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

3.1.2.4 Unterschiede in der Schullaufbahn

Die Informationen zur Schullaufbahn machen ersichtlich, dass sich sozioökonomisch benachteiligte Jugendliche auch in Bezug auf die jeweils besuchte Schulform und die Klassenwiederholung deutlich von sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen unterscheiden. Abbildung 6 verdeutlicht, dass die meisten sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen das Enseignement Secondaire Technique (EST) besuchen und nur wenige im Enseignement Secondaire (ES) eingeschrieben sind. Umgekehrt verhält es sich so, dass die Mehrheit der sozioökonomisch begünstigten 15-Jährigen das ES besucht. Der Zugang zu den verschiedenen Schulformen scheint somit nicht allen Jugendlichen in gleicher Weise offen zu stehen. Eine Veränderung im Vergleich zu 2009 zeichnet sich in Bezug auf den Besuch der unterschiedlichen Schulformen nicht ab.

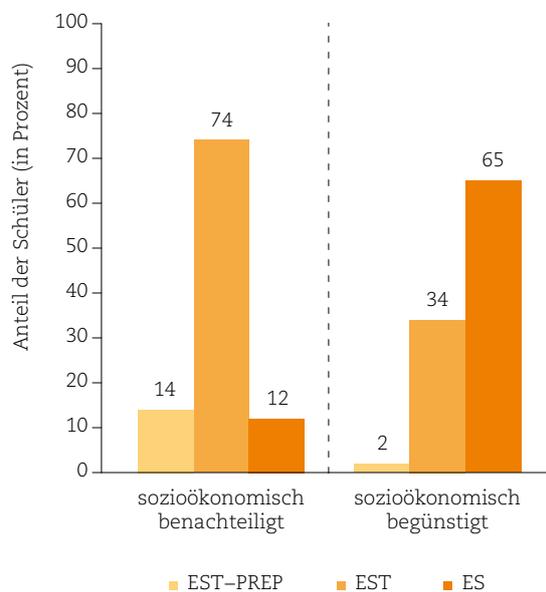


Abbildung 6: Schullaufbahnen von sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern nach besuchter Schulform.

Ein ähnliches Muster findet sich für die Klassenstufe, die mit 15 Jahren erreicht wurde (Abbildung 7). Während 52 % der sozioökonomisch begünstigten Schülerinnen und Schüler mit 15 Jahren die 10. Klassenstufe (IV^e/10^e) erreicht haben, sind es bei den sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen nur 21 %.

Die erreichte Klassenstufe gibt einen Hinweis auf die Klassenwiederholungen im Verlauf der Schulzeit. Wie Tabelle 1 zeigt, geben insgesamt deutlich mehr Jugendliche aus sozioökonomisch benachteiligten Familien an, mindestens einmal während ihrer schulischen Laufbahn eine Klasse wiederholt zu haben. Die Differenz zwischen Jugendlichen mit unterschiedlicher sozialer Herkunft wird hier insbesondere in Bezug auf die jeweiligen Klassenwiederholungen in der Grundschule bestätigt.

Insgesamt verläuft demnach die Schullaufbahn bei Jugendlichen aus sozioökonomisch begünstigten Familien deutlich positiver als bei Jugendlichen aus sozioökonomisch benachteiligten Familien. Stark ausgeprägte, sozial bedingte Unterschiede zeigen sich insbesondere hinsichtlich des Besuchs des ES und der Klassenwiederholungen in der Grundschule.

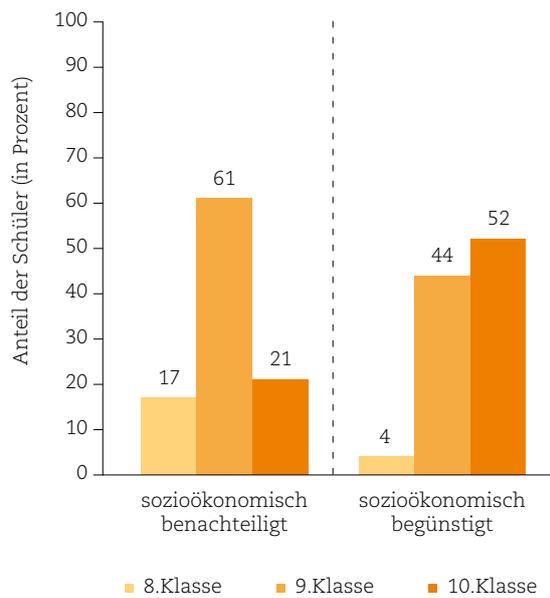


Abbildung 7: Schullaufbahnen von sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern nach erreichter Klassenstufe.

Mindestens eine Klassenwiederholung in der:	Sozioökonomischer Status		
	Benachteiligt (untere 25 %)	Weder benachteiligt noch begünstigt	Begünstigt (obere 25 %)
Grundschule	36 %	23 %	9 %
Sekundarschule	28 %	21 %	13 %

Tabelle 1: Prozentsatz an Jugendlichen, die angeben, mindestens einmal eine Klasse wiederholt zu haben.

3.1.2.5 Unterschiede in Bezug auf den kulturellen Hintergrund

Eng mit dem SÖS verbunden ist die zu Hause am häufigsten gesprochene Sprache. Um die zu Hause gesprochenen Sprachen aus linguistischer Sicht zu unterscheiden, werden hier die Begriffe „germanophon“ und „romanophon“ eingeführt. Zentrales Kriterium für die Zuordnung zu einer dieser beiden Kategorien ist, ob eine Sprache germanischer oder romanischer Herkunft ist.³

Wie Abbildung 8 verdeutlicht, sprechen überproportional viele Jugendliche aus sozioökonomisch benachteiligten Familien eine romanische Sprache zu Hause (z. B. französisch, portugiesisch oder italienisch). Im Vergleich dazu sind Schülerinnen und Schüler aus sozioökonomisch begünstigten Familien größtenteils germanophon. Letztlich ist festzustellen, dass Jugendliche aus sozioökonomisch benachteiligten Familien deutlich häufiger einen Migrationshintergrund haben als Jugendliche aus sozioökonomisch begünstigten Familien (siehe Tabelle 2).

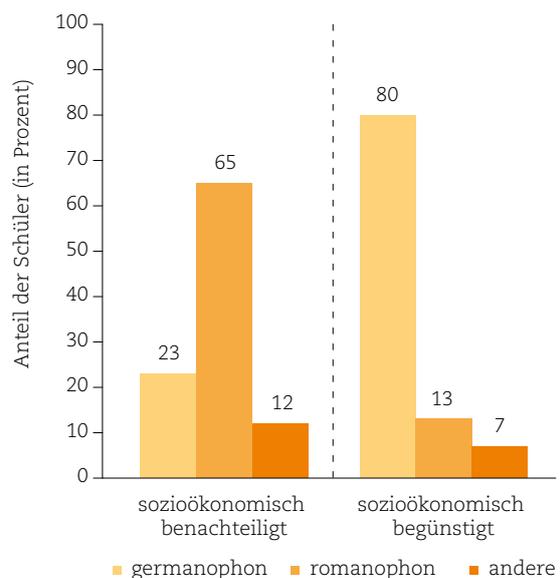


Abbildung 8: Zu Hause gesprochene Sprachen von sozioökonomisch begünstigten und benachteiligten Schülerinnen und Schülern.

³ Unter germanophon werden lediglich Deutsch und Luxemburgisch zusammengefasst. Die anderen germanischen Sprachen werden hier nicht berücksichtigt.

		Sozioökonomischer Status		
		Benachteiligt (untere 25 %)	Weder benachteiligt noch begünstigt	Begünstigt (obere 25 %)
Migrationsstatus	Ohne Migrationshintergrund	17 %	63 %	68 %
	2. Generation	54 %	24 %	17 %
	1. Generation	29 %	13 %	16 %

Tabelle 2: Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler nach sozioökonomischem Status.

3.1.3 Migrationshintergrund

In der Literatur wird wiederholt darauf hingewiesen, dass nicht nur Schülerinnen und Schüler aus Familien mit geringen sozioökonomischen Ressourcen, sondern auch Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund hinsichtlich ihrer Bildungsbeteiligung häufig benachteiligt sind (vgl. Stanat, 2006). Für das luxemburger Schulsystem mit seinem außergewöhnlich hohen Prozentsatz an Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund ist die hiermit verbundene Frage nach der Chancengleichheit zwischen Jugendlichen unterschiedlicher Herkunft von außerordentlicher Relevanz.

3.1.3.1 Begriffserläuterung

Von zentraler Bedeutung für die Erklärung von Kompetenzunterschieden zwischen Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund ist die Frage, wie lange die Jugendlichen bereits im Einwanderungsland – d. h., in diesem Fall in Luxemburg – leben und hier die Schule besuchen. Zudem stellt

sich die Frage, inwiefern ein oder beide Elternteile mit dem Bildungssystem und der Kultur des Landes vertraut sind und diese an ihre Kinder vermitteln. Die PISA-Variable *Migrationshintergrund* berücksichtigt diese Faktoren, indem sie zwischen folgenden Gruppen unterscheidet:

1. Jugendliche ohne Migrationshintergrund: Hierbei handelt es sich um diejenigen Jugendlichen, die selbst, und bei denen mindestens ein Elternteil in Luxemburg geboren wurde.
2. Jugendliche der zweiten Generation: Beide Elternteile sind im Ausland, der Jugendliche selbst ist in Luxemburg geboren.
3. Jugendliche der ersten Generation: Hierzu gehören Jugendliche, die selbst, und bei denen beide Elternteile im Ausland geboren wurden.

Wie Abbildung 9 zeigt, hat sich im luxemburger Regelschulwesen seit PISA 2006 insbesondere der Anteil an 15-Jährigen der zweiten Generation erhöht (2006: 19,1 %; 2012: 28,7 %). Der Prozentsatz an 15-Jährigen ohne Migrationshintergrund ist hingegen um fast 10 Prozent gesunken (von 66,5 % auf 56,9 %).

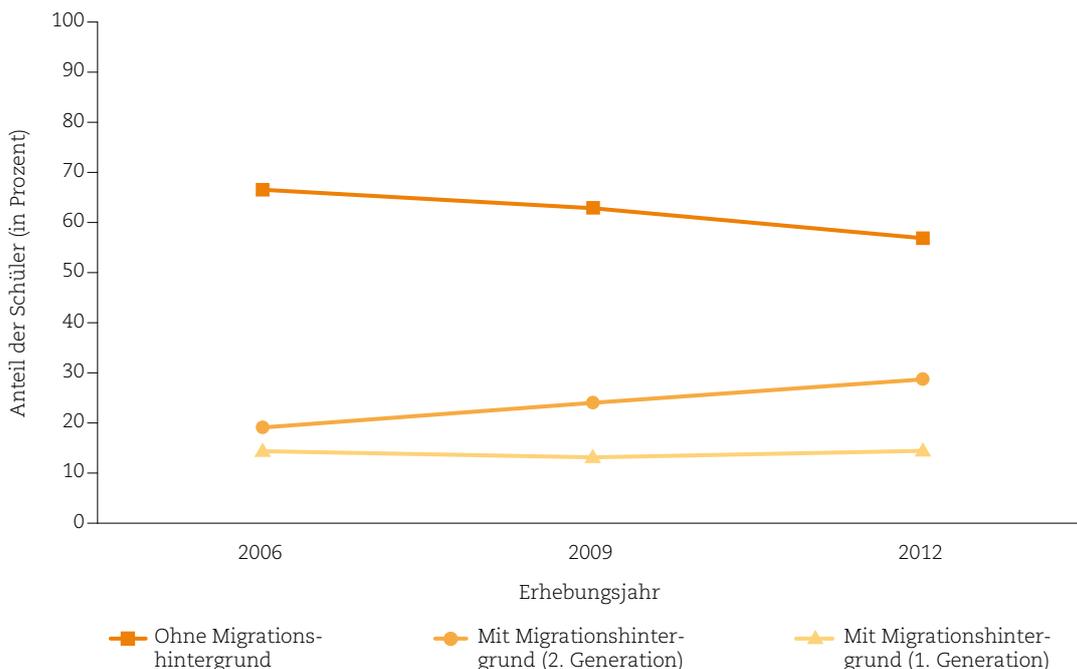


Abbildung 9: Entwicklung des Anteils an Jugendlichen mit (1. und 2. Generation) und ohne Migrationshintergrund von PISA 2006 bis PISA 2012.

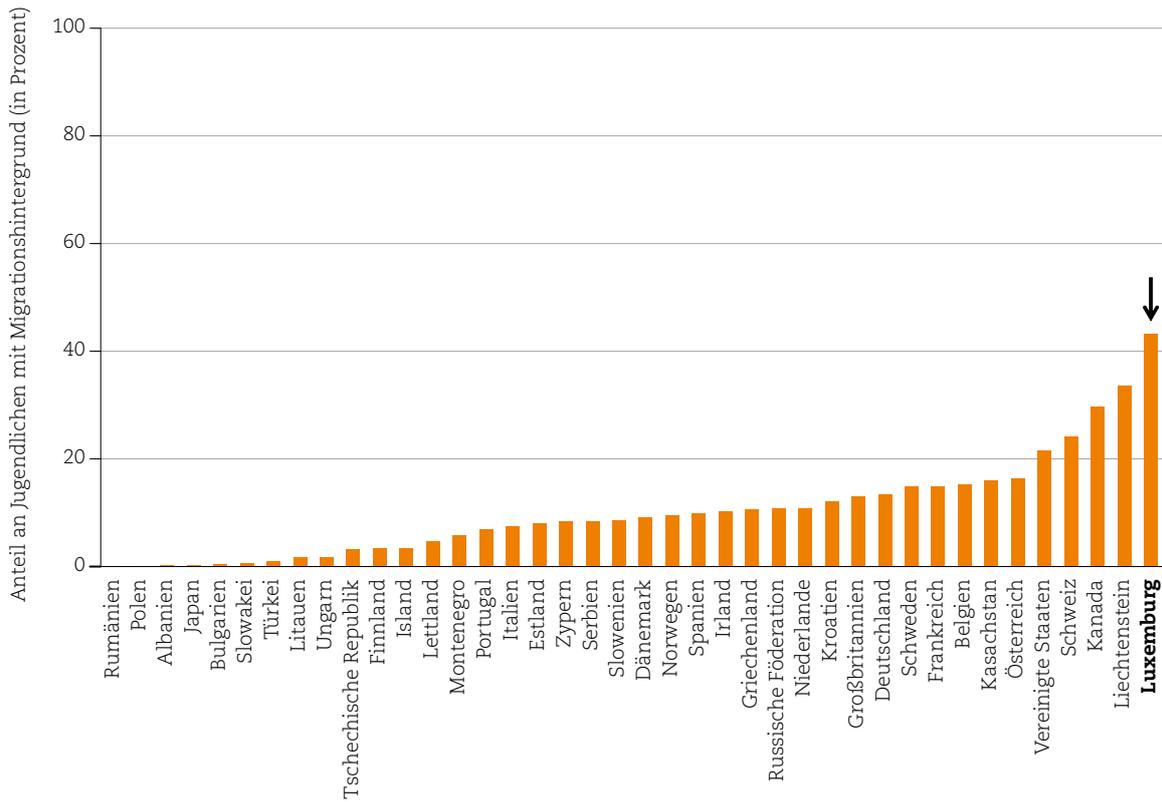


Abbildung 10: Anteil an Jugendlichen mit Migrationshintergrund nach Land.

In den folgenden Analysen werden Jugendliche, die zu der ersten oder zweiten Generation gehören, unter der Bezeichnung Jugendliche „mit Migrationshintergrund“ zusammengefasst.

Abbildung 10 zeigt die Anteile an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund in allen europäischen und G8 Staaten, die an PISA 2012 teilgenommen haben. Im luxemburgischen Regelschulwesen beträgt der Anteil 43,2 %. Wie auch in den vorherigen PISA-Durchgängen steht Luxemburg mit diesem Prozentsatz im internationalen Vergleich an erster Stelle.

3.1.3.2 Unterschiede in den Kompetenzen

In diesem Abschnitt untersuchen wir, wie sich die Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund in Mathematik, Lesen und den Naturwissenschaften unterscheiden. Um diese Befunde besser einordnen zu können, vergleichen wir sie auch hier wieder mit den Ergebnissen aller europäischen und G8 Staaten. Wie die Abbildungen 11, 12 und 13 zeigen, unterscheiden sich 15-Jährige mit und ohne Migrationshintergrund deutlich hinsichtlich der drei in PISA zentralen Kompetenzen.

In Mathematik beträgt der Leistungsunterschied zwischen Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund 56 Punkte zugunsten der Schülerinnen und Schüler ohne Migrationshintergrund (s. Abbildung 11). Beim Lesen beträgt die Differenz 63 Punkte (s. Abbildung 12). In den Naturwissenschaften ist sie hingegen mit 75 Punkten etwas ausgeprägter (s. Abbildung 13). Das luxemburgische Regelschulwesen liegt mit diesen Leistungsunterschieden im internationalen Vergleich im oberen Drittel, d. h. bei den Ländern mit den ausgeprägtesten Unterschieden. Diese Werte entsprechen in etwa denen, die bei PISA 2009 zu verzeichnen waren.

Eine Variable wie die der kulturellen Herkunft des Jugendlichen kann sowohl einen *direkten* Einfluss (z. B. aufgrund kulturell bedingter unterschiedlicher Herangehensweisen an bildungsrelevante Aktivitäten und Ressourcen, durch ein kulturell selektives Verhalten von Schulen und Lehrkräften oder durch eine kulturabhängige Einstellung der Eltern der Schule gegenüber) als auch einen *indirekten* Einfluss auf die Kompetenzentwicklung ausüben: Wie aus den nächsten Abschnitten ersichtlich wird, unterscheiden sich Jugendliche unterschiedlicher Herkunft auch signifikant hinsichtlich motivational-affektiver Indikatoren, ihrer Schullaufbahn, ihrer kulturellen und sozioökonomischen Ressourcen sowie ihrer Muttersprache.

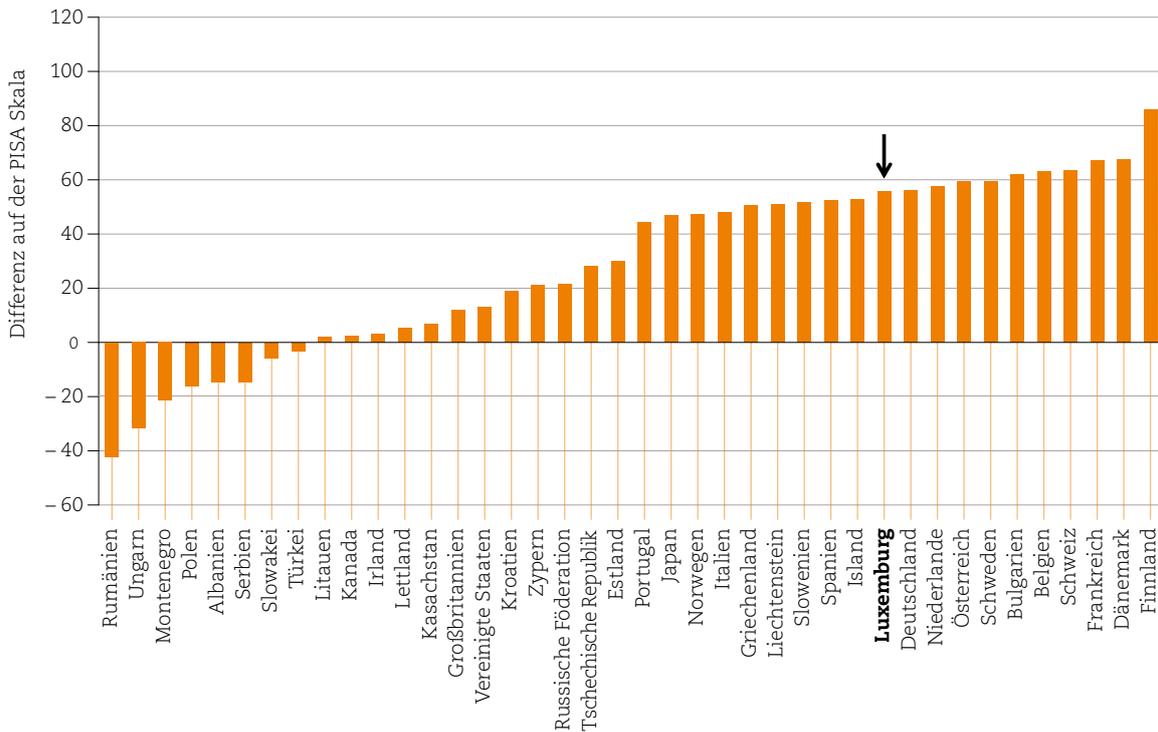


Abbildung 11: Leistungsunterschiede zwischen Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund in Mathematik im internationalen Vergleich. Werte größer Null bedeuten eine Differenz zugunsten der Jugendlichen ohne Migrationshintergrund; Werte kleiner null bedeuten eine Differenz zugunsten der Jugendlichen mit Migrationshintergrund.

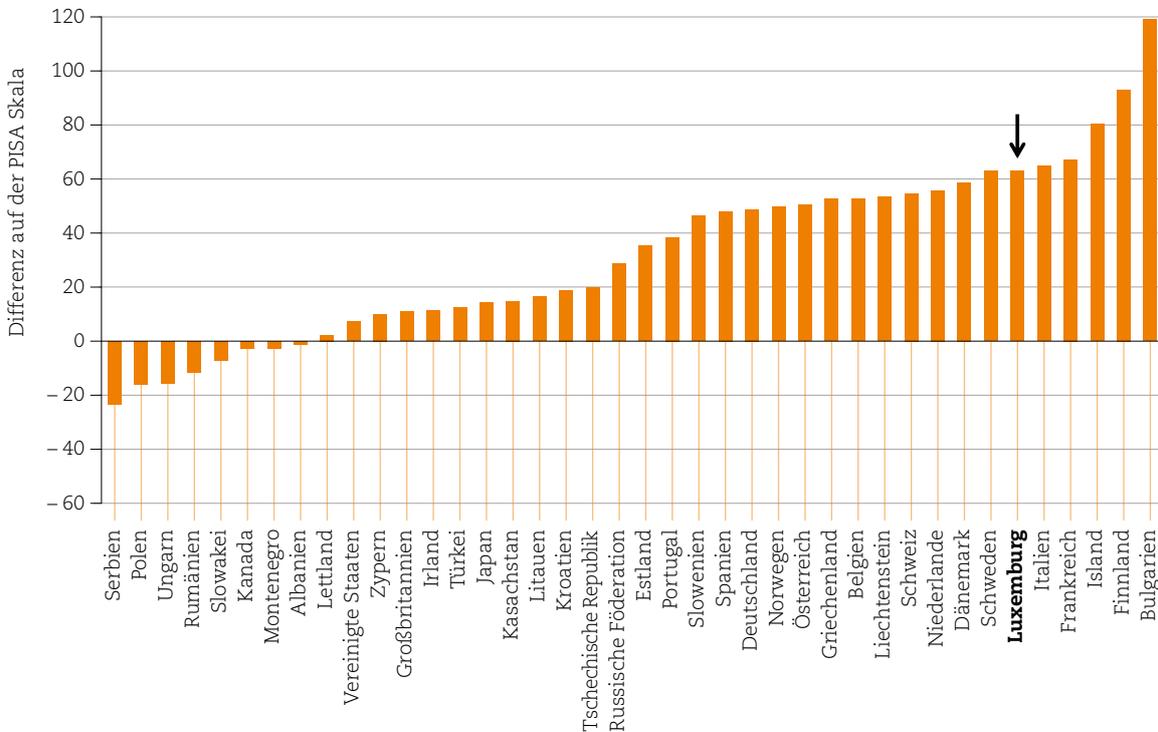


Abbildung 12: Leistungsunterschiede zwischen Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund im Lesen im internationalen Vergleich. Werte größer Null bedeuten eine Differenz zugunsten der Jugendlichen ohne Migrationshintergrund; Werte kleiner null bedeuten eine Differenz zugunsten der Jugendlichen mit Migrationshintergrund.

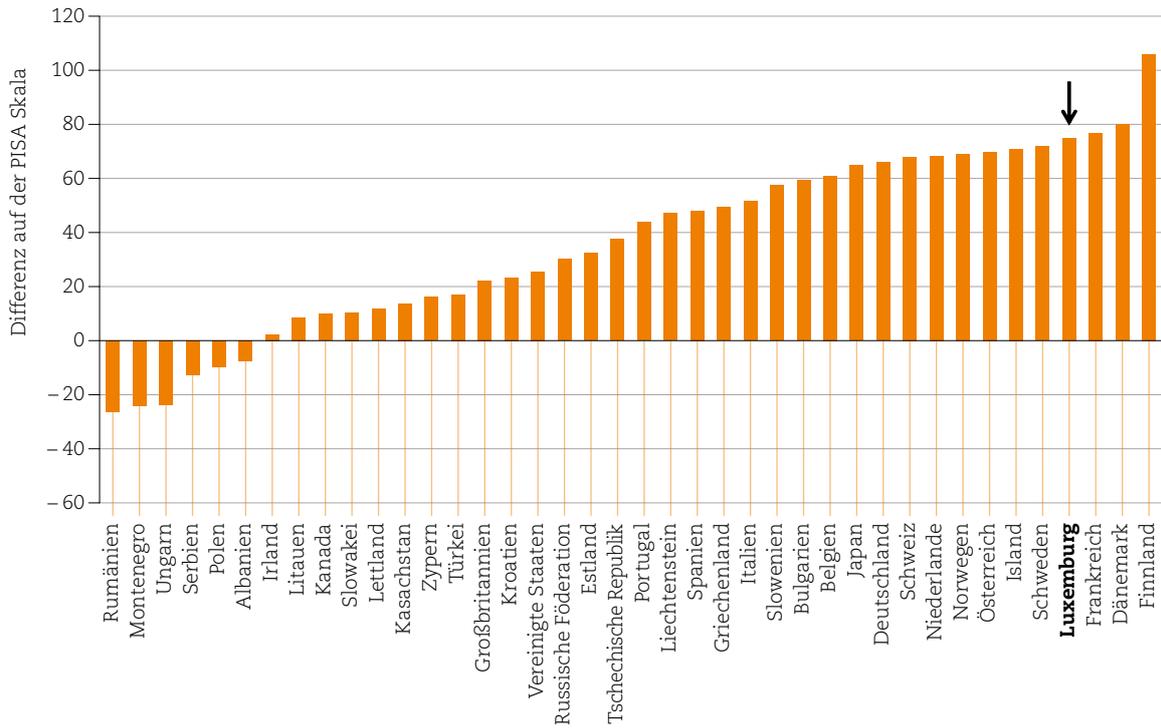


Abbildung 13: Leistungsunterschiede zwischen Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund in den Naturwissenschaften im internationalen Vergleich. Werte größer Null bedeuten eine Differenz zugunsten der Jugendlichen ohne Migrationshintergrund; Werte kleiner Null bedeuten eine Differenz zugunsten der Jugendlichen mit Migrationshintergrund.

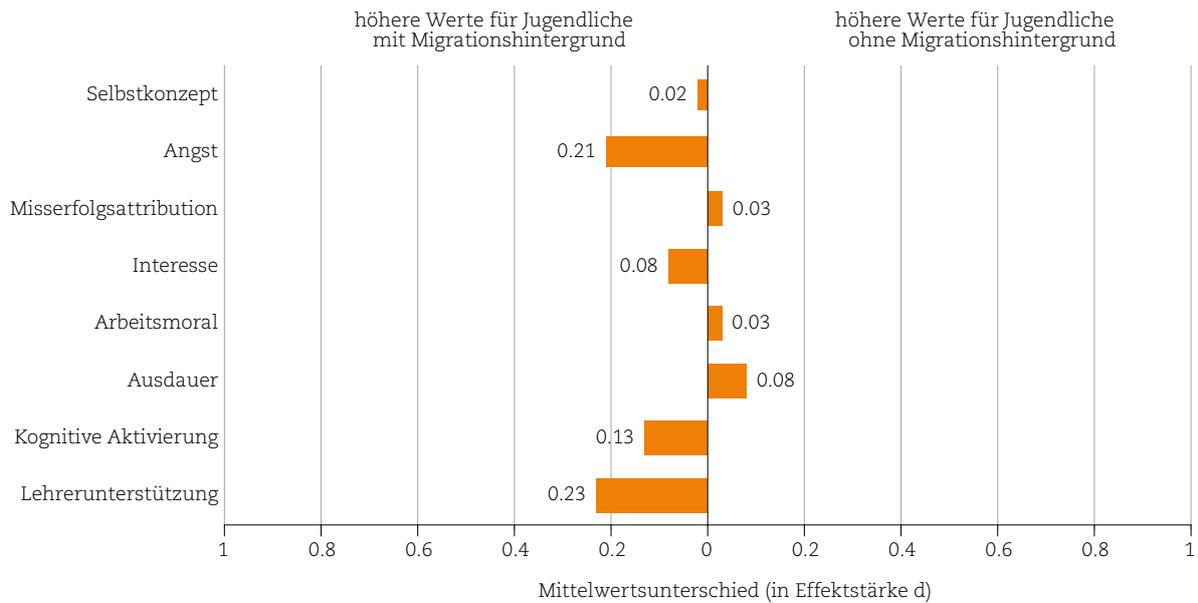


Abbildung 14: Unterschiede zwischen Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund bei motivational-affektiven Indikatoren. Die Balken zeigen die standardisierten Mittelwertsunterschiede (Effektstärken). Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

3.1.3.3 Unterschiede in Bezug auf motivational-affektive Indikatoren

Wie bereits beim SÖS erläutert, wurden die Schülerinnen und Schüler auch zu motivational-affektiven Indikatoren in Bezug auf das Fach Mathematik befragt (vgl. 3.1.2.3; siehe auch Kapitel 1). Der Abbildung 14 kann entnommen werden, dass sich Jugendliche mit und ohne Migrationshintergrund vor allem hinsichtlich ihrer Angst und der erlebten Unterstützung durch die Lehrkraft unterscheiden. So berichten Jugendliche mit Migrationshintergrund von einer etwas stärker ausgeprägten Angst in Bezug auf Mathematik. Gleichzeitig erleben sie im Vergleich zu Jugendlichen ohne Migrationshintergrund mehr Unterstützung durch die Lehrkraft.

3.1.3.4 Unterschiede in der Schullaufbahn

Die Angaben zu der Schullaufbahn der Schülerinnen und Schüler zeigen, dass sich Jugendliche mit Migrationshintergrund auch in Bezug auf die jeweils besuchte Schulform und die Klassenwiederholung deutlich von Jugendlichen ohne Migrationshintergrund unterscheiden. Abbildung 15 veranschaulicht, dass Jugendliche ohne Migrationshintergrund entweder das EST oder das ES besuchen. Im Gegensatz dazu besucht die Mehrheit der 15-Jährigen mit Migrationshintergrund das EST. Nur 21 % der Jugendlichen mit Migrationshintergrund besuchen das ES und 11 % besuchen das EST Régime Préparatoire (EST-PREP). Von den Jugendlichen ohne Migrationshintergrund wurden nur 4 % in letztere Schulform orientiert. Somit scheint auch in Bezug auf den kulturellen Hintergrund der Zugang zu den verschiedenen Schulformen nicht allen Jugendlichen in gleicher Weise offen zu stehen.

Ähnlich sieht es bei der Klassenstufe aus, die mit 15 Jahren erreicht wurde (Abbildung 16). Während 43 % der Jugendlichen ohne Migrationshintergrund mit 15 Jahren die 10. Klassenstufe (IV^e/10^e) erreicht haben, sind es bei den Jugendlichen mit Migrationshintergrund nur 28 %. Hingegen besuchen 16 % der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund noch die 8. Klassenstufe (VI^e/8^e), bei den Jugendlichen ohne Migrationshintergrund gehen nur 7 % in die 8. Klasse (VI^e/8^e).

Die erreichte Klassenstufe gibt einen Hinweis auf die Klassenwiederholungen im Verlauf der Schulzeit. Wie Tabelle 3 verdeutlicht, geben insgesamt deutlich mehr Jugendliche mit Migrationshintergrund an, mindestens einmal während ihrer schulischen Laufbahn eine Klasse wiederholt zu haben. Die Differenz zwischen Jugendlichen mit und denjenigen ohne Migrationshintergrund wird hier insbesondere in Bezug auf die jeweiligen Klassenwiederholungen in der Grundschule bestätigt.

Insgesamt verläuft demnach die Schullaufbahn bei Jugendlichen ohne Migrationshintergrund deutlich positiver als bei Jugendlichen mit Migrationshintergrund.

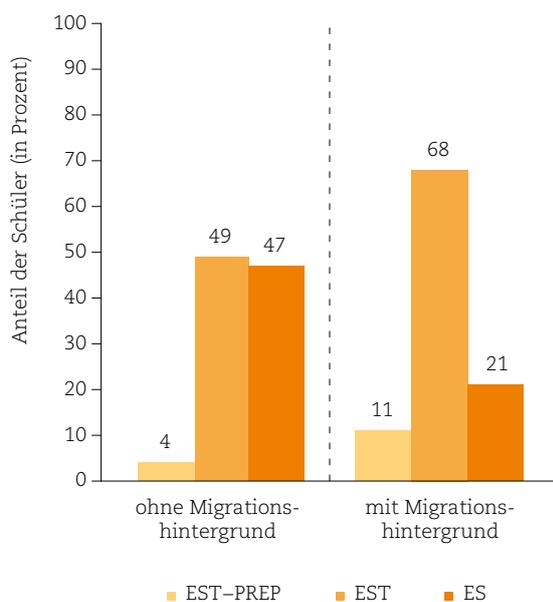


Abbildung 15: Schullaufbahnen von Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund nach besuchter Schulform.

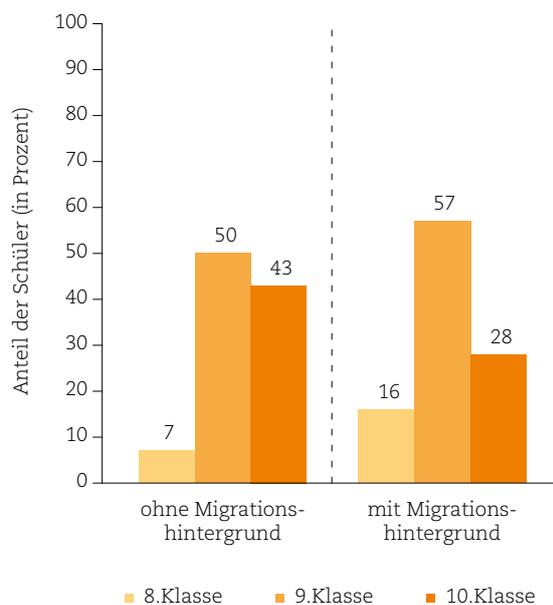


Abbildung 16: Schullaufbahnen von Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund nach erreichter Klassenstufe.

Mindestens eine Klassenwiederholung in der:	Migrationshintergrund	
	mit Migrationshintergrund	ohne Migrationshintergrund
Grundschule	31 %	16 %
Sekundarschule	25 %	17 %

Tabelle 3: Prozentsatz an Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund, die angeben, mindestens einmal eine Klasse wiederholt zu haben.

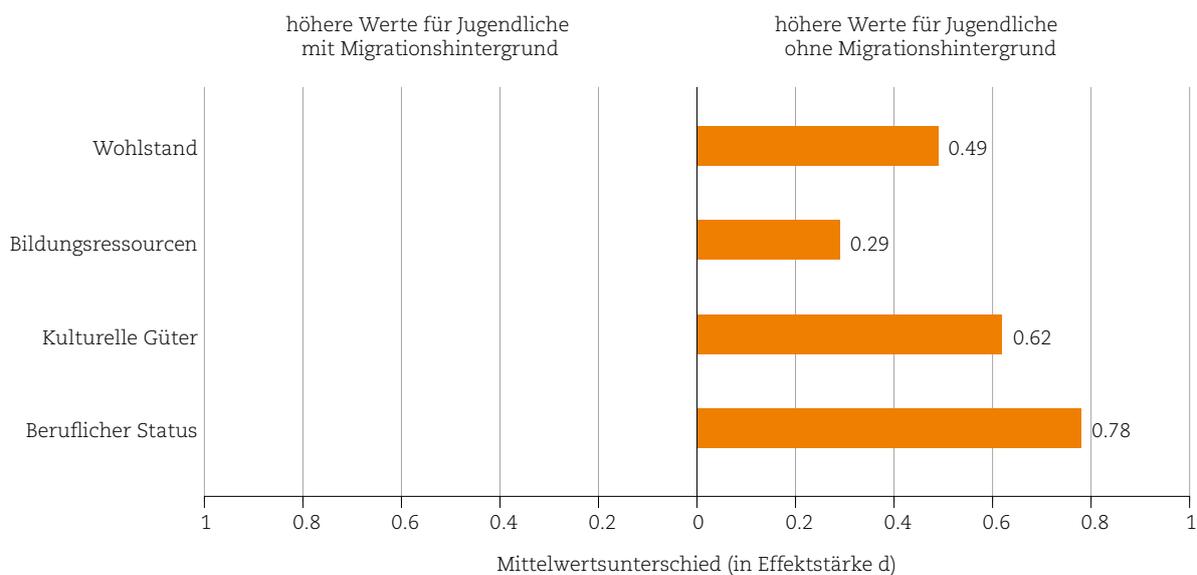


Abbildung 17: Unterschiede zwischen Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund hinsichtlich des sozioökonomischen Hintergrunds. Die Balken zeigen die standardisierten Mittelwertsunterschiede (Effektstärken). Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

3.1.3.5 Unterschiede in Bezug auf die kulturellen und sozioökonomischen Ressourcen

Die Benachteiligung von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund hinsichtlich ihrer Kompetenzen und ihrer Schullaufbahn kann auch eine Folge der geringeren sozioökonomischen Ressourcen der zugewanderten Familien sein.

Wie aus Abbildung 17 ersichtlich wird, unterscheiden sich Jugendliche mit und ohne Migrationshintergrund in Bezug auf ihre kulturellen und materiellen Ressourcen (Wohlstand, Bildungsressourcen und kulturelle Güter) deutlich voneinander. In allen Bereichen finden sich höhere Werte zugunsten der Jugendlichen ohne Migrationsstatus. So stammen Jugendliche ohne Migrationshintergrund im Allgemeinen aus Familien, die

deutlich mehr Kulturgüter (z. B. klassische Literatur, Kunstwerke etc.) besitzen und deutlich wohlhabender sind. Wie auch schon in PISA 2009 festgestellt wurde, sind die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf die Bildungsressourcen (z. B. Schreibtisch, Wörterbücher, etc.) eher gering. Der Unterschied in Bezug auf den familiären Wohlstand fällt in 2012 etwas geringer aus als in 2009. Hierbei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der Indikator in 2012 zum Teil anders erfasst wurde als in 2009 (s. Kapitel 1). Schließlich fällt auf, dass Jugendliche ohne Migrationshintergrund im Allgemeinen aus Familien mit höherem beruflichem Status stammen.

Aus Tabelle 4 wird ersichtlich, dass fast die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund aus sozioökonomisch benachteiligten Familien stammen.

		Migrationsstatus		
		Ohne Migrationshintergrund	2. Generation	1. Generation
Sozioökonomischer Status	Benachteiligt (untere 25 %)	8 %	46 %	50 %
	Weder benachteiligt noch begünstigt	57 %	43 %	38 %
	Begünstigt (obere 25 %)	35 %	11 %	12 %

Tabelle 4: Sozioökonomischer Status der Schülerinnen und Schüler nach Migrationsstatus.

3.1.3.6 Unterschiede in der Muttersprache

Aus Abbildung 18 geht hervor, dass die meisten Jugendlichen (92 %) ohne Migrationshintergrund germanophon sind, also zu Hause entweder Luxemburgisch oder Deutsch sprechen. Im Gegensatz dazu sind nur 15 % der Jugendlichen mit Migrationshintergrund germanophon. Die überwiegende Mehrheit der Jugendlichen mit Migrationshintergrund (64 %) ist romanophon und spricht demnach eine romanische Sprache (z. B. Französisch, Portugiesisch, Italienisch) zu Hause. Jugendliche mit und ohne Migrationshintergrund unterscheiden sich also deutlich im Hinblick auf die zu Hause gesprochene Sprache (s. Kapitel 3.4 für die vertiefenden Analysen zum Einfluss der Sprache auf die Kompetenzen).

3.1.4 Zusammenwirken von sozioökonomischem Status, Migrationshintergrund und Sprache

In den Abschnitten 3.1.2 und 3.1.3 lag der Fokus der Analysen auf dem sozioökonomischen und kulturellen Hintergrund der 15-jährigen Schülerinnen und Schüler. Es konnte gezeigt werden, dass diese Faktoren nicht unabhängig voneinander sind. So sprechen beispielsweise sowohl die meisten sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen als auch die meisten 15-Jährigen mit Migrationshintergrund eine romanische Sprache zu Hause. Zugleich sind geringere kulturelle Ressourcen und ein niedrigerer beruflicher Status charakteristischer für Jugendliche mit Migrationshintergrund (siehe Abschnitt 3.1.3.5). Die Leistungsunterschiede, über die in den vorherigen beiden Abschnitten berichtet wurde, konnten jedoch nicht darüber informieren, wie sozioökonomischer Status, Migrationshintergrund und zu Hause gesprochene Sprache zusammenwirken.

In den folgenden Analysen gehen wir daher dieser Frage nach und betrachten diese drei Merkmale innerhalb eines gemeinsamen Modells⁴. Den Ausgangspunkt bildet die zu erwartende Leistung eines *sozioökonomisch benachteiligten, nicht germanophonen* Jugendlichen mit *Migrationshintergrund*. Dann werden die zu erwartenden Leistungszugewinne für sozioökonomisch *begünstigte* Jugendliche, Jugendliche *ohne Migrationshintergrund* und *germanophone* Jugendliche berechnet. Diese Leistungsdifferenzen sind insofern anders als in den vorherigen Analysen, da beispielsweise der Leistungszugewinn

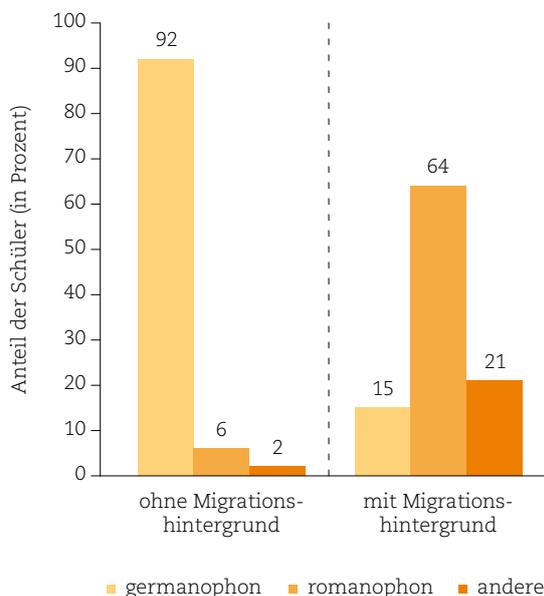


Abbildung 18: Zu Hause gesprochene Sprachen von Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund.

⁴ Hierzu haben wir insgesamt drei statistische Regressionsmodelle für die Gesamtstichprobe der Jugendlichen an Luxemburger Regelschulen analysiert. Die abhängigen Variablen waren die mathematische Kompetenz, die Lesekompetenz, beziehungsweise die naturwissenschaftliche Kompetenz. Die unabhängigen Variablen waren jeweils zwei Indikatoren zum sozioökonomischen Hintergrund (oberes Quartil des ESCS vs. unteres Quartil des ESCS; die beiden mittleren Quartile vs. unteres Quartil des ESCS), ein Indikator zum Migrationshintergrund (mit vs. ohne Migrationshintergrund) und ein Indikator zur zu Hause gesprochenen Sprache (germanophon vs. nicht germanophon).

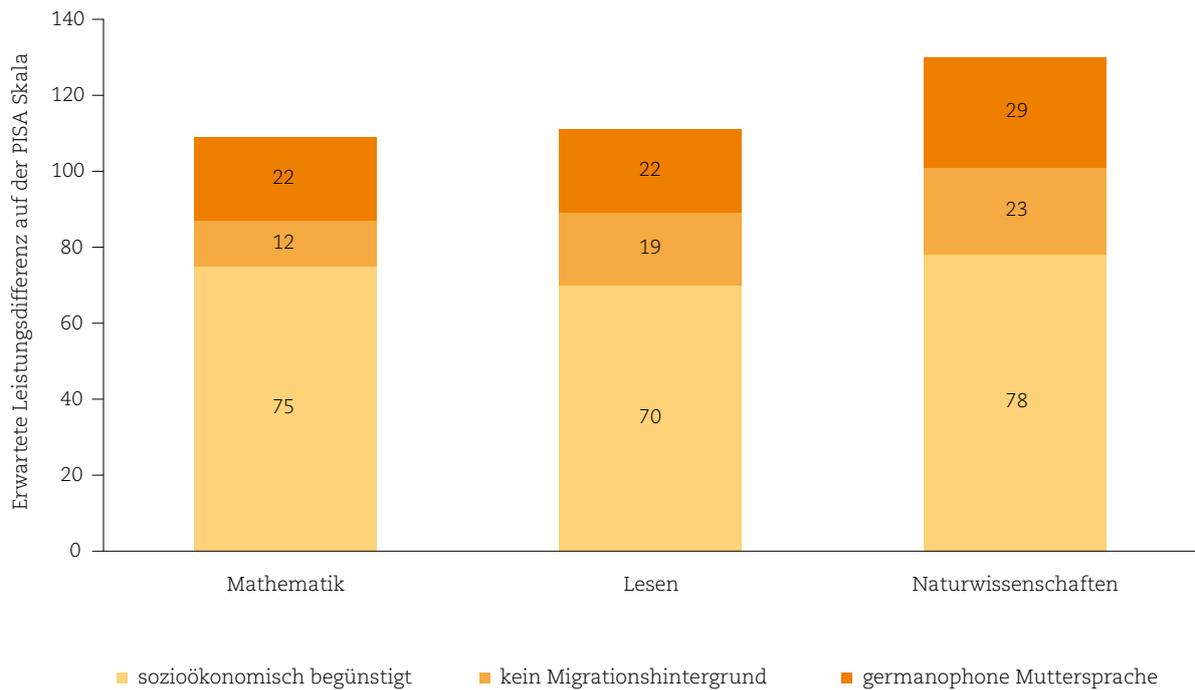


Abbildung 19: Aufgrund des sozioökonomischen Status, des Migrationshintergrunds und der zu Hause gesprochenen Sprache zu erwartende Leistungsunterschiede in Mathematik, im Lesen und in den Naturwissenschaften.

durch einen sozioökonomisch begünstigten Status so berechnet wurde, als seien alle Schülerinnen und Schüler im gleichen Land geboren und sprächen die gleiche Sprache zu Hause. Die Leistungszugewinne sind sozusagen als „Nettozugewinne“ zu interpretieren. Die zentralen Ergebnisse dieses Modells sind in Abbildung 19 dargestellt. Insgesamt macht Abbildung 19 deutlich, dass der sozioökonomische Status von allen drei Familienmerkmalen am stärksten mit der Schülerleistung zusammenhängt. So beträgt der zu erwartende Leistungszugewinn der sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen 75 Punkte für Mathematik, 70 Punkte für Lesen und 78 Punkte für die Naturwissenschaften – und zwar unabhängig von zu Hause gesprochener Sprache und kultureller Herkunft. Dies bedeutet beispielsweise, dass ein sozioökonomisch begünstigter Schüler in Mathematik 75 Punkte besser abschneiden würde als ein sozioökonomisch benachteiligter Jugendlicher und zwar unabhängig von der kulturellen Herkunft (mit/ohne Migrationshintergrund) und der zu Hause gesprochenen Sprache.

Der zu erwartende Leistungszugewinn von Schülerinnen und Schülern ohne Migrationshintergrund liegt bei 12 Punkten für Mathematik, 19 Punkten für Lesen sowie bei 23 Punkten für die Naturwissenschaften – dieses Mal unabhängig von sozioökonomischem Status und zu Hause gesprochener Sprache. Dies bedeutet beispielsweise, dass ein Schüler ohne Migrationshintergrund in Mathematik 12 Punkte besser abschneidet als ein Schüler mit Migrationshintergrund, auch wenn beide aus sozioökonomisch begünstigten Familien stammen, in denen Luxemburgisch oder Deutsch gesprochen wird.

Für germanophone Schülerinnen und Schüler liegt der zu erwartende Leistungszugewinn bei 22 Punkten für Mathematik und Lesen sowie bei 29 Punkten für die Naturwissenschaften. Dies bedeutet beispielsweise, dass ein Schüler, der zu Hause Luxemburgisch oder Deutsch spricht, in Mathematik um 22 Punkte besser abschneidet als ein Schüler, der zu Hause eine andere Sprache spricht, auch wenn beide aus sozioökonomisch begünstigten Familien ohne Migrationshintergrund stammen.

3.1.5 Zusammenfassende Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die Kompetenzen und die schulische Laufbahn der Schülerinnen und Schüler in Luxemburg sehr stark durch ihren familiären Hintergrund vorhersagen lassen. Die Befunde unterstreichen, dass in Luxemburg insbesondere der sozioökonomische Status einen deutlichen Einfluss auf die Schülerkompetenzen ausübt. So entsprechen die Leistungsrückstände von Jugendlichen aus sozioökonomisch benachteiligten Familien im Durchschnitt etwa 2 Schuljahren: sozioökonomisch benachteiligte 15-Jährige haben folglich – in allen drei zentralen Kompetenzbereichen – einen Lernrückstand von etwa 2 Jahren im Vergleich zu gleichaltrigen Schülerinnen und Schülern aus sozial begünstigten familiären Verhältnissen. Da es sich beim sozioökonomischen Hintergrund um ein sehr facettenreiches Konstrukt handelt, ist eine eindeutige Rückführung dieser Ergebnisse auf bestimmte Ursachen leider nur eingeschränkt möglich. Es kann jedoch vermutet werden, dass der soziale Hintergrund die Kompetenzen der Jugendlichen sowohl *direkt* als auch *indirekt* beeinflusst. Ein direkter Einfluss des sozialen Hintergrunds wäre beispielsweise durch familiär unterschiedliche, bildungsrelevante Handlungsmöglichkeiten, durch ein sozial selektives Verhalten von Schulen und Lehrkräften oder durch ein sozialschichtabhängiges Verhalten der Eltern bei bildungsrelevanten Entscheidungen (z. B. der Schulformorientierung) erklärbar. Wie die PISA-Ergebnisse jedoch auch eindrücklich belegen, kann der sozioökonomische Hintergrund der Jugendlichen ihre Kompetenzen auch indirekt beeinflussen: So sind etwa deutliche Unterschiede in Bezug auf die besuchte Schul-

form sowie deutlich häufigere Klassenwiederholungen, und zwar insbesondere in der Grundschule, festzustellen.

Der soziale Hintergrund hängt jedoch, wie wir gesehen haben, eng mit einem anderen Merkmal der familiären Herkunft zusammen. So stammen sozioökonomisch benachteiligte 15-Jährige wesentlich häufiger aus zugewanderten Familien. Auch der Migrationsstatus kann sich negativ auf den Kompetenzerwerb auswirken.

So entsprechen die Leistungsrückstände von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund in etwa 1 bis 1.5 Schuljahren. Eine Benachteiligung erfahren Jugendliche mit Migrationshintergrund zudem im Hinblick auf die schulische Laufbahn. Deutlich mehr Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund geben an, mindestens einmal eine Klasse wiederholt zu haben und auch deutlich mehr Jugendliche mit Migrationshintergrund besuchen das EST oder das EST-PREP. Dies ist, insbesondere in Luxemburg mit seinem im internationalen Vergleich sehr hohen Prozentsatz an Jugendlichen mit Migrationshintergrund, ein äußerst sensibler Befund.

Gesellschaftspolitisch gesehen wäre gerade eine weniger enge Kopplung von familiärem Hintergrund, Kompetenzerwerb und schulischer Laufbahn erstrebenswert. Mit den in diesem Kapitel dargelegten Befunden muss jedoch abschließend darauf hingewiesen werden, dass die Bildungsungleichheit zwischen Jugendlichen mit unterschiedlichem familiärem Hintergrund im Luxemburger Regelschulwesen außerordentlich groß ist.

Literaturverzeichnis

Ehmke, T., & Jude, N. (2010). Soziale Herkunft und Kompetenzerwerb. In E. Klieme et al. (Hrsg.), *PISA 2009, Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 231-254). Münster: Waxmann.

EMACS. (2012): *Épreuves Standardisées. Nationaler Bericht 2011-2012*. Luxemburg: Universität Luxemburg, EMACS.

MENFP. (2011). *Les chiffres clés de l'éducation nationale. Statistiques et indicateurs. Année scolaire 2009-2010*. Luxemburg: MENFP.

MENFP. (2012). *Les chiffres clés de l'éducation nationale. Statistiques et indicateurs. Année scolaire 2010-2011*. Luxemburg: MENFP.

MENFP. (2013). *Les chiffres clés de l'éducation nationale. Statistiques et indicateurs. Année scolaire 2011-2012*. Luxemburg: MENFP.

OECD. (2012). *PISA 2009. Technical Report*. Paris: OECD Publishing.

SCRIPT. (2004). *PISA 2003. Kompetenzen von Schülern im internationalen Vergleich. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxemburg: MENFP.

SCRIPT & EMACS (Hrsg.). (2007). *PISA 2006. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxemburg: MENFP.

SCRIPT & EMACS (Hrsg.). (2010). *PISA 2009. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxemburg: MENFP.

Stanat, P. (2006). Disparitäten im schulischen Erfolg: Forschungsstand zur Rolle des Migrationshintergrunds. *Unterrichtswissenschaft*, 36, 98-124.

Stanat, P., Rauch, D., & Segeritz, M. (2010). Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund. In E. Klieme et al. (Hrsg.), *PISA 2009, Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 200-230). Münster: Waxmann.

Watermann, R., & Baumert, J. (2006). Entwicklung eines Strukturmodells zum Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und fachlichen und überfachlichen Kompetenzen: Befunde national und international vergleichender Analysen. In J. Baumert, P. Stanat, & R. Watermann (Hrsg.), *Herkunftsbedingte Disparitäten im Bildungswesen: Differenzielle Bildungsprozesse und Probleme der Verteilungsgerechtigkeit* (S. 61-94). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

3.2 Mädchen und Jungen

Zusammenfassung:

Die Daten aus PISA 2012 zeigen, dass Mädchen erfolgreichere Schullaufbahnen aufweisen als Jungen: verhältnismäßig mehr Mädchen besuchen das Enseignement Secondaire (ES) und Mädchen wiederholen weniger oft eine Klasse in der Grundschule. In den PISA-Leistungstests schneiden die Jungen im Mittel besser in Mathematik und in den Naturwissenschaften ab, wobei Mädchen bessere Leistungen im Lesen erzielen. Dieser Befund, der sich mit PISA 2009 deckt, könnte zum Teil durch motivational-affektive Indikatoren in Bezug auf das Schwerpunktfach Mathematik erklärt werden. So geben Mädchen im Mittel an mehr Angst, ein geringeres Selbstkonzept und weniger Interesse für das Fach Mathematik zu haben. Geschlechtsgerechterer Unterricht mit Lernsituationen, die sowohl Mädchen als auch Jungen ansprechen, könnte die Angst von Mädchen vor dem Fach Mathematik vermindern und auch das mathematische Selbstkonzept stärken.

Résumé :

Les données PISA 2012 montrent que, proportionnellement, il y a davantage de filles fréquentant l'enseignement secondaire (ES) et que celles-ci sont moins nombreuses à avoir redoublé à l'école fondamentale. On constate également que les garçons sont, en moyenne, plus performants en mathématiques et en sciences, alors que les filles sont plus performantes en lecture. Ce dernier constat d'un avantage des garçons en mathématiques et d'un avantage des filles en lecture avait déjà été observé lors de PISA 2009 et pourrait être lié à des facteurs motivationnels et affectifs. Ainsi, en moyenne, les filles se déclarent plus anxieuses envers les mathématiques, elles ont moins confiance en leurs capacités dans cette branche scolaire et elles s'y intéressent moins que les garçons. Des pratiques pédagogiques visant un équilibre entre les situations d'apprentissage à connotation plutôt féminine et celles à connotation plutôt masculine pourraient probablement réduire les écarts de performance en mathématiques observés entre filles et garçons, diminuer l'anxiété des filles envers cette branche scolaire et renforcer la confiance qu'elles ont en leurs compétences mathématiques.

„Mädchen schneiden besser im Lesen, Jungen besser in Mathematik ab.“ Die PISA-Ergebnisse 2009 haben diese Aussage für Luxemburg bekräftigt. Was zeigt die Erhebung von PISA 2012?

Da der Schwerpunktbereich bei PISA 2012 auf Mathematik liegt, wird zwischen mehreren mathematischen Kompetenzen differenziert. Zu den transversalen Kompetenzen gehören: (1) Formulieren, (2) Anwenden und (3) Interpretieren. Zu den inhaltlichen Kompetenzen zählen: (1) Veränderungen und Beziehungen, (2) Raum und Form, (3) Quantität sowie (4) Unsicherheit und Daten. Neben den Leistungstests in Mathematik, Lesen und den Naturwissenschaften haben die Schülerinnen und Schüler auch Fragen zu motivational-affektiven Indikatoren in Bezug auf das Fach Mathematik beantwortet (s. Kapitel 1 für nähere Erläuterungen).

Falls es bedeutsame geschlechtsspezifische Unterschiede gibt, wie kann man diese erklären und welche Teilkompetenzen sind am meisten betroffen? In wieweit reflektieren sich diese Unterschiede auch in den motivational-affektiven Indikatoren? In diesem Kapitel untersuchen wir die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen anhand der Ergebnisse aus PISA 2012.

Der folgende Abschnitt 3.2.1 behandelt die Geschlechtsunterschiede in den Kompetenzen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften. Abschnitt 3.2.2 analysiert Geschlechtsunterschiede in den motivational-affektiven Indikatoren der Schülerinnen und Schüler bezüglich des Fachs Mathematik. Abschnitt 3.2.3 untersucht wie sich die Bildungslaufbahnen von Mädchen und Jungen unterscheiden. Abschnitt 3.2.4 erforscht die Geschlechtsunterschiede in den drei Kernkompetenzen (Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften) in Abhängigkeit von der besuchten Schulform. Abschließend fasst Abschnitt 3.2.5 die wichtigsten Befunde nochmals zusammen und erläutert Erklärungsansätze und Implikationen für das luxemburgische Bildungssystem.

3.2.1 Kompetenzen in Mathematik, Lesen und in den Naturwissenschaften

Im Folgenden untersuchen wir im Rahmen der PISA 2012-Erhebung, ob und wie sich Mädchen und Jungen in den Kompetenzen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften unterscheiden. Um die Ergebnisse des Luxemburger Regelschulwesens besser einordnen zu können, werden die vorgefundenen Leistungsunterschiede zuerst mit den Leistungsunterschieden aller anderen europäischen Länder und den G8-Staaten verglichen, die auch an der PISA 2012-Studie teilgenommen haben. Wie in Kapitel 3.3.1.5 ausführlich beschrieben, entsprechen im Luxemburger Regelschulwesen 48 Punkte auf der Skala eines PISA-Kompetenztests in etwa dem Wissen und den Fertigkeiten, die in einem Schuljahr hinzulernt werden.

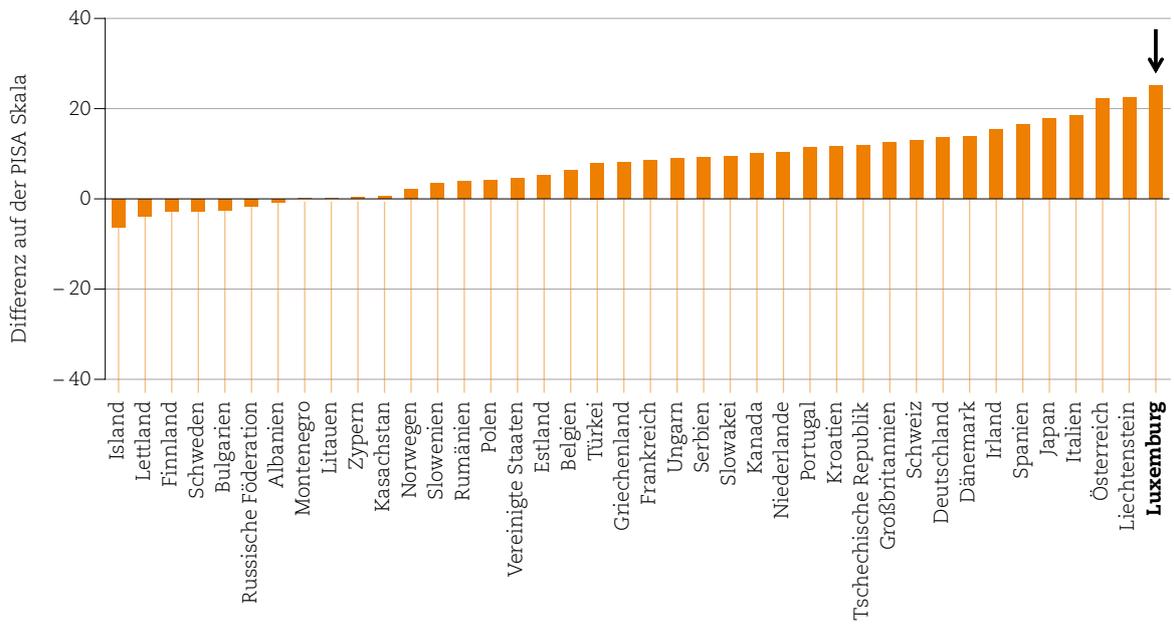


Abbildung 1: Geschlechtsunterschiede in der Mathematikkompetenz im internationalen Vergleich. (Werte über Null: Jungen erzielen im Mittel bessere Leistungen als Mädchen; Werte unter Null: Mädchen erzielen im Mittel bessere Leistungen als Jungen).

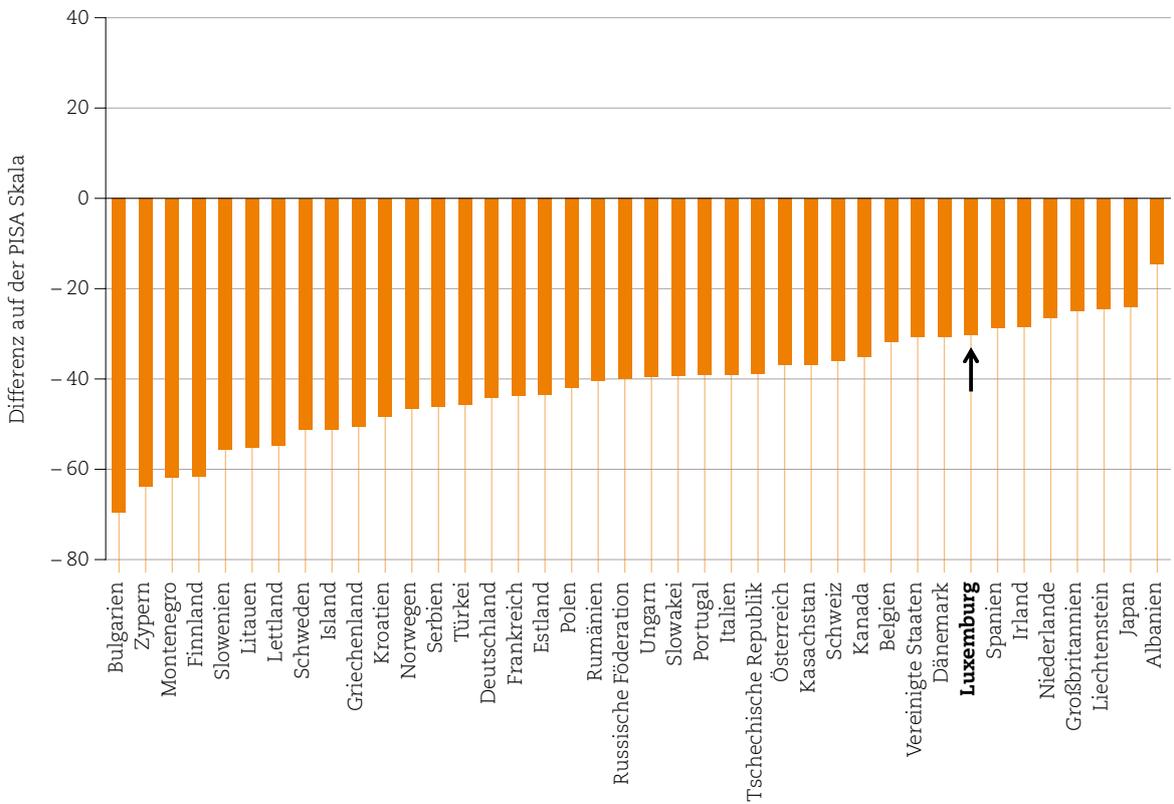


Abbildung 2: Geschlechtsunterschiede in der Lesekompetenz im internationalen Vergleich. (Werte unter Null: Mädchen erzielen im Mittel bessere Leistungen als Jungen).

Wie unterscheiden sich Mädchen und Jungen also in Mathematik? Mädchen haben im Mathematiktest im Durchschnitt 471 Punkte und Jungen 496 Punkte erreicht. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, erzielt Luxemburg mit einer Differenz von 25 Punkten den größten Geschlechtsunterschied im internationalen Vergleich, knapp vor Liechtenstein (23 Punkte Differenz) und Österreich (22 Punkte Differenz). Absolut gesehen ist dieser Unterschied zugunsten der Jungen als eher groß zu bezeichnen; er entspricht einem Leistungsvorsprung von einem halben Schuljahr. Im Vergleich zu 2009 hat sich diese Leistungsdifferenz verschärft; die Leistung der Mädchen hat 3 Punkte abgenommen, die Leistung der Jungen hat sich um 3 Punkte verbessert. Damit ist die Leistungsdifferenz bei PISA 2012 gegenüber 2009 um 6 Punkte angestiegen (von 19 Punkte auf 25 Punkte).

Im Lesetest hingegen zeigen die Mädchen (497 Punkte) deutlich bessere Leistungen als die Jungen (467 Punkte). Diese Differenz von 30 Punkten entspricht in etwa einem dreiviertel Schuljahr und ist somit beträchtlich. Verglichen mit den PISA-Ergebnissen von 2009 jedoch stellen wir fest, dass die absoluten Geschlechtsunterschiede im Lesen um 10 Punkte geringer sind. Im Vergleich zu PISA 2009 ist weiterhin zu bemerken, dass 2012 sowohl Jungen als auch Mädchen bessere Resultate im Lesen erzielen. Allerdings hat sich die Leistung der Jungen (+20 Punkte) proportional mehr gesteigert als die der Mädchen (+10 Punkte). Im Gegensatz zur Mathematik gehört Luxemburg bei der Leseleistung im internationalen Vergleich zu den Ländern mit den geringsten Geschlechtsunterschieden (siehe Abbildung 2).

In den Naturwissenschaften sind die Geschlechtsunterschiede sowohl national als auch international geringer als in Mathematik und Lesen. In PISA 2012 haben Mädchen 478 Punkte und Jungen 493 Punkte erzielt. Verglichen mit PISA 2009 fällt der Leistungszuwachs der Jungen um 9 Punkte höher aus als derjenige der Mädchen. Der internationale Vergleich (Abbildung 3) zeigt, dass Luxemburg zu den Ländern gehört, welche die erheblichsten Geschlechtsunterschiede in den Naturwissenschaften aufzeigen (hinter Bulgarien, Montenegro, Finnland, Lettland und Liechtenstein). Im Luxemburger Regelschulwesen fällt dieser Unterschied, anders als in vielen anderen Ländern, zugunsten der Jungen aus.

Der inhaltliche Schwerpunkt der PISA-Erhebung 2012 liegt im Bereich Mathematik. Die geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Mathematikleistungen der Schülerinnen und Schüler können sowohl global (wie z. B. in Abbildung 1), als auch unterteilt in spezifischere Teilkompetenzen der Mathematik betrachtet werden. Im Folgenden werden wir die Geschlechtsunterschiede in den zuvor erwähnten transversalen und den inhaltspezifischen Teilkompetenzen erörtern.

Wie Abbildung 4 zeigt, ist der Leistungsvorsprung der Jungen auf der Gesamtskala in allen erhobenen Teilkompetenzen der Mathematik zu verzeichnen. Besonders stark tritt dieser Unterschied zugunsten der Jungen in der transversalen Teilkompetenz des (1) *Formulierens* (33 Punkte Vorsprung) und der inhaltspezifischen Teilkompetenz (2) *Raum und Form* (34

Punkte Vorsprung) hervor. In diesen Teilkompetenzen beträgt die Geschlechtsdifferenz also über 30 Punkte, die Jungen sind den Mädchen demnach über ein dreiviertel Schuljahr voraus. Am kleinsten fällt der Vorteil der Jungen in der transversalen Teilkompetenz des (3) *Interpretierens* aus; hier beträgt der Unterschied jedoch immer noch 20 Punkte, was dem Lernzuwachs von einem knappen halben Schuljahr entspricht.

In den vorangegangenen Abschnitten haben wir die Geschlechtsunterschiede in den mittleren Leistungswerten des gesamten Leistungsspektrums betrachtet. Im Folgenden werden wir untersuchen, wie sich diese Geschlechtsunterschiede am unteren und am oberen Rand des Leistungsspektrums auswirken. Die leistungsschwache Gruppe entspricht den Schülerinnen und Schülern, deren Ergebnisse sich auf den zwei untersten der im Rahmen von PISA festgelegten Kompetenzstufen befinden (vgl. Kapitel 1.4). So zählen zur leistungsschwachen Gruppe in Mathematik jene Schülerinnen und Schüler, die weniger als 420 Punkte erzielten. Dies sind 26 % der gesamten Schülerpopulation des Luxemburger Regelschulwesens. Wie Abbildung 5 zeigt, sind die Mädchen in dieser Gruppe in der Überzahl (58 %). Zur leistungsstarken Gruppe in Mathematik zählen Schülerinnen und Schüler, die mehr als 544 Punkte erreichten. Dies entspricht 27 % der luxemburgischen Regelschulpopulation, wovon 58 % Jungen sind. In der leistungsschwachen Gruppe überwiegen also die Mädchen und in der leistungsstarken Gruppe die Jungen. Diese Verteilung bekräftigt den allgemeinen Befund, dass im Luxemburger Regelschulwesen die Jungen im Mathematiktest besser abschneiden als die Mädchen (siehe auch Abbildung 1).

Im Lesen zählen jene Schülerinnen und Schüler zur leistungsschwachen Gruppe, die weniger als 408 Punkte erzielten. Dies entspricht 24 % der gesamten Schülerpopulation des Luxemburger Regelschulwesens. Wie Abbildung 5 zeigt, sind die Jungen in dieser Gruppe in der Überzahl (61 %). Zur leistungsstarken Gruppe zählen Schülerinnen und Schüler, die mehr als 552 Punkte erreichten. Dies entspricht 26 % der luxemburgischen Regelschulpopulation, wovon 58 % Mädchen sind. Im Gegensatz zur Mathematik überwiegen im Lesen die Jungen in der leistungsschwachen Gruppe und die Mädchen in der leistungsstarken Gruppe. Auch hier wird der allgemeine Befund bekräftigt, dass in Luxemburg die Mädchen im Lesetest besser als die Jungen abschneiden (siehe auch Abbildung 2).

Zur leistungsschwachen Gruppe in den Naturwissenschaften zählen Schülerinnen und Schüler die weniger als 410 Punkte erzielten. Dies entspricht 24 % der gesamten Schülerpopulation des Luxemburger Regelschulwesens. Wie Abbildung 5 zeigt, sind die Mädchen in dieser Gruppe leicht in der Überzahl (54 %). Zur leistungsstarken Gruppe zählen Schülerinnen und Schüler, die mehr als 559 Punkte erreichten. Dies entspricht 25 % der luxemburgischen Regelschulpopulation, wovon 55 % Jungen sind. Diese Verteilung bekräftigt wiederum den allgemeinen Befund, dass in Luxemburg die Jungen in den Naturwissenschaften besser als die Mädchen abschneiden (siehe auch Abbildung 3). Im Vergleich zu den Unterschieden in den Bereichen Mathematik und Lesen ist diese Differenz jedoch verhältnismäßig gering.

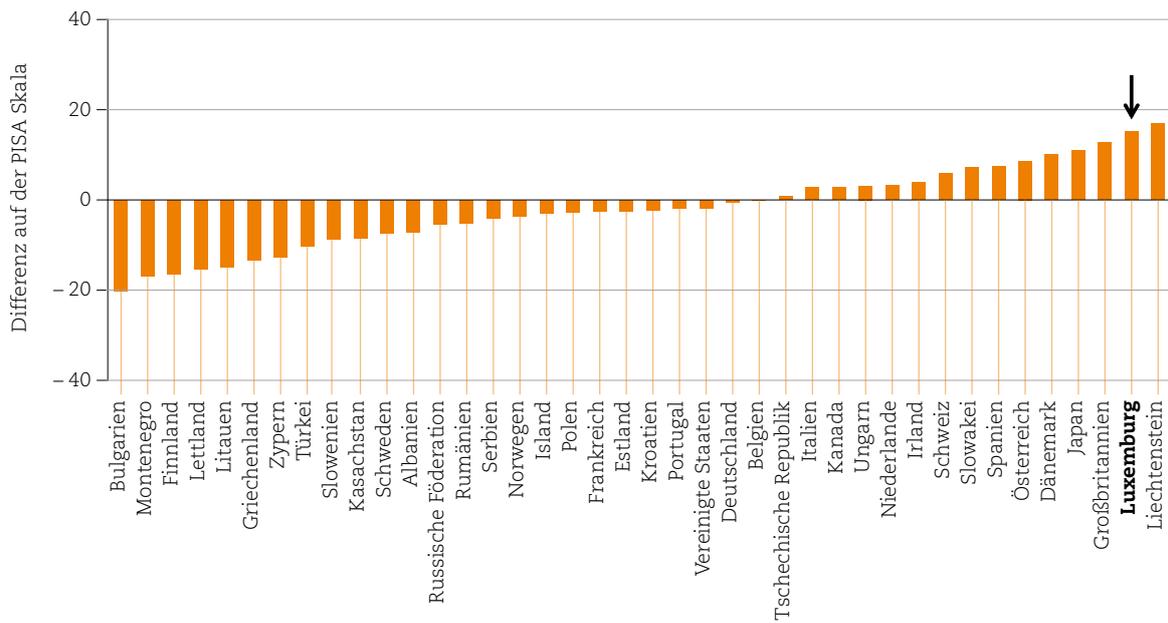


Abbildung 3: Geschlechtsunterschiede in der naturwissenschaftlichen Kompetenz im internationalen Vergleich. (Werte über Null: Jungen erzielen im Mittel bessere Leistungen als Mädchen; Werte unter Null: Mädchen erzielen im Mittel bessere Leistungen als Jungen).

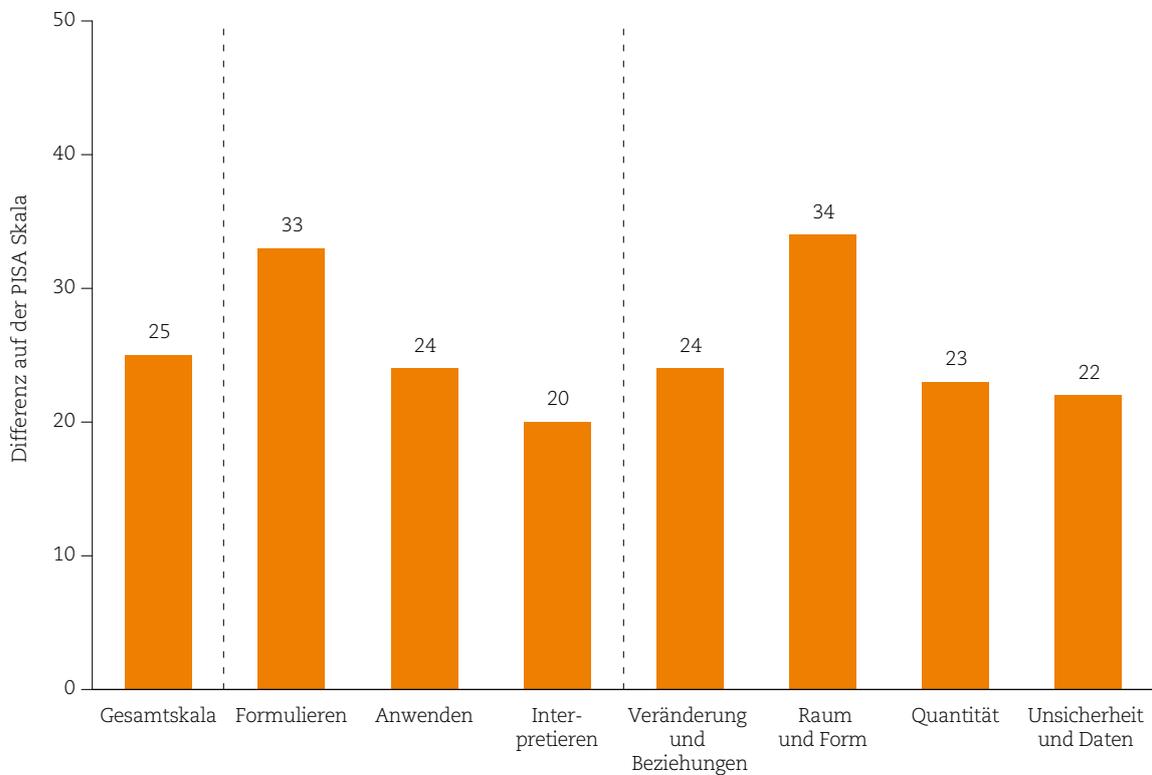


Abbildung 4: Geschlechtsunterschiede in den transversalen und inhaltspezifischen Mathematikkompetenzen. (Alle Leistungsdifferenzen fallen zugunsten der Jungen aus.)

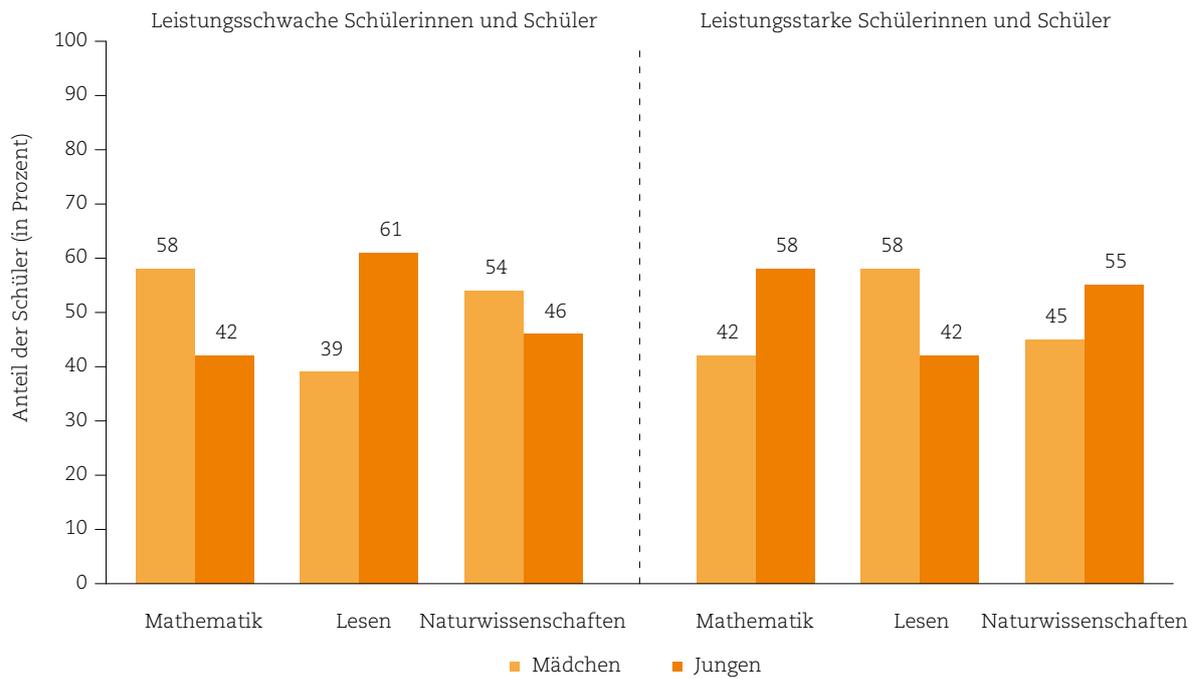


Abbildung 5: Prozentuale Anteile von Mädchen und Jungen in der Gruppe der leistungsschwachen und leistungsstarken Jugendlichen in den drei PISA-Bereichen.

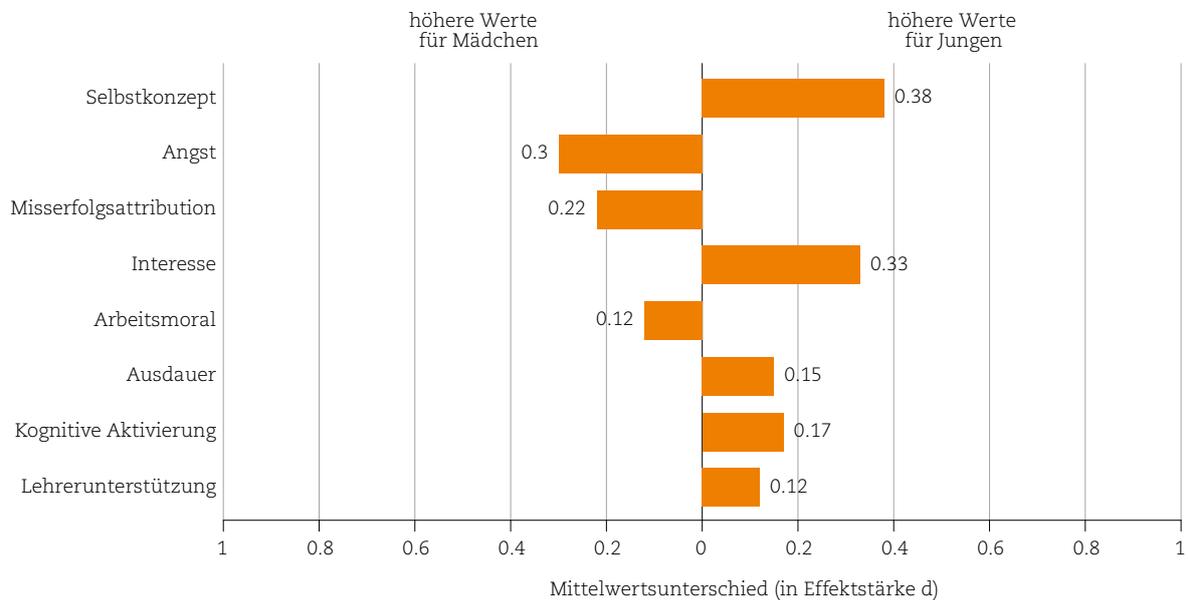


Abbildung 6: Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen hinsichtlich motivational-affektiver Indikatoren sowie der wahrgenommenen Unterrichtsqualität. Die Unterschiede sind als Effektstärken dargestellt. Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

3.2.2 Geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug auf motivational-affektive Indikatoren

Da der Schwerpunkt von PISA 2012 auf Mathematik liegt, haben die Schülerinnen und Schüler zusätzlich zu den Kompetenztests Fragen zu motivational-affektiven Indikatoren und wahrgenommener Unterrichtsqualität im Fach Mathematik beantwortet (vgl. Kapitel 1.4.3).

Abbildung 6 zeigt, dass Jungen ein stärkeres mathematisches Selbstkonzept und mehr Interesse am Fach Mathematik haben als Mädchen. Mädchen hingegen verspüren mehr Angst beim Bearbeiten von mathematischen Aufgaben und schreiben sich weniger Erfolge im Fach Mathematik zu. In allen anderen Bereichen sind die geschlechtsspezifischen Unterschiede von geringfügiger Bedeutung.

Neben den motivational-affektiven Indikatoren wurden auch Informationen zu Lernstrategien in Mathematik erhoben. Diese zeigen interessante Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen. So scheinen Mädchen beim Lernen eher auf Routinen zurückzugreifen indem sie Beispiele wiederholen und sich auf ihr Gedächtnis verlassen, wobei Jungen eher neue Lösungswege erproben und Anwendungen im Alltag suchen.

In Verbindung mit den weiter oben beschriebenen motivational-affektiven Indikatoren könnte dies auf zwei mögliche Erklärungsansätze für die vorgefundenen Geschlechtsunterschiede hinweisen. Ein Erklärungsansatz ist: Jungen suchen neue Lösungswege und Alltagsanwendungen zu mathematischen Problemen und entwickeln so mehr Interesse am Fach Mathematik und verspüren auch weniger Angst in diesem Fach. Dies könnte dazu führen, dass sie ein starkes Selbstkonzept in Mathematik entwickeln. Der zweite mögliche Erklärungsansatz ist: Da Jungen ein starkes Selbstkonzept und Interesse für Mathematik empfinden sowie weniger Angst für dieses Fach verspüren, fühlen sie sich eher dazu verleitet, neue Lösungswege auszuprobieren und Alltagsanwendungen zu suchen. Mädchen hingegen trauen sich weniger zu, sind ängstlicher gegenüber mathematischen Problemen und greifen daher eher auf geübte Strategien und Lösungswege zurück (z. B. Probleme einstudieren, Beispiele wiederholen).

3.2.3 Bildungslaufbahnen

Das luxemburgische Schulsystem zeichnet sich durch eine leistungsorientierte Gliederung in verschiedene Schulformen aus. So unterscheiden wir das Enseignement Secondaire (ES), das Enseignement Secondaire Technique (EST) und das Enseignement Secondaire Technique Régime Préparatoire (EST-PREP). Zur Analyse der Bildungslaufbahnen von Mädchen und Jungen beziehen wir uns einerseits auf das Wiederholen von Klassenstufen und gehen andererseits auf die mit 15 Jahren erreichte Klassenstufe sowie die besuchte Schulform ein.

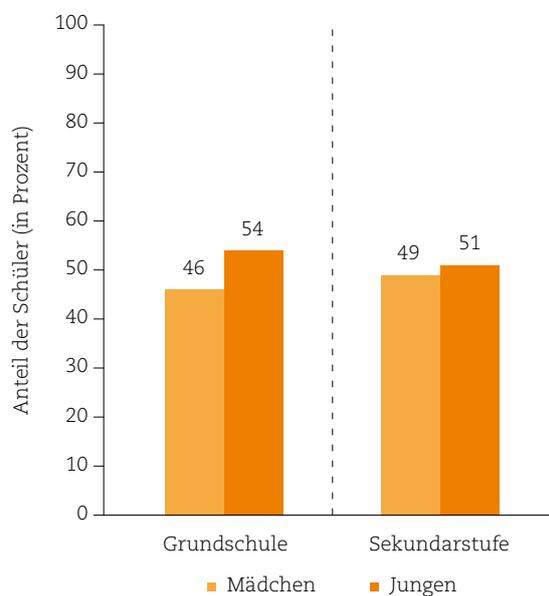


Abbildung 7: Bildungslaufbahnen von Mädchen und Jungen: Wiederholen (von mindestens) einer Klassenstufe in der Grund- oder Sekundarschule.

Gibt es Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in Bezug auf die Bildungslaufbahnen? Insgesamt ist festzustellen, dass die Bildungslaufbahnen von Mädchen und Jungen sich nicht grundsätzlich von denen unterscheiden, die auch bei PISA 2009 gefunden wurden. Mädchen haben tendenziell erfolgreichere Bildungslaufbahnen als Jungen. So sehen wir in Abbildung 7, dass in der Grundschule Jungen öfters mindestens eine Klasse wiederholt haben als Mädchen. In der Sekundarstufe scheint sich dieser Unterschied auszugleichen (51 % der Klassenwiederholer sind Jungen).

Abbildung 8 unterstreicht nochmals den Befund, dass Mädchen weniger Klassen wiederholen, da noch mehr 15-jährige Jungen als Mädchen die 8. Klasse besuchen. Diese Verteilung gleicht sich in der 9. und 10. Klasse aus.

Bezüglich der Schulformen zeigt Abbildung 9, dass Jungen häufiger das EST-PREP besuchen als Mädchen. Im Vergleich zu PISA 2009 gehen die Geschlechtsunterschiede in Bezug auf die Zusammensetzung des EST-PREP tendenziell zurück. In den anderen Schulformen sind keine Unterschiede im Vergleich zu PISA 2009 zu vermerken. So werden Schulen des EST von Mädchen und Jungen in etwa zu gleichen Anteilen besucht. Des Weiteren besuchen tendenziell mehr Mädchen als Jungen das ES.

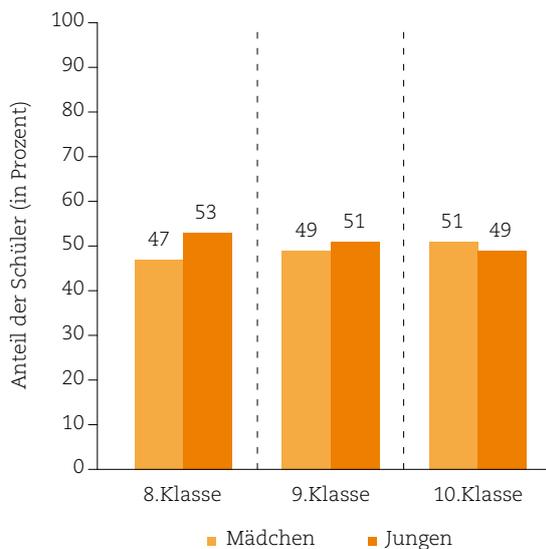


Abbildung 8: Bildungslaufbahnen von Mädchen und Jungen: Zum Zeitpunkt von PISA 2012 erreichte Klassenstufe.

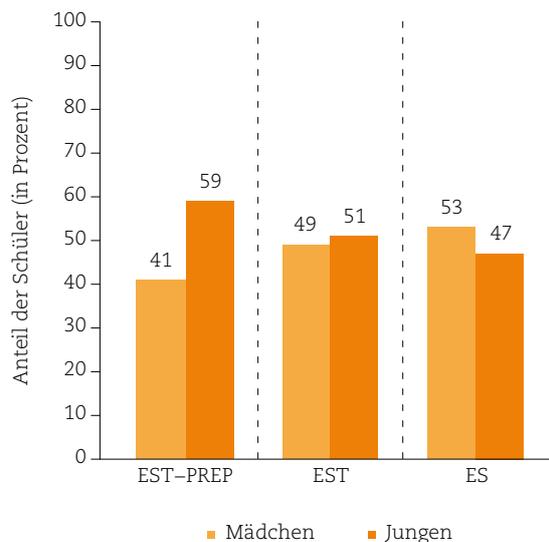


Abbildung 9: Relativer Anteil von Jungen und Mädchen in den verschiedenen Schulformen. EST-PREP: Enseignement Secondaire Technique Régime Préparatoire. EST: Enseignement Secondaire Technique. ES: Enseignement Secondaire.

3.2.4 Kompetenzen und Schulformen

In diesem Abschnitt untersuchen wir geschlechtsspezifische Unterschiede in den drei PISA Bereichen, indem wir die Zugehörigkeit zu den Schulformen berücksichtigen.

Wie Abbildung 10 zeigt, weisen in allen Schulformen die Jungen höhere Kompetenzen in Mathematik und Naturwissenschaften auf und die Mädchen höhere Kompetenzen im Lesen.

In Mathematik ist der Geschlechtsunterschied im EST am größten (38 Punkte, die Äquivalenz von ungefähr einem dreiviertel Schuljahr). Im Vergleich zu PISA 2009 hat der Leistungsvorteil zugunsten der Jungen im EST zugenommen. 2009 zeigten sich die größten Geschlechtsunterschiede im ES. Im ES und im EST-PREP haben die geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede in der PISA-Erhebung 2012 im Vergleich zu der PISA-Erhebung 2009 abgenommen. Während bei PISA 2009 die Mädchen gegenüber den Jungen einen Rückstand von einem dreiviertel Schuljahr (36 Punkte auf der PISA-Skala) in Mathematik aufwiesen, liegen sie 2012 nur noch ein gutes halbes Schuljahr (27 Punkte) hinter den Jungen. Ähnlich ist es im EST-PREP: 2009 waren die Jungen den Mädchen in Mathematik über ein halbes Schuljahr voraus (28 Punkte), 2012 hat sich dieser Vorsprung auf fast die Hälfte (16 Punkte) reduziert.

Im Lesen ist der Geschlechtsunterschied bei PISA 2012 am Größten bei den Jugendlichen im EST-PREP, während 2009 die

größten Geschlechtsunterschiede im EST gemessen wurden. Im EST-PREP hat sich der Geschlechtsunterschied im Lesen verdoppelt. Während die Mädchen 2009 den Jungen ungefähr ein halbes Jahr voraus waren (22 Punkte), sind sie den Jungen 2012 in etwa ein ganzes Schuljahr voraus (45 Punkte). Im EST hingegen nehmen die Unterschiede im Lesen zwischen Mädchen und Jungen deutlich ab. Während hier der Unterschied 2009 noch bei 33 Punkten lag (in etwa ein dreiviertel Schuljahr), liegt er 2012 nur noch bei 17 Punkten, also nicht einmal bei einem halben Schuljahr. Im ES sind die Geschlechtsunterschiede 2012 (25 Punkte) vergleichbar zu 2009 (23 Punkte). Die Mädchen des ES haben demnach ein halbes Jahr Vorsprung auf die Jungen.

In den Naturwissenschaften verhält sich die Entwicklung der Geschlechtsunterschiede ähnlich wie in Mathematik. Die Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen haben sowohl im EST-PREP als auch im ES abgenommen. War 2009 im EST-PREP noch ein Geschlechtsunterschied von 16 Punkten zu gunsten der Jungen festzustellen, ist dieser 2012 auf nur noch 3 Punkte geschrumpft. Im ES sind die Jungen nach wie vor den Mädchen voraus, jedoch sinkt dieser Vorteil von 23 auf 18 Punkte. Im EST hingegen hat sich der Unterschied zwischen Mädchen und Jungen seit 2009 verdoppelt (von 14 auf 29 Punkte auf der PISA-Skala).



Abbildung 10: Geschlechtsunterschiede in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften getrennt nach Schulformen. EST-PREP: Enseignement Secondaire Technique Régime Préparatoire. EST: Enseignement Secondaire Technique. ES: Enseignement Secondaire. (Werte unter Null: Mädchen erzielen im Mittel bessere Leistungen als Junge; Werte über Null: Jungen erzielen im Mittel bessere Leistungen als Mädchen)

3.2.5 Zusammenfassende Schlussfolgerung

Im Folgenden rekapitulieren wir die wichtigsten Befunde zu den Unterschieden zwischen Mädchen und Jungen welche im Rahmen von PISA 2012 für die luxemburgischen Regelschulen gefunden wurden.

- In Mathematik schneiden die Jungen besser ab als die Mädchen und dies über das gesamte Leistungsspektrum hinweg. Im internationalen Vergleich ist Luxemburg sogar das Land mit den höchsten Geschlechtsunterschieden. Dieser Unterschied bekräftigt den ähnlichen Befund der PISA 2009-Daten.
- Im Lesen schneiden die Mädchen deutlich besser ab als die Jungen. Im internationalen Vergleich zählt Luxemburg allerdings zu den Ländern mit den geringsten Geschlechtsunterschieden im Lesen. Im Vergleich zu der PISA-Erhebung von 2009 hat sich die Leistungslücke zwischen Mädchen und Jungen verkleinert, die Leseleistung der Jungen hat sich in PISA 2012 beträchtlich gesteigert.
- In den Naturwissenschaften ist der Leistungsunterschied zwischen Mädchen und Jungen geringer als in Mathematik und im Lesen; es bleibt allerdings die Feststellung, dass die Jungen den Mädchen im Durchschnitt voraus sind. Im internationalen Vergleich zählt dieser Unterschied sogar zu den größten beobachteten Geschlechtsunterschieden. Im Vergleich zu PISA 2009 ist der Vorteil der Jungen gegenüber den Mädchen ausgeprägter.
- Der Leistungsvorsprung der Jungen tritt in allen Teilkompetenzen der Mathematik auf. Einen besonders großen Vorsprung gegenüber den Mädchen haben die Jungen in der transversalen Teilkompetenz des Formulierens und in der inhaltsspezifischen Teilkompetenz Raum und Form.
- Geschlechtsspezifische Unterschiede gibt es in allen erho-benen Kompetenzen über das gesamte Leistungsspektrum. So schneiden sowohl bei den leistungsstarken wie auch den leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern die Jungen in Mathematik und in den Naturwissenschaften besser ab als die Mädchen, während im Lesen die Mädchen höhere Punktzahlen erzielen.
- Weiterhin verfügen die Jungen über ein höheres mathematisches Selbstkonzept als Mädchen und verspüren wesentlich weniger Angst in Mathematik. Überdies scheinen die Jungen sich mehr für Mathematik zu interessieren.
- Im Allgemeinen kommen Mädchen in ihrer Bildungslaufbahn schneller voran. Jungen wiederholen im Durchschnitt in der Grundschule öfters eine Klasse als Mädchen. Darüber hinaus sind Jungen im EST-PREP in der Überzahl und Mädchen sind im ES in der Überzahl.
- In Bezug auf die unterschiedlichen Schulformen sind die größten Geschlechtsunterschiede in Mathematik und den Naturwissenschaften zugunsten der Jungen im EST zu verzeichnen. Im Lesen sind die Geschlechtsunterschiede zugunsten der Mädchen am größten im EST-PREP.

Wodurch können diese Geschlechtsunterschiede in Mathematik entstehen? Geschlechtsunterschiede sind nichts Außergewöhnliches, sie werden häufig beobachtet. Jedoch ist es wichtig zu bemerken, dass Geschlechtsdifferenzen nicht in allen teilnehmenden Ländern vorhanden sind (z. B. Litauen und Montenegro, siehe Abbildung 1), und dass sie in der Mathematik in einigen Ländern nicht wie in Luxemburg zugunsten der Jungen, sondern zugunsten der Mädchen ausfallen (z. B. in Island). Ein rein biologischer Erklärungsansatz reicht also nicht aus, um den in Luxemburg in der PISA 2012-Studie beobachteten Leistungsvorteil der Jungen in Mathematik zu erklären (Else-Quest, Hyde, & Linn, 2010).

Ein wichtiger Unterschied zwischen Mädchen und Jungen in den PISA-Daten von 2012 ist, dass deutlich mehr Jungen angeben sich für Mathematik zu interessieren als Mädchen. Interesse für Mathematik hängt zudem eng mit Motivation und Selbstkonzept zusammen (Budde, 2009). Ferner wurde gezeigt, dass sich Mädchen leichter von den Einschätzungen Außenstehender (z. B. von Lehrkräften, Eltern und auch gesellschaftlichen Erwartungen) beeinflussen lassen um dem weiblichen Stereotyp zu entsprechen (Dar-Nimrod, & Heine, 2006; Kerger, Martin, & Brunner, 2011). In einer wissenschaftlichen Studie konnten Geschlechtsunterschiede reduziert werden, indem Mädchen darüber in Kenntnis gesetzt wurden, dass es keine biologischen Ursachen für geschlechtsspezifische Leistungsunterschiede in Mathematik gibt. Weitere Studien (Budde, 2009; Kerger, et al., 2011) haben gezeigt, dass man das Interesse von Mädchen an wissenschaftlichen Fächern fördern kann, indem man Themen anspricht die als feminin eingestuft werden. Dementsprechend interessieren sich Mädchen eher für soziale und umweltbezogene Aspekte, wobei Jungen sich eher für Technik und Mechanik interessieren. Man kann daraus ableiten, dass ein geschlechtsgerechter mathematischer und naturwissenschaftlicher Unterricht, der sowohl auf die Interessen der Mädchen als auch auf diejenigen der Jungen eingeht, Geschlechtsunterschiede reduzieren könnte. So ist zum Beispiel der Leistungsvorsprung der Jungen in der Teilkompetenz Raum und Form kompatibel mit dem öfters berichteten Vorteil der Jungen im räumlichen Denken (Budde, 2009). Die Entwicklung von räumlich-mathematischem Denken wird besonders durch Konstruktionsspiele (z. B. Bausteine) sowie auch Computerspiele mit einer starken räumlichen Komponente gefördert, Spiele, die traditionell öfters von Jungen bevorzugt werden (Saccuzzo, Craig, Johnson, & Larsson, 1996). Zusätzlich könnte eine „Entdramatisierung von Geschlecht“ in naturwissenschaftlichen Fächern einer Klischeebildung und den daraus folgenden Geschlechtsdifferenzen entgegenwirken.

Zudem konnten auch Geschlechtsunterschiede in Selbstkonzept und Angst im Fach Mathematik beobachtet werden. Dies unterstreicht die komplexen Verbindungen zwischen Einstellungen zur Mathematik und mathematischen Leistungen. Mädchen haben ein deutlich schlechteres mathematisches Selbstkonzept und haben mehr Angst vor Mathematik als Jungen. Zusätzlich sind mathematisches Selbstkonzept sowie Angst mit den mathematischen Leistungen in PISA 2012 verbunden: höhere Angstwerte und ein geringeres mathematisches Selbstkonzept hängen mit schlechteren Leistungen in den Mathematiktests zusammen. In dem Sinn könnte ein geschlechts-

gerechterer Unterricht Mädchen wie Jungen dazu anleiten, ihre persönlichen Interessen einzubringen und Lösungswege zu formulieren. Hiermit könnte man das Selbstvertrauen der Mädchen fördern und ihnen gezielt die Angst vor Mathematik und dem Problemlösen nehmen. Mädchen mit schwächerem sozioökonomischem Hintergrund leiden besonders stark unter Angst vor Mathematik. Dies wirkt sich mitunter negativ auf ihre mathematischen Leistungen aus.

Obwohl Luxemburg im internationalen Vergleich große Geschlechtsunterschiede in Mathematik aufweist, erklärt die Geschlechtszugehörigkeit nur einen Teil der unterschiedlichen Schülerleistungen in Mathematik. Die sozioökonomische Gruppenzugehörigkeit (siehe Kapitel 3.1.2) hat einen großen Einfluss auf die individuellen mathematischen Leistungen. So erreichen Mädchen aus sozioökonomisch begünstigten Familien 524 Punkte in Mathematik, wobei Mädchen aus sozioökonomisch benachteiligten Familien nur 422 Punkte erreichen. Dieser Rückstand auf sozioökonomisch begünstigte Mädchen entspricht also 102 Punkten, was einem Lernzuwachs von zwei Schuljahren entspricht. Die Jungen mit einem begünstigten sozioökonomischen Hintergrund erzielten im Mittel 544 Punkte, Jungen mit einem benachteiligten sozioökonomischen Hintergrund nur 456 Punkte. Demzufolge ist der Geschlechtsunterschied in Mathematik in der sozioökonomisch benachteiligten Gruppe mit 34 Punkten (ein dreiviertel Schuljahr) größer als in der sozioökonomisch begünstigten Gruppe (20 Punkte, knapp ein halbes Schuljahr). Dass Mädchen in Mathematik schlechter abschneiden als Jungen ist also durchaus kein absoluter Befund, so schneiden beispielsweise Mädchen aus sozioökonomisch begünstigten Familien um 68 Punkte (in etwa anderthalb Schuljahre) besser ab als Jungen aus sozioökonomisch benachteiligten Verhältnissen.

Zusammenfassend ist also zu bemerken, dass das Geschlecht eine Rolle in der Erklärung von individuellen Leistungsunterschieden spielt und dass diese Geschlechtsdifferenzen reduziert werden könnten und sollten (z. B. durch geschlechtsgerechteren Unterricht in Mathematik und den Naturwissenschaften). Jedoch haben wir festgestellt, dass mit 15 Jahren Mädchen in der Regel eine erfolgreichere Schullaufbahn aufweisen als Jungen. Außerdem gibt es andere Faktoren (z. B. den sozioökonomischen Status), die größere Leistungsunterschiede hervorufen und denen dementsprechend in Zukunft ebenfalls mehr Beachtung geschenkt werden sollte, um die Bildungschancen aller Schülerinnen und Schüler zu verbessern.

Literaturverzeichnis

Budde, J. (2009). *Mathematikunterricht und Geschlecht. Empirische Ergebnisse und pädagogische Ansätze*. Bonn & Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Dar-Nimrod, I., & Heine, S. J. (2006, October 20). *Exposure to scientific theories affects women's math performance*. *Science*, 314, 435. doi: 10.1126/science.1131100

Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). *Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis*. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103–127.

Kerger, S., Martin, R., & Brunner, M. (2011). *How can we enhance girls' interest in scientific topics?* *British Journal of Educational Psychology*, 81, 606-628. doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02019.x

Saccuzzo, D. P., Craig, A. S., Johnson, N. E., & Larson, G. E. (1996). *Gender differences in dynamic spatial abilities*. *Personality and Individual Differences*, 21, 599-607

Autoren:
Ulrich Keller, Philipp Sonnleitner, Denise Villányi, Antoine Fischbach,
Dalia Lorphelin, Sonja Ugen, Bettina Böhm, Romain Martin

3.3

Unterschiede zwischen Schulformen und das Pilotprojekt PROCI

Zusammenfassung:

Zwischen Schülerinnen und Schülern der unterschiedlichen Bildungsgänge des luxemburgischen Schulsystems bestehen erhebliche Unterschiede sowohl hinsichtlich der erzielten Leistung in den PISA-Tests wie auch hinsichtlich soziodemographischer Merkmale, wobei sich durchgehend eine Rangreihe ES – EST – EST-Régime Préparatoire zeigt. Bezüglich aller erfassten Kompetenzen sind die Unterschiede zwischen den Schulformen sehr deutlich ausgeprägt: mit 99 bis 235 Punkten entsprechen sie in etwa dem Effekt von zwei bis fünf Schuljahren. Für das Pilotprojekt PROCI bestätigen sich die Ergebnisse aus vorherigen Studien: auch unter Berücksichtigung ihres soziodemographischen Hintergrundes erzielen die Jugendlichen im Projekt etwas bessere Leistungen bei verringerter Häufigkeit von Klassenwiederholungen.

Résumé :

Il existe des différences importantes entre les élèves des différentes filières du système scolaire luxembourgeois, aussi bien dans les performances réalisées lors des épreuves PISA que dans leurs caractéristiques socio-démographiques. Cependant, nous pouvons y observer toujours l'ordre hiérarchique suivant : ES – EST – EST-Régime Préparatoire. Les différences entre les filières d'enseignement sont très prononcées pour toutes les compétences analysées. Avec un écart de 99 à 235 points, elles correspondent à un écart de 2 à 5 années scolaires. Concernant le projet-pilote PROCI, les résultats des études précédentes sont confirmés : même en tenant compte de l'arrière-fond socio-démographique des élèves, nous observons des performances légèrement meilleures et des redoublements moins fréquents dans la population PROCI.

3.3.1 Unterschiede zwischen den Schulformen

Die Sekundarstufe des Luxemburger Schulsystems wird im Allgemeinen unterteilt in das sogenannte Enseignement Secondaire (ES) und das Enseignement Secondaire Technique (EST). Obwohl das Régime Préparatoire offiziell zum EST gezählt wird, hat es sich in den vorangegangenen PISA-Erhebungen als sinnvoll erwiesen, die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler des Régime Préparatoire (EST-PREP) getrennt von denjenigen der restlichen EST-Schülerschaft zu betrachten, da sich hiermit ein wesentlich differenzierteres Bild der Ergebnisse zeichnen lässt.

Welche Unterschiede sind nun zwischen Schülerinnen und Schülern festzustellen, die unterschiedliche Schulformen im Luxemburger Schulwesen besuchen? Diese Frage, der in diesem Abschnitt differenzierter nachgegangen werden soll, bezieht sich einerseits auf die Unterschiede in den PISA-Leistungsmaßen, andererseits auf die wahrgenommene Unterrichtsqualität und motivational-affektive Indikatoren, wie z. B. Selbstkonzept oder Interesse im Schwerpunktfach Mathematik (siehe auch Kapitel 1.4.3). Diese sind von zentralem Interesse und werden in diesem Kapitel im Hinblick auf die Unterschiede zwischen verschiedenen Schulformen beleuchtet.

Bevor wir jedoch auf die allgemeinen Unterschiede in den Ergebnissen eingehen, ist hervorzuheben, dass die Jugendlichen aus den drei Schulformen sich nicht alleine darin unterscheiden, dass sie unterschiedliche Schulformen besuchen. Die Schülerschaft der drei Schulformen kann sich durchaus auch in anderen Bereichen unterscheiden, wie etwa in der Zusammensetzung der Gruppen in Bezug auf den Migrationshintergrund der Schülerinnen und Schüler, ihren sozioökonomischen Status, oder hinsichtlich der Bildungslaufbahn der Jugendlichen. Um zu gewährleisten, dass wir zu aussagekräftigen Ergebnissen gelangen, müssen diese potentiellen Unterschiede in der Zusammensetzung der drei Gruppen – ES, EST, EST-PREP – mit berücksichtigt werden. Aus diesem Grund werden wir zunächst auf derartige Unterschiede eingehen.

Anschließend werden die Ergebnisse aus den Befragungen zu Lernmotivation und Unterrichtsqualität in Mathematik dargestellt, gefolgt von den Befunden zu den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler.

3.3.1.1 Migrationshintergrund und soziale Stellung

Zunächst ist festzustellen, dass sich die Jugendlichen in den drei Schulformen Enseignement Secondaire, Enseignement Secondaire Technique und Régime Préparatoire hinsichtlich ihrer Herkunft stark unterscheiden (siehe auch Kapitel 3.1). Wie aus Abbildung 1 (links) ersichtlich, ist der Prozentsatz an 15-Jährigen mit Migrationshintergrund im ES am geringsten (26 %); im EST-PREP ist er hingegen mit 65 % am stärksten ausgeprägt. Die Verhältnisse sind entsprechend umgekehrt bezüglich der

Ähnlich deutlich fallen die Unterschiede im sozioökonomischen Status der Jugendlichen aus. Wie schon im Kapitel 3.1 dargelegt, wird der Indikator des sozialen Status der Schülerinnen und Schüler aufgrund der beruflichen Stellung der Eltern sowie weiterer Kriterien wie Wohlstand und kulturellem Besitz der Herkunftsfamilie festgelegt.

Wie Abbildung 1 (rechts) veranschaulicht, fallen 45 % der Jugendlichen des ES in die Kategorie der sozioökonomisch begünstigten Schülerinnen und Schüler. Im EST ist dieser Prozent-

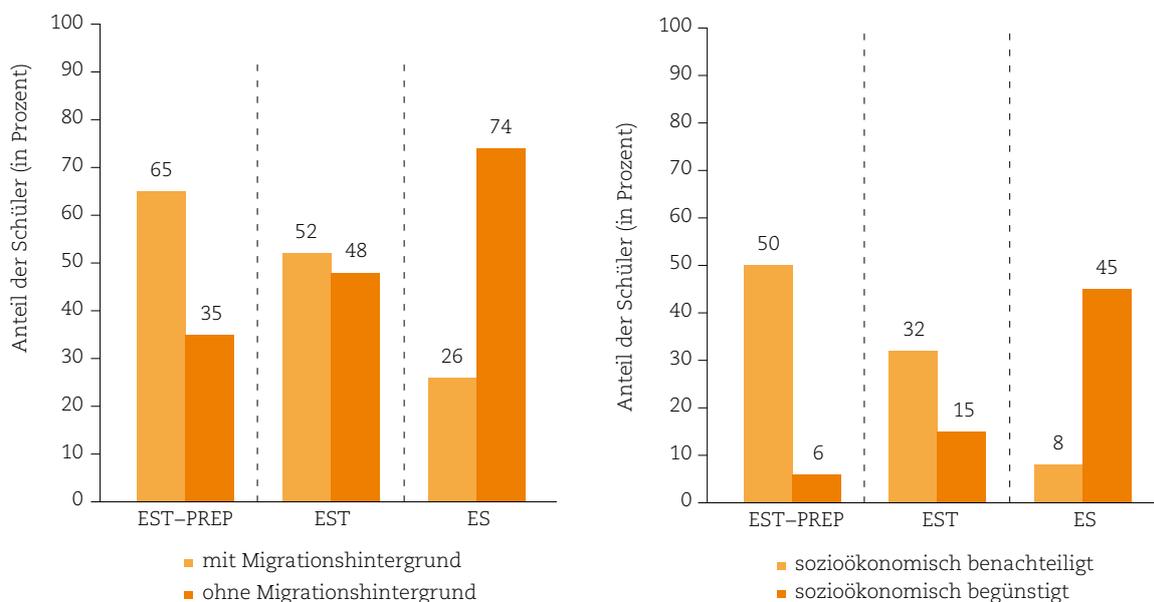


Abbildung 1: Migrationshintergrund (links) und sozioökonomischer Status (rechts) der in der PISA-Studie getesteten 15-Jährigen nach Schulformen.

Jugendlichen ohne Migrationshintergrund: diese sind mit 35 % am wenigsten im EST-PREP vertreten, etwas stärker im EST (48 %), und am stärksten im ES (74 %). Im Vergleich zur letzten PISA-Erhebung 2009 hat sich nichts an dieser Rangreihe der Schulformen geändert. Der Prozentsatz der Jugendlichen mit Migrationshintergrund hat im ES wie im EST-PREP jedoch leicht zugenommen.

satz mit 15 % wesentlich geringer ausgeprägt; noch weniger sind es im EST-PREP (6 %). Dafür befinden sich in letzterem auffällig viele 15-Jährige, die aus einem sozioökonomisch benachteiligten Umfeld kommen (50 %). Die Ergebnisse aus PISA 2009 zeichnen ein ähnliches Bild; ein direkter Vergleich ist allerdings nicht möglich, da die Indikatoren in diesem Bereich für PISA 2012 leicht abgeändert wurden (siehe Kapitel 1.4.3).

Aus der Bildungsforschung ist bekannt, dass der sozioökonomische Status von Schülerinnen und Schülern eng mit ihren schulischen Leistungen zusammenhängt. Aus diesem Grund wurde der soziale Hintergrund der Teilnehmerinnen und Teilnehmer von PISA über die berufliche Stellung der Eltern hinaus differenziert erfasst: miterhoben wurde der allgemeine familiäre Wohlstand (z. B. Fernseher, Autos, Badezimmer), das Vorhandensein verschiedener bildungsrelevanter Ressourcen (z. B. Taschenrechner, ruhiger Arbeitsplatz, Wörterbuch) sowie der Besitz von Kulturgütern (z. B. klassische Literatur, Gedichtbände, Kunstwerke).

gangenen Kapiteln – mittels der sogenannten Effektstärke dargestellt. Wie zunächst aus der Abbildung ersichtlich wird, ist der durchschnittliche sozioökonomische Status der Schülerinnen und Schüler des ES stets höher, derjenige der EST-PREP-Jugendlichen stets geringer als im EST. Die stärkste, und mit einer Effektstärke von 0.80 als groß zu bezeichnende Differenz zwischen ES- und EST-Jugendlichen finden wir für den beruflichen Status der Eltern: die Eltern von Schülerinnen und Schülern, die das ES besuchen, haben also im Allgemeinen eine wesentlich bessere berufliche Stellung als die Eltern der Jugendlichen aus dem EST. Mit einem standardisierten Mittel-

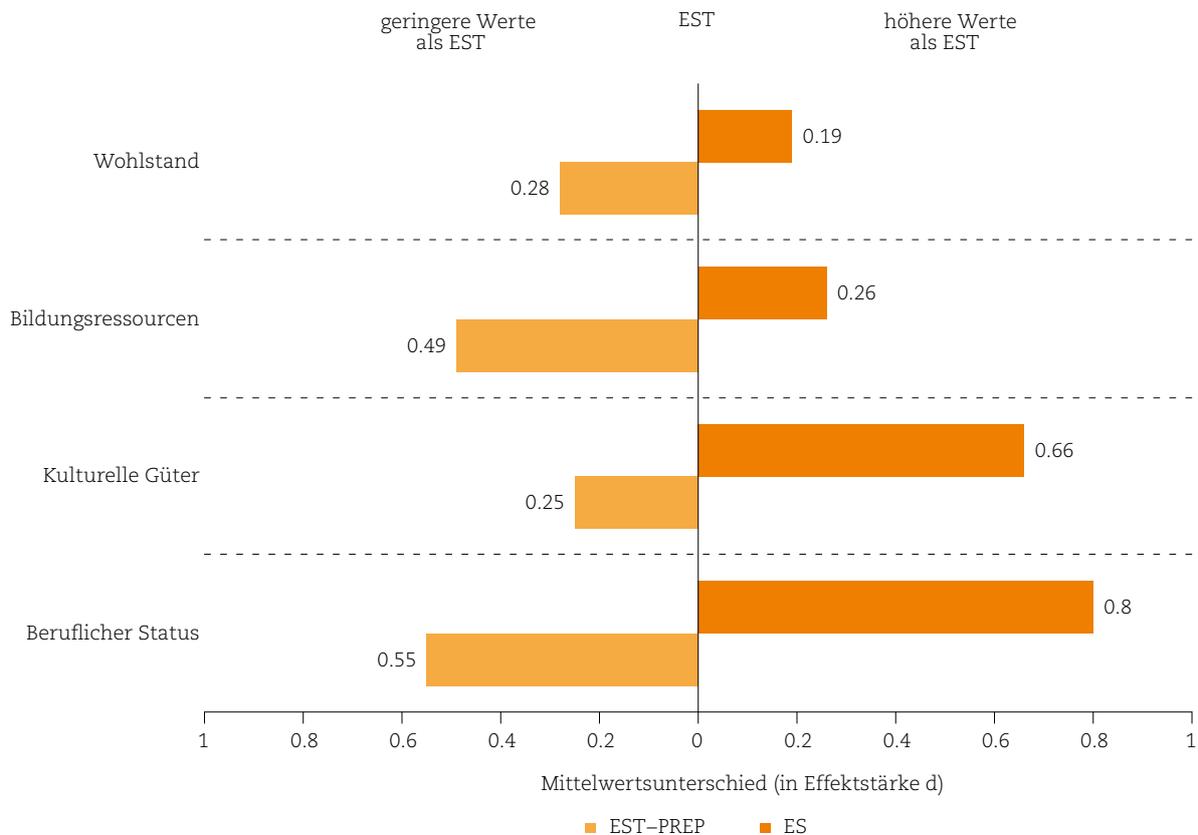


Abbildung 2: Unterschiede zwischen den Schulformen hinsichtlich vier in der PISA-Studie verwendeter Indikatoren des sozioökonomischen Status. Die Bezugsgruppe ist das EST; die Balken zeigen die standardisierten Mittelwertsunterschiede (Effektstärken) zwischen ES bzw. EST-PREP und EST. Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

Unterschiede zwischen den Schulformen bezüglich dieser drei Indikatoren zeigt Abbildung 2, zudem sind auch Unterschiede im beruflichen Status der Eltern dargestellt. Abgebildet ist der Unterschied des jeweiligen Indikators für den sozioökonomischen Status eines ES-Jugendlichen, bzw. eines EST-PREP-Jugendlichen im Vergleich zu einem durchschnittlichen Jugendlichen, der das EST besucht. Die Null-Linie entspricht diesem durchschnittlichen EST-Jugendlichen. Abweichungen von dieser Linie bedeuten demnach, dass die jeweiligen Schülerinnen und Schüler geringere oder höhere Werte auf dem jeweiligen Indikator aufweisen als der durchschnittliche EST-Jugendliche. Um die Unterschiede für die einzelnen Indikatoren vergleichbar zu machen, werden sie – ähnlich wie schon in vorange-

wertsunterschied von 0.66 ebenfalls noch bedeutsam ist der Unterschied bezüglich des Besitzes von kulturellen Gütern. Davon abgesehen sind nur geringe Unterschiede bezüglich des materiellen Besitzes festzustellen.

Beim Vergleich der EST-PREP-Schülerschaft mit der des EST werden vor allem zwei Aspekte augenfällig. Schülerinnen und Schüler des EST-PREP geben an, geringere Bildungsressourcen zur Verfügung zu haben; zudem weisen ihre Eltern einen geringeren beruflichen Status auf. Ein Vergleich zu vorherigen PISA-Zyklen ist aufgrund einer Änderung der Indikatoren nicht sinnvoll möglich (siehe auch Kapitel 1.4.3).

3.3.1.2 Die schulische Laufbahn der 15-Jährigen

Neben den Unterschieden hinsichtlich des Migrationshintergrundes und des sozioökonomischen Status ist auch von Interesse, inwiefern sich die schulische Laufbahn der Schülerinnen und Schüler in Abhängigkeit von der besuchten Schulform unterscheidet. Hierunter fällt die Frage, wie viele Jugendliche in den jeweiligen Schulformen schon einmal oder häufiger eine Klasse wiederholen mussten.

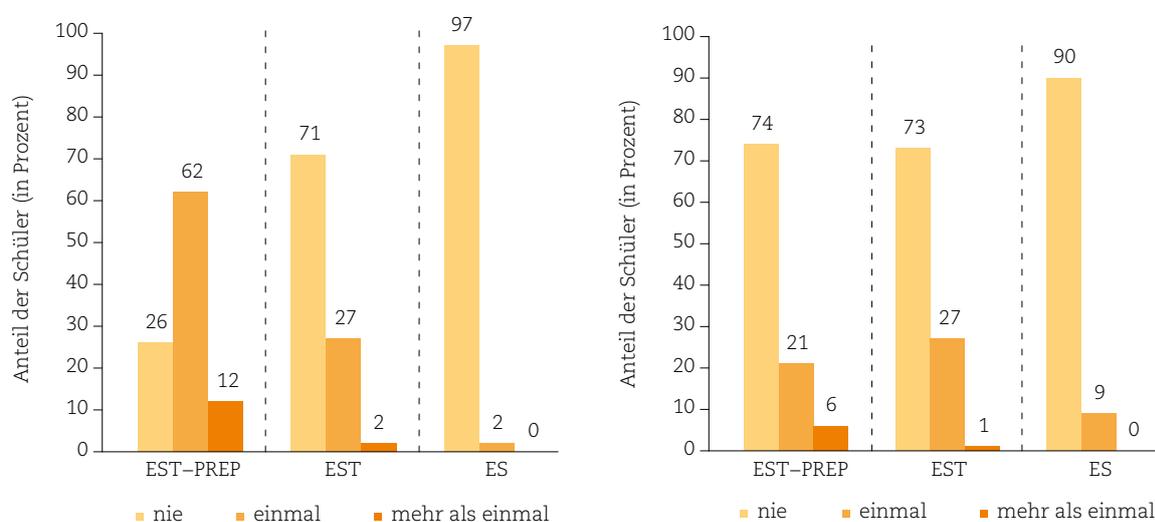


Abbildung 3: Häufigkeit von Klassenwiederholung nach Schulformen, in der Grundschule (links) und der Sekundarstufe (rechts).

Aus dem nationalen Bildungsmonitoring, den sogenannten Épreuves Standardisées (ÉpStan; EMACS, 2012), ist bekannt, dass der Anteil von Drittklässlern (Schülerinnen und Schülern des Zyklus 3.1) mit verzögerter Schullaufbahn bereits 20 % beträgt. Die Wahrscheinlichkeit, in eine weniger leistungsstarke Schulform orientiert zu werden, ist für diese Kinder größer als für Schülerinnen und Schüler, die in der Grundschule nicht wiederholt haben (s. Burton & Martin, 2008). In der 9. Klasse (V^e/9^e) steigt der Prozentsatz von Jugendlichen mit verzögerter Schullaufbahn schließlich auf ganze 48 % an (EMACS, 2012).

Zudem ist schon wiederholt darauf hingewiesen worden, dass der Anteil von Klassenwiederholern im Enseignement Secondaire Technique und im Régime Préparatoire größer ist als im Enseignement Secondaire (SCRIPT & EMACS, 2010; s. a. SCRIPT, 2006). Wie auch schon bei PISA 2009, finden wir diese Verteilungsmuster in den PISA 2012-Daten wieder (siehe Abbildung 3): Während 97 % der Schülerinnen und Schüler des ES angeben, kein einziges Mal in der Grundschule eine Klasse wiederholt zu haben, sind es nur 71 % der Jugendlichen aus dem EST und 26 % aus dem EST-PREP. Demgegenüber

liegt der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die mindestens ein Jahr in der Grundschulzeit wiederholt haben, bei 29 % im EST und bei 74 % im EST-PREP. Weniger ausgeprägt scheinen zunächst die Unterschiede bezüglich der Klassenwiederholung in der Sekundarstufe: während rund 9 % der Schülerinnen und Schüler des ES angeben, mindestens einmal in der Sekundarstufe eine Klasse wiederholt zu haben, sind es 28 % im EST und 27 % im EST-PREP.

In Bezug auf diesen letzten Prozentsatz ist jedoch darauf hinzuweisen, dass für die PISA-Daten des EST-PREP nur die Angaben der 15-Jährigen aus der 9. Klasse (9^e) vorliegen und somit der Prozentsatz an Klassenwiederholern in der Sekundarstufe für EST-PREP-Schülerinnen und Schüler wahrscheinlich deutlich unterschätzt wird.

Vor allem an dieser im internationalen Vergleich sehr großen Häufigkeit von Klassenwiederholungen dürfte es liegen, dass sich insgesamt 39 % der in PISA 2012 getesteten Schülerinnen und Schüler auf einer niedrigeren Klassenstufe befinden, als aufgrund ihres Geburtsdatums zu erwarten wäre.

3.3.1.3 Lernmotivation und Unterrichtsqualität in Mathematik

Neben der Erfassung reiner Leistungsmaße in den Bereichen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften wurden, entsprechend der Schwerpunktsetzung in PISA 2012, bei der Erhebung auch Aspekte der Lernmotivation und der Unterrichtsqualität im Bereich Mathematik erfragt. Genauere Erläuterungen hierzu finden sich in Kapitel 1.4.3.

Die Unterschiede zwischen den Angaben der Schülerinnen und Schüler aus den drei Schulformen sind in Abbildung 4 wiedergegeben. Ähnlich wie in vorherigen Abbildungen sind auch hier die Unterschiede des ES und des EST-PREP im Vergleich zu einem durchschnittlichen Wert eines EST-Jugendlichen wiedergegeben: je größer der Balken, desto ausgeprägter also der Unterschied zwischen den Schulformen.

Betrachten wir die Unterschiede in den Effektstärken, so fällt auf, dass sich die Schülerschaft der drei Schulformen nur gering im Hinblick auf die Lernmotivation sowie die wahrgenommene Unterrichtsqualität unterscheidet. Im Vergleich mit

den EST-Jugendlichen zeigen die EST-PREP-Schülerinnen und Schüler ein leicht größeres Interesse für Mathematik, sie erfahren mehr kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht und fühlen sich mehr von ihrer Mathematiklehrkraft unterstützt. Diese Ergebnisse lassen sich einerseits mit der Veränderung der Bezugsgruppen für die EST-PREP-Schülerinnen und Schüler beim Übergang von der Grundschule zur Sekundarstufe erklären, andererseits mit einer wohl besseren Anpassung des Kurrikulums im EST-PREP an die tatsächlichen Kompetenzen der Schülerschaft. Waren diese Jugendlichen ihren Klassenkameraden in der Grundschule in den schulelevanten Fähigkeiten und Fertigkeiten tendenziell unterlegen, so liegen die Leistungsunterschiede zwischen den EST-PREP-Schülerinnen und Schülern weniger weit auseinander und ihr Können erfährt möglicherweise eine größere Wertschätzung.

Betrachten wir die Schülerinnen und Schüler des ES, fällt auf, dass diese weniger Angst vor dem Mathematikunterricht haben als die EST-Schülerinnen und Schüler. Umgekehrt berichten Schülerinnen und Schüler des ES von geringerer Lehrerunterstützung im Unterricht als die EST-Jugendlichen.

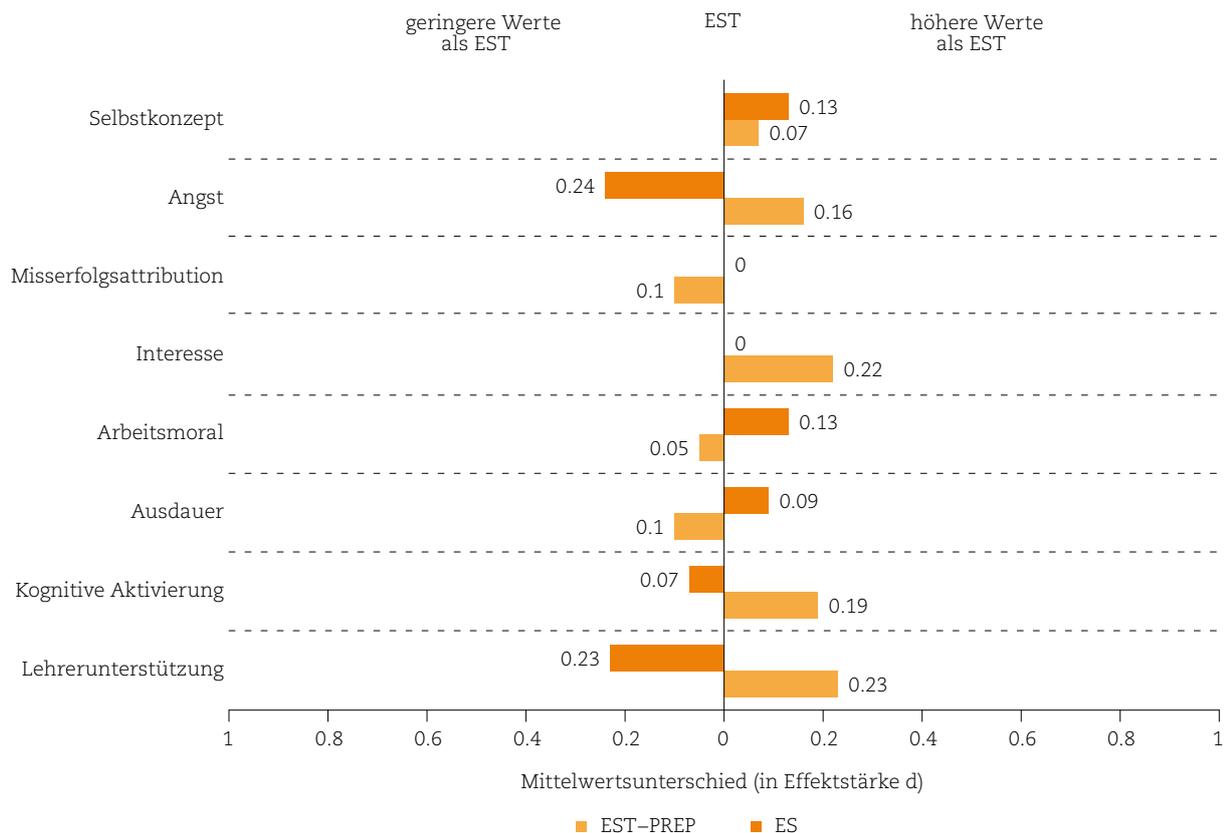


Abbildung 4: Unterschiede zwischen den Schulformen hinsichtlich motivational-affektiver Indikatoren sowie der Unterrichtsqualität. Die Bezugsgruppe ist das EST; die Balken zeigen die standardisierten Mittelwertsunterschiede (Effektstärken) zwischen ES bzw. EST-PREP und EST. Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

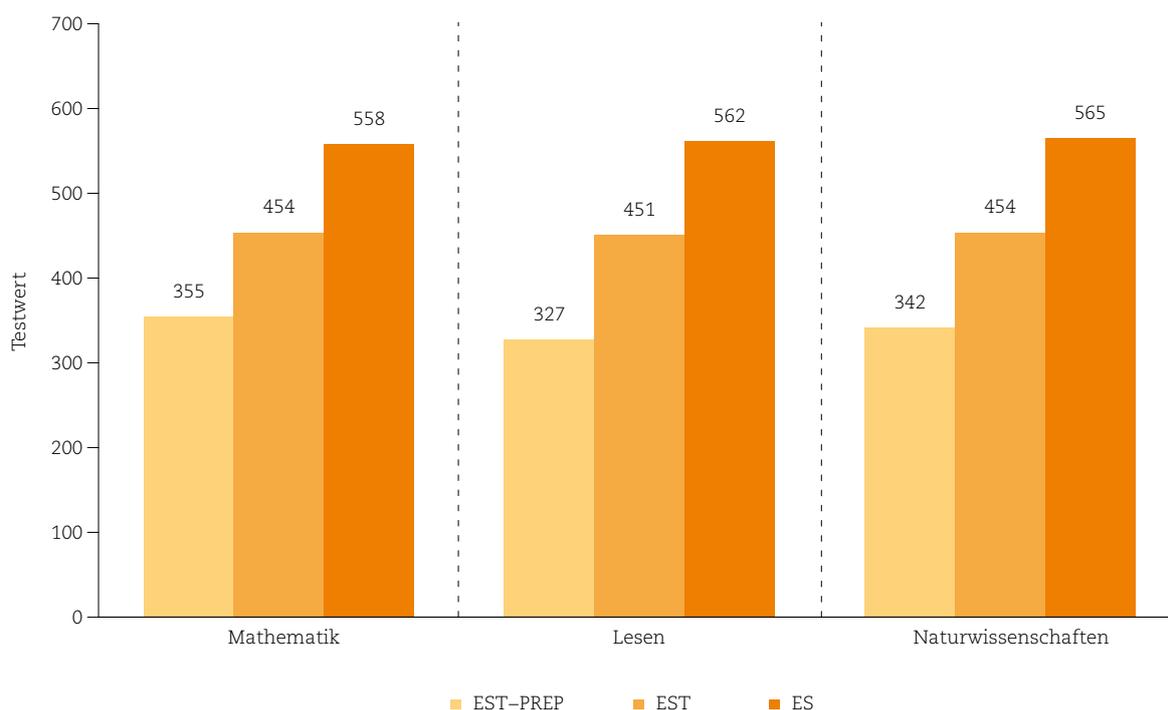


Abbildung 5: Nach Schulformen getrennte Mittelwerte auf den PISA-Skalen Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften.

3.3.1.4 Kompetenzen

In den vorherigen Abschnitten wurde deutlich, dass die Zusammensetzung der Schülerschaft in den drei Bildungsgängen ES, EST und EST-PREP hinsichtlich der Variablen des Migrationshintergrundes, des sozioökonomischen Status und der Bildungslaufbahn stark unterschiedlich ist.

Welche Unterschiede sind nun auf der Ebene der in PISA gemessenen Kompetenzen zwischen den Schulformen feststellbar? Abbildung 5 stellt die Punktwerte dar, die die Schülerinnen und Schüler der drei Schulformen in den Bereichen Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften im Mittel erzielt haben. Die Leistungsunterschiede zwischen den Schulformen sind mit Wertdifferenzen von 99 bis 235 Punkten deutlich ausgeprägt und für die verschiedenen Kompetenzbereiche sowie für alle Vergleiche zwischen Schulformen statistisch bedeutsam. Um sich eine genauere Vorstellung von der Bedeutung dieser Differenzen machen zu können, ist die Überlegung heranzuziehen, dass im Luxemburger Regelschulwesen 48 Punkte auf der PISA-Skala in etwa dem Wissen und den Fertigkeiten entsprechen, die in einem Schuljahr hinzugewonnen werden (s. Abschnitt 3.3.1.5; s. a. SCRIPT & EMACS, 2007, 2010). Überträgt man diese Überlegung auf die hier festgestellten Differenzen, so wird deutlich, dass die Unterschiede zwischen ES und EST bei gut zwei Jahren liegen. Dieser Unterschied ist für den Vergleich zwischen EST und EST-PREP mit über zweieinhalb Jahren noch deutlicher ausgeprägt.

Blieben im Vergleich zu 2009 die Leistungsunterschiede zwischen ES und EST in etwa gleich, sind die jeweiligen Unterschiede zwischen EST und EST-PREP etwas geringer geworden. Dies ist vorwiegend auf ein besseres Abschneiden der EST-PREP Schülerschaft zurückzuführen. Betrachtet man die absoluten Schulformmittelwerte im Vergleich zur PISA-Erhebung im Jahr 2009, tritt in allen Schulformen eine teils deutliche Verbesserung in allen Kompetenzbereichen zutage. Dies gilt besonders im EST-PREP, dessen Schülerinnen und Schüler zwischen 24 Punkten (Mathematik) und 36 Punkten (Lesekompetenz) besser abschneiden als 2009.

In Bezug auf die erhobenen mathematischen Teilkompetenzen (siehe auch Kapitel 1.2.1) ergibt sich das gleiche Bild. Die Rangreihe ES – EST – EST-PREP sowie die statistisch bedeutsamen Lernabstände zwischen diesen Schulformen bleiben bestehen.

In einem scheinbaren Widerspruch zu den durchweg besseren Ergebnissen innerhalb der Schulformen scheint der Befund zu stehen, dass sich die *Gesamtleistung* in Mathematik nicht verbessert hat – sie liegt, wie schon im Jahr 2009, bei 484 Punkten in den luxemburgischen Regelschulen (vgl. Kapitel 2). Der Grund ist, dass die verbesserten Ergebnisse der Schulformen durch eine gegenläufige Entwicklung ausgeglichen werden: es besuchen mehr Jugendliche als 2009 die Schulform EST-PREP mit den im Mittel niedrigsten Leistungen (7.4 % vs. 5.7 %) und weniger Schülerinnen und Schüler als 2009 das ES mit den im Mittel höchsten Leistungen (35.8 % vs. 37.4 %).

3.3.1.5 Kompetenzen nach Klassenstufen

Aufgrund eines unterschiedlichen Einschulungsalters, vor allem jedoch wegen der in Luxemburg sehr häufigen Klassenwiederholungen, besuchen die im Rahmen der PISA-Studie getesteten 15-Jährigen sehr unterschiedliche Klassenstufen. Die Bandbreite reicht von der 7. bis zur 11. Klasse (VII^e/7^e bis III^e/11^e), wobei freilich die weitaus größte Zahl von Jugendlichen die Klassenstufen 8 bis 10 (VI^e/8^e bis IV^e/10^e) besucht. Abbildung 6 zeigt, nach Schulzweigen getrennt, die mittleren Leistungen, die Schülerinnen und Schüler unterschiedlicher Klassenstufen in den drei PISA-Bereichen Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften erzielt haben. Der Vergleich zwischen Klassenstufen kann nicht für die Schülerschaft des Régime Préparatoire angestellt werden, da hier nur Jugendliche der 9. Klasse (9^e) getestet wurden.

Wie Abbildung 6 zeigt, ist der erreichte PISA-Punktwert umso höher, je höher die besuchte Klassenstufe ist: bei gleichem Alter und gleicher Schulform beträgt der allgemeine Leistungsunterschied zwischen zwei Schulklassen zwischen 25 und 72 Punkten. Durchschnittlich schneiden 15-Jährige in Luxemburg je zusätzlicher Klassenstufe um 48 Punkte besser ab; bei PISA 2009 lag dieser Wert bei 43 Punkten (vgl. SCRIPT & EMACS, 2010).

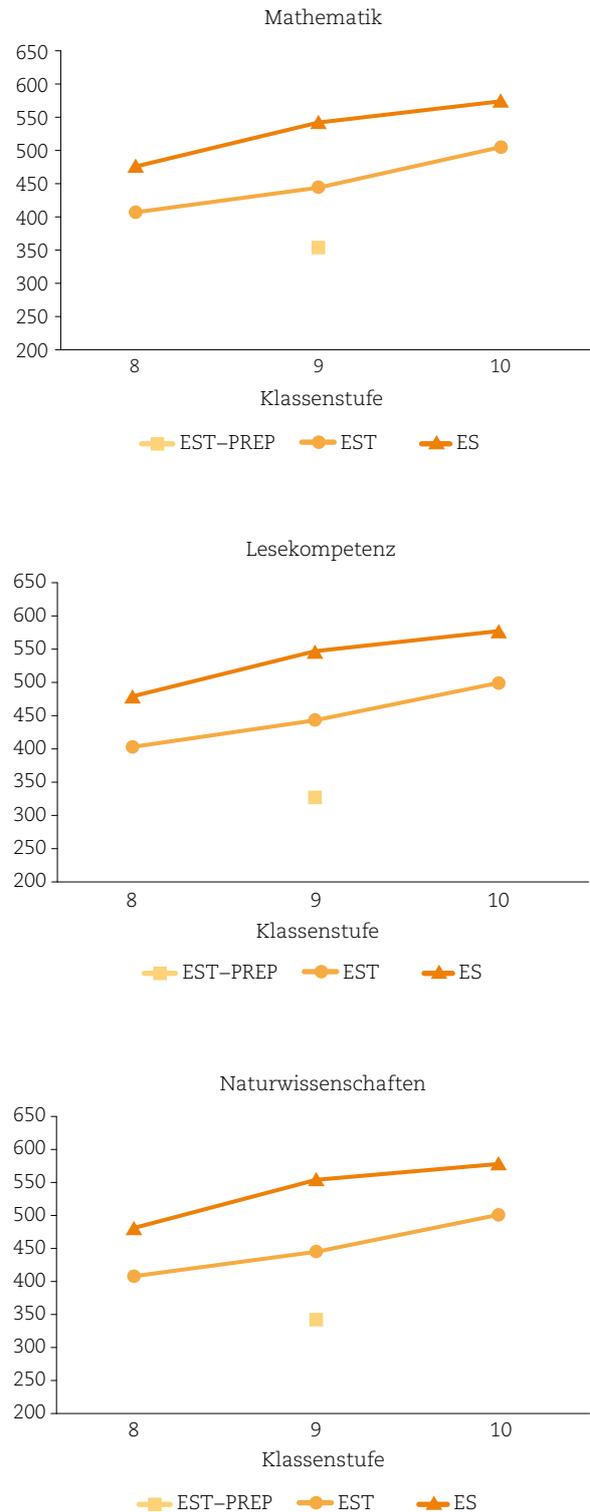


Abbildung 6: Mittlere Leistung in den drei PISA-Bereichen nach Schulform und Klassenstufe.

3.3.2 Das Pilotprojekt PROCI

Derzeit wird in 10 luxemburgischen Sekundarschulen im Rahmen eines Pilotprojekts eine Reformierung der unteren Klassenstufen des EST erprobt. Das Projekt trägt die Kurzbezeichnung PROCI (Projet Pilote Cycle Inférieur) und verdankt seine Existenz nicht zuletzt den ersten PISA-Ergebnissen des Jahres 2000, die zahlreiche Defizite des luxemburgischen Schulsystems aufzeigten. Zu den im Projekt realisierten Neuerungen gehören:

- ein stärker auf Wissensanwendung zielender Unterricht;
- eine durchgehende Betreuung von der 7. bis zur 9. Klasse (7^e bis 9^e) durch ein festes Team von Lehrkräften;
- eine differenziertere Bewertung der Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler, die gezielte Fördermaßnahmen ermöglicht;
- ein Orientierungsverfahren, das deutlicher an den Stärken der Schülerinnen und Schüler ausgerichtet ist.

Mit den genannten Maßnahmen verbindet sich auch die Hoffnung, weniger auf das Instrument der Klassenwiederholung zurückgreifen zu müssen.

PROCI begann mit vier teilnehmenden Schulen im Schuljahr 2003/2004 und wird von einer formativen Evaluation begleitet, die bereits zu Anpassungen z. B. der Lehrpläne geführt hat. Mit dem Schuljahr 2005/2006 hat die erste Kohorte die Unterstufe abgeschlossen, ihre Ergebnisse in der Oberstufe – die nicht mehr Teil des Pilotprojektes ist – sind ermutigend (MENFP, 2007). Angesichts durchwegs positiver Resultate (s. a. SCRIPT & EMACS, 2007, 2010), schlossen sich im Laufe der Zeit sechs weitere Schulen PROCI an.

Wie aus Abbildung 7 (links) ersichtlich, sind in den PROCI-Klassen wesentlich mehr Jungen als Mädchen (63 % vs. 37 %). Vergleichen wir die PROCI- mit den regulären EST-Klassen im Hinblick auf die sozioökonomische Begünstigung bzw. Benachteiligung, können wir in der Zusammenstellung der Schülerschaft nur geringe Unterschiede feststellen. Die Schülerpopulation der PROCI-Klassen scheint sozioökonomisch leicht begünstigt bzw. leicht weniger benachteiligt als die der nicht PROCI-Klassen (siehe Abbildung 7, rechts).

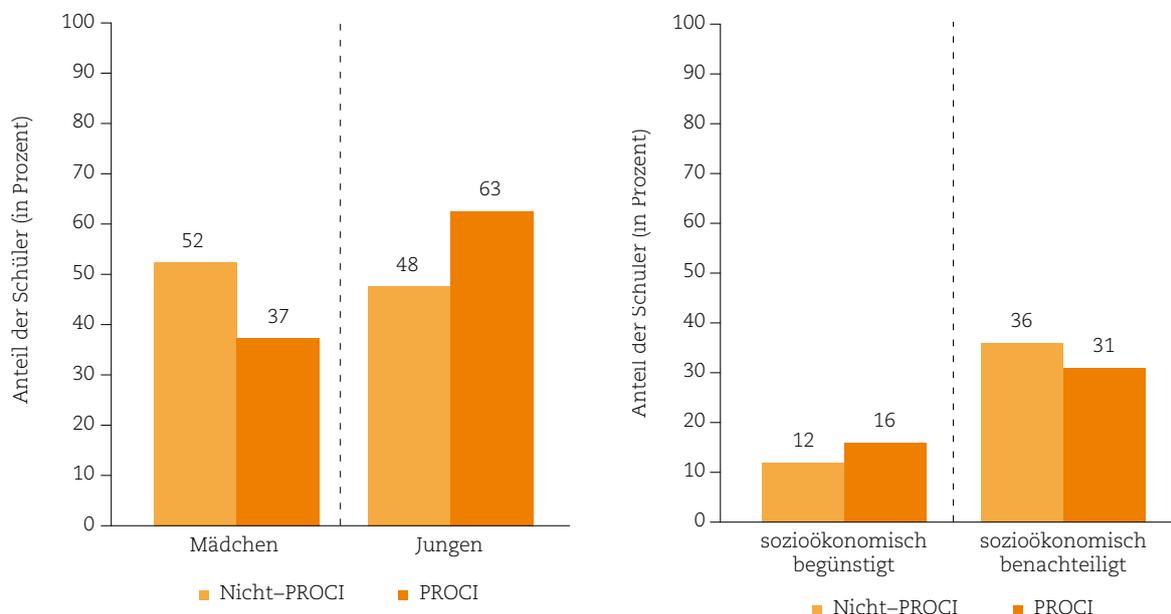


Abbildung 7: Unterschiede zwischen PROCI- und Nicht-PROCI-Schülerschaft bezüglich Geschlecht (links) und sozioökonomischem Status (rechts).

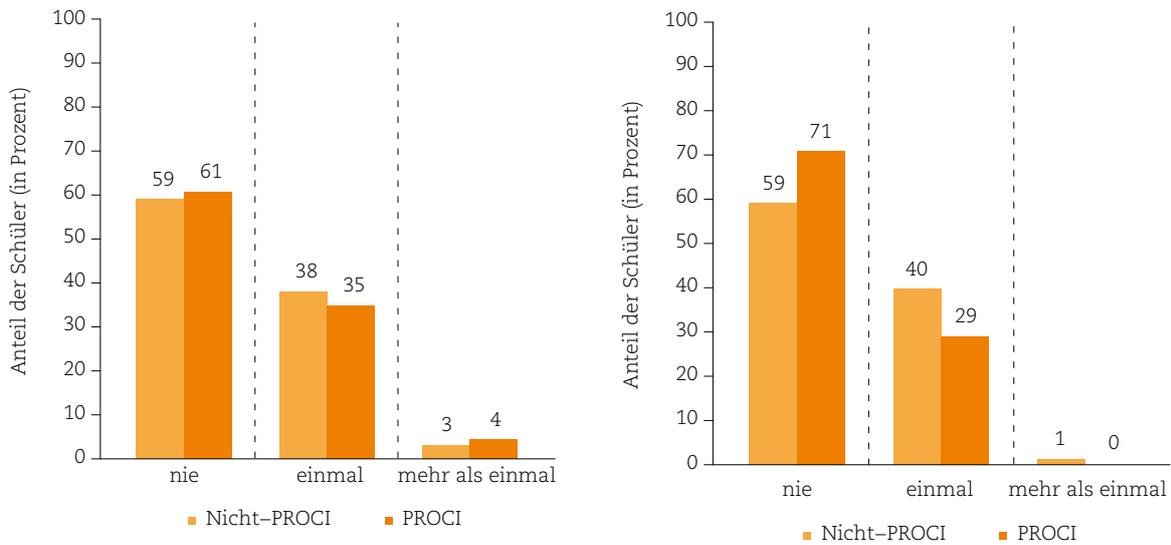


Abbildung 8: Häufigkeit von Klassenwiederholungen von Schülerinnen und Schülern des EST in der Grundschule (links) und in der Sekundarstufe (rechts). Die Häufigkeiten sind getrennt für PROCI- und Nicht-PROCI-Schülerinnen und Schüler dargestellt.

Systematische Unterschiede zwischen PROCI- und Nicht-PROCI-Schülerschaft sind hinsichtlich der Häufigkeit von Klassenwiederholungen nur bezüglich der Sekundarstufe festzustellen. Die rechte Seite von Abbildung 8 zeigt die prozentuale Häufigkeit von Klassenwiederholungen in der Sekundarschule.

Schülerinnen und Schüler, die zum Zeitpunkt der PISA-Testung eine PROCI-Klasse besuchten, hatten zuvor deutlich weniger häufig eine Klasse wiederholt als Schülerinnen und Schüler gewöhnlicher EST-Klassen (29 % vs. 40 %).

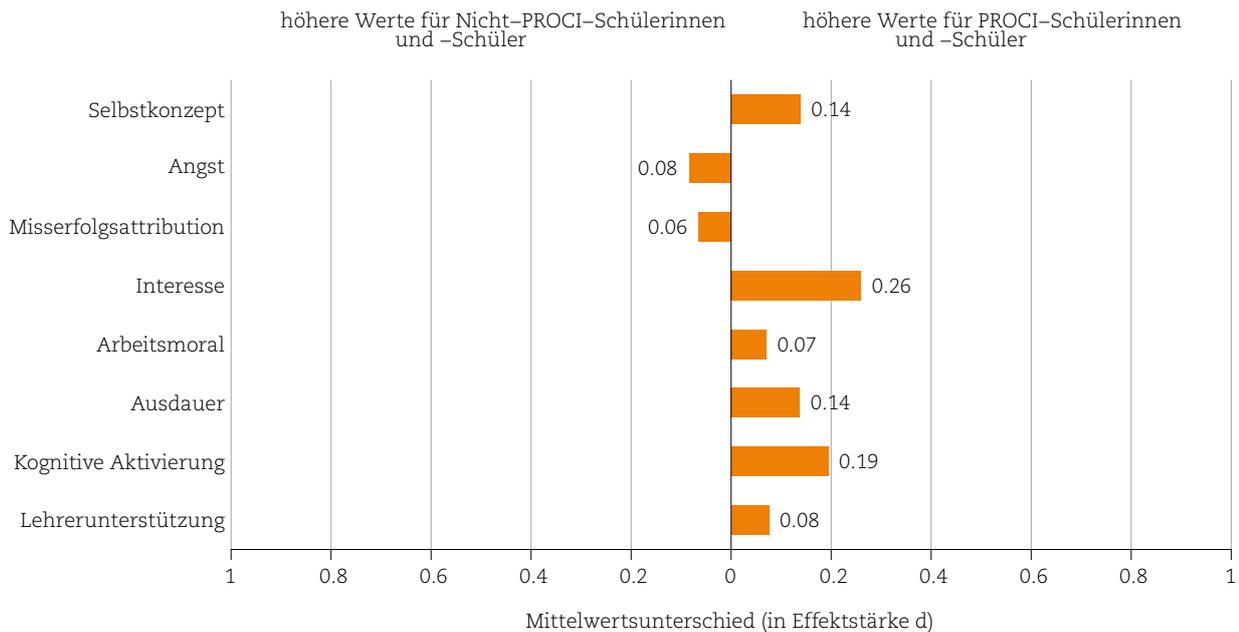


Abbildung 9: Unterschiede zwischen PROCI- und Nicht-PROCI-Schülerinnen und Schülern hinsichtlich motivational-affektiver Indikatoren sowie der Unterrichtsqualität. Die Unterschiede sind als Effektstärken dargestellt. Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

Hinsichtlich der in der PISA-Studie erfassten motivational-affektiven Indikatoren (vgl. Kapitel 1.4.3) bestehen allenfalls geringe Unterschiede zwischen Jugendlichen des PROCI und des regulären EST. Schülerinnen und Schüler in PROCI-Klassen berichten über eine geringfügig höhere kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht und ein etwas größeres Interesse an Mathematik. Allerdings sollte trotz der meist eher geringen Effektstärken darauf hingewiesen werden, dass alle Mittelwertsunterschiede der motivational-affektiven Indikatoren in eine Richtung zeigen, welche auf leicht positive Effekte zugunsten der PROCI-Schülerschaft schließen lassen.

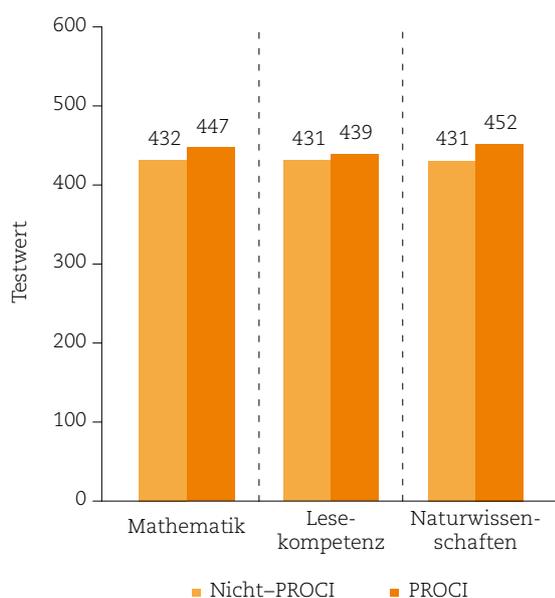


Abbildung 10: Leistungen in Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften von Schülerinnen und Schülern in PROCI-Klassen und im regulären EST (Nicht-PROCI).

Abbildung 10 zeigt, dass in allen drei geprüften Bereichen, Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften, die PROCI-Schülerinnen und Schüler höhere Punktwerte (Brutto-Leistungsunterschiede) erzielen als die Jugendlichen aus den regulären EST-Klassen. Der größte Leistungsunterschied ergibt sich für die Naturwissenschaften (21 Punkte), gefolgt von Mathematik (15 Punkte); der kleinste Unterschied ist in der Lesekompetenz zu verzeichnen (8 Punkte).

Was in diesen Differenzwerten jedoch noch nicht berücksichtigt wurde, sind die Unterschiede zwischen PROCI und regulärem EST hinsichtlich der Zusammensetzung ihrer jeweiligen Schülerschaft. Wie wir festgestellt haben, unterscheidet sich die PROCI-Schülerschaft von der des übrigen EST vor allem bezüglich der Geschlechterverteilung. Zudem fanden sich geringfügige Unterschiede hinsichtlich des sozioökonomischen Status. Nun wurde in den Kapiteln 3.1 und 3.2 ausführlich dargelegt, dass sowohl Geschlecht als auch sozioökonomischer Status in bedeutsamem Maß mit der Leistung in den PISA-Tests zusammenhängen. Es stellt sich folglich die Frage, wie bedeut-

sam die Unterschiede zwischen PROCI und Nicht-PROCI noch sind, wenn der Einfluss der eben genannten Merkmale auf die Leistungen berücksichtigt, d. h. aus dem Brutto-Unterschied herausgerechnet wird.

Dies ist mittels statistischer Verfahren realisierbar; das Ergebnis ist in Abbildung 11 dargestellt. Es handelt sich hierbei um Netto-Unterschiede, also um diejenigen Differenzwerte zwischen PROCI und Nicht-PROCI, die zu erwarten wären, wenn sich die Schülerschaft von PROCI und regulärem EST in allen betrachteten Merkmalen exakt gleichen würde¹. Im Ergebnis verringert sich der Vorsprung der PROCI-Schülerinnen und -Schüler in Mathematik und Naturwissenschaften leicht; in der Lesekompetenz bleibt er nahezu unverändert. Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Schülerschaft können die Differenzen in den PISA-Kompetenzwerten demzufolge nicht vollständig erklären.

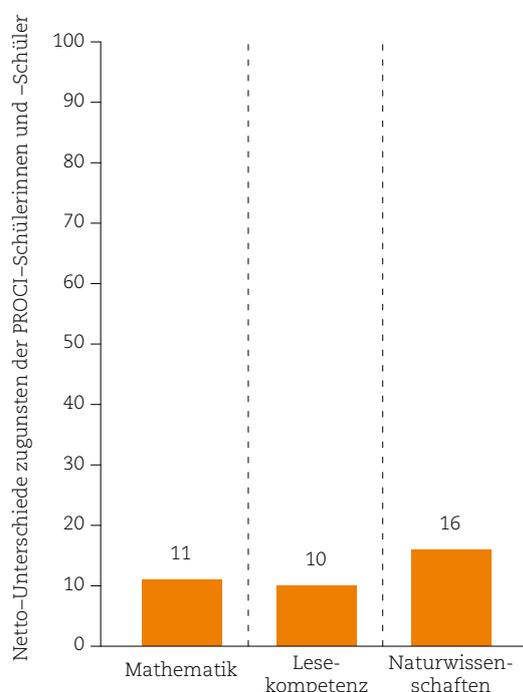


Abbildung 11: Netto-Leistungsunterschiede zwischen PROCI- und Nicht-PROCI-Schülerinnen und Schüler auf den globalen PISA Skalen sowie den mathematischen Teilkompetenzen. Unterschiede in der Zusammensetzung der Schülerschaft wurden statistisch herausgerechnet.

Die Richtung der Netto-Unterschiede bestätigt die Ergebnisse aus vorherigen PISA-Studien, im Vergleich mit 2009 ist der Vorsprung der PROCI-Schülerinnen und Schüler jedoch etwas gesunken. Setzt man den durchschnittlichen Leistungszuwachs pro Schuljahr in Luxemburg mit 48 Punkten an (vgl. Abschnitt 3.3.1.5), so entspricht der Netto-Leistungsvorsprung des PROCI etwa einem fünfteil bis einem drittel Schuljahr.

¹ Berücksichtigt wurden Migrationshintergrund, verschiedene Indikatoren des sozioökonomischen Status, Alter, Geschlecht, Schullaufbahn in der Grundschule sowie zu Hause gesprochene Sprachen.

3.3.3 Zusammenfassende Schlussfolgerung

Wie bereits in vorangegangenen PISA-Zyklen fanden sich in PISA 2012 bedeutsame Unterschiede zwischen den Schulformen des luxemburgischen Regelschulwesens.

Wenig überraschend variiert bereits die Zusammensetzung der Schülerinnen und Schüler beträchtlich zwischen den einzelnen Schulformen. Steht im Enseignement Secondaire (ES) eine große Mehrheit von Jugendlichen ohne Migrationshintergrund einer kleinen Minderheit mit Migrationshintergrund gegenüber, so ist dieses Verhältnis im Enseignement Secondaire Technique (EST) bereits ausgeglichen und im Régime Préparatoire (EST-PREP) genau umgekehrt, mit einer großen Mehrheit an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund. Ähnlich dazu findet sich der größte Anteil an sozioökonomisch begünstigten Jugendlichen im ES (der kleinste im EST-PREP), wohingegen der größte Anteil an sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen im EST-PREP zu finden ist (der kleinste wiederum im ES). Diese Polarität verdeutlicht sich anhand der in PISA gewonnenen Indikatoren zum sozioökonomischen Status. So scheinen bspw. Schülerinnen und Schüler des ES im Vergleich zu jenen im EST, größeren Zugang zu kulturellen Gütern und Eltern mit höherer beruflicher Stellung zu haben. Umgekehrt haben Schülerinnen und Schüler des EST-PREP deutlich weniger Bildungsressourcen zur Verfügung als Gleichaltrige im EST.

Reflektiert man diese Ergebnisse angesichts bildungswissenschaftlicher Befunde, die den großen Einfluss von Migrationshintergrund und sozioökonomischem Status auf die schulische Leistung belegen, so verwundert es kaum, dass die Rangreihung der Schulformen hinsichtlich dieser Kriterien (ES, EST, EST-PREP) auch der klaren Rangreihung bei den in PISA abgeprüften Kompetenzen entspricht. So finden sich deutliche Leistungsunterschiede zwischen den Schulformen in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften, die rechnerisch in etwa einem Leistungsabstand von zwei (ES verglichen zu EST) bis hin zu 5 Schuljahren (ES verglichen zu EST-PREP) entsprechen. Hierbei ist anzumerken, dass der Leistungsunterschied zwischen ES und EST im Allgemeinen geringer zu sein scheint als zwischen EST und EST-PREP.

Eine mögliche Erklärung dieser deutlichen Leistungsunterschiede könnte in der im internationalen Vergleich sehr großen Häufigkeit von Klassenwiederholungen liegen. Befinden sich insgesamt 39 % der in PISA 2012 getesteten Jugendlichen auf einer niedrigeren Klassenstufe als aufgrund ihres Geburtsdatums zu erwarten wäre, so betrifft dies hauptsächlich Schülerinnen und Schüler des EST bzw. des EST-PREP. So berichten über zwei Drittel der Jugendlichen im EST-PREP, bereits in der Grundschule mindestens einmal eine Klasse wiederholt zu haben. Während dies im EST auch auf rund ein Drittel der Schülerinnen und Schüler zutrifft, so liegt der Anteil im ES bei unter 3 %. Letztlich verhindert die Wiederholung einer Klasse aber die Konfrontation mit neuen Inhalten, was den in PISA zwischen den Schulformen festgestellten Kompetenzunterschied von mehreren Jahren mit erklären könnte. Der Zuzugewinn an Kompetenz pro Schulstufe zeigt sich letztlich auch in

dem Befund, dass sowohl im ES als auch im EST der erreichte PISA-Punktwert pro zusätzlich besuchter Klassenstufe um durchschnittlich 48 Punkte stieg.

Bemerkenswert ist, dass im Vergleich zum vorherigen PISA-Zyklus alle drei Schulformen besser abschnitten, die Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Schulform in Mathematik, Lesen und den Naturwissenschaften also höhere Kompetenzen zeigten als noch bei PISA 2009. Insbesondere hinsichtlich Mathematik mag dies verwundern, blieb die Gesamtleistung aller luxemburgischen Schüler im Vergleich zum letzten PISA-Zyklus doch konstant (vgl. Kapitel 2). Erklärt werden kann dieser Umstand allerdings mit einer veränderten Verteilung der Jugendlichen auf die drei Bildungsgänge. Es handelt sich hierbei um das sogenannte Will-Rodgers-Phänomen: im Vergleich zu 2009 befanden sich 2012 etwas mehr leistungsstärkere Jugendliche im EST-PREP – Jugendliche, die es 2009 höchstwahrscheinlich gerade noch ins EST geschafft hätten – wodurch im EST-PREP der Mittelwert anstieg. Das Ausbleiben dieser, für EST-Verhältnisse „leistungsschwächeren“ Jugendlichen hatte gleichzeitig zur Folge, dass auch im EST der Mittelwert anstieg. Ebenso befanden sich 2012 etwas mehr leistungsstärkere Jugendliche im EST – Jugendliche, die es 2009 höchstwahrscheinlich gerade noch ins ES geschafft hätten – wodurch wiederum, sowohl im EST, als auch im ES der Mittelwert anstieg.

Hinsichtlich der Schulformorganisation lohnt es, zwei Aspekte näher zu betrachten. Wie eingangs erwähnt, nimmt das Régime Préparatoire innerhalb des EST eine Sonderstellung ein, die eine gesonderte Betrachtung nahelegt. Obschon die Schülerinnen und Schüler des EST-PREP die geringsten Leistungen auf allen PISA-Skalen zeigen, finden sich gerade in diesem Schulzweig die größten Leistungszuwächse im Vergleich zum letzten PISA-Zyklus.

Ein zweiter positiver Aspekt liegt in dem Umstand, dass die vorliegenden Ergebnisse einmal mehr das Potenzial des in manchen Klassen des EST durchgeführten Pilotprojektes PROCi unterstreichen. Schülerinnen und Schüler, die diese Klassen besuchen, erzielten etwas bessere Leistungen (um Unterschiede u. a. bezüglich Jungenanteil bereinigt zwischen einem fünftel und einem drittel Schuljahr) und hatten in ihrer bisherigen Schullaufbahn weniger häufig eine Klasse wiederholt. Die Interpretation liegt nahe, dass diese positiven Resultate der Kombination mehrerer Neuerungen geschuldet sind, etwa der im Vergleich zu regulären EST-Klassen beständigeren Betreuung durch ein festes Team an Lehrkräften sowie einer differenzierteren Leistungsbeurteilung mit Fokussierung auf die Stärken der Schülerinnen und Schüler. Allerdings ist das Design der PISA-Studie nicht geeignet, einen *kausalen* Zusammenhang in diesem Sinne zu belegen. Dies könnte jedoch in Zukunft über die längsschnittliche Verfolgung der Schülerkompetenzen im Rahmen der *Épreuves Standardisées* geleistet werden, da anhand dieser Datenbasis, unter anderem, auch statistisch für Vorleistungen kontrolliert werden könnte.

Literaturverzeichnis

Burton, R., & Martin, R. (2008). L'orientation scolaire au Luxembourg : "Au-delà de l'égalité des chances... le gâchis d'un potentiel humain". In R. Martin, C. Dierendonck, C. Meyers, & M. Noesen (Hrsg.), *La place de l'école dans la société luxembourgeoise de demain* (S. 165–186). Bruxelles: De Boeck.

EMACS. (2012). *Épreuves Standardisées. Nationaler Bericht 2011-2012*. Luxemburg: Universität Luxemburg, EMACS.

MENFP. (2007). *Projet pilote cycle inférieur. PROCi 2003-2007. Rapport d'évaluation*. Luxemburg: MENFP.

MENFP. (2010). *La réforme des classes inférieures de l'enseignement secondaire et secondaire technique*. Luxemburg: MENFP.

SCRIPT. (2006). *Analyse des Klassenwiederholens im primären und postprimären Bereich*. Luxemburg: MENFP.

SCRIPT, & EMACS (Hrsg.). (2007). *PISA 2006. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxemburg: MENFP.

SCRIPT, & EMACS (Hrsg.). (2010). *PISA 2009. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxemburg: MENFP.

Autoren:
Sonja Ugen, Romain Martin, Bettina Böhm, Monique Reichert,
Dalia Lorphelin, Antoine Fischbach

3.4

Einfluss des Sprachhintergrundes auf Schülerkompetenzen

Zusammenfassung:

Zwischen Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichem Sprachhintergrund bestehen erhebliche Unterschiede hinsichtlich der erzielten Leistung in den PISA-Tests. Jugendliche, die zu Hause am häufigsten Luxemburgisch oder Deutsch sprechen, erreichen höhere Testwerte als diejenigen, die Französisch, Portugiesisch oder eine Balkan-Sprache sprechen. Besonders Jugendliche der letzten beiden Sprachgruppen, welche keine der Unterrichtssprachen zu Hause sprechen, differenzieren sich durch sehr hohe Leistungsunterschiede im Vergleich zu der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch. Erklärende Faktoren zusätzlich zum Sprachhintergrund sind die Lesekompetenz (für Mathematik und Naturwissenschaften), die Unterrichts- und Testsprache sowie der sozioökonomische Hintergrund der jeweiligen Gruppen.

Résumé :

Des différences importantes de performance aux tests PISA sont observées entre les élèves selon la (ou les) langue(s) parlée(s) à la maison. Les élèves parlant principalement luxembourgeois ou allemand à la maison obtiennent, en moyenne, des scores plus élevés que les élèves parlant français, portugais ou une langue balkanique. L'écart de performance est particulièrement marqué pour les deux derniers groupes linguistiques, où aucune des langues d'enseignement n'est parlée (ou très peu) à la maison. Outre la langue parlée principalement à la maison, d'autres facteurs interviennent pour expliquer les différences de performance observées : les performances en mathématiques et en sciences sont ainsi influencées par la compétence en lecture, la langue choisie pour réaliser l'épreuve, la langue d'enseignement et le statut socio-économique ; ce dernier facteur intervenant également dans l'explication de la performance en lecture.

3.4.1 Mehrsprachigkeit im Luxemburger Schulwesen

Die Sprachensituation in Luxemburg ist sehr vielfältig und komplex mit drei offiziellen Landessprachen (Luxemburgisch, Deutsch und Französisch) und weiteren Sprachen die mit dem hohen Anteil der nicht-einheimischen Bevölkerung (43,8 % der Gesamtbevölkerung; STATEC, 2012) hinzukommen. Diese Sprachenvielfalt spiegelt sich auch im luxemburgischen Schulsystem wider, in dem Luxemburgisch, Deutsch und Französisch sowohl Unterrichtssprachen als auch Unterrichtsfächer sind. Gute Sprachkompetenzen nicht nur in Luxemburgisch, sondern vor allem in Deutsch und Französisch sind daher für den Schulerfolg der Schülerinnen und Schüler von grundlegender Bedeutung.

In Bezug zum Spracherwerb liegt der Schwerpunkt je nach Schulstufe und Schulform auf der luxemburgischen, deutschen oder französischen Sprache. Insgesamt nimmt der Sprachunterricht in der Grundschule und in den ersten Jahren der Sekundarschule einen Großteil der gesamten Unterrichtszeit (43 %) ein. Dies ist ein deutlich höherer Anteil als im OECD-Durchschnitt (31 %; OECD, 2013).

In den zwei ersten Jahren des obligatorischen Vorschulunterrichts (Lernzyklus 1) ist Luxemburgisch die primäre Unterrichtssprache und zugleich auch die Integrationsprache. Luxemburgisch ist die Muttersprache der meisten luxemburgischen Schülerinnen und Schüler ohne Migrationshintergrund. Im Vorschulunterricht soll den Kindern mit Migrationshintergrund ermöglicht werden die luxemburgische Sprache zu erlernen.

In der Grundschule (ab Lernzyklus 2) wechselt die Unterrichtssprache in den meisten Fächern (außer im Sport und in den Kreativfächern) ins Deutsche. Darüberhinaus ist Deutsch die Alphabetisierungssprache. Der Französischunterricht beginnt ab dem 2. Semester des Lernzyklus 2.2 mit nur 3 Wochenstunden und wird ab dem Lernzyklus 3.1 mit 7 Wochenstunden intensiver.

Im postprimären Unterricht, dem Enseignement Secondaire (ES) und dem Enseignement Secondaire Technique (EST), bleibt Deutsch die primär verwendete Unterrichtssprache, vor allem in den Sachfächern (z. B. in Geschichte) bis einschließlich der 9. Klasse (V^e/9^e). Nur in Mathematik wechselt die Unterrichtssprache im ES und EST (mit Ausnahme des Régime Préparatoire) gleich ab der 7. Klasse (VII^e/7^e) vom Deutschen ins Französische. Ab der 10. Klasse (IV^e/10^e) erfolgt im ES und in verschiedenen Ausbildungsgängen des EST ebenfalls ein Wechsel der primären Unterrichtssprache vom Deutschen ins Französische.

Wie die Gesamtbevölkerung, so ist auch die Luxemburger Schülerschaft sehr heterogen was ihre sprachliche Herkunft betrifft: Für die meisten Jugendlichen im ES und im EST ist Luxemburgisch die zu Hause am häufigsten gesprochene Sprache (56.3 %, MENFP, 2013). An zweiter Stelle folgt Portugiesisch mit 22.9 % (MENFP, 2013). Im Vergleich dazu sprechen die meisten Grundschulkinder (58.5 %, MENFP, 2013) zu Hause am häufigsten eine andere Sprache als Luxemburgisch; den größten Anteil dieser Schülerinnen und Schüler bilden die portugiesischsprachigen (28.2 %, MENFP, 2013). Für 41.5 % der Grundschulkinder (MENFP, 2013) ist Luxemburgisch die Erstsprache.

Die Mehrsprachigkeit, die sowohl aus dem dreisprachigen Schulsystem als auch aus den verschiedenen, zu Hause gesprochenen Sprachen erfolgt, stellt die Schülerinnen und Schüler vor einige Herausforderungen. In diesem Kapitel werden die Schülerkompetenzen in den drei PISA-Bereichen (Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften) in Bezug auf den Sprachhintergrund der Schülerinnen und Schüler untersucht.

Zunächst untersuchen wir sozioökonomische und Schullaufbahnunterschiede in vier ausgewählten Sprachgruppen. Danach gehen wir auf Unterschiede zwischen den Sprachgruppen in den PISA-Leistungsmaßen und mögliche Ursachen ein. Anschließend vergleichen wir die Sprachgruppen hinsichtlich motivational-affektiver Indikatoren und wahrgenommener Unterrichtsqualität im Schwerpunktfach Mathematik.

3.4.2 Sprachliche Herkunft der Schülerinnen und Schüler

Die PISA 2012-Stichprobe zeigt abermals, wie heterogen die Luxemburger Schülerschaft im Hinblick auf die von den Jugendlichen gesprochenen Sprachen ist. Von den Schülerinnen und Schülern, die seit der Vorschule das Luxemburger Schulsystem besuchen, geben 56.3 % an, zu Hause am häufigsten Luxemburgisch zu sprechen. Für die vorliegenden Analysen wurden die vier repräsentativsten Sprachgruppen nach der zu Hause am häufigsten gesprochenen Sprache ausgewählt: (1) Luxemburgisch oder Deutsch (fast zwei Drittel der Jugendlichen dieser Stichprobe), (2) Französisch (8 % der Jugendlichen), (3) Portugiesisch (15 % der Jugendlichen) und (4) eine der auf dem Balkan gesprochenen Sprachen (im Folgenden „Balkan-Sprachen“ genannt; 3 % der Jugendlichen). Zu den Balkan-Sprachen zählen hier Bosnisch, Kroatisch, Serbisch, Montenegrinisch, Mazedonisch oder Albanisch, also (mit Ausnahme von Albanisch) alles Sprachen, die zu der südslawi-

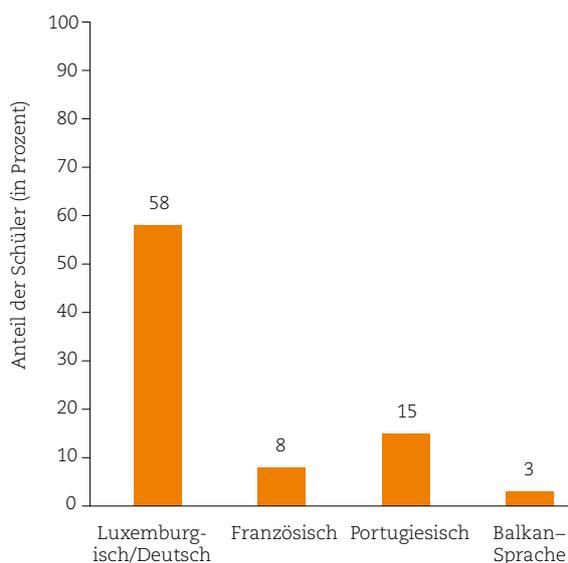


Abbildung 1: Verteilung der Schülerinnen und Schüler nach Sprachhintergrund.

schen Sprachgruppe innerhalb der indoeuropäischen Sprachfamilie gehören. Diese vier Sprachgruppen unterscheiden sich beträchtlich in ihrer Größe (s. Abbildung 1), sind aber dennoch groß genug um relevante Aussagen zu den jeweiligen Gruppen machen zu können. Bei der Bildung der hier untersuchten vier Sprachgruppen haben wir nur Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, welche ihre gesamte Schullaufbahn (inklusive der Vorschule) in Luxemburger Regelschulen absolviert haben, somit können hier Aussagen über das gesamte Luxemburger Schulsystem getroffen werden. Zwei der Sprachgruppen (Gruppe 1 und 2) umfassen Schülerinnen und Schüler, die zu Hause eine der drei Landessprachen sprechen, die auch zu den Unterrichtssprachen gehören (Luxemburgisch, Deutsch, Französisch), und zwei Sprachgruppen (Gruppe 3 und 4) setzen sich aus Jugendlichen zusammen, die keine der drei Landes- bzw. Unterrichtssprachen zu Hause sprechen.

3.4.3 Sozioökonomischer Status

Wie aus der Abbildung 2 deutlich hervorgeht, bestehen beträchtliche Unterschiede zwischen den Sprachgruppen hinsichtlich des sozioökonomischen Status. Dieser wurde anhand des Index des ökonomischen, sozialen und kulturellen Status berechnet (s. Kapitel 3.1.2.1 für nähere Erläuterungen). Den höchsten sozioökonomischen Status hat die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch; da es sich gleichzeitig um die größte Schülergruppe handelt, dient diese Gruppe hier als Bezugsgruppe. Zwischen der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch

und der portugiesischen Sprachgruppe ist der Unterschied am größten. Etwas weniger ausgeprägt, aber immer noch sehr groß, ist auch der Unterschied zwischen der Bezugsgruppe und der Balkan-Sprachgruppe. Am kleinsten fällt der Unterschied zu der französischen Sprachgruppe aus. Im Vergleich zu der Bezugsgruppe (Luxemburgisch/Deutsch) sind die 3 anderen Sprachgruppen, und zwar insbesondere die Sprachgruppen Portugiesisch und Balkan-Sprache, sozioökonomisch eher benachteiligt.

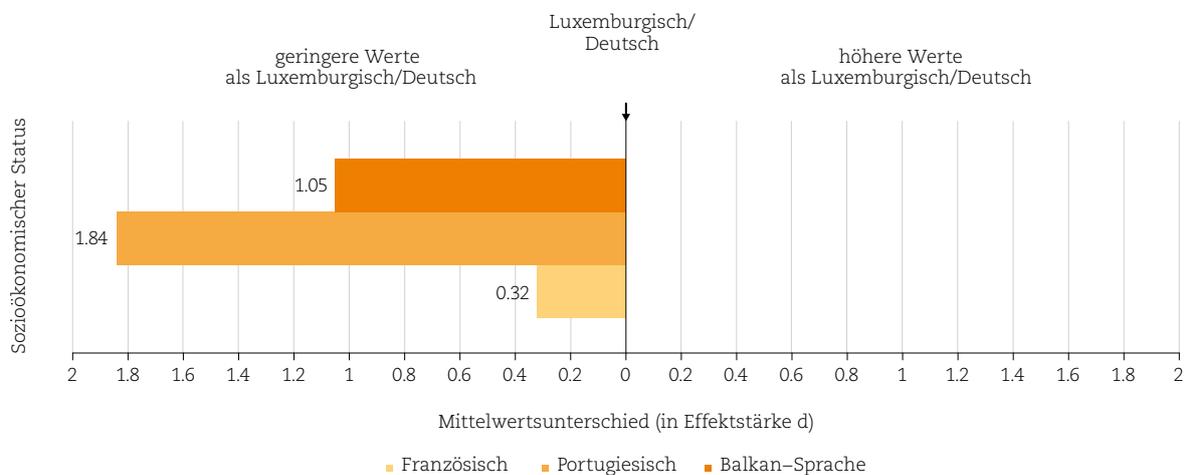


Abbildung 2: Unterschiede zwischen den vier Sprachgruppen hinsichtlich des sozioökonomischen Status (SÖS). Die Bezugsgruppe ist die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch (Null-Linie); die Balken zeigen die standardisierten Mittelwertsunterschiede (Effektstärken) zwischen der Sprachgruppe Französisch bzw. Portugiesisch bzw. Balkan-Sprache mit der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch. Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

3.4.4 Schulform

Abbildung 3 zeigt, dass die Verteilung auf die verschiedenen Schulformen je nach Sprachhintergrund sehr unterschiedlich ausfällt. Während die Hälfte der Schülerinnen und Schüler, die zu Hause Luxemburgisch oder Deutsch sprechen, das ES besucht, ist dies bei den portugiesischsprachigen Schülerinnen und Schülern lediglich für 15 % der Fall. Die französischsprachigen Schülerinnen und Schüler sind mit 40 % ebenfalls noch relativ häufig im ES anzutreffen, während dieser Wert bei denjenigen, die eine Balkan-Sprache zu Hause sprechen, mit 29 % deutlich niedriger ausfällt. Dieser letzte Wert liegt allerdings deutlich über dem Anteil von ES Schülerinnen und Schülern mit portugiesischem Sprachhintergrund.

Diese Erkenntnisse decken sich mit jenen aus dem nationalen Bildungsmonitoring, den sogenannten Épreuves Standardisées (EMACS, 2012). Die besagten Befunde können jedoch

nicht ausschließlich auf den Sprachhintergrund zurückgeführt werden. Wie wir bereits in Abbildung 2 gesehen haben, gibt es bedeutsame Unterschiede zwischen den verschiedenen Sprachgruppen im Hinblick auf den sozioökonomischen Hintergrund. Dieser übt wiederum einen starken Einfluss auf die Orientierung in die unterschiedlichen Schulformen aus (s. a. Kapitel 3.1.2.4.) Allerdings lassen sich die Schulformunterschiede auch nicht ausschließlich auf den sozioökonomischen Hintergrund zurückführen, der Sprachhintergrund spielt hier ebenfalls eine zentrale Rolle. Es ist bezeichnend, dass die Befunde wiederholt darauf hinweisen, dass diejenigen Schülerinnen und Schüler, die zu Hause eine der drei Landessprachen sprechen, insgesamt sehr viel häufiger den Weg ins ES finden, während dies für diejenigen Sprachgruppen, die zu Hause keine der drei Landessprachen sprechen in viel kleinerem Ausmaß der Fall ist.

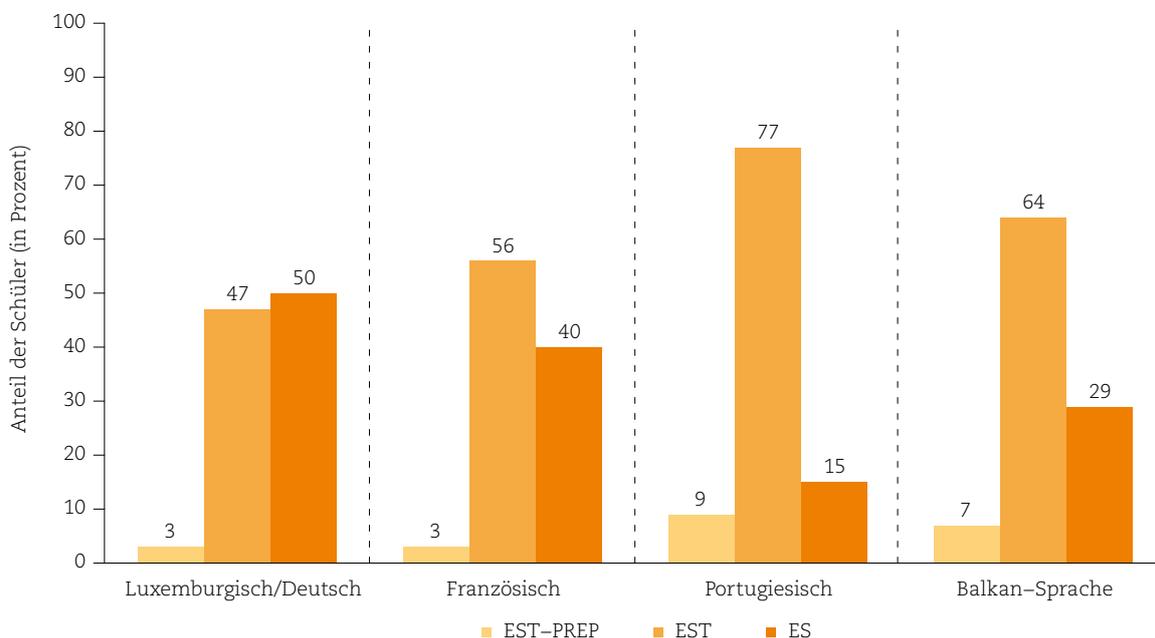


Abbildung 3: Verteilung der Schülerinnen und Schüler nach Sprachhintergrund und nach Schulform.

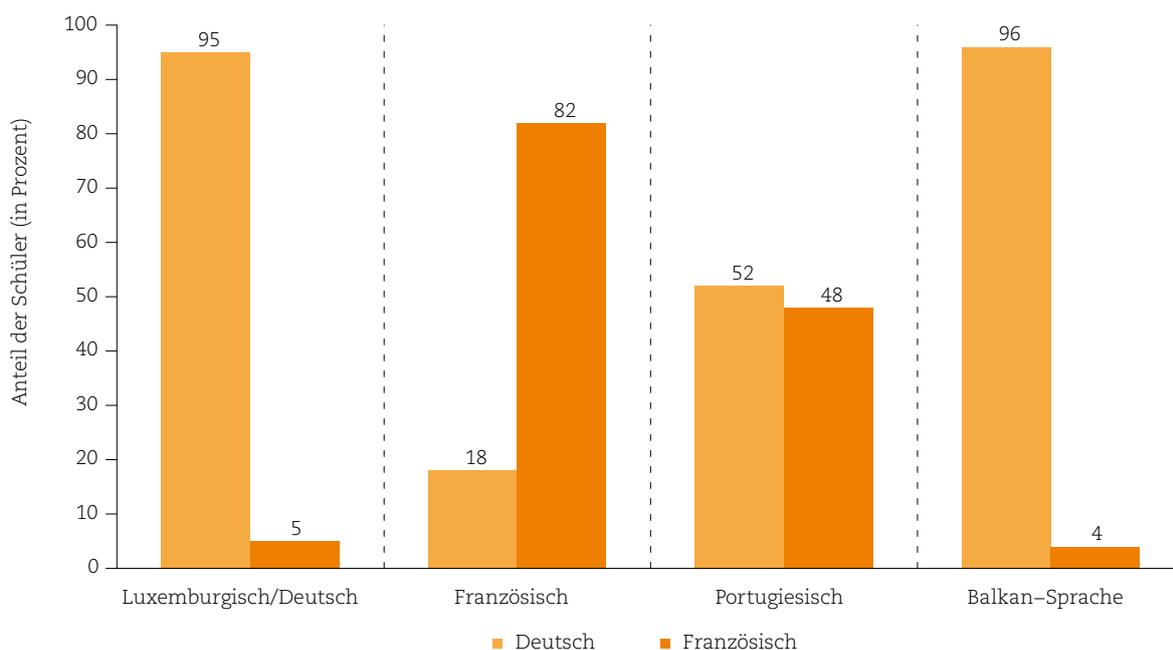


Abbildung 4: Wahl der Testsprache nach Sprachhintergrund.

3.4.5 Wahl der Testsprache

Da Luxemburg ein mehrsprachiges Schulsystem hat, können die Schülerinnen und Schüler zu Beginn des PISA-Tests entscheiden ob sie die Testhefte auf Deutsch oder auf Französisch bearbeiten wollen. In Abbildung 4 ist die Sprachwahl der vier Sprachgruppen dargestellt. Die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler, die zu Hause am häufigsten Luxemburgisch oder Deutsch (95 %) sprechen sowie derjenigen, die eine Balkan-Sprache (96 %) sprechen, wählen das deutsche Testheft. Die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler, die zu Hause Französisch (82 %) sprechen, wählt das französische Testheft. Bei der portugiesischen Sprachgruppe ist die Sprachwahl des Testheftes ungefähr gleich verteilt: 52 % wählen das deutsche und 48 % wählen das französische Testheft. Die meisten Jugendlichen der Sprachgruppen Luxemburgisch/Deutsch und Französisch haben demnach diejenige Testsprache gewählt, die derjenigen, die sie zu Hause am häufigsten sprechen, am ähnlichsten ist, bzw. mit ihr übereinstimmt. Die Balkan-Sprachgruppe wählt als Testsprache Deutsch, die bis dahin dominante Unterrichtssprache. Hingegen scheinen sich Jugendliche der portugiesischen Sprachgruppe bei der Wahl der Testsprache teils an der dominanten Unterrichtssprache Deutsch, teils an der ihrer Muttersprache linguistisch gesehen näher liegenden französischen Sprache zu orientieren.

Man kann hier auch anmerken, dass dieser Befund bezüglich der Sprachwahl des Testheftes in Übereinstimmung mit den sprachhintergrundbezogenen Leistungsunterschieden in der Lesekompetenz Deutsch/Französisch ist, welche in den nationalen Épreuves Standardisées (EMACS, 2012) festgestellt wurden. Diese Resultate haben in der Tat gezeigt, dass sich bei drei

der vier hier aufgeführten Sprachgruppen ein deutlicher Leistungsunterschied zwischen der Lesekompetenz in Deutsch und derjenigen in Französisch feststellen ließ und demnach drei der vier Sprachgruppen über eine klar identifizierbare Erstsprache in Bezug zu den Unterrichtssprachen verfügen. Dabei handelt es sich um Deutsch für die beiden Sprachgruppen Luxemburgisch/Deutsch und Balkan-Sprache. Diese Sprachgruppen haben also diejenige Erstsprache entwickelt, die man sich aufgrund der Struktur des Schulsystems erwarten konnte, da Deutsch ja die dominante Unterrichtssprache in der bisherigen Schullaufbahn der Schülerinnen und Schüler war. Bei der Gruppe mit französischsprachigem Hintergrund war allerdings die Leseleistung in Französisch deutlich besser als diejenige in Deutsch. Diese Sprachgruppe hatte also den stundenplanmäßig sehr ausgedehnten Zweitsprachenunterricht in Französisch dahingehend nutzen können, die Lesekompetenz in ihrer Muttersprache so stark zu entwickeln, dass diese im Endeffekt die Lesekompetenz in der Hauptunterrichtssprache Deutsch übersteigen konnte. Bei den portugiesischsprachigen Schülern zeigte sich hingegen keine klar identifizierbare Erstsprache. Die Leseleistung in Deutsch und Französisch erwies sich als ungefähr gleich stark ausgeprägt, wobei die Leseleistung in beiden Sprachen im Mittelwert äußerst schwach war. Diese Sprachgruppe hatte es also einerseits geschafft, in der linguistisch näher an ihrer Muttersprache liegenden Zweitsprache Französisch eine ähnliche Lesekompetenz aufzubauen wie in der Hauptunterrichtssprache Deutsch. Andererseits blieb aber die Lesekompetenz in der eigentlichen Erstsprache deutlich hinter den Erwartungen zurück, so dass diese Schüler über keine klar identifizierbare Erstsprache verfügen, die ihnen einen effizienten Zugang zu sprachlich vermittelten Inhalten gewährleisten würde. Dies spiegelt sich dann auch in der Sprachwahl des Testheftes bei PISA wider.

3.4.6 Schülerkompetenzen in Bezug auf den Sprachhintergrund

3.4.6.1 Allgemeine Leistungsunterschiede

Dieser Abschnitt vergleicht die Leistungsunterschiede zwischen den vier Sprachgruppen in den drei PISA-Kompetenzbereichen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften. Abbildung 5 zeigt jeweils die Punktedifferenzen der 3 Sprachgruppen (Französisch, Portugiesisch und Balkan-Sprachen) im Vergleich zu der Bezugsgruppe Luxemburgisch/Deutsch. In allen abgeprüften Test-Bereichen schneiden die Schülerinnen und Schüler die zu Hause Luxemburgisch oder Deutsch sprechen besser ab. Im Bereich Naturwissenschaften sind die Unterschiede besonders groß: Mit 39 bis 84 Punkten entsprechen die Unterschiede hier 1 bis 2 Jahren Beschulung (vgl. Abschnitt 3.3.1.5). Etwas weniger ausgeprägt, aber immer noch beträchtlich, sind die Differenzen im Bereich Lesen (25 bis 70 Punkte). Im Bereich Mathematik fallen die Differenzen etwas kleiner aus (26 bis 62 Punkte), jedoch erreicht auch hier die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch substantiell höhere Testwerte als die anderen drei Sprachgruppen.

Die mehr oder weniger stark ausgeprägten Leistungsunterschiede in Abhängigkeit des Kompetenzbereichs weisen noch einmal deutlich auf den Einfluss der Sprache bei der Entstehung dieser Leistungsunterschiede hin. In der Tat kann man davon ausgehen, dass der direkte Einfluss des Sprachverständnisses in Mathematik den geringsten Einfluss hat, da in diesem Fach zen-

trale Verständnisseleistungen zwar sprachgebunden, aber doch sprachunabhängiger sind als in anderen Fächern. Mathematikaufgaben kann man in vielen Fällen, auch ohne ganzheitliches Verständnis der Vorgabe durch die Anwendung von gelernten Prozeduren lösen (Vamvakoussi, Dooren, & Verschaffel, 2012; Van Dooren, De Bock, Vleugels, & Verschaffel, 2010; De Bock, Van Dooren, Janssens, & Verschaffel, 2002). Demgegenüber spielt das Sprachverständnis im Lesen eine stärkere Rolle und wirkt sich in den Naturwissenschaften am stärksten aus. In diesem Kompetenzbereich kann man in der Tat davon ausgehen, dass ein gutes Sprachverständnis eine Voraussetzung ist, um überhaupt Zugang zu den dahinterliegenden naturwissenschaftlichen Inhalten zu bekommen (Lee & Fradd, 1998; Luykx, Lee, & Edwards, 2007; Norris & Phillips, 2003). Entsprechende gute Sprachkenntnisse in der Unterrichtssprache scheinen demnach erforderlich, um die naturwissenschaftlichen Inhalte erfolgreich zu erfassen.

Auch zwischen den Sprachgruppen fallen große Leistungsunterschiede auf. Im Vergleich zu der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch ist die Differenz mit der portugiesischen Sprachgruppe am höchsten, gefolgt von der Balkan-Sprachgruppe und schließlich der französischen Sprachgruppe. Die portugiesische Sprachgruppe scheint die meisten Schwierigkeiten in den drei PISA-Bereichen zu haben. Mögliche Ursachen dieser großen Leistungsunterschiede werden im nächsten Abschnitt untersucht.

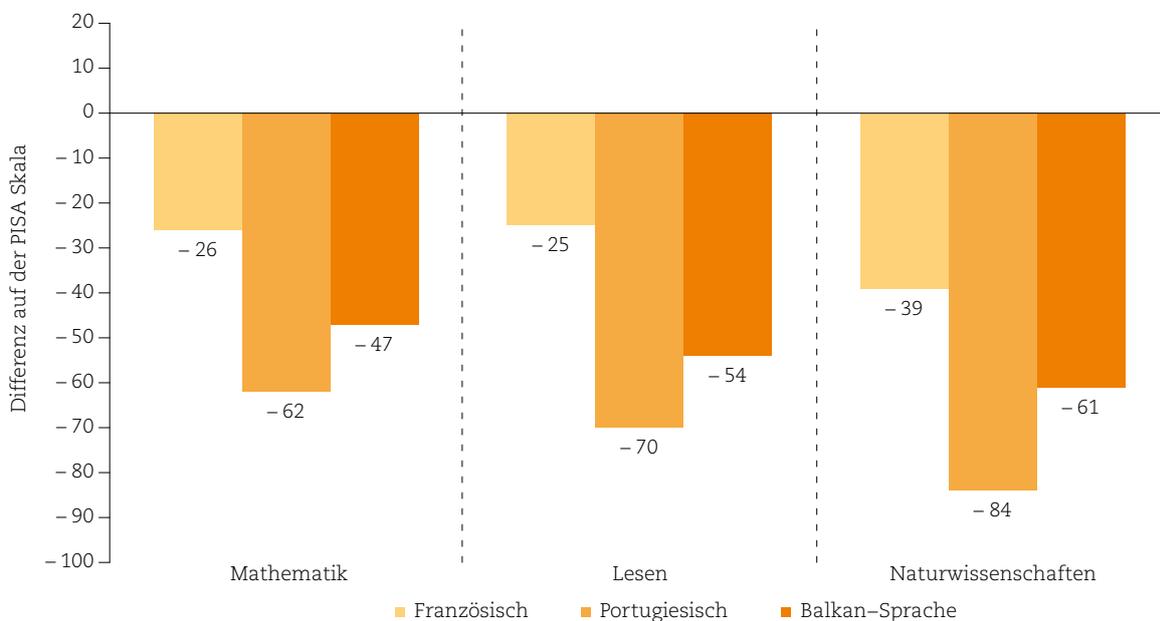


Abbildung 5: Unterschiede zwischen den Sprachgruppen in den drei PISA-Bereichen. Die Bezugsgruppe ist die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch (Null-Linie); die Balken zeigen die Mittelwertsunterschiede zwischen der Sprachgruppe Französisch bzw. Portugiesisch bzw. Balkan-Sprache mit der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch.

3.4.6.2 Leistungsunterschiede in Bezug auf den sozioökonomischen Hintergrund und auf die Lesekompetenz

Insgesamt schneidet die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch deutlich besser ab als die drei anderen Sprachgruppen. In diesem Abschnitt werden diese Leistungsunterschiede zwischen den Sprachgruppen genauer in Bezug auf den sozioökonomischen Hintergrund sowie auf die Lesekompetenz (für die Bereiche Mathematik und Naturwissenschaften) untersucht. Wie Abbildungen 2, 5 und 7 zeigen, gibt es bedeutsame Unterschiede zwischen den Sprachgruppen betreffend des sozioökonomischen Hintergrunds und der Lesekompetenz.

In den folgenden Analysen wurden mittels Regressionsanalysen die Leistungsunterschiede zwischen den Sprachgruppen mit Kontrolle für den sozioökonomischen Hintergrund berechnet, d. h. der zu erwartende Leistungsunterschied aller Schülerinnen und Schüler unter Annahme eines gleichen sozioökonomischen Hintergrundes wurde berechnet. In den Bereichen Mathematik und Naturwissenschaften wurde zusätzlich zum sozioökonomischen Hintergrund auch die PISA-Lesekompetenz im Regressionsmodell berücksichtigt, d. h. der zu erwartende Leistungsunterschied aller Schülerinnen und Schüler unter Annahme eines gleichen sozioökonomischen Hintergrundes und gleicher Leseleistung im PISA-Test wurde berechnet.

Kontrolliert man den sozioökonomischen Hintergrund der Schülerinnen und Schüler, fallen im Bereich Lesen die Leistungsunterschiede zwischen den Sprachgruppen im Vergleich zu der Bezugsgruppe Luxemburgisch/Deutsch geringer aus. Die Unterschiede bleiben jedoch immer noch beträchtlich, dies sowohl für die portugiesische Sprachgruppe als auch für die Balkan-Sprachgruppe (s. Abbildung 6). Interessant ist, dass vor allem der Leistungsunterschied zwischen der portugiesischen Sprachgruppe und der Bezugsgruppe nun viel geringer ausfällt, jedoch ähnlich stark ausgeprägt ist wie derjenige der Balkan-Sprachgruppe.

Kontrolliert man den sozioökonomischen Hintergrund im Bereich Mathematik, so werden die Leistungsunterschiede zwischen den Sprachgruppen ebenfalls erheblich geringer (s. Abbildung 7). Die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch schneidet zwar immer noch mit ungefähr 20 Punkten besser ab als die drei Vergleichsgruppen, jedoch bestehen kaum noch Unterschiede zwischen diesen drei Sprachgruppen. Wird im Regressionsmodell zusätzlich die Lesekompetenz kontrolliert, so fallen die Unterschiede zwischen den vier Sprachgruppen nur noch marginal aus. Die portugiesische Sprachgruppe schneidet sogar etwas besser ab als die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch. Die großen Leistungsunterschiede im Bereich Mathematik können folglich größtenteils sowohl auf den sozioökonomischen Hintergrund als auch auf die Lesekompetenz zurückgeführt werden.

Im Vergleich zu Lesen und Mathematik sind die Leistungsunterschiede zwischen den Sprachgruppen im Bereich Naturwissenschaften am größten (s. Abbildung 5). Mit Kontrolle des sozioökonomischen Hintergrundes fallen diese Leistungsun-

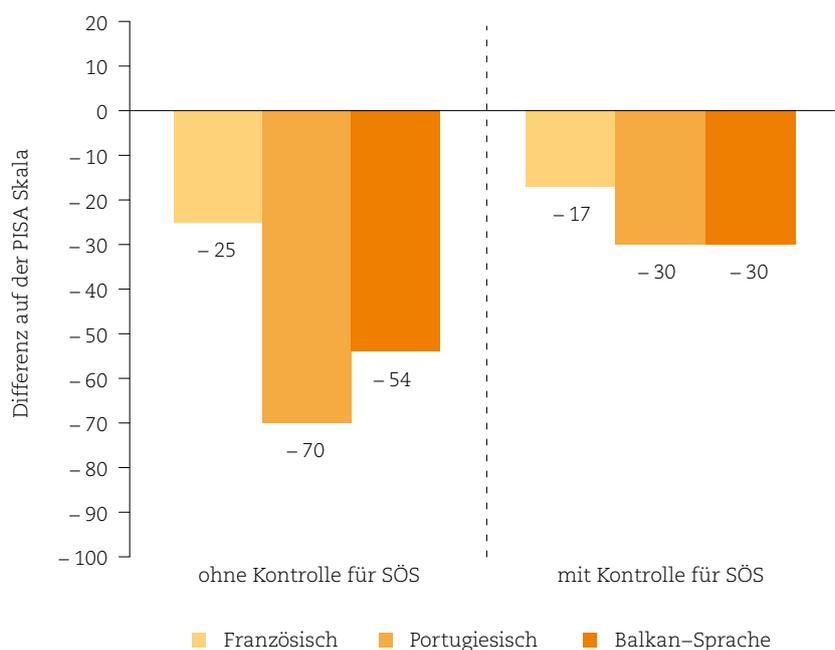


Abbildung 6: Unterschiede in der Lesekompetenz zwischen den Sprachgruppen mit Kontrolle des sozioökonomischen Status (SÖS). Die Bezugsgruppe ist die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch (Null-Linie); die Balken zeigen die Mittelwertsunterschiede zwischen der Sprachgruppe Französisch bzw. Portugiesisch bzw. Balkan-Sprache mit der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch.

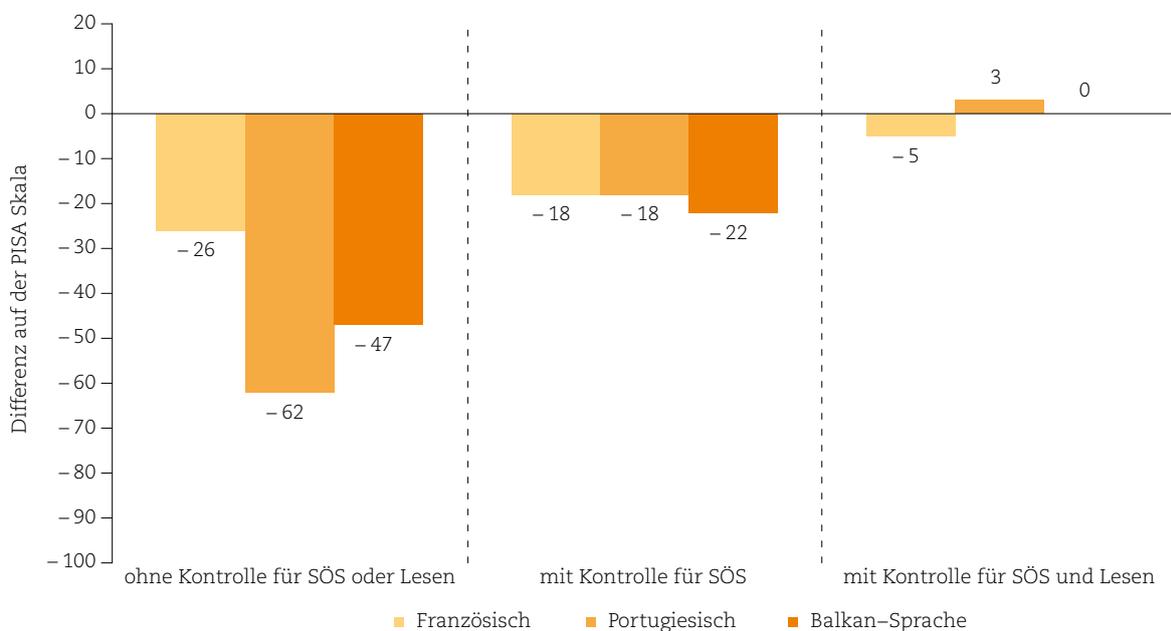


Abbildung 7: Unterschiede zwischen den Sprachgruppen für die mathematische Kompetenz mit Kontrolle des sozioökonomischen Status (SÖS) und der Lesekompetenz. Die Bezugsgruppe ist die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch (Null-Linie); die Balken zeigen die Mittelwertsunterschiede zwischen der Sprachgruppe Französisch bzw. Portugiesisch bzw. Balkan-Sprache mit der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch.

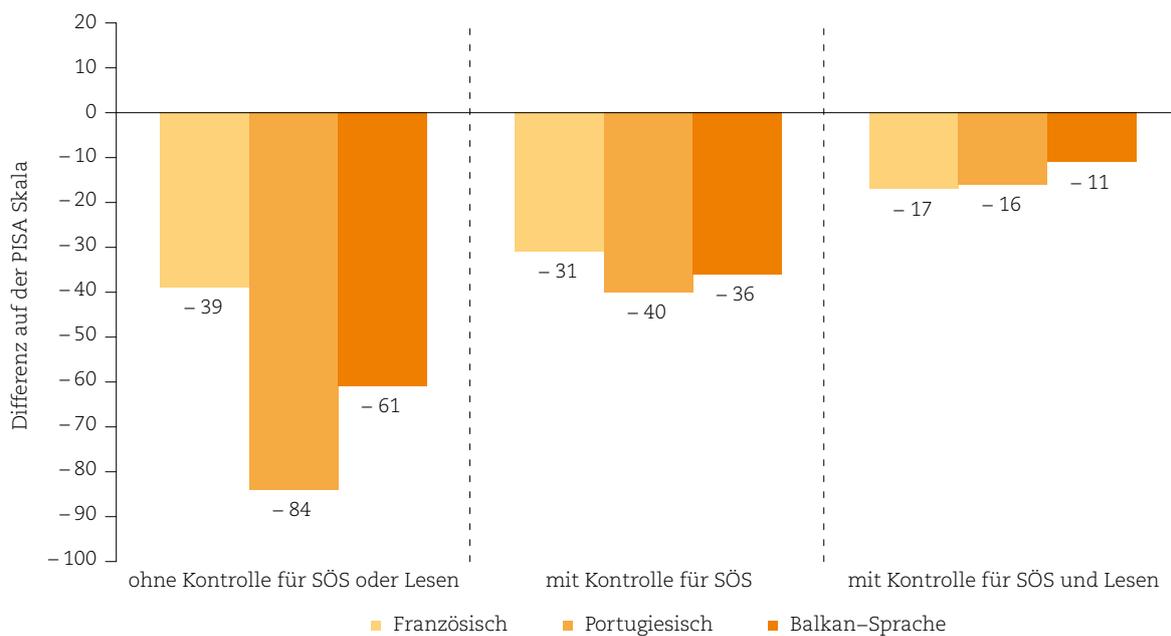


Abbildung 8: Unterschiede zwischen den Sprachgruppen für die naturwissenschaftliche Kompetenz mit Kontrolle des sozioökonomischen Status (SÖS) und der Lesekompetenz. Die Bezugsgruppe ist die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch (Null-Linie); die Balken zeigen die Mittelwertsunterschiede zwischen der Sprachgruppe Französisch bzw. Portugiesisch bzw. Balkan-Sprache mit der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch.

terschiede zwar geringer aus, bleiben jedoch immer noch erheblich (s. Abbildung 8). Die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch erreicht zwischen 30 bis 40 Punkte mehr als die 3 Vergleichsgruppen. Auch mit der Kontrolle des sozioökonomischen Hintergrundes und der Lesekompetenz bleiben Leistungsunterschiede, wenn auch geringer, zwischen den Sprachgruppen bestehen: die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch erreicht bis zu 17 Punkten mehr als die drei anderen Sprachgruppen. Interessant ist hier nochmals die Feststellung, dass nach Kontrolle des sozioökonomischen Hintergrundes die verbleibenden Unterschiede im Bereich Naturwissenschaften ausgeprägter sind als dies für den Bereich des Lesens festgestellt wurde (vgl. Abbildung 6). Ein weiterer interessanter Be-

fund liegt darin, dass sogar nach Kontrolle der Lesekompetenz teils deutliche Unterschiede weiterbestehen, die besonders die beiden romanischen Sprachgruppen der französisch- und portugiesischsprachigen Schülerinnen und Schüler betreffen. Dies weist einerseits darauf hin, dass eine gute Lese- und Sprachkompetenz eine Voraussetzung für einen effizienten Zugang zu naturwissenschaftlichen Inhalten darstellt. Andererseits haben die Resultate der nationalen Épreuves Standardisées (EMACS, 2012) gezeigt, dass gerade die romanophonen Sprachgruppen besondere Schwierigkeiten mit dem Zugang zu der Unterrichtssprache Deutsch haben, was eine Teilerklärung der schlechteren naturwissenschaftlichen Leistungen darstellen könnte.

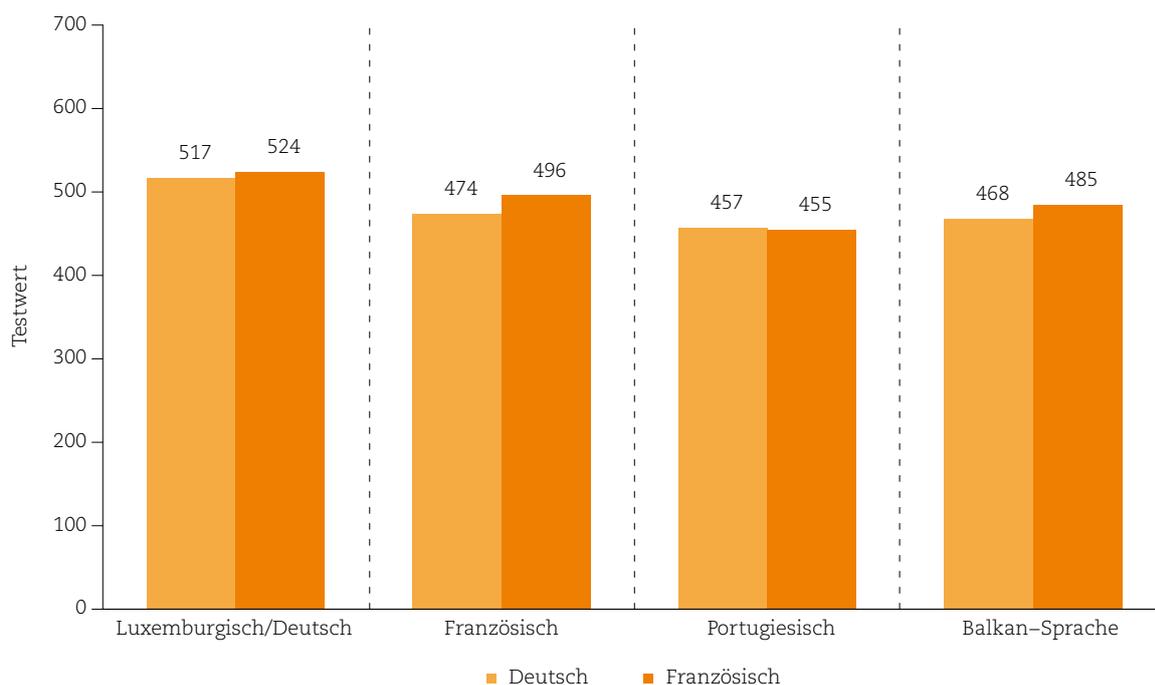


Abbildung 9: Mittelwerte auf der Gesamtskala der mathematischen Kompetenz nach Sprachhintergrund und Testsprache.

3.4.6.3 Leistungsunterschiede im Bereich Mathematik nach Testsprache

Da der Schwerpunkt bei PISA 2012 im Bereich Mathematik liegt und die zu Hause am häufigsten gesprochene Sprache einen erheblichen Einfluss auf die Schülerkompetenzen hat, haben wir im folgenden Abschnitt auch den Einfluss der Testsprache (deutsch oder französisch) auf die mathematische Kompetenz für jede der vier Sprachgruppen analysiert. Für die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch sowie für die portugiesische Sprachgruppe hat die Testsprache nur wenig Einfluss auf die Leistung in Mathematik (s. Abbildung 9).

Wie Abbildung 4 verdeutlichte, hat die Mehrzahl von Schülerinnen und Schüler die zu Hause Luxemburgisch oder Deutsch sprechen, auch Deutsch als Testsprache gewählt. Nur 5 % haben den Test auf Französisch gemacht. Letztere schneiden leicht besser in Mathematik ab. Diese Schülerinnen und Schüler haben wahrscheinlich sehr gute Französischkenntnisse und haben zusätzlich den Vorteil, dass die Unterrichtssprache in Mathematik auch Französisch ist.

Schülerinnen und Schüler der portugiesischen Sprachgruppe haben teils Deutsch, teils Französisch als Testsprache gewählt. Die Mathematikleistungen in beiden Testsprachen fallen ähnlich aus. Die Jugendlichen in dieser Sprachgruppe scheinen weder eine Präferenz für eine der Unterrichtssprachen noch einen Leistungsvorteil in einer der beiden Unterrichtssprachen zu haben.

Jugendliche der französischen Sprachgruppe, die auch Französisch als Testsprache gewählt haben (ungefähr 80 %), schneiden besser in Mathematik ab als französischsprachige Jugendliche, die den Test auf Deutsch absolviert haben. Französischsprachige Jugendliche scheinen eine klare Präferenz für Französisch als Testsprache zu haben und dies geht auch mit einer besseren Testleistung in Mathematik einher.

Auch Jugendliche der Balkan-Sprachgruppe, die Französisch als Testsprache gewählt haben, scheinen besser abzuschneiden als Jugendliche dieser Sprachgruppe, die Deutsch als Testsprache gewählt haben. Dies ist wegen der geringen Fallzahl von Jugendlichen, die Französisch gewählt haben, allerdings nicht aussagekräftig.

3.4.6.4 Leistungsstarke und leistungsschwache Schülerinnen und Schüler im Bereich Mathematik

In diesem Abschnitt analysieren wir, wie stark die verschiedenen Sprachgruppen im oberen und unteren Leistungsspektrum im Bereich Mathematik vertreten sind. Die Zugehörigkeit zur Gruppe der leistungsstarken Schülerinnen und Schüler wird jeweils bestimmt durch die Zugehörigkeit zu den drei oberen Kompetenzstufen, die im Rahmen von PISA definiert werden (s. Kapitel 1.4.2). Die Zugehörigkeit zur Gruppe der leistungsschwachen Schülerinnen und Schüler wird bestimmt durch die Zugehörigkeit zu den beiden unteren Kompetenzstufen.

In der Gruppe der leistungsschwachen Jugendlichen sind erheblich mehr Jugendliche vertreten, die zu Hause Portugiesisch oder eine Balkan-Sprache sprechen (s. Abbildung 10). Anders sieht es im oberen Leistungsspektrum aus, wo deutlich mehr Jugendliche aus den Sprachgruppen Luxemburgisch/Deutsch und Französisch vertreten sind.

3.4.7 Motivational-affektive Indikatoren im Bereich Mathematik

Die vorigen Abschnitte haben sich auf Leistungsunterschiede bezogen, wobei wir in diesem Abschnitt motivational-affektive Indikatoren sowie die wahrgenommene Unterrichtsqualität der vier Sprachgruppen vergleichen. Genauere Erläuterungen zu den einzelnen Indikatoren finden Sie in Kapitel 1.4.3.

Die Unterschiede zwischen den Angaben der Schülerinnen und Schüler der verschiedenen Sprachgruppen sind jeweils im Vergleich zum durchschnittlichen Wert der Sprachgruppe Lu-

xemburgisch/Deutsch angegeben (s. Abbildung 11). Vor allem die portugiesisch- und die französischsprachigen Jugendlichen differenzieren sich durch ein leicht anderes Antwortmuster. Jugendliche dieser beiden Gruppen verspüren mehr Angst vor dem Mathematikunterricht als Jugendliche aus den Sprachgruppen Luxemburgisch/Deutsch und Balkan-Sprache. Für die portugiesischsprachigen Jugendlichen könnte dies teilweise auf die Sprachverständnisschwierigkeiten im Mathematikunterricht zurückzuführen sein, da sie keine der beiden Unterrichtssprachen zu Hause sprechen. Jedoch fühlen sich Jugendliche dieser beiden Sprachgruppen (Portugiesisch und Französisch) stärker von ihrer Mathematiklehrkraft unterstützt als Jugendliche aus den anderen Sprachgruppen (Luxemburgisch/Deutsch und Balkan-Sprache). Vor allem die portugiesischsprachigen Jugendlichen erfahren zusätzlich auch etwas mehr kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht als Jugendliche aus den anderen Sprachgruppen.

Einerseits scheint das hier vorliegende Ergebnis logisch zu sein, da die leistungsschwächste Gruppe der portugiesischsprachigen 15-Jährigen die höchsten Angstwerte im Fach Mathematik aufweist. Andererseits weisen aber auch die relativ leistungsstarken französischsprachigen Schülerinnen und Schüler erhöhte Angstwerte auf, wobei diese Jugendlichen zudem den Vorteil haben müssten, dass einem Großteil von ihnen Mathematikunterricht in ihrer Muttersprache Französisch angeboten wird. Es könnte sich also hier um einen Effekt handeln, der unspezifisch für das Unterrichtsfach Mathematik ist und der dahingehend zu interpretieren ist, dass die beiden romanischen Sprachgruppen deren Muttersprache am weitesten von der dominanten Unterrichtssprache Deutsch entfernt ist, insgesamt erhöhte Angstwerte gegenüber den schulischen Leistungsanforderungen in einem eher deutschsprachigen Umfeld aufweisen.

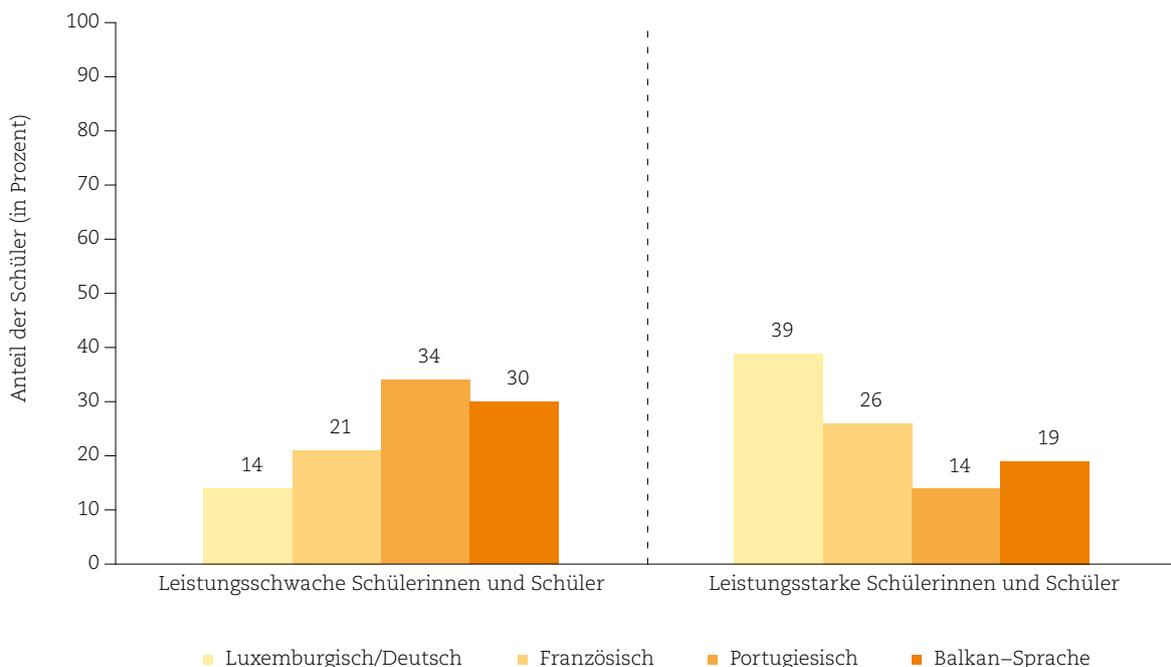


Abbildung 10: Prozentuale Anteile von leistungsschwachen und leistungsstarken Jugendlichen im Bereich Mathematik nach Sprachhintergrund.

Das vorgefundene Ergebnis weist zudem noch andere Aspekte auf, die zunächst etwas paradox anmuten, da man feststellt, dass gerade die leistungsschwächste Gruppe der portugiesischsprachigen Jugendlichen die höchste Lehrerunterstützung und die höchsten Werte für kognitive Aktivierung berichtet. Dies könnte jedoch darauf hinweisen, dass sich die betreuenden Lehrkräfte der spezifischen Probleme, mit denen insbesondere diese Sprachgruppe zu kämpfen hat, durchaus bewusst sind und versuchen, diese Probleme durch ein entsprechendes unterstützendes und aktivierendes Lehrerverhalten zumindest teilweise aufzufangen. Dass sich dieses unterstützende Ver-

halten dann nicht in entsprechend zufriedenstellende mittlere Schülerleistungen überträgt, könnte auf ein fundamentaleres Problem hinweisen, auf das bereits im Rahmen der nationalen Épreuves Standardisées hingewiesen wurde (EMACS, 2012): Man muss hier die Frage aufwerfen, ob die sprachlichen Anforderungen des luxemburgischen Schulsystems, die für manche Schülerinnen und Schüler ein sehr frühes mündliches und zum großen Teil auch schriftliches Erlernen von vier Fremdsprachen impliziert, nicht ganz einfach eine kognitive Überforderung darstellt, die auch über unterstützendes Lehrerverhalten nicht mehr kompensiert werden kann.

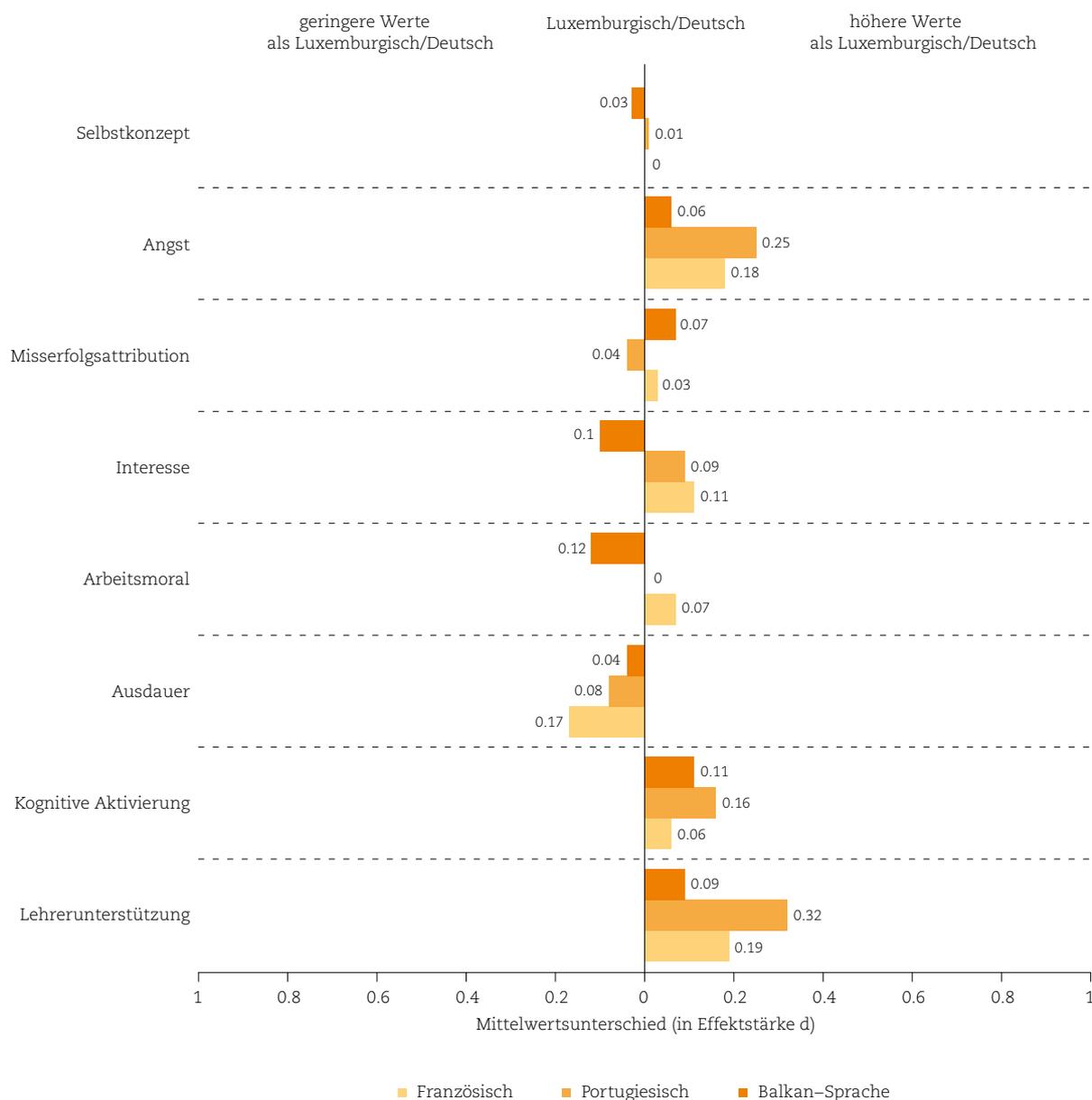


Abbildung 11: Unterschiede zwischen den Sprachgruppen hinsichtlich motivational-affektiver Indikatoren und wahrgenommener Unterrichtsqualität. Die Bezugsgruppe ist die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch (Null-Linie); die Balken zeigen die standardisierten Mittelwertsunterschiede (Effektstärken) zwischen der Sprachgruppe Französisch bzw. Portugiesisch bzw. Balkan-Sprache mit der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch. Mit $d = .20$ gilt die Effektstärke als klein, mit $d = .50$ als mittel und mit $d = .80$ als groß.

3.4.8 Zusammenfassende Schlussfolgerung

In diesem Kapitel wurde der Einfluss des Sprachhintergrundes auf die Leistung in den drei PISA-Kompetenzbereichen Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften untersucht. Aufgrund der Angabe der Schülerinnen und Schüler der zu Hause am häufigsten gesprochenen Sprache wurden vier für Luxemburg repräsentative Sprachgruppen gebildet: Luxemburgisch/Deutsch, Französisch, Portugiesisch und Balkan-Sprache.

Wie die Befunde in diesem Kapitel zeigen, unterscheiden sich die vier Gruppen jedoch nicht ausschließlich im Sprachgebrauch. Die Sprachgruppen weisen auch große Differenzen bezüglich des sozioökonomischen Status und der von den Jugendlichen besuchten Schulform auf. Die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch hat den höchsten sozialen Status, wobei insbesondere die Sprachgruppen Portugiesisch und Balkan-Sprachen im Vergleich dazu sozioökonomisch eher benachteiligt sind. Weiterhin besucht die Hälfte der Jugendlichen der Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch das Enseignement Secondaire, wobei dies nur für eine Minderheit von Jugendlichen der Sprachgruppen Portugiesisch und Balkan-Sprache gilt. Von letzteren besuchen die meisten Schülerinnen und Schüler das EST.

In Bezug auf die Wahl der Testsprache (Deutsch oder Französisch) zeigen die Sprachgruppen Luxemburgisch/Deutsch und Balkan-Sprachen eine klare Präferenz für die bis dahin prävalente Unterrichtssprache Deutsch, wobei die französischsprachigen Jugendlichen sich eher dafür entscheiden, die Tests in ihrer Muttersprache zu absolvieren. Die portugiesischsprachigen Jugendlichen haben weder eine Präferenz für die prävalente Unterrichtssprache noch für die Zweitsprache Französisch, die ihrer Muttersprache linguistisch ähnlicher ist. In Bezug auf die Unterrichtssprachen scheinen sie keine klar identifizierbare Erstsprache zu haben.

Was die Leistungsmaße betrifft, schneidet die Sprachgruppe Luxemburgisch/Deutsch in allen drei Bereichen besser ab als die drei anderen Sprachgruppen. Der Unterschied ist in den Naturwissenschaften besonders ausgeprägt. Diese Unterschiede können zum Teil durch den sozioökonomischen Status erklärt werden. Rechnet man diesen statistisch heraus, fallen die Unterschiede im Bereich Lesen geringer aus. Weiterhin hat die Sprachkompetenz in der Testsprache einen Einfluss auf die Leistung in Mathematik und den Naturwissenschaften. Wird zusätzlich zum sozioökonomischen Status auch für Lesekompetenz kontrolliert, so sind im Bereich Mathematik keine Leistungsdifferenzen zwischen den Sprachgruppen mehr vorhanden. In den Naturwissenschaften bleiben jedoch auch mit Kontrolle für sozioökonomischen Status und Lesekompetenz deutliche Unterschiede zwischen den Sprachgruppen bestehen.

Insgesamt zeigt sich außerdem, dass die Sprachgruppen mit Jugendlichen die zu Hause eine der drei Landessprachen sprechen, einen größeren Anteil an leistungsstarken Schülerinnen und Schülern aufweisen, als dies für die Sprachgruppen der Fall ist, bei denen im Elternhaus keine der drei Landessprachen dominiert. Schaut man sich den Anteil an leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern an, so invertiert sich dieser Befund. Bei den motivational-affektiven Indikatoren zeigt sich insbesondere, dass die romanophone Schülerschaft höhere Angst-

werte aufweist und dass die portugiesischsprachigen Schüler sich trotz ihrer eher schwachen Leistungen von ihrer Mathematiklehrkraft in besonderem Maße unterstützt fühlen. Diese Konstellation könnte ein Hinweis darauf sein, dass sich insbesondere diese Sprachgruppe mit Lernanforderungen konfrontiert sieht, die sich trotz entsprechender Lehrerunterstützung nicht bewältigen lassen.

Die Mehrsprachigkeit des luxemburgischen Schulsystems stellt hohe sprachliche Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler, die insbesondere für diejenigen, die zuerst die Unterrichtssprachen erlernen müssen, eine große Herausforderung darstellen. Dies spiegelt sich sowohl in den Leistungen als auch in motivational-affektiven Faktoren wider. Zusätzlich zum Sprachhintergrund spielt auch der sozioökonomische Status eine erhebliche Rolle in den unterschiedlichen Leistungen der Jugendlichen.

Für die Lehrkräfte des luxemburgischen Schulsystems stellen die komplexen Sprachkonstellationen der Schülerschaft besondere Herausforderungen dar, denen sie weitestgehend entgegen kommen. Jugendliche mit besonderen sprachlichen Schwierigkeiten fühlen sich etwas mehr von den Lehrkräften unterstützt. Große Leistungsunterschiede bleiben jedoch bestehen und in diesem Bereich müssen zukünftig sowohl weitere wissenschaftliche Studien durchgeführt werden, um tiefere Einblicke in erfolgreiche Interventionen zu bekommen, als auch bildungspolitische Diskussionen zu dem mehrsprachigen Schulsystem geführt werden.

Literaturverzeichnis

EMACS. (2012). *Épreuves Standardisées. Nationaler Bericht 2011-2012*. Luxemburg: Universität Luxemburg, EMACS.

De Bock, D., Van Dooren, W., Janssens, D., & Verschaffel, L. (2002). Improper use of linear reasoning: An in-depth study of the nature and the irresistibility of secondary school students' errors. *Educational Studies in Mathematics*, 50, 311–334.

Lee, O., & Fradd, S. (1998). Science for all, including students from non-English-language backgrounds. *Educational Research*, 27(4), 12–21.

Luykx, A., Lee, O., & Edwards, U. (2007). Lost in Translation: Negotiating Meaning in a Beginning ESOL Science Classroom. *Educational Policy*, 22(5), 640–674. doi:10.1177/0895904807307062

MENFP. (2013). *Les chiffres clés de l'éducation nationale. Statistiques et indicateurs 2011-2012*. Luxemburg: MENFP.

Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240. doi:10.1002/sce.10066

OECD. (2013). *Education at a Glance*. Paris: OECD.

STATEC. (2012). *Le Luxembourg en chiffres*. Retrieved September 24, 2012, from <http://www.statistiques.public.lu/catalogue-publications/luxembourg-en-chiffres/luxembourg-chiffres.pdf>.

Vamvakoussi, X., Dooren, W., & Verschaffel, L. (2012). Brief Report. Educated adults are still affected by intuitions about the effect of arithmetical operations: evidence from a reaction-time study. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 323–330. doi:10.1007/s10649-012-9432-8

Van Dooren, W., De Bock, D., Vleugels, K., & Verschaffel, L. (2010). Just answering ... or thinking? Contrasting pupils' solutions and classifications of missing-value word problems. *Mathematical Thinking and Learning*, 12(1), 20–35.

3.5 Gewissenhaftigkeit und schulische Leistung

Zusammenfassung:

Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich darin, wie gewissenhaft, leistungsorientiert und selbstdiszipliniert sie sind. Diese Persönlichkeitseigenschaften werden als Gewissenhaftigkeit bezeichnet. Im Zentrum dieses Kapitels steht die Frage, ob der Schulerfolg von Schülerinnen und Schülern durch ihre Gewissenhaftigkeit vorhergesagt werden kann. Die Analysen basieren auf Daten von Schülerinnen und Schülern, die an PISA 2009 teilgenommen haben und für die sowohl die Persönlichkeitsdaten als auch die Jahresendnoten der Schuljahre 2008/2009 bis 2011/2012 vorlagen. Die wichtigsten Ergebnisse sind: (1) Die Gewissenhaftigkeit der Schülerinnen und Schüler konnte die Zeugnisnoten drei Jahre später vorhersagen. (2) Dieser Zusammenhang blieb auch dann bestehen, wenn die Leistung in den PISA-Kompetenztests statistisch kontrolliert wurde. (3) Die Güte der Vorhersage war für alle Schuljahre ähnlich gut. (4) Schülerinnen und Schüler, die jedes Jahr regulär versetzt wurden, waren gewissenhafter als Schülerinnen und Schüler, die nicht jedes Jahr regulär versetzt wurden. Der zentrale Befund, dass Gewissenhaftigkeit eine positive schulische Entwicklung vorhersagt, wird mit Blick auf pädagogische Implikationen diskutiert.

Résumé :

Les élèves peuvent se distinguer par leur méticulosité, leur orientation vers la performance et leur autodiscipline. Un élève qui réunit ces qualités de personnalité peut être qualifié de consciencieux. Dans ce chapitre, nous essayons de cerner l'influence de ce trait de personnalité en analysant un sous-échantillon d'élèves ayant complété un questionnaire de personnalité lors de l'étude PISA 2009 et pour lesquels nous disposons des notes scolaires obtenues entre 2008/2009 et 2011/2012. Les résultats les plus importants peuvent être résumés comme suit : (1) le caractère plus ou moins consciencieux des élèves permet de prédire les notes scolaires trois ans plus tard, (2) cette relation persiste même sous le contrôle des performances des élèves dans les tests de compétences PISA, (3) la prédiction reste stable avec le temps, (4) les élèves n'ayant jamais redoublé (ou les élèves scolairement „à l'heure“) sont, en moyenne, plus consciencieux que les élèves en retard scolaire d'une ou plusieurs années. Le constat principal de ce chapitre est que le fait d'être consciencieux est un bon prédicteur du parcours scolaire. Les implications pédagogiques de ce constat sont discutées en guise de conclusion.

3.5.1 Einleitung

In diesem Kapitel wird der Zusammenhang von Persönlichkeitseigenschaften und der Schulleistung der Schülerinnen und Schüler beschrieben. Bevor die Ursachen dieses Zusammenhangs genauer erläutert werden, soll eine kurze Definition von Persönlichkeit gegeben werden. Die Persönlichkeit eines Menschen umfasst „jene Charakteristika oder Merkmale des Menschen, die konsistente Muster des Fühlens, Denkens und Verhaltens ausmachen“ (Pervin, Cervone & John, 1993, S. 31). Unterschiede und Gemeinsamkeiten bezüglich dieser Gedanken, Gefühle und Verhaltensweisen werden im Jugend- und Erwachsenenalter als Persönlichkeitseigenschaften beschrieben (Caspi, Roberts, & Shiner, 2005). Forscher sind mittlerweile zu dem Konsens gekommen, dass Persönlichkeitseigenschaften in ein gut organisiertes Rahmenmodell – das Fünf-Faktoren-Modell – eingeordnet werden können. Diese Faktoren decken die Breite der Persönlichkeit sehr gut ab und (fast) jede Verhaltensweise, jedes Gefühl und jeder Gedanke kann in dieses Modell eingeordnet werden. Diese fünf Faktoren konnten in zahlreichen Studien bestätigt werden (McCrae, 2001) und seither haben sich Neurotizismus, Extraversion, Offenheit, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit als die fünf robusten Faktoren etabliert.

Neurotizismus beschreibt die Unterschiede zwischen emotionaler Robustheit auf der einen Seite und emotionaler Empfindsamkeit bzw. Ansprechbarkeit auf der anderen Seite. Menschen mit einer hohen Ausprägung dieser Eigenschaft sind empfindsamer und – als negative Folge davon – auch unter Stress leichter aus dem Gleichgewicht zu bringen. Extravertierte Menschen werden als natürlich und gesellig beschrieben. Sie mögen Menschen und Menschenansammlungen, sie sind zusätzlich auch selbstbewusst, aktiv und gesprächig, dominant, energisch und optimistisch. Die Eigenschaft Offenheit erfasst das Interesse an neuen Erfahrungen, Erlebnissen und

Eindrücken. Sehr offene Personen besitzen ein reges Phantasieleben und werden als wissbegierig, intellektuell, theoretisch und kulturell interessiert beschrieben. Verträgliche Menschen begegnen anderen mit Wohlwollen, sind bemüht, anderen zu helfen. Eine grundlegende Eigenschaft ist darüber hinaus Altruismus (Selbstlosigkeit im eigenen Denken und Handeln). Die Eigenschaft Gewissenhaftigkeit hat sehr viel mit Selbstkontrolle zu tun. Gewissenhafte Menschen gelten als leistungsorientiert, sorgfältig, zielstrebig, selbstdiszipliniert und willensstark. Die positive Seite dieser Dimension liegt in ihrer Beziehung zu dem in Schule, Studium und Beruf erzielten Leistungsniveau. Das Fünf-Faktoren-Modell diene als Basis zur Entwicklung verschiedener Persönlichkeitsfragebögen, die nicht nur in der pädagogischen und psychologischen Forschung Anwendung finden. Zur Erfassung der fünf Faktoren werden Personen Aussagen vorgelegt, die sie meist auf einer fünfstufigen Skala (von „stimme gar nicht zu“ bis „stimme vollkommen zu“) beantworten müssen. Ein Beispiel für Extraversion ist „Ich mag Partys mit vielen Leuten.“.

In den letzten 20 Jahren wurden Persönlichkeitsfaktoren vermehrt mit Leistungsmaßen im schulischen und Berufskontext in Bezug gesetzt. Wichtig ist hierbei, dass vor allem die Eigenschaft Gewissenhaftigkeit positiv mit Schulleistung zusammenhängt (Poropat, 2009). Das bedeutet, dass Schüler, die leistungsorientiert, zielstrebig und selbstdiszipliniert sind, eher besser in der Schule sind als solche Schüler, die unstrukturiert und wenig diszipliniert sind. Für Luxemburg wurde der Zusammenhang von Persönlichkeitseigenschaften und schulischer Entwicklung bislang nur ansatzweise untersucht. Diese übergeordnete Frage soll mithilfe der PISA-Daten weiter beforscht werden. Insbesondere geht dieses Kapitel den folgenden Forschungsfragen nach: Wie hängt die Persönlichkeitseigenschaft Gewissenhaftigkeit mit Schulnoten der Schülerinnen und Schüler zusammen? Unterscheiden sich Schülerinnen und

Schüler, die jedes Jahr regulär versetzt werden, in ihrer Gewissenhaftigkeit von solchen Schülerinnen und Schülern, die nicht jedes Jahr regulär versetzt werden?

3.5.2 Datengrundlage

Um Fragen zur Vorhersage der späteren schulischen Leistung durch Persönlichkeit zu beantworten, ist ein längsschnittliches Design notwendig. Mithilfe eines solchen Designs können statistische Zusammenhänge besser als Ursache-Wirkungszusammenhänge interpretiert werden. Da darüber hinaus die Persönlichkeit in der PISA-Studie von 2009, und nicht in der PISA-Studie 2012, erhoben wurde, beruhen die statistischen Analysen in diesem Kapitel auf der Datenbasis aus dem Jahr 2009. Diese Daten wurden mit der Schülerdatenbank des Bildungsministeriums kombiniert. Im Speziellen wurden aus der Schülerdatenbank folgende Informationen genutzt: die Zeugnisnoten am Ende des Schuljahres, in dem PISA durchgeführt wurde (2008/2009) sowie die Zeugnisnoten am Ende der 3 nachfolgenden Schuljahre (2009/2010 bis 2011/2012). Das Zusammenfügen beider Datensätze erfolgte über eine Identifikationsnummer, die keinen Rückschluss auf die tatsächlichen Namen der Jugendlichen ermöglichte. Daher war die Anonymität der Schülerinnen und Schüler zu jedem Zeitpunkt gewahrt.

Die Persönlichkeit der Schülerinnen und Schüler wurde nicht in der gesamten PISA 2009-Stichprobe erhoben, sondern nur im Rahmen der nationalen Ergänzungserhebung. Daher gehen in die folgenden Analysen nur Daten von einer Teilstichprobe von Schülerinnen und Schülern ein, die den Fragebogen zur Persönlichkeit in deutscher Sprache ausgefüllt haben. Darüber hinaus ist es wichtig, dass für jede Schülerin und jeden Schüler Daten aus mehreren Schuljahren vorliegen, um eine valide

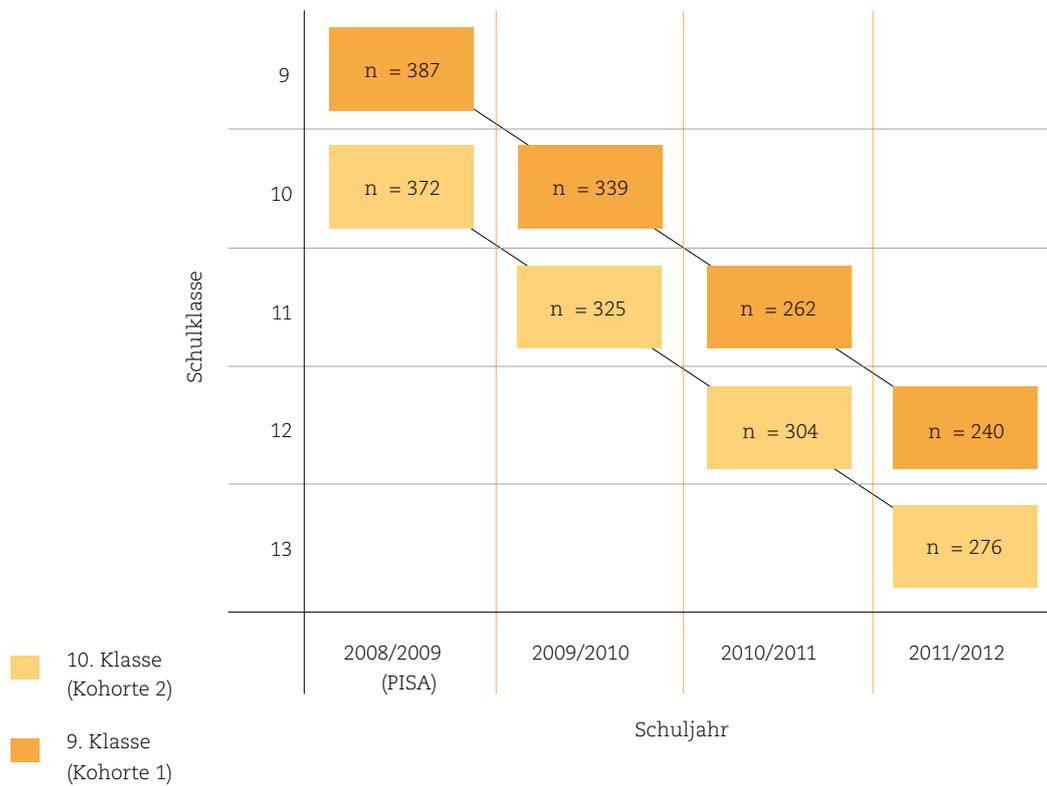


Abbildung 1: Design und Stichprobengröße. Alle Schülerinnen und Schüler ($n = 759$) besuchten das Enseignement Secondaire Technique (EST) oder das Enseignement Secondaire (ES; jeweils in Klasse 9 oder 10), als sie an PISA 2009 teilnahmen. Die Anzahl (n) gibt die Anzahl der Schülerinnen und Schüler an, die jeweils regulär in die nächste Klassenstufe versetzt wurden. Schülerinnen und Schüler, die nicht regulär versetzt wurden, haben eine Klasse wiederholt, die Schule verlassen oder zu einer niedrigeren Schulform gewechselt.

und präzise Vorhersage der Noten machen zu können. Daher gibt es verschiedene Kriterien, die erfüllt werden mussten, damit die Schülerinnen und Schüler in die Analysen eingingen: (1) Wir nutzen Daten von Schülerinnen und Schülern, die im Schuljahr 2008/2009 an PISA teilgenommen haben und zu dem Zeitpunkt die 9. Klasse (V^e/9^e; Kohorte 1) bzw. die 10. Klasse (IV^e/10^e; Kohorte 2) besuchten (siehe Abbildung 1). (2) Alle Analysen basieren darüber hinaus auf Daten von Schülerinnen und Schülern, die in den drei Jahren nach PISA immer regelmäßig versetzt wurden (siehe Abbildung 1). Lediglich für die Analysen in Abschnitt 3.5.5 wurde die Gruppe der Schülerinnen und Schüler, die ein- oder mehrmals nicht regulär versetzt wurden, in die Analysen mit einbezogen. Unter Berücksichtigung dieser Auswahlkriterien gehen die Daten von insgesamt 516 Schülerinnen und Schülern in die statistischen Analysen ein, von denen 50,6 % weiblich sind.

Je nach Klassenstufe lagen die Zeugnisnoten für Mathematik, Deutsch und Französisch vor. Die Noten befinden sich auf der für Luxemburg üblichen Skala von 0 bis 60 Punkten. Eine höhere Punktzahl entspricht hier einer besseren Note. Die Schülerinnen und Schüler werden (im Prinzip) versetzt, wenn sie mindestens 30 Punkte erreichen. Neben den Schulnoten wurden für die Analysen die Daten aus dem Persönlichkeitsfragebogen genutzt. Hier mussten die Schülerinnen und Schüler 10 Fragen zu ihrer Persönlichkeit beantworten. Die Aussagen, mit denen Gewissenhaftigkeit erfasst werden soll, waren „Ich erledige Aufgaben gründlich.“ und „Ich bin bequem, neige zur Faulheit.“. Für die Skala Gewissenhaftigkeit wurde der Summenwert über die beiden Antworten gebildet, die zu der Dimension gehören. Darüber hinaus wurden zwei Kompetenzwerte aus der PISA-Erhebung von 2009 verwendet: Mathematikkompetenz und Lesekompetenz in Deutsch.

3.5.3 Vorhersage von Zeugnisnoten

In diesem Abschnitt wurde untersucht, ob die Ausprägung der Persönlichkeitseigenschaft Gewissenhaftigkeit Schulnoten vorhersagen kann. Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden zwei Arten von Korrelationen zwischen Gewissenhaftigkeit und den Zeugnisnoten berechnet. Die erste Art der Korrelation beschreibt, ob und wie zwei Variablen zusammenhängen. Das heißt eine Korrelation gibt Auskunft darüber, ob Variable 1 tendenziell eher zu- oder abnimmt, wenn Variable 2 das auch tut, oder ob kein direkter Zusammenhang zwischen beiden Variablen besteht. Die Korrelation wird hierbei durch einen Wert ausgedrückt, den Korrelationskoeffizienten (r). Dieser kann Werte von -1 bis $+1$ annehmen. Eine Korrelation von $r = -1$ wird als perfekt negativer Zusammenhang interpretiert (d. h. je mehr Variable 1 ansteigt desto mehr nimmt Variable 2 ab; bzw. je mehr Variable 1 abnimmt, desto mehr steigt Variable 2). Eine Korrelation von $r = 1$ steht für einen perfekt positiven Zusammenhang zwischen beiden Variablen (d. h. je mehr Variable 1 ansteigt, desto mehr steigt auch Variable 2 an). Findet sich eine Korrelation von $r = 0$, dann bedeutet es, dass es keinen systematischen Zusammenhang zwischen zwei Variablen gibt (s. Deary, 2001). Die zweite Art einer Korrelation, die sogenannte Teilkorrelation (oder Semipartialkorrelation), unterliegt dem gleichen Prinzip wie grade beschrieben. Es kommt bei der Auswertung aber ein weiterer Schritt hinzu. Damit ist es möglich, den Zusammenhang zwischen zwei Variablen um den Einfluss einer dritten Variable zu korrigieren. Wir wissen beispielsweise, dass Zeugnisnoten auch durch Leistungstests vorhergesagt werden können (s. Fischbach & Brunner, 2010). Besteht nun Interes-

se an dem Zusammenhang zwischen Gewissenhaftigkeit und Schulnoten, der unabhängig von dem Einfluss der Leistungstests ist, so kann die Korrelation um diesen Einfluss bereinigt werden, indem die sogenannte Teilkorrelation berechnet wird.

Um zu verstehen, ob die Vorhersage von Persönlichkeit auf Schulnoten über einen längeren Zeitraum funktioniert, wurde für die aktuellen Analysen der längst mögliche Zeitraum zwischen Erfassung der Persönlichkeit und den Zeugnisnoten gewählt. Das heißt, es wurden Korrelationen berechnet, die auf den Daten der Persönlichkeit aus dem PISA-Jahr 2008/2009 und den Zeugnisnoten aus dem Schuljahr 2011/2012 beruhen. Diese zeitliche Diskrepanz zwischen beiden Datenpunkten stützt die Interpretation des statistischen Zusammenhangs als Ursache-Wirkungs-Zusammenhang. Wenn sich also eine positive Korrelation ergeben sollte, dann bedeutet dies, dass eine höhere Ausprägung in Gewissenhaftigkeit von Schülerinnen und Schülern dazu führt, dass sie drei Jahre danach eine bessere Note erhalten haben als Schülerinnen und Schüler mit einer niedrigeren Ausprägung in Gewissenhaftigkeit.

Die Analysen wurden jeweils getrennt für Jugendliche in der 9. Klasse (V^e/9^e; Kohorte 1) und Jugendliche in der 10. Klasse (IV^e/10^e; Kohorte 2) durchgeführt. Es zeigt sich über beide Kohorten hinweg ein konsistenter positiver Zusammenhang zwischen Gewissenhaftigkeit und den Zeugnisnoten in Mathematik, Deutsch und Französisch ($r = .14$ bis $r = .20$; siehe Abbildung 2). Um den eigenständigen Einfluss von Gewissen-

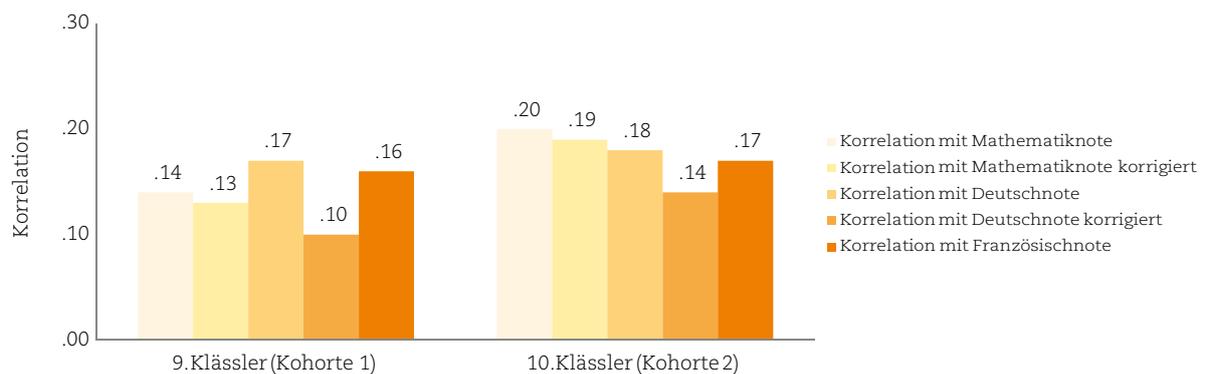


Abbildung 2: Zusammenhang von Gewissenhaftigkeit und Schulnoten für Mathematik, Deutsch und Französisch. Gewissenhaftigkeit wurde im Schuljahr 2008/2009 erhoben. Die Noten wurden für das Schuljahr 2011/2012 erfasst. Mathematik/Deutsch korrigiert = die Korrelation wurde jeweils um den Einfluss der PISA-Kompetenztests in Mathematik bzw. Lesen korrigiert. Da für Französisch kein entsprechender PISA-Kompetenztest eingesetzt wurde, liegt für das Fach Französisch nur die unkorrigierte Korrelation vor.

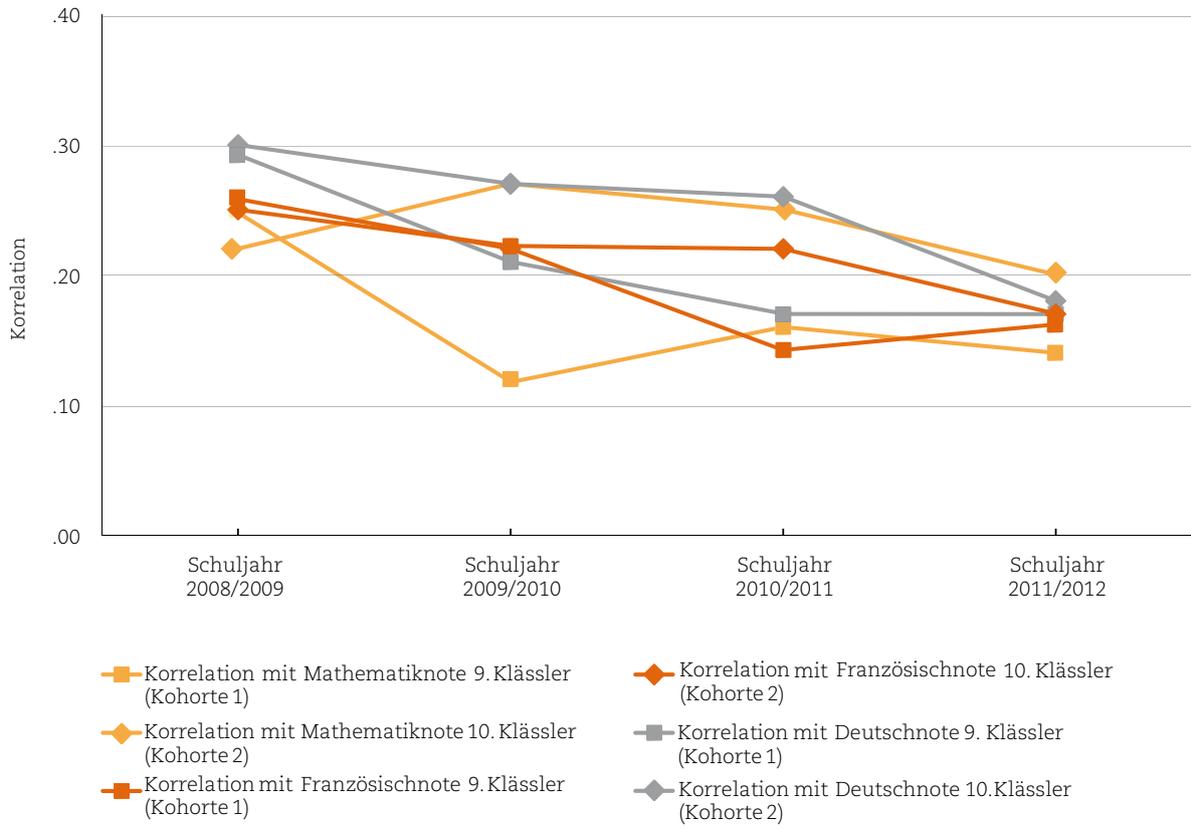


Abbildung 3: Zusammenhang von Gewissenhaftigkeit und Schulnoten für Mathematik, Deutsch und Französisch über vier Schuljahre hinweg.



Abbildung 4: Mittlere Ausprägung der Gewissenhaftigkeit von Schülerinnen und Schülern, die versetzt bzw. nicht versetzt wurden. T = T -Wert für Differenztest zwischen den Mittelwerten, p = Wahrscheinlichkeit; die Summenwerte der Skala Gewissenhaftigkeit reichen von 0 (= gar nicht gewissenhaft) bis 12 (= sehr gewissenhaft).

haftigkeit auf Schulnoten zu ermitteln, der unabhängig von der vorherigen Leistung (in Form der PISA-Mathematik und -Lesekompetenz) ist, wurde die Teilkorrelation berechnet. Für den Zusammenhang mit der Mathematiknote wurde um die Leistung im Mathematikkompetenztest korrigiert, für den Zusammenhang mit der Deutschnote wurde um die Leistung im Lesekompetenztest korrigiert. Da für Französisch kein Kompetenzwert vorlag, wurden an dieser Stelle keine Teilkorrelationen berechnet. Die Teilkorrelationen liegen für Mathematik und Deutsch über die Kohorten hinweg bei $r = .10$ bis $r = .19$. Der Vergleich mit den klassischen Korrelationen zeigt, dass der Effekt von Gewissenhaftigkeit auf Schulnoten nur geringfügig schwächer ist, wenn die Leistung statistisch kontrolliert wird.

3.5.4 Stabilität des Zusammenhangs von Zeugnisnoten und Gewissenhaftigkeit

Um einen Eindruck über die Stabilität des gefundenen Effektes von Gewissenhaftigkeit auf Schulnoten zu bekommen, wurden in einem nächsten Schritt der Verlauf und die Veränderung der Korrelation von Gewissenhaftigkeit und Schulnoten über vier Schuljahre hinweg betrachtet. Hierzu wurde für jedes verfügbare Schuljahr (von 2008/2009 bis 2011/2012) eine Korrelation berechnet (siehe Abbildung 3). Hier zeigt sich eine relativ hohe Stabilität der Korrelationen über die Zeit. Während die Zusammenhänge im Schuljahr 2008/2009 im Bereich zwischen $r = .22$ bis $r = .30$ lagen, waren sie drei Jahre danach immer noch im Bereich von $r = .14$ bis $r = .20$. Darüber hinaus zeigt sich, dass die Zusammenhänge in Kohorte 2 tendenziell etwas höher waren als in Kohorte 1. Das bedeutet, dass der Zusammenhang für Schülerinnen und Schüler größer ist, die sich im Schuljahr 2008/2009 schon in der 10. Klassenstufe (IV^e/10^e) befinden.

3.5.5 Gewissenhaftigkeit und Klassenwiederholungen

Da PISA 2009 im Schuljahr 2008/2009 durchgeführt wurde, ist zum jetzigen Zeitpunkt bekannt, ob die Schülerinnen und Schüler immer planmäßig versetzt wurden und demnach keine Klasse wiederholen mussten. Da sich gezeigt hat, dass gewissenhafte Schülerinnen und Schüler besser in der Schule sind, ergibt sich die interessante Frage, ob sich die Jugendlichen, die regulär versetzt wurden in der Ausprägung ihrer Gewissenhaftigkeit von den Jugendlichen unterscheiden, die mindestens einmal nicht regulär versetzt wurden.

Daher wurde für die Gruppe derer, die planmäßig versetzt wurden und für die Gruppe derer, die mindestens einmal nicht versetzt wurden, jeweils der Mittelwert der Skala berechnet und verglichen. Es zeigte sich, dass die versetzten Schülerinnen und Schüler eine höhere Ausprägung der Eigenschaft Gewissenhaftigkeit aufwiesen, als die Schülerinnen und Schüler, die nicht immer regelmäßig versetzt wurden. (siehe auch Abbildung 4). Die Mittelwerte der beiden Gruppen unterschieden sich statistisch signifikant (siehe Abbildung 4).

3.5.6 Zusammenfassende Schlussfolgerung

In diesem Kapitel wurde die Frage untersucht, ob und inwiefern durch die Persönlichkeitseigenschaft Gewissenhaftigkeit die weitere schulische Entwicklung von Schülerinnen und Schülern vorhergesagt werden kann. Nachfolgend werden die Befunde anhand der drei zentralen Forschungsfragen diskutiert.

- (1) *Haben gewissenhafte PISA-Schülerinnen und -Schüler bessere Schulnoten?* Die Ausprägung in Gewissenhaftigkeit der Schülerinnen und Schüler korrelierte fächerübergreifend statistisch bedeutsam mit den Zeugnisnoten, die vier Jahre später erreicht wurden. Dieser Zusammenhang kann als klein bis mittel bezeichnet werden. Eine Korrelation gilt als klein, wenn sie im Bereich von $r = .10$ und als mittel, wenn sie im Bereich von $r = .30$ liegt (Cohen, 1988). Diese Effekte sind vergleichbar mit Effekten aus anderen Studien (für einen Überblick siehe Poropat, 2009). Obwohl die Effekte zum jetzigen Zeitpunkt als klein angesehen werden, liegt ihre Bedeutung eventuell eher in ihrer langfristigen Auswirkung (Roberts, Kuncel, Shiner, Caspi & Goldberg, 2007). Gewissenhafte Schülerinnen und Schüler suchen sich (Schul-)Umwelten, die zu ihrer Persönlichkeit passen. Das heißt, sie suchen Umwelten, die sie fordern und fördern und die ihnen die Möglichkeit geben, mit ihrer strukturierten und disziplinierten Art schulisch erfolgreich zu sein. Das könnte in der Folge dazu führen, dass die Schülerinnen und Schüler nach dem höchsten Bildungsabschluss streben und infolge dessen auch eher eine Universität besuchen. Dieser Zugang zu höherer Bildung öffnet die Tür für beruflichen Erfolg im Erwachsenenalter. Darüber hinaus stellt sich die Frage, wie unabhängig dieser Effekt von der Kompetenz der Schülerinnen und Schüler im jeweiligen Fach ist. Aus früheren Studien ist bekannt, dass die Schulleistung ebenfalls durch die Kompetenz in einem bestimmten Fach vorhergesagt werden kann (s. Fischbach & Brunner, 2010). Um zu verstehen, ob der Zusammenhang zwischen Gewissenhaftigkeit und Schulnoten unabhängig von der Leistung ist, wurde dieser Zusammenhang um den Einfluss von PISA-Kompetenztests in den entsprechenden Fächern korrigiert. Die vorliegenden Befunde zeigten klar, dass der Einfluss von Gewissenhaftigkeit auf die Schulnoten unabhängig von der PISA-Kompetenz der Schülerinnen und Schüler im jeweiligen Fach ist.
- (2) *Ist der Zusammenhang zwischen Gewissenhaftigkeit und Noten zeitlich stabil?* Da ein Zusammenhang zwischen zwei Variablen vor allem dann als stabil angesehen werden kann, wenn er sich über einen längeren Zeitraum als statistisch bedeutsam zeigt, wurde der Zusammenhang zwischen Gewissenhaftigkeit und Schulnoten über den verfügbaren Zeitraum von vier Schuljahren betrachtet. Es zeigte sich eine hohe zeitliche Stabilität, was bedeutet, dass auch vier Jahre nach der Erhebung der Persönlichkeitseigenschaft ein statistisch bedeutsamer Zusammenhang zu den Schulleistungen der Schülerinnen und Schüler bestand. Dieser Befund unterstreicht ebenfalls die Wichtigkeit und Relevanz der Vorhersagekraft von Gewissenhaftigkeit.

- (3) *Sind Schülerinnen und Schüler, die regulär versetzt werden, gewissenhafter als solche, die nicht regulär versetzt werden.* Die Schülerinnen und Schüler, die regulär versetzt wurden, zeigten tatsächlich durchgehend eine höhere Ausprägung der Eigenschaft Gewissenhaftigkeit als solche Schülerinnen und Schüler, die nicht jedes Jahr regulär versetzt wurden. Dieser Befund unterstützt ebenfalls die These, dass gewissenhafte Schülerinnen und Schüler eine bessere Schulleistung aufweisen als weniger gewissenhafte Schülerinnen und Schüler.

Schließlich stellt sich die Frage, warum Persönlichkeit im Schulkontext im Allgemeinen und im Rahmen von PISA im Speziellen eine Rolle spielen sollte. Persönlichkeit stellt eine wichtige individuelle Ressource, die mit Leistung im Zusammenhang steht. Daher stellt sie eine zentrale nicht-kognitive Variable dar, die helfen kann zu erklären, warum manche Schülerinnen und Schüler besser in der Schule sind als andere. Darüber hinaus ist Persönlichkeitsentwicklung ein lebenslanger Prozess (Roberts, Wood & Caspi, 2008). Bildungsprozesse in der Schule könnten hier ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Persönlichkeitsentwicklung spielen, indem produktive Lernumgebungen und situative Anforderungen bereitgestellt werden, welche die Persönlichkeit formen. Dieser Prozess der Persönlichkeitsentwicklung kann zum einen als wichtige Aufgabe der Bildungseinrichtungen gesehen werden. Zum anderen kann es eine Stellschraube darstellen, durch die optimale Voraussetzungen für gute Schulleistungen gegeben werden. In diesem Zusammenhang ist eine Evaluation der Effekte durch large-scale Studien wie PISA wichtig. Weiterhin können die Ergebnisse aus dem nationalen Bildungsmonitoring, den sogenannten Épreuves Standardisées (ÉpStan; EMACS, 2012), dazu genutzt werden, um Lehrkräften als Grundlage für individuelle Förderung von Schülerinnen und Schülern zu dienen.

Literaturverzeichnis

- Caspi, A., Roberts, B. W. & Shiner, R. L. (2005). Personality development: Stability and change. *Annual Review Psychology*, 56, 453–484.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Deary, I. J. (2001) Human intelligence differences: towards a combined experimental-differential approach. *Trends in Cognitive Science*, 5, 164–170.
- EMACS. (2012). *Épreuves Standardisées. Nationaler Bericht 2011-2012*. Luxemburg: Universität Luxemburg, EMACS.
- Fischbach, A., & Brunner, M. (2010). Schulische Entwicklung. In SCRIPT & EMACS (Hrsg.), PISA 2009. *Nationaler Bericht Luxemburg*. (S. 93–103). Luxemburg: MENFP.
- McCrae, R. R. (2001). Trait psychology and culture: Exploring intercultural comparisons. *Journal of Personality*, 69, 819–846.
- Pervin, L. A., Cervone, D. & John, O. P. (1993). *Persönlichkeitstheorien: Freud, Adler, Jung, Rogers, Kelly, Cattell, Eysenck, Skinner, Bandura u. a.*; (Vol. 8035). UTB.
- Poropat, A. E. (2009). A meta-analysis of the five-factor model of personality and academic performance. *Psychological Bulletin*, 135, 322–338.
- Roberts, B. W., Kuncel, N. R., Shiner, R. L., Caspi, A. & Goldberg, L. R. (2007). The power of personality: The comparative validity of personality traits, socioeconomic status, and cognitive ability for predicting important life outcomes. *Perspectives on Psychological Science*, 2, 313–345.
- Roberts, B. W., Wood, D., & Caspi, A. (2008). The development of personality traits in adulthood. *Handbook of Personality: Theory and Research*, 3, 375–398.



4

Herausforderungen, Implikationen und Perspektiven für das Luxemburger Bildungs- system

Autoren:

Gina Wrobel, Christophe Dierendonck, Antoine Fischbach,
Sonja Ugen, Danielle Hoffmann, Caroline Hornung, Sylvie Gamo,
Bettina Böhm, Romain Martin

4.1

Zusammenfassung der Ergebnisse von PISA 2012 / Synthèse des résultats de PISA 2012

4.1.1 L'étude PISA 2012

PISA (Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves) est une étude internationale menée par l'Organisation pour la Coopération et le Développement Économique (OCDE) qui porte sur les compétences scolaires des élèves de 15 ans en mathématiques, en lecture et en sciences naturelles. L'étude PISA a lieu tous les trois ans (2012 est le cinquième cycle) avec un focus qui diffère d'un cycle à l'autre. En 2012, le focus a été mis sur les compétences en mathématiques (tout comme en 2003). En parallèle des tests de compétence, les élèves sont également interrogés sur différents aspects motivationnels et affectifs en lien avec les mathématiques (par exemple concept de soi, anxiété, intérêt, éthique de travail). Au total, près de 510000 élèves âgés de 15 ans et issus de 65 pays (34 pays de l'OCDE et 31 pays partenaires de l'OCDE) ont participé à l'étude PISA 2012.

Die PISA-Studie 2012

PISA (Programme for International Student Assessment) ist eine internationale Schulleistungsstudie der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), die die Kompetenzen von 15-jährigen Schülerinnen und Schülern in Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften untersucht. Die PISA-Studie findet alle drei Jahre statt (2012 ist der 5. Zyklus), wobei der Schwerpunkt jeweils wechselt. In 2012 stand zum zweiten Mal die mathematische Kompetenz im Vordergrund (erstmalig in 2003). In diesem Zusammenhang wurden die Schülerinnen und Schüler auch zu motivational-affektiven Indikatoren (z. B. Selbstkonzept, Angst, Interesse, Arbeitsmoral) in Bezug auf Mathematik befragt. Insgesamt nahmen ca. 510 000 15-Jährige aus 65 Ländern, darunter 34 OECD-Länder und 31 OECD-Partnerländer, an der PISA-Studie 2012 teil.

Au Luxembourg, les élèves de 15 ans de toutes les écoles publiques et de toutes les écoles privées subventionnées incluses ont participé à l'étude. Certaines écoles privées non subventionnées (qui n'appliquent pas le plan d'études officiel) ont également pris part à l'enquête. Voilà pourquoi les résultats sont présentés selon deux perspectives différentes. Tout d'abord, les résultats de toutes les écoles participantes (les écoles privées non subventionnées incluses) sont présentés dans la section 4.1.2 « Résultats globaux ». Ensuite, dans la section 4.1.3 « Constats spécifiques aux établissements appliquant les programmes du MENFP », seuls les résultats relatifs aux écoles de l'enseignement public et de l'enseignement privé subventionné sont présentés. Cette distinction se justifie car les écoles privées non subventionnées se différencient non seulement par leurs programmes d'études (différents de ceux du MENFP), mais aussi au niveau des caractéristiques de la population scolaire accueillie.

4.1.2 Résultats globaux

Dans les trois domaines évalués (mathématiques, lecture et sciences naturelles), la moyenne du Luxembourg est inférieure à la moyenne de l'OCDE. Le Luxembourg obtient un score moyen de 490 points en mathématiques (moyenne de l'OCDE : 494 points), 488 points en lecture (moyenne de l'OCDE : 496 points) et 491 points en sciences naturelles (moyenne de l'OCDE : 501 points). Si on considère uniquement les écoles qui appliquent le plan d'études luxembourgeois, la moyenne du Luxembourg dans les trois domaines de compétence est inférieure de six points en mathématiques et en sciences naturelles et inférieure de sept points en lecture.

Dans les trois domaines évalués, des niveaux de compétence sont définis. Le niveau 2 de compétence est considéré comme le niveau de base à partir duquel les élèves commencent à manifester les compétences qui leur permettent de participer de façon efficace et productive à la vie en société. Au Luxembourg, dans chacun des trois domaines évalués, environ un quart des élèves n'atteignent pas le niveau 2 de compétence. Au sein de la comparaison internationale (pays européens et pays du G8), le Luxembourg figure parmi les pays où cette proportion est plutôt élevée.

L'analyse des performances moyennes du Luxembourg entre 2003 et 2012 met en lumière une tendance légèrement positive en lecture (+8 points par rapport à 2003) et en sciences naturelles (+5 points par rapport à 2006 et +7 points par rapport à 2009). En mathématiques, il n'y a pas d'évolution marquée (le score moyen diminue de 3 points par rapport à

In Luxembourg beteiligten sich sowohl Schülerinnen und Schüler von öffentlichen und privat-subventionierten Schulen als auch 15-Jährige, die vom Lehrplan unabhängige Privatschulen besuchen. Die Ergebnisse werden daher aus zwei unterschiedlichen Perspektiven dargelegt. Zuerst erfolgt die Beschreibung der Ergebnisse für alle Luxemburger Schulen (inkl. vom Lehrplan unabhängige Privatschulen) im Abschnitt 4.1.2 „Allgemeine Ergebnisse“. Anschließend werden im Abschnitt 4.1.3 „Befunde zum Luxemburger Regelschulwesen“ nur die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler öffentlicher und überwiegend privat-subventionierter Schulen dargestellt, da sich diese von den „lehrplanunabhängigen Privatschulen“ in vielerlei Hinsicht unterscheiden (z. B. vom Lehrplan des MENFP, in der Zusammensetzung der Schülerschaft, etc.).

Allgemeine Ergebnisse

In allen drei Kompetenzbereichen (Mathematik, Lesen und Naturwissenschaften) lag der Mittelwert von Luxemburg jeweils unterhalb des OECD-Durchschnitts. In Mathematik erreichten die Luxemburger Schülerinnen und Schüler 490 Punkte (OECD-Durchschnitt: 494 Punkte), im Lesen 488 Punkte (OECD-Durchschnitt: 496 Punkte) und in den Naturwissenschaften 491 Punkte (OECD-Durchschnitt: 501 Punkte). Hierbei ist zu beachten, dass bei alleiniger Betrachtung der Luxemburger Schülerinnen und Schüler der so genannten „Luxemburger Regelschulen“ der Mittelwert für Luxemburg in allen drei Kompetenzbereichen zwischen sechs Punkten (in Mathematik und Naturwissenschaften) und sieben Punkten (im Lesen) niedriger als für die Gesamtheit der Luxemburger Schulen ausfällt.

Die Kompetenzbereiche werden jeweils in aufsteigende Kompetenzstufen eingeteilt. Kompetenzstufe 2 ist das Basisniveau, ab dem die Schülerinnen und Schüler beginnen, jene Kompetenzen unter Beweis zu stellen, die es ihnen ermöglichen werden, effektiv und produktiv am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. In Luxemburg erreichte etwa jeweils ein Viertel aller Jugendlichen nicht die Kompetenzstufe 2 in Mathematik, Lesen oder in den Naturwissenschaften. Im Vergleich zu den europäischen und G8-Staaten gehört Luxemburg somit zu den Ländern mit einem eher größeren Anteil an leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern.

Betrachtet man die Luxemburger Schülerleistungen im Zeitraum zwischen 2003 und 2012, so ist ein leicht positiver Trend im Lesen (+8 Punkte im Vergleich zu 2003) und den Naturwis-

2003). Le changement observé en lecture est statistiquement significatif. En sciences naturelles, seul le changement observé depuis PISA 2009 est statistiquement significatif. En mathématiques, les évolutions observées ne sont pas statistiquement significatives et pourraient être provoquées par des fluctuations aléatoires. Un curriculum qui vise davantage l'apprentissage de la lecture pourrait expliquer le résultat positif en compréhension de l'écrit.

senschaften (+5 Punkte im Vergleich zu 2006 und +7 Punkte im Vergleich zu 2009) festzustellen. In Mathematik kann keine große Veränderung beobachtet werden (die Schülerleistungen fielen seit 2003 um 3 Punkte). In der Lesekompetenz ist der Leistungsanstieg im Vergleich zu allen vorangegangenen Zyklen statistisch bedeutsam, während in den Naturwissenschaften nur der Punkteanstieg gegenüber PISA 2009 statistisch bedeutsam ausfällt. Einzig in Mathematik kann im Vergleich zu keinem früheren PISA-Zyklus eine statistisch bedeutsame Veränderung beobachtet werden, d. h. der Punkteunterschied kann somit auch durch rein zufällige Schwankungen bedingt sein. Was das Ergebnis im Lesen anbelangt, so könnte dieses durchaus auf eine größere curriculare Bedeutung der Leseförderung zurückzuführen sein.

4.1.3 Constats spécifiques aux établissements appliquant les programmes du MENFP

Dans les écoles qui appliquent le plan d'études luxembourgeois, les élèves socio-économiquement favorisés ont une performance moyenne largement supérieure à celles des élèves socio-économiquement défavorisés dans les trois domaines évalués. Cette différence est de 93 points en mathématiques, 94 points en lecture et 108 points en sciences naturelles. En considérant que 48 points représentent le gain d'apprentissage moyen réalisé en une année scolaire dans le système scolaire luxembourgeois, cela signifie que la différence observée entre les élèves socio-économiquement favorisés et défavorisés correspond à un différentiel de 2 années scolaires environ en mathématiques, en lecture et en sciences naturelles. Au sein de la comparaison internationale (pays européens et pays du G8), le Luxembourg se situe parmi les pays où sont observées les plus grandes différences de performance entre adolescents favorisés et défavorisés sur le plan socio-économique.

Lorsque les performances observées sont analysées à la lumière de l'arrière-fond culturel des élèves, les élèves sans arrière-fond d'immigration démontrent des performances moyennes sensiblement supérieures en mathématiques, en lecture et en sciences naturelles. Ces différences sont de 56 points en mathématiques, 63 points en lecture et 75 points en sciences naturelles à l'avantage des élèves sans arrière-fond d'immigration. Elles correspondent à une différence de 1 à 1.5 années scolaires. Dans la comparaison internationale (pays européens et pays du G8), le Luxembourg figure parmi les pays où ces

Befunde zum Luxemburger Regelschulwesen

Im Luxemburger Regelschulwesen zeigen sozioökonomisch begünstigte Jugendliche im Vergleich zu sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen einen beachtlichen Leistungsvorsprung in den getesteten Kompetenzen. In Mathematik beträgt die Differenz 93 Punkte, im Lesen sind es 94 Punkte und in den Naturwissenschaften 108 Punkte. Berücksichtigt man, dass durchschnittlich 48 Punkte dem Lernzugewinn eines Schuljahres im Luxemburger Regelschulwesen entsprechen, so haben sozioökonomisch begünstigte Jugendliche einen Leistungsvorsprung von ca. 2 Schuljahren in Mathematik, Lesen und den Naturwissenschaften. Im internationalen Vergleich (europäische und G8-Staaten) zählt Luxemburg zu den Ländern mit den größten Leistungsunterschieden zwischen sozioökonomisch begünstigten und sozioökonomisch benachteiligten Jugendlichen.

Bei der Betrachtung der Leistungen vor dem kulturellen Hintergrund der Jugendlichen zeigt sich, dass Jugendliche ohne Migrationshintergrund in Mathematik, Lesen und den Naturwissenschaften einen Leistungsvorsprung von ca. 1 bis 1.5 Schuljahren gegenüber Jugendlichen mit Migrationshintergrund haben. In Mathematik beträgt die Differenz 56 Punkte, im Lesen 63 Punkte und in den Naturwissenschaften 75 Punkte. Im internationalen Vergleich zählt Luxemburg zu den Ländern mit den größten Leistungsunterschieden zwischen Jugendlichen mit Migrationshintergrund und Jugendlichen ohne Migrationshintergrund. Dabei weist Luxemburg im Vergleich

différences sont les plus marquées, mais il faut souligner que le pays présente aussi le pourcentage le plus élevé d'élèves avec arrière-fond d'immigration (43.2 %).

Les analyses réalisées sur la base du genre des élèves font état d'une performance moyenne des garçons supérieure de 25 points en mathématiques et de 15 points en sciences naturelles. En mathématiques, cette différence équivaut à environ une demi-année de scolarisation. Cette différence de performance moyenne entre filles et garçons place le Luxembourg à la tête des pays où cette différence est la plus marquée. Par contre, les filles sont en moyenne plus performantes en lecture (30 points). Cette différence équivaut à peu près à trois quarts d'année scolaire. Contrairement au constat dressé en mathématiques, le différentiel de performance en lecture entre filles et garçons place le Luxembourg parmi les pays où cette différence est plutôt petite.

Les informations relatives aux aspects motivationnels et affectifs des élèves montrent que face aux mathématiques, les garçons ont, en moyenne, un concept de soi et un intérêt plus élevés que les filles. Les filles semblent en outre davantage anxieuses face aux tâches mathématiques.

Entre les trois filières d'enseignement (ES, EST, EST-PREP), des différences importantes sont observées au niveau de la performance aux tests PISA, et ce, toujours dans le même ordre hiérarchique (ES, EST, EST-PREP). Les différences entre l'ES et l'EST en mathématiques, en lecture et en sciences naturelles, varient de 104 à 111 points en faveur de l'ES. Les différences de performance entre l'EST et l'EST-PREP varient quant à elles de 99 à 124 points en faveur de l'EST. Lorsqu'on compare les moyennes absolues entre les filières, on constate une amélioration pour chacune des filières dans les trois domaines évalués. Ceci est surtout le cas pour l'EST-PREP où les élèves gagnent entre 24 points (en mathématiques) et 36 points (en lecture) comparativement à 2009. Ce gain équivaut à une demi-année scolaire, voire à trois quarts d'année scolaire.

Actuellement, dix écoles secondaires participent à un projet pilote de réforme des classes inférieures de l'EST. Le projet, nommé PROCI (Projet Pilote Cycle Inférieur), se caractérise principalement par trois éléments : un enseignement davantage centré sur l'application des savoirs, un accompagnement des élèves par une équipe d'encadrement fixe entre la 7^e et la 9^e année d'études et une évaluation différenciée des forces et des faiblesses des élèves qui permet de mieux soutenir les élèves et de les orienter en tenant compte davantage de leurs points forts. En moyenne, les élèves des écoles PROCI obtiennent, dans les trois domaines évalués, des performances supérieures aux élèves qui ne font pas partie du PROCI. Ces différences, qui sont de 11 points en mathématiques, 10 points en lecture et 16 points en sciences naturelles, sont des différences nettes qui tiennent compte des différences observées sur le plan socio-

mit den europäischen und G8-Staaten den höchsten Anteil an Jugendlichen mit Migrationshintergrund auf (43.2 %).

Schaut man auf die Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen, zeigt sich, dass Jungen im Durchschnitt besser in Mathematik (25 Punkte) und in den Naturwissenschaften (15 Punkte) sind als Mädchen. In Mathematik entspricht die Differenz etwas mehr als einem halben Schuljahr. Damit erzielt Luxemburg in Mathematik den größten Geschlechtsunterschied im internationalen Vergleich. Dagegen sind Mädchen im Durchschnitt besser im Lesen (30 Punkte) als Jungen. Diese Differenz entspricht fast einem dreiviertel Schuljahr. Im Gegensatz zur Mathematik gehört Luxemburg aber bei der Lesekompetenz im internationalen Vergleich zu den Ländern mit den geringsten Geschlechtsunterschieden.

Bei der Befragung der Schülerinnen und Schüler zu motivational-affektiven Indikatoren in Bezug auf Mathematik zeigt sich, dass Jungen ein stärkeres mathematisches Selbstkonzept und mehr Interesse an Mathematik haben als Mädchen. Dagegen empfinden Mädchen mehr Angst beim Bearbeiten mathematischer Aufgaben als Jungen.

Zwischen den drei Schulformen (ES, EST, EST-PREP) gibt es beachtliche Leistungsunterschiede in den PISA-Kompetenztests, wobei durchgehend die Rangfolge ES – EST – EST-PREP festzustellen ist. Die Leistungsunterschiede zwischen ES und EST in Mathematik, Lesen und den Naturwissenschaften betragen 104 bis 111 Punkte zugunsten des ES. Die Leistungsunterschiede zwischen EST und EST-PREP betragen 99 bis 124 Punkte zugunsten des EST. Betrachtet man aber die absoluten Schulformmittelwerte im Vergleich zur PISA-Erhebung 2009, zeigt sich in allen Schulformen eine teils deutliche Verbesserung in allen Kompetenzbereichen. Dies gilt besonders im EST-PREP, dessen Schülerinnen und Schüler zwischen 24 Punkten (Mathematik) und 36 Punkten (Lesen) besser abschneiden als in 2009, was einem Leistungszugewinn von einem halben bis dreiviertel Schuljahr im Luxemburger Regelschulwesen entspricht.

Derzeit wird in zehn luxemburgischen Sekundarschulen im Rahmen eines Pilotprojekts eine Reformierung der unteren Klassenstufen des EST erprobt. Das Projekt trägt die Kurzbezeichnung PROCI (Projet Pilote Cycle Inférieur). Zu den im Projekt realisierten Neuerungen gehören ein stärker auf Wissensanwendung zielender Unterricht, eine durchgehende Betreuung von der 7. bis zur 9. Klasse (7^e bis 9^e) durch ein festes Team von Lehrkräften, eine differenziertere Bewertung der Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler, die gezielte Fördermaßnahmen ermöglicht sowie ein Orientierungsverfahren, das deutlicher an den Stärken der Schülerinnen und Schüler ausgerichtet ist. Im Durchschnitt erzielen die Schülerinnen und Schüler der PROCI-Schulen in allen drei Kompetenzbereichen höhere Leistungen als Schülerinnen und Schüler, die nicht an diesem Projekt teilnehmen. Der Leistungsunterschied beträgt 11 Punkte in Mathematik, 10 Punkte

économique et sur le plan de la répartition garçons-filles au niveau de la population scolaire accueillie, ceci afin d'assurer une comparaison fiable.

Des différences importantes de performance aux tests PISA sont aussi observées entre les élèves selon la (ou les) langue(s) parlée(s) à la maison. Les élèves parlant principalement luxembourgeois ou allemand à la maison obtiennent, en moyenne, des scores plus élevés que les élèves parlant français (25 à 39 points de différence), portugais (62 à 84 points de différence) ou une langue balkanique (47 à 61 points de différence). L'écart de performance est donc particulièrement marqué pour les deux derniers groupes linguistiques, où aucune des langues d'enseignement n'est parlée (ou très peu) à la maison.

Les résultats de PISA 2012 relatifs aux écoles publiques et privées subventionnées confirment une fois de plus les constats dressés lors des cycles antérieurs, à la fois en ce qui concerne les résultats, mais également en ce qui concerne les enjeux et les défis pour le système scolaire luxembourgeois.

im Lesen und 16 Punkte in den Naturwissenschaften. Hierbei handelt es sich jeweils um Netto-Differenzen, d. h., dass sozio-ökonomische und Geschlechtsunterschiede bereits herausgerechnet wurden, da die Schülerpopulationen von PROCI-Schulen und Nicht-PROCI-Schulen nicht genau vergleichbar sind.

Auch Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichem Sprachhintergrund weisen erhebliche Leistungsunterschiede in den PISA-Kompetenztests auf. Jugendliche, die zu Hause meist Luxemburgisch oder Deutsch sprechen, erreichen höhere Testwerte als diejenigen, die Französisch (25 bis 39 Punkte Differenz), Portugiesisch (62 bis 84 Punkte Differenz) oder eine Balkan-Sprache (47 bis 61 Punkte Differenz) sprechen. Besonders Jugendliche der letzten beiden Sprachgruppen, die keine der Unterrichtssprachen zu Hause sprechen, differenzieren sich durch sehr hohe Leistungsunterschiede im Vergleich zu Jugendlichen, die Luxemburgisch oder Deutsch zu Hause sprechen.

Die Befunde zum Luxemburger Regelschulwesen aus PISA 2012 bestätigen erneut die Ergebnisse der letzten PISA-Zyklen und bezeugen somit eine Stabilität der Befunde und Herausforderungen über die Jahre und alle PISA-Zyklen hinweg.

Auteurs:
Jos Bertemes, Sylvie Gamo, Joëlle Vlassis

4.2

Perspectives pour un apprentissage durable des mathématiques

Zusammenfassung:

Die 5. PISA-Studie 2012 zeigt, dass die Luxemburger Schülerleistungen im Bereich Mathematik über die vorhergehenden Studien hinweg gleich geblieben sind: Die Mathematik-Kompetenzen liegen etwas unter dem OECD-Durchschnitt und unterscheiden sich statistisch bedeutsam zwischen Jungen und Mädchen.

Dieses Kapitel versucht, die Leistungsergebnisse in Mathematik anhand von fünf ausgewählten Fragen zu veranschaulichen und einige Unterrichtsaspekte hervorzuheben, die zu einem gelingenden, nachhaltigen Mathematiklernen beitragen sollen.

Auf folgende Fragestellungen werden wir in diesem Kapitel eingehen: Wie kann die Leistungsdifferenz zwischen Mädchen und Jungen reduziert werden? Wie kann der Übergang zwischen Arithmetik und Algebra flüssiger und nachhaltiger gestaltet werden? Wie kann man Schülerinnen und Schülern helfen, den Zugang zu kontextgebundenen Fragestellungen zu finden, damit sie den Übergang zur formalen Mathematik im Rahmen des Problemlösens besser meistern können? Zum Schluss werden wir praktikable Wege zum nachhaltigen Gestalten von Mathematikunterricht vorstellen.

Résumé :

Les résultats en culture mathématique des élèves luxembourgeois de cette 5^e enquête PISA restent stables par rapport à ceux des études précédentes. Ils confirment un score global légèrement inférieur à la moyenne de l'OCDE et un écart de performance entre garçons et filles. Ce chapitre vise à illustrer ces résultats à travers l'analyse détaillée de cinq questions et à tracer quelques pistes d'enseignement. La première partie présente les analyses des situations et tente d'appréhender les erreurs et les difficultés des élèves. Dans la deuxième partie, trois grands axes sont discutés : Comment réduire l'écart de performance entre garçons et filles ? Comment aider les élèves dans la transition entre l'arithmétique et l'algèbre ? Comment les amener à mieux maîtriser le passage du problème contextualisé au langage mathématique formel ? Des éléments de réponse pratiques sont proposés afin de favoriser un apprentissage durable des mathématiques pour tous les élèves luxembourgeois.

Au cours de l'enquête PISA 2012, l'accent a été mis sur l'évaluation de la culture mathématique. Dans les chapitres qui précèdent, les analyses ont permis de dresser un état des lieux quantitatif et diversifié des connaissances et attitudes mathématiques des élèves luxembourgeois de 15 ans ainsi que de leurs capacités à mobiliser celles-ci dans la résolution de problèmes du monde réel. Ces résultats ont été comparés avec ceux des autres pays participants.

Mais comment les élèves luxembourgeois ont-ils répondu aux questions ? Quels processus de raisonnement ont-ils accompagné leurs erreurs ou leur réponse correcte ? Comment expliquer leurs difficultés et puis surtout comment soutenir les enseignants dans le développement d'apprentissages solides en mathématiques ? Ces questions sont au cœur de ce chapitre. Plus précisément, l'objectif de celui-ci consiste d'une part à illustrer les résultats des élèves luxembourgeois à travers l'analyse détaillée de cinq questions et d'autre part, à tracer sur cette base, quelques perspectives d'enseignement pour un apprentissage durable des mathématiques.

Les questions sont issues de deux situations : la situation « Cargo à voile » (3 questions) et la situation « Débit d'une perfusion » (2 questions). Celles-ci ont été choisies pour les raisons suivantes : des contextes fort différents, scientifique d'une part et professionnel d'autre part, et des connaissances mathématiques très contrastées. La première situation cible en effet des contenus arithmétiques et géométriques centrés sur la résolution de problèmes, la deuxième se situe dans le domaine algébrique et concerne l'analyse d'une formule mathématique.

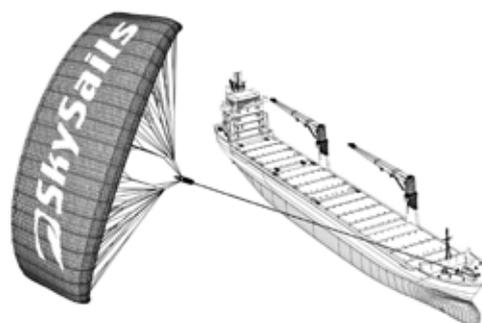
La première partie de ce chapitre présente tout d'abord les analyses des situations et des questions. Chacune des situations commencent par la présentation complète du contexte et de l'énoncé des questions. Celle-ci est suivie pour chaque question d'une *analyse a priori* réalisée en relation avec les curricula luxembourgeois. Ensuite, les *résultats* et les démarches de résolution de problèmes des élèves (correctes et erronées) ainsi que les types d'erreurs sont analysés et détaillés. Une courte *discussion* à propos des constats observés vient clôturer les analyses de chacune des situations.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, trois grandes questions sont discutées suite aux réflexions qui précèdent : Comment réduire l'écart de performance entre garçons et filles ? Comment aider les élèves dans la transition entre l'arithmétique et l'algèbre ? Comment les amener à mieux maîtriser le passage du problème contextualisé au langage mathématique formel ? Des éléments de réponse pratiques sont proposés afin de favoriser un apprentissage durable des mathématiques pour tous les élèves luxembourgeois.

Analyse didactique d'exemples-types et identification de défis pour l'enseignement

Situation 1 : Cargo à voile

- Quatre-vingt-quinze pour cent du commerce mondial est transporté par voie maritime, par environ 50 000 bateaux-citernes, vraquiers et porte-conteneurs. La plupart de ces cargos fonctionnent au diesel.
- Des ingénieurs ont l'intention de mettre au point un système utilisant la puissance du vent pour assister les cargos. Ils proposent de fixer un cerf-volant servant de voile sur les cargos et ainsi d'utiliser la puissance du vent pour diminuer la consommation de diesel ainsi que l'impact de ce carburant sur l'environnement.



Question 1

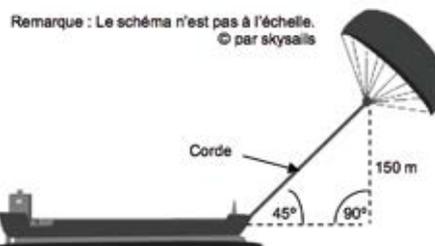
- Les cerfs-volants ont l'avantage de voler à une hauteur de 150 m. Là-haut, la vitesse du vent est approximativement de 25 % supérieure à celle au niveau du pont du cargo.
- Quelle est la vitesse approximative à laquelle le vent souffle dans le cerf-volant lorsque la vitesse du vent est de 24 km/h sur le pont du cargo ?

- | | |
|---|---------|
| A | 6 km/h |
| B | 18 km/h |
| C | 25 km/h |
| D | 30 km/h |
| E | 49 km/h |

Question 2

Quelle doit être approximativement la longueur de la corde du cerf-volant pour pouvoir tirer le cargo à un angle de 45° depuis une hauteur verticale de 150 m, comme indiqué dans le schéma ci-contre ?

- | | | | |
|---|-------|---|-------|
| F | 173 m | G | 212 m |
| H | 285 m | I | 300 m |



Question 3

En raison du prix élevé du diesel (0.42 zed¹ par litre), les propriétaires du cargo *NouvelleVague* envisagent de l'équiper d'un cerf-volant.

On estime qu'un cerf-volant de ce type permettrait de réduire globalement la consommation de diesel d'environ 20 %.

Équiper le *NouvelleVague* d'un cerf-volant coûte 2 500 000 zeds.

Au bout de combien d'années environ, les économies de diesel auront-elles couvert le coût du cerf-volant ? Justifiez votre réponse à l'aide de calculs.



Nom :	NouvelleVague
Type :	cargo
Longueur :	117 mètres
Largeur :	18 mètres
Charge utile :	12 000 tonnes
Vitesse maximale :	19 nœuds
Consommation de diesel par an sans cerf-volant :	approximativement 3 500 000 litres

¹ Le « zed » est une monnaie fictive ; ceci afin d'éviter de favoriser les élèves de certains pays si on utilisait une monnaie réelle.

0. Introduction

Cette situation se situe dans un contexte scientifique. Elle est composée de trois questions. Les deux premières questions sont des items à choix multiple (QCM) et la dernière est un item à réponse construite ouverte.

Dans le cadre d'évaluation et d'analyse du cycle PISA 2012, sept « facultés mathématiques fondamentales » ont été retenues (Niss, 1999 ; Niss & Højgaard, 2011 ; OCDE, 2012). En ce qui concerne les trois questions, celles-ci visent essentiellement les trois « facultés mathématiques fondamentales » suivantes : « *Mathématisation* » puisqu'il s'agit de transposer un problème défini en fonction du monde réel sous forme mathématique ; « *Conception de stratégie de problème* », puisqu'il faut sélectionner ou concevoir une stratégie de résolution ; « *Raisonnement et argumentation* » puisqu'il s'agit d'explorer et de relier des éléments du problème pour en dégager des inférences. La troisième question requiert en plus de développer par écrit la démarche de résolution. Elle vise donc une quatrième faculté mathématique à savoir la « *Communication* » car pour résoudre le problème, il faut présenter les résultats intermédiaires, expliquer et justifier la solution.

Ces trois questions se classent respectivement dans la catégorie de contenus « *Quantité* », « *Espaces et Formes* », « *Variations*

et relations ». Les deux premières concernent le processus « *Employer des concepts, faits, procédures et raisonnement mathématiques* » car elles consistent à appliquer des connaissances en matière de procédures à des objets bien définis, à savoir : - calculer le résultat d'une augmentation en appliquant un pourcentage (question 1) et - déterminer une longueur à l'aide du théorème de Pythagore (question 2) alors que la troisième question relève de la catégorie « *Formuler des situations de façon mathématique* » puisqu'elle demande aux élèves de créer un modèle mathématique pour répondre à la question.

L'énoncé général du contexte présenté avant les trois questions est assez long. Il contient deux nombres, un écrit en lettres et l'autre avec des chiffres. Ces données chiffrées sont inutiles aux traitements des questions. Une image représentant un cargo avec un cerf-volant permet à l'élève d'imaginer la situation.

Cet énoncé général implique de la part de l'élève qu'il comprenne que :

- la puissance du vent dans le cerf-volant permet au cargo d'avancer,
- le moteur diesel est donc moins sollicité,
- la consommation en litres de diesel est donc réduite.

1. Question 1

1.0. Énoncé

Les cerfs-volants ont l'avantage de voler à une hauteur de 150 m. Là-haut, la vitesse du vent est approximativement de 25 % supérieure à celle au niveau du pont du cargo.

Quelle est la vitesse approximative à laquelle le vent souffle dans le cerf-volant lorsque la vitesse du vent est de 24 km/h sur le pont du cargo ?

A	6 km/h
B	18 km/h
C	25 km/h
D	30 km/h
E	49 km/h

- Comprendre que la vitesse du vent en altitude est supérieure à celle sur le pont, ce qui permettra ensuite de pouvoir contrôler la vraisemblance du résultat.
- Identifier que la vitesse du vent à 150m est supérieure à celle sur le pont de 25 %.
- Reconnaître qu'il s'agit d'une situation où l'on recherche la quantité finale après avoir appliqué une augmentation en pourcentage et modéliser le problème.
- Résoudre le problème.

1.1 Analyse a priori

1.1.1 Caractéristiques de la question

Le texte de cette question est relativement long (deux phrases affirmatives et une phrase interrogative). Il y a également une donnée inutile (150 m). Le format de cette question est un QCM (Questionnaire à Choix Multiple). Cinq options de réponse sont proposées aux élèves dont une seule est correcte. Du point de vue de la difficulté, cette question se situe au niveau de compétence 3 (sur 6) sur l'échelle présentée au chapitre 1.4.2 (Figure 7, « Segelschiffe Frage 1 »). On peut donc considérer cette question comme moyennement difficile pour l'ensemble des élèves de 15 ans.

1.1.2 Description de la nature de la tâche

La tâche de l'élève nécessite de mettre en œuvre des connaissances sur la notion de proportionnalité et de pourcentage et donc de trouver la vitesse du vent après une augmentation en pourcentage étant donné la vitesse initiale. Elle est donc relativement usuelle. Plus précisément, il s'agit de :

1.1.3 Stratégies correctes possibles

Deux stratégies de résolutions sont susceptibles d'être mises en œuvre par les élèves : une stratégie à deux étapes et une stratégie en une seule étape. La première consiste à commencer par calculer l'augmentation de la vitesse et l'ajouter à la vitesse initiale. L'élève peut également constater que calculer 25 % d'un nombre revient à prendre le quart de ce dernier. La seconde se fonde sur l'utilisation de la formule mathématique « Augmenter en pourcentage un nombre de $x\%$ revient à le multiplier par $(1 + x\%)$ ».

1.1.4 Mise en relation avec le curriculum luxembourgeois

Les compétences disciplinaires attendues à la fin de la 6^e, de la 4^e année de l'Enseignement Secondaire (ES), celles de la 8^e, de la 9^e de l'Enseignement Secondaire Technique (EST) ainsi que le programme pour l'Enseignement Secondaire Technique - Régime Préparatoire (EST-PREP) ont été analysés (MENFP). Seuls, les compétences ou contenus directement impliqués dans la question ont été relevés.

L'analyse du tableau 1 montre que la question 1 est bien ancrée dans les curricula luxembourgeois et que les objectifs PISA pour cette question sont identiques à ceux du curriculum luxembourgeois en mathématiques pour l'enseignement inférieur. Cette analyse révèle donc que les élèves luxembourgeois de 15 ans peuvent disposer des compétences pour résoudre cette question.

Objectifs	PISA	ES	EST	ES-PREP
Description/ Compétences	Calculer un pourcentage dans une situation de la vie réelle	Calculer des pourcentages pour résoudre des problèmes réels ou concrets (6 ^e)	Calculer des pourcentages pour résoudre des problèmes réels ou concrets (9 ^e)	Connaître la notion du pourcentage: Calculer le prix d'un objet après une augmentation de $x\%$ (module 4)
Contenu	Quantité	Nombres et opérations	Nombres et opérations	Nombres et opérations
Processus	Employer des concepts, faits, procédures et raisonnements mathématiques	Modéliser: Traiter des contextes simples par des expressions mathématiques Résoudre des problèmes	Modéliser: Simplifier une situation réelle et en dégager les aspects mathématiques Résoudre des problèmes	

Tableau 1: Comparaison des curricula luxembourgeois avec les objectifs PISA (Question 1)

1.2 Résultats

1.2.1 Présentation des résultats globaux, selon le genre, la filière et la classe

- Présentation des résultats globaux (Question 1)

Un peu plus de la moitié des élèves luxembourgeois (52.0 %) ont répondu correctement à cette question (voir Figure 1, Option D). Il reste à noter cependant que ces résultats sont inférieurs de 7.5 points à la moyenne PISA (59.5 %).

- Présentation des résultats selon le genre (Question 1)

Les pourcentages de réussite se répartissent de la manière suivante entre les filles et les garçons :

Filles	45.2 %
Garçons	58.6 %
Différence garçons-filles	13.4
Taux de réussite globaux	52.0 %

Concernant le facteur « Genre », la différence de performance est nettement marquée en faveur des garçons (13.4 points). Ces derniers sont plus nombreux à réussir la question que les filles (58.6 % vs 45.2 %). Ces résultats illustrent les résultats globaux luxembourgeois. En effet, sur l'échelle des moyennes PISA (Chapitre 3.2, Figure 4), la différence de performance concernant le processus « Employer » est en faveur des garçons (+ 24 points) et concernant le contenu « Quantité », elle est également en faveur des garçons (+ 23 points). Dans cette question, la différence de performance filles-garçons observée, peut s'expliquer en partie par le choix de l'habillage de l'énoncé. En effet, le contexte scientifique de l'énoncé paraît être un facteur défavorable aux filles et favorable aux garçons.

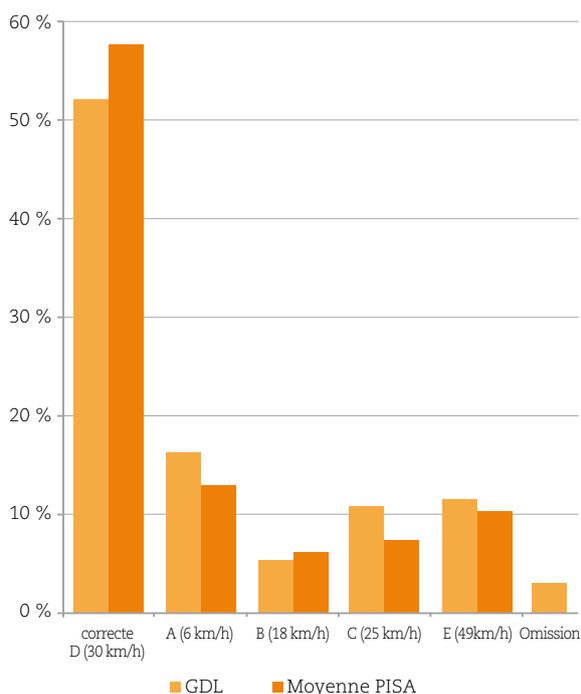


Figure 1: Pourcentage de réponses des élèves (Question 1)

- Présentation des résultats selon la classe et la filière (Question 1)

Quant aux résultats selon la classe et la filière d'enseignement (ES, EST, EST-PREP) de cette question, on observe globalement que les élèves de l'ES sont en moyenne les plus performants, suivis des élèves de l'EST. Les élèves de l'EST-PREP sont de loin les moins performants et ne sont que 23 % à réussir cette question. Concernant l'EST, le seuil de 50 % n'est dépassé que par les élèves « à l'heure », scolarisés en 10ème, tandis que dans l'ES, ce sont les élèves de 5^e, 4^e et 3^e qui sont plus de 50 % à réussir cette question. Cependant, ces résultats restent globalement mitigés. Ils montrent à quel point la notion de pourcentage, notion de base indispensable dans la vie de tous les jours, est encore mal utilisée par une bonne partie des élèves de 15 ans, en particulier par ceux de l'EST et de l'EST-PREP (Figure 2).

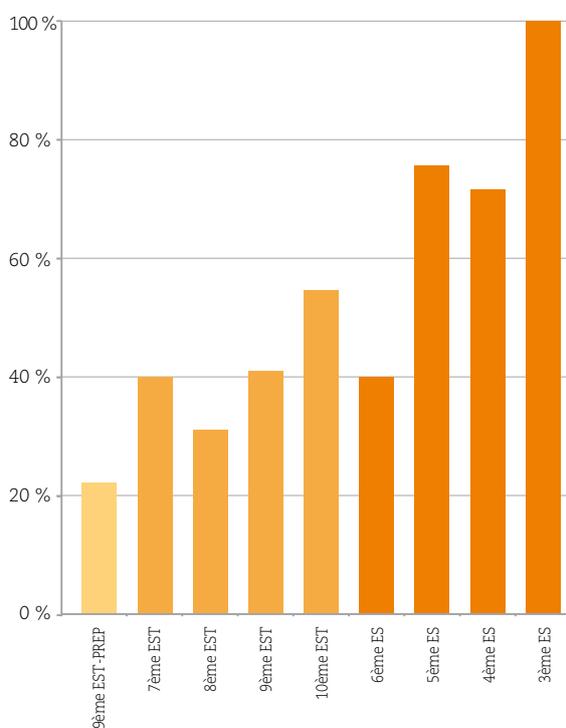


Figure 2²: Pourcentage de réussite selon la classe et la filière (Question 1)

1.2.2 Hypothèses sur la difficulté de la question

Les difficultés rencontrées par les élèves peuvent être expliquées par :

- une question mal interprétée pouvant traduire un apprentissage en cours d'acquisition (calculer 25 % d'un nombre au lieu de calculer le résultat d'une augmentation, option A et B).
- une interprétation superficielle de la situation décrite dans l'énoncé traduisant la non-acquisition de la compétence visée : pas de calcul des 25 % (Options C et E).

² Parmi les élèves de 15 ans répertoriés dans l'enquête PISA 2012, notons qu'il y a seulement 10 élèves en 7ème EST et 3 élèves en 3ème ES.

1.2.3 Analyse des productions d'élèves

→ Réponse correcte

La réponse correcte attendue est l'option D (30km/h). 52.0 % des élèves l'ont choisie. Ces derniers ont appliqué un pourcentage d'augmentation pour déterminer la valeur finale après augmentation. Il semble donc qu'ils maîtrisent les pourcentages, en d'autres termes qu'ils ont acquis la compétence : « être capable de calculer un pourcentage dans une situation de la vie de tous les jours ».

→ Réponses incorrectes et interprétation des erreurs

Les réponses incorrectes ont été classées en deux catégories en fonction des types d'erreurs commises et de l'origine possible des difficultés des élèves, à savoir : - une question mal interprétée avec calcul du pourcentage (Options A et B) et - une démarche superficielle (« contrat didactique ») sans calcul du pourcentage (Option C et E).

- Question mal interprétée avec calcul du pourcentage

Option A (6 km/h) : 16.4 % des élèves choisissent cette réponse. Ces derniers semblent avoir fait le calcul $24 \times 25\%$ d'où le résultat 6 km/h. Ces élèves ne font vraisemblablement pas le rapprochement avec le texte de l'énoncé qui spécifie que : « ... la vitesse du vent est approximativement de 25 % supérieure à celle au niveau du pont du cargo ». En effet, si tel était le cas, trouver une vitesse inférieure à 24 km/h, en l'occurrence 6 km/h alors que cette dernière devrait lui être supérieure devrait questionner l'élève sur la vraisemblance de son résultat.

Par conséquent, il semble que ces élèves appliquent un pourcentage car un pourcentage se trouve dans le texte mais sans reconnaître que la situation traduit une augmentation et qu'il faut alors appliquer un coefficient d'augmentation ($1 + 0.25$; $24 \times 1.25 = 30$) ou résoudre le problème en deux étapes en calculant l'augmentation ($24 \times 25\% = 6$) pour ensuite l'additionner à la vitesse initiale ($24 + 6 = 30$) et ainsi obtenir le résultat correct de 30 km /h. Il se peut qu'ils se représentent le résultat de l'augmentation de 25 % comme étant le résultat global après augmentation. Cependant en confrontant la véracité du résultat obtenu, ces derniers devraient pouvoir se dire qu'ils ont fait une erreur et chercher laquelle.

Ce type d'erreur est assez présent en début d'apprentissage de cette notion (trouver le résultat d'une augmentation ou d'une diminution connaissant le pourcentage) et traduit un apprentissage en cours d'acquisition. C'est aussi l'option erronée qui a été la plus choisie par les élèves luxembourgeois. Les élèves ayant d'abord appris à calculer un pourcentage, et connaissant la procédure continuent de l'appliquer. Ces élèves ont probablement pensé que calculer le résultat d'une augmentation revenait à calculer un pourcentage. Ces derniers n'ont donc pas bien interprété la question. Dans ce cas, l'erreur n'en est pas une à leurs yeux. Ils répondent à la question qu'ils ont dans leur tête. D'autres ont pu interpréter correctement la question mais se limiter au calcul du pourcentage sans contrôler la vraisemblance de leur résultat.

Option B (18 km/h) : 5.5 % des élèves choisissent cette réponse. Ces derniers semblent avoir fait le calcul $24 \times 75\%$ d'où le résultat 18 km/h. Ici encore, ces élèves ne font vraisemblablement pas le rapprochement avec le texte de l'énoncé qui spécifie que : « ... la vitesse du vent est approximativement de 25 % supérieure à celle au niveau du pont du cargo ». En effet, si tel était le cas, trouver une vitesse inférieure à 24 km/h, en l'occurrence 18 km/h alors que cette dernière devrait lui être supérieure devrait questionner l'élève sur la vraisemblance de son résultat.

Ces élèves ont-ils appliqué un coefficient de 75 % ($24 \times 75\% = 18$) ou encore ont-ils retiré les 25 % calculés de la vitesse initiale ($24 - 24 \times 25\% = 18$) au lieu de les ajouter ?

Parmi ces élèves, certains ont-ils reconnu une formule à appliquer dans une telle situation, en l'occurrence celle qui consiste à multiplier par le coefficient d'augmentation ou de diminution ($1 +/- x\%$) ?

- Démarche superficielle (« contrat didactique ») sans calcul du pourcentage

Option C (25 km/h) : 11 % des élèves choisissent cette réponse. Ces derniers semblent avoir attribué la valeur du pourcentage (25 %) à la vitesse du vent dans le cerf-volant. Ils ont probablement fourni la réponse 25 km/h en lisant dans l'énoncé : « ... la vitesse du vent est approximativement de 25 % ... ». De plus, le mot « approximativement » n'a pas invité ces derniers à calculer. En outre, comme il est indiqué dans l'énoncé que la vitesse du vent dans le cerf-volant est approximativement supérieure à celle sur le pont qui est de 24 km/h, la réponse 25 peut sembler plausible pour ces élèves.

Cette erreur se retrouve en général chez les élèves qui n'ont pas acquis le sens des pourcentages et des rapports en général. Ils remplissent le « contrat didactique » en donnant une réponse en la choisissant dans le texte (Brousseau, 1980). Ces élèves présentent des difficultés au niveau de la construction de la représentation.

Option E (49 km/h) : 11.7 % des élèves choisissent cette réponse. Ces derniers semblent avoir fait l'addition de 24 km/h et de 25 % ($24 + 25 = 49$). On retrouve souvent ce type de traitement chez les élèves qui sont en grande difficulté d'apprentissage. Ces élèves souhaitent remplir le « contrat didactique » : « Tout problème a une solution et pour la trouver il suffit de faire une opération avec les nombres de l'énoncé » (Brousseau, 1980). De ce fait, ils choisissent des données de l'énoncé et les additionnent soit parce que l'addition est la première opération qu'ils ont apprise soit parce qu'ils ont lu que la vitesse du vent dans le cerf-volant est supérieure à celle sur le pont.

2. Question 2

2.0 Enoncé

Remarque : Le schéma n'est pas à l'échelle.
© par skysalis

Quelle doit être approximativement la longueur de la corde du cerf-volant pour pouvoir tirer le cargo à un angle de 45° depuis une hauteur verticale de 150 m, comme indiqué dans le schéma ci-contre ?

F	173 m	G	212 m
H	285 m	I	300 m

2.1 Analyse a priori

2.1.1 Caractéristiques de la question

Le texte de cette question est constitué d'une phrase interrogative longue. Toutes les données sont utiles à la résolution. Le format de cette question est un QCM (Questionnaire à Choix Multiple). Quatre options de réponse sont proposées aux élèves dont une seule est correcte.

Du point de vue de la difficulté, cette question se situe au niveau de *compétence* 3 (sur 6) sur l'échelle présentée au chapitre 1.4.2 (Figure 7, « Segelschiffe Frage 3 »). On peut donc considérer cette question comme moyennement difficile pour l'ensemble des élèves de 15 ans.

2.1.2 Description de la nature de la tâche

La tâche de l'élève nécessite de reconnaître qu'il faut utiliser le théorème de Pythagore dans ce contexte. Elle est relativement usuelle pour les élèves qui ont étudié cette notion dans leur curriculum. Cependant, l'élève de 4^e ES pourra utiliser également ses connaissances en trigonométrie puisque la figure à considérer est un triangle rectangle. Plus précisément, il s'agit de :

- Construire la représentation de la situation décrite dans l'énoncé à partir du schéma.
- Identifier un triangle rectangle.
- Identifier les concepts mathématiques pertinents. Reconnaître qu'il s'agit d'une situation où l'on recherche la longueur de l'hypoténuse et traduire le problème.
- Résoudre le problème.

2.1.3 Stratégies correctes possibles

Deux stratégies formelles de résolution et deux stratégies par tâtonnement sont susceptibles d'être mises en œuvre par les élèves.

- *Stratégie formelle 1 (application du théorème de Pythagore)* : Elle consiste à identifier que le triangle rectangle est isocèle puisque l'un de ses angles a une amplitude de 45° et à utiliser le théorème de Pythagore.
- *Stratégie formelle 2 (application de la trigonométrie)* : Elle consiste à identifier que la valeur du côté opposé à un angle est donnée et à utiliser la trigonométrie dans le triangle rectangle en choisissant le sinus.
- *Stratégie par tâtonnement 1* : Elle revient à approximer de visu la longueur, pouvant conduire à choisir l'option correcte proposée dans le QCM.
- *Stratégie par tâtonnement 2* : Elle consiste à reproduire un triangle isocèle rectangle sur une feuille de brouillon dont les côtés de même longueur mesurent par exemple 15 cm et de mesurer à la règle la longueur de l'hypoténuse.

2.1.4 Mise en relation avec le curriculum luxembourgeois

Rappelons que seuls, les compétences ou contenus directement impliqués dans la question ont été relevés.

L'analyse du tableau 2 montre que la question est ancrée dans les curricula luxembourgeois pour les classes de 4^e ES, de 9^e EST et du module 9 de l'EST-PREP. Pour ces élèves, l'analyse révèle que ces derniers peuvent donc disposer des compétences pour résoudre cette question. Les élèves n'ayant pas suivi une scolarité dans ces classes ne peuvent en principe pas répondre à cette question en utilisant une stratégie formelle mathématique, ils ne peuvent mettre en œuvre que des stratégies par tâtonnement.

2.2 Résultats

2.2.1 Présentation des résultats globaux, selon le genre, la filière et la classe

- Présentation des résultats globaux (Question 2)

44.1 % des élèves luxembourgeois ont répondu correctement à cette question (voir Figure 3, Option G). Ces résultats restent inférieurs à la moyenne PISA (49.8 %) de 5.7 points.

Comme il a été précisé précédemment, une partie de la population interrogée n'a pas reçu d'apprentissage sur les connaissances mathématiques à mettre en œuvre pour solutionner ce problème (à savoir le théorème de Pythagore). De plus, il est à noter que cette question est un peu plus difficile que la précédente. En effet, même si cette question est du même niveau de compétence que la question précédente (niveau 3 sur 6), l'indice de difficulté calculé par PISA y est supérieur (voir chapitre 1.4.2, Figure 7, « Segelschiffe Frage 3 »). Les résultats obtenus sont cohérents de ce point de vue. Cette question est de difficulté modérée.

- Présentation des résultats selon le genre (Question 2)

Les pourcentages de réussite se répartissent de la manière suivante entre les filles et les garçons :

Filles	39.5 %
Garçons	48.7 %
Différence garçons-filles	9.2
Taux de réussite globaux	44.1 %

Concernant le facteur « Genre », la différence de performance est de nouveau nettement marquée en faveur des garçons (9.1

points). Ces derniers sont plus performants que les filles (48.7 % vs 39.5 %). Ces résultats illustrent les résultats globaux luxembourgeois. En effet, sur l'échelle des moyennes PISA (Chapitre 3.2., Figure 4), la différence de performance concernant le processus « Employer » est en faveur des garçons (+ 24 points) et concernant le contenu « Figure du plan et de l'espace », elle est également en faveur des garçons (+ 34 points).

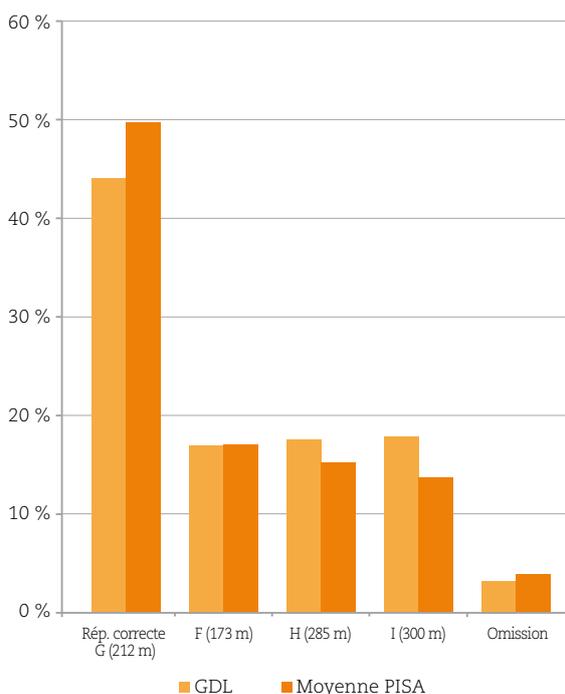


Figure 3: Pourcentage de réponses des élèves (Question 2)

Objectifs	PISA	ES	EST	ES-PREP
Description/Compétences	Utiliser le théorème de Pythagore en l'appliquant à un contexte géométrique authentique	Déterminer des longueurs moyennant le théorème de Pythagore (4 ^e)	Déterminer des longueurs moyennant le théorème de Pythagore (9 ^e)	Utiliser le théorème de Pythagore et sa réciproque (Module 9)
Contenu	Espace et formes	Figure du plan et de l'espace	Figure du plan et de l'espace	Figure du plan et de l'espace
Processus	Employer des concepts, faits, procédures et raisonnements mathématiques	Modéliser: Simplifier une situation réelle et en dégager les aspects mathématiques Résoudre des problèmes	Modéliser: Simplifier une situation réelle et en dégager les aspects mathématiques Résoudre des problèmes	

Tableau 2: Comparaison des curricula luxembourgeois avec les objectifs PISA (Question 2)

- *Présentation des résultats selon la classe et la filière (Question 2)*

Quant aux résultats selon la classe et la filière d'enseignement (ES, EST, EST-PREP) de cette question, on observe globalement que les élèves de l'ES sont en moyenne les plus performants, suivis des élèves de l'EST. Les élèves de l'EST-PREP sont de loin les moins performants (17.5 %). Rappelons que les élèves de 10^e EST et de 4^e ES (et donc 3^e ES) sont les seuls à avoir reçu un enseignement théorique permettant de répondre à cette question en utilisant une stratégie formelle. Cela peut en partie expliquer la performance plus importante observée dans ces classes (Figure 4).

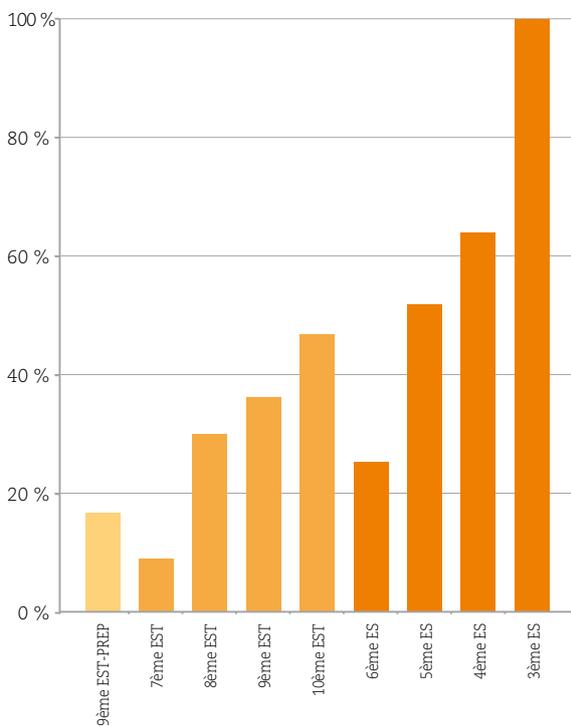


Figure 4³: Pourcentage de réussite selon la classe et la filière (Question 2)

2.2.2 Hypothèses sur la difficulté de la question

Les difficultés rencontrées par les élèves peuvent être expliquées par :

- Un apprentissage du théorème de Pythagore en cours d'acquisition (Option I).
- Une interprétation superficielle de la situation décrite dans l'énoncé : la compétence visée peut être soit hors programme ou non-acquise. (Option H).
- La lecture du terme « approximativement » de l'énoncé qui pourrait inviter les élèves à faire appel à leur sens de l'observation au lieu de calculer. Cette question demanderait d'approximer de visu une longueur sur une figure (Option F); elle semble reconnue comme étant davantage une question de lecture de données sur une figure.

Quant à la différence de performance filles-garçons observée, celle-ci semble pouvoir s'expliquer en partie par le choix de l'habillage de l'énoncé et par le domaine mathématique de référence (Figure du plan et de l'espace). En effet, que ce soit le contexte scientifique de l'énoncé ou le domaine géométrique, ces deux facteurs semblent être défavorables aux filles et favorables aux garçons.

2.2.3 Analyse des productions d'élèves

→ Réponse correcte

La réponse correcte attendue est l'option G (212m). 44.1 % des élèves l'ont choisie. Ces derniers ont probablement utilisé le théorème de Pythagore connaissant les longueurs des deux côtés pour déterminer la longueur du troisième côté, l'hypoténuse en l'occurrence. Ils ont pu également utiliser le sinus puisque le triangle est un triangle rectangle, et la valeur du côté opposé était précisée sur le schéma de l'énoncé.

Il se peut également que la lecture du terme « approximativement » ait pu mettre sur la voie d'une stratégie par tâtonnement entraînant un choix correct. Cette stratégie a pu être mise en œuvre par les élèves qui n'ont pas reçu d'enseignement sur le théorème de Pythagore, ce dernier étant pour certains hors programme.

Cependant, les garçons réussissent mieux que les filles (48.7 % vs 39.5 %), de même pour les élèves de l'ES par rapport à ceux de l'EST et de l'EST-PREP.

→ Réponses incorrectes et interprétation des erreurs

Les réponses incorrectes ont été classées en trois catégories en fonction des types d'erreurs commises et de l'origine possible des difficultés des élèves, à savoir : - un apprentissage du théorème de Pythagore en cours d'acquisition ou démarche superficielle.

³ Parmi les élèves de 15 ans répertoriés dans l'enquête PISA 2012, notons qu'il y a seulement 10 élèves en 7ème EST et 3 élèves en 3ème ES.

cielle (reconnaissance d'un calcul dont la réponse est proposée dans le QCM) (Option I), - une approximation de la solution par observation (Option F) et - une démarche superficielle de résolution (« contrat didactique ») (Option H).

- *Apprentissage du théorème de Pythagore en cours d'acquisition ou démarche superficielle*

Option I (300 m) : 17.9 % des élèves choisissent cette réponse. Ces élèves semblent avoir additionné les deux longueurs des côtés perpendiculaires ($150 + 150 = 300$). Certains parmi ceux-ci ont peut-être reconnu que la réponse au calcul $150 + 150 = 300$ était proposée dans le QCM et l'ont choisie, appliquant une démarche superficielle de résolution. D'autres encore ont pu reconnaître que dans cette situation, l'application du théorème de Pythagore permettait de solutionner le problème. L'ont-ils appliqué comme un « théorème en acte », c'est-à-dire comme une proposition tenue pour vrai par ces élèves et compatible avec la conception qu'ils se font de la connaissance sur le théorème de Pythagore (Vergnaud, 1990) ? Avaient-ils mémorisé de façon incorrecte ce théorème ? Il est probable qu'au lieu de retenir « le carré de la longueur de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés », ils aient retenu partiellement « la longueur de l'hypoténuse est égale à la somme des longueurs des deux autres côtés ».

- *Approximation de la solution par observation*

Option F (173m) : 17.1 % des élèves choisissent cette réponse. Ces élèves n'ont peut-être pas reçu un apprentissage sur le théorème de Pythagore et encore moins en trigonométrie. Ces derniers semblent faire appel à leur sens de l'observation et au jugé. Ils ont peut-être estimé et approximé en regardant le schéma que la longueur à déterminer était un peu plus grande que celle qui mesure 150 m. La réponse 173 m leur a semblé être la plus plausible de leur point de vue.

- *Démarche superficielle de résolution (« contrat didactique »)*

Option H (285m) : 17.7 % des élèves choisissent cette réponse. Ces derniers semblent avoir fait l'addition de toutes les données de l'énoncé ($150 + 90 + 45 = 285$), et ceci indépendamment des différentes unités de mesure. On retrouve souvent ce type de démarche superficielle chez les élèves qui sont en grande difficulté d'apprentissage. Ces élèves souhaitent remplir le « contrat didactique » (Brousseau, 1980) : « Tout problème a une solution et pour la trouver il suffit de faire une opération avec les nombres de l'énoncé ». De ce fait, ils choisissent des données de l'énoncé et les additionnent soit parce que l'addition est la première opération qu'ils ont appris soit parce qu'ils ont vu sur le schéma que la longueur du côté à déterminer est supérieure aux autres.

3. Question 3

3.0 Enoncé



Nom :	NouvelleVague
Type :	cargo
Longueur :	117 mètres
Largeur :	18 mètres
Charge utile :	12 000 tonnes
Vitesse maximale :	19 nœuds
Consommation de diesel par an sans cerf-volant :	approximativement 3 500 000 litres

En raison du prix élevé du diesel (0.42 zed⁴ par litre), les propriétaires du cargo *NouvelleVague* envisagent de l'équiper d'un cerf-volant.

On estime qu'un cerf-volant de ce type permettrait de réduire globalement la consommation de diesel d'environ 20 %.

Équiper le *NouvelleVague* d'un cerf-volant coûte 2 500 000 zeds.

Au bout de combien d'années environ, les économies de diesel auront-elles couvert le coût du cerf-volant ? Justifiez votre réponse à l'aide de calculs.

3.1 Analyse a priori

3.1.1 Caractéristiques de la question

La lecture de ce problème est longue. Cette question est constituée de trois phrases affirmatives, d'un encadré composé d'une image et de données numériques, et d'une phrase interrogative. Quatre données numériques sur huit sont utiles à la résolution. Le format de cette question est un item à réponse construite ouverte. Ce problème est un problème à étapes. La recherche des étapes est à la charge de l'élève.

⁴ Le « zed » est une monnaie fictive ; ceci afin d'éviter de favoriser les élèves de certains pays si on utilisait une monnaie réelle.

Du point de vue de la difficulté, cette question se situe au plus haut niveau de compétence (6) sur l'échelle présentée au chapitre 1.4.2 (Figure 7, « Segelschiffe Frage 4 »). On peut donc considérer cette question très difficile pour l'ensemble des élèves de 15 ans.

3.1.2 Description de la nature de la tâche

La tâche de l'élève nécessite de mobiliser des connaissances qui sont totalement à sa charge. La tâche principale est de construire la représentation de ce problème par étapes. Les tâches sont inédites. Plus précisément, il s'agit de :

- Construire la représentation de la situation décrite dans l'énoncé et comprendre que ce problème est un problème de division - quotient : on cherche à savoir en combien de fois on peut mettre le montant annuel de l'économie de diesel dans le coût du cerf-volant.
- Identifier les étapes de résolution (spécifiées ci-dessous dans le paragraphe « Stratégies correctes de résolution »).
- Identifier les concepts mathématiques pertinents (déterminer un prix connaissant le prix de l'unité, appliquer un pourcentage, utiliser le concept de division – quotient cité dans le 1^{er} point).
- Résoudre le problème.

3.1.3 Stratégies correctes possibles

En fonction de l'élaboration de la représentation mentale de la situation décrite dans l'énoncé, trois stratégies principales correctes peuvent être mises en œuvre.

- *Stratégie 1 :*
 - Etape 1 : le prix de la consommation de diesel par an sans cerf-volant. (3.5 millions de litres, au prix de 0.42 zed/litre : 1 470 000 zeds).
 - Etape 2 : le montant de l'économie réalisée avec cerf-volant. (1470 000 zeds x 0.2 = 294 000 zeds par an).
 - Etape 3 : le nombre minimum d'années requis pour que le cerf-volant soit financièrement rentable. (2 500 000 ÷ 294 000 8.5, après environ 8 à 9 ans).
- *Stratégie 2 :*
 - Etape 1 : le montant de la réduction en litre de diesel avec cerf-volant (20 % x 3.5 millions de litres : 700 000 litres).
 - Etape 2 : le prix de la consommation de diesel pour 700 000 litres de diesel (700 000 x 0.42 = 294 000 zeds par an), c'est-à-dire l'économie réalisée avec cerf-volant.
 - Etape 3 : le nombre minimum d'années requis pour que le cerf-volant soit financièrement rentable. (2 500 000 ÷ 294 000 8.5, après environ 8 à 9 ans).

- *Stratégie 3 :*

- Etape 1 : la consommation en litre de diesel par an avec cerf-volant. (0.8×3.5 millions de litres, 2.8 millions de litres).
- Etape 2 : le prix de la consommation de diesel par an sans cerf-volant. (3.5 millions de litres, au prix de 0.42 zed/litre : 1 470 000 zeds.)
- Etape 3 : le prix de la consommation de diesel par an avec cerf-volant. (2.8 millions de litres, au prix de 0.42 zed/litre : 1 176 000 zeds).
- Etape 4 : le montant de l'économie réalisée avec cerf-volant. ($1\,470\,000 - 1\,176\,000 = 294\,000$ zeds par an).
- Etape 5 : le nombre minimum d'années requis pour que le cerf-volant soit financièrement rentable. ($2\,500\,000 \div 294\,000 \approx 8.5$, après environ 8 à 9 ans).

3.1.4 Mise en relation avec le curriculum luxembourgeois

Rappelons que seuls, les compétences ou contenus directement impliqués dans la question ont été relevés.

L'analyse du tableau 3 montre que la question est bien ancrée dans les curricula luxembourgeois surtout pour l'ES et l'EST. Les objectifs PISA sont donc identiques pour cette question, à ceux du curriculum luxembourgeois en mathématiques de l'enseignement inférieur. Cette analyse révèle que les élèves luxembourgeois devraient disposer des compétences pour résoudre cette question.

3.2 Résultats

3.2.1 Présentation des résultats globaux, selon le genre, la filière et la classe

- *Présentation des résultats globaux (Question 3)*

La question est nettement plus difficile pour les élèves de 15 ans, tant au niveau de la moyenne PISA que des élèves luxembourgeois. Une faible performance (13.2 %) inférieure à la moyenne PISA (15.3 %), un taux d'échec élevé (55.6 %) et un taux d'omission important (31.2 %) attestent de la difficulté de la question (Figure 5).

- *Présentation des résultats selon le genre (Question 3)*

Les pourcentages de réussite se répartissent de la manière suivante entre les filles et les garçons :

Filles	8.1 %
Garçons	18.2 %
Différence garçons-filles	10.1
<i>Taux de réussite globaux</i>	<i>13.2 %</i>

Concernant le facteur « Genre », la différence de performance est toujours en faveur des garçons qui sont plus de deux fois plus nombreux à réussir que les filles (18.2 % vs 8.1 %). Ces résultats illustrent les résultats globaux pour le Luxembourg. En effet, sur l'échelle des moyennes PISA (Chapitre 3.2, Figure 4), la différence filles-garçons concernant le processus « *Formuler* » est en faveur des garçons (+ 33 points) et concernant le contenu « *Variations et relations* », elle est également en faveur des garçons (+ 24 points).

Objectifs	PISA	ES	EST	ES-PREP
Description/Compétences	Utiliser un modèle en plusieurs étapes pour résoudre une situation complexe de la vie réelle	Utiliser des nombres et des grandeurs pour modéliser des situations réelles et pour résoudre des problèmes mathématiques (6 ^e)	Utiliser des nombres et des grandeurs pour modéliser des situations réelles et pour résoudre des problèmes mathématiques (9 ^e)	
Contenu	Variations et relations	Nombres et opérations	Nombres et opérations	Nombres et opérations
Processus	Formuler des situations de façon mathématique	Modéliser: Simplifier une situation de la vie réelle et en dégager les aspects mathématiques Résoudre des problèmes	Modéliser: Simplifier une situation de la vie réelle et en dégager les aspects mathématiques Résoudre des problèmes	Savoir utiliser ses connaissances mathématiques et mettre en œuvre ses savoirs et compétences acquises dans le contexte de situations d'apprentissage appropriées (Module 4)

Tableau 3: Comparaison des curricula luxembourgeois avec les objectifs PISA (Question 3)

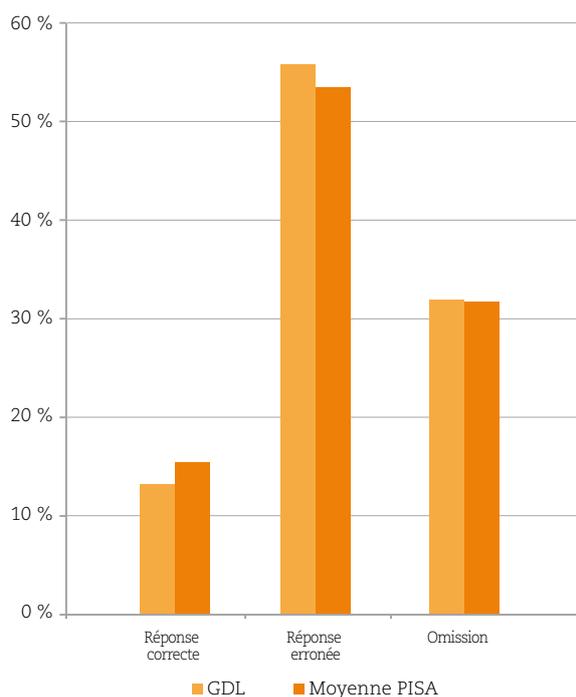
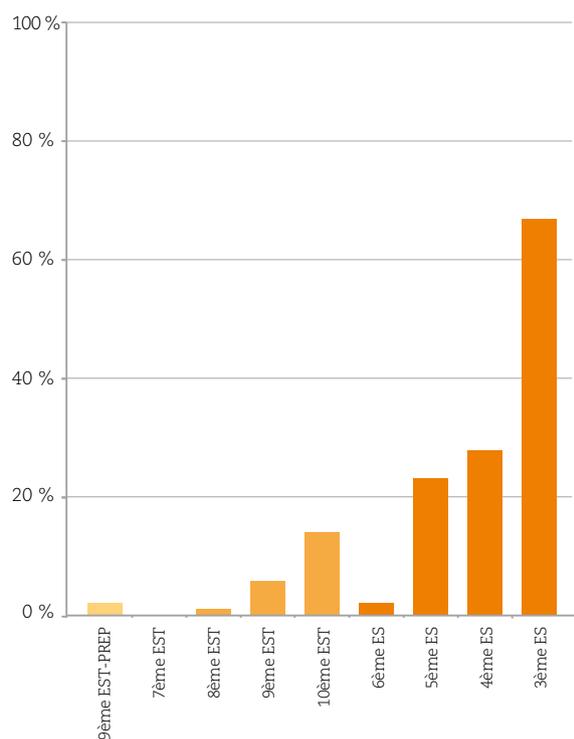


Figure 5: Pourcentage de réponses des élèves (Question 3)

- *Présentation des résultats selon la filière et la classe (Question 3)*

Quels que soient la filière d'enseignement et le niveau de classe, cette question est globalement mal réussie par les élèves. Seuls, les élèves de 3^{ème} ES qui ont une avance scolaire présentent une bonne performance (67 %) (Figure 6).



3.2.2 Hypothèses sur la difficulté de la question

Cette question est nettement plus difficile que les deux autres. Comme il s'agit d'un item à réponse construite et non à choix multiple, les élèves n'ont aucun indice sur les réponses possibles et de nombreux facteurs ajoutent à sa difficulté.

L'étape clé pour résoudre ce problème qui consiste à formuler un modèle mathématique décrivant le concept que recèle l'expression « Combien d'années pour couvrir le coût du cerf-volant » est difficile sur le plan cognitif. Plus précisément, « le fait de formuler les choses de façon mathématique consiste à identifier des possibilités d'appliquer et d'utiliser les mathématiques – c'est-à-dire de se rendre compte que les mathématiques peuvent servir à comprendre ou résoudre ce problème –, soit appréhender la situation telle qu'elle se présente, la traduire sous une forme qui se prête à un traitement mathématique, générer une structure ou des représentations mathématiques, identifier des variables et faire des hypothèses simplificatrices qui aideront à résoudre le problème. » (OCDE, 2012, p. 27). Toute la difficulté de l'item consiste à formuler ce concept de façon mathématique.

La théorie de la « charge cognitive » développée par Sweller (1988) peut expliquer également une partie des difficultés rencontrées par les élèves pour résoudre ce problème à étapes. Le terme de « charge cognitive » correspond au niveau d'« effort mental (la quantité de ressources) requis par la planification et la mise en œuvre d'une stratégie de résolution donnée chez un élève dont le niveau d'expertise dans le domaine concerné est fixé et par la quantité de ressources mobilisées par un sujet lors de la réalisation d'une tâche. » (Barrouillet, 1996; Tricot, 1998). Ainsi, la « charge cognitive » dépend de la tâche et, la réalisation d'une tâche peut nécessiter plus de ressources cognitives que la mémoire de travail n'en dispose. En effet, pour résoudre ce problème, la conception de la stratégie est complexe ; les élèves ont un certain nombre d'étapes à franchir et doivent garder en ligne de mire le point final : déterminer le nombre d'années n où le coût du cerf-volant sera couvert par les économies de diesel en calculant le rapport, coût de cerf-volant / montant annuel de l'économie de diesel. En d'autres termes, la quantité d'information à traiter par l'élève c'est-à-dire par le nombre d'éléments qui interagissent en mémoire de travail et le traitement simultané d'éléments en forte interactivité (les étapes intermédiaires) impose une forte charge cognitive en mémoire de travail. Selon le niveau d'expertise des élèves, cette charge peut provoquer une surcharge cognitive et par là des erreurs.

Les élèves doivent également utiliser leur faculté de raisonnement et d'argumentation dans toutes les étapes interdépendantes qu'ils doivent enchaîner pour parvenir à la solution ainsi que leur faculté de communication car il s'agit de présenter et d'expliquer la solution.

Figure 6: Pourcentage de réussite selon la classe et la filière (Question 3)

⁵ Parmi les élèves de 15 ans répertoriés dans l'enquête PISA 2012, notons qu'il y a seulement 10 élèves en 7^{ème} EST et 3 élèves en 3^{ème} ES.

3.2.3 Analyse des productions d'élèves

L'analyse d'une trentaine de productions d'élèves a permis de concrétiser les analyses précédentes sur la difficulté de la question et de mieux appréhender comment les élèves luxembourgeois ont répondu à la question. Ces productions ne sont pas représentatives de l'ensemble des réponses des élèves luxembourgeois mais nous permettent d'aller au-delà des chiffres et d'entrer dans les processus de raisonnement des élèves.

→ Réponses incorrectes et interprétation des erreurs

Les réponses incorrectes ont été classées en quatre catégories en fonction de l'origine possible des difficultés des élèves à savoir : - une non-élaboration de la construction de la représentation, - une démarche superficielle de résolution (« contrat didactique »), - une interprétation erronée de la question et - une surcharge cognitive.

- Non-élaboration de la construction de la représentation

Ces élèves n'arrivent pas à construire la représentation pertinente de la situation décrite dans l'énoncé du problème. Dans l'exemple présenté ci-dessous, il semble que l'élève n'arrive pas à donner du sens à cet énoncé, il pense qu'il manque des informations.

Ich muss wissen wie alt das Schiff ist, denn nun kann ich nicht ausrechnen wie viel Diesel sie schon verbraucht haben in den Jahren, um es auszugleichen

- Démarche superficielle de résolution (« contrat didactique »)

Pour ces élèves, tout problème d'origine scolaire a une solution. Il est important pour eux d'y répondre même si la réponse est erronée.

Dans la production ci-dessous, l'élève liste une partie des informations utiles mais ne prend pas en compte le pourcentage de réduction de la consommation dû à l'utilisation du cerf-volant de 20 %. Il remplit ensuite le « contrat didactique » : « Tout problème a une solution et pour la trouver il suffit de faire des opérations avec les nombres de l'énoncé sans se soucier ni du sens ni des unités de mesure. » (Brousseau, 1980). Il semble que pour lui, ce problème est davantage un problème fictif qu'un problème traduisant une certaine réalité.

Preis Diesel: 0,42 € pro Liter
 cerf-volant: 2500000 Zeds
 consommation ohne cerf-volant: 3500000 Liter
 $2500000 \times 3500000 = 8750000000$
 $8750000000 \times 0,42 = 3675000000$
 am bout de 3 années les économies de Diesel ausreicht
 couvert le coût du cerf-volants.
 Anzahl der Jahre: 3 années

Dans les deux productions suivantes, chaque élève remplit le « contrat didactique » : « Tout problème a une solution et pour la trouver il suffit de faire des opérations avec les nombres de l'énoncé sans se soucier ni du sens ni des unités de mesure. » (Brousseau, 1980)

$3500000 : 0,42 = 8333333,33$
 $8333333,33 \cdot 20\% = 1666666,667$
 Anzahl der Jahre: 17

2500000 Zeds - 117 Meter - 18 Meter 12000 Tennen -
 19 Knoten = 2487846
 $3500000 - 2487846 = 1012154$
 Anzahl der Jahre: 1012154

- Interprétation erronée de la question

Cette catégorie de réponse regroupe les élèves qui répondent à une autre question que celle qui se trouvait dans l'énoncé.

La production ci-dessous illustre cette catégorie. Il semble que l'élève réponde à une autre question que celle qui se trouve dans l'énoncé, à savoir : « Au bout de combien d'années, le prix de la consommation de diesel sans cerf-volant sera-t-il approximativement le même que le prix du cerf-volant ? ». L'élève peut être en surcharge cognitive car il semble avoir oublié qu'au-delà de l'utilisation du cerf-volant, le cargo a besoin d'utiliser son moteur pour avancer. Il calcule donc le prix de la consommation de diesel par an sans cerf-volant. Il fait ensuite la différence avec le prix du cerf-volant. Il constate que « ça fait approximativement la moitié » et conclut qu'il faut environ 2 ans.

3500000 Liter Diesel kosten: 1470000 Zeds
 $2500000 - 1470000 = 1030000$
 ist ungefähr die Hälfte also
 nach ein weiteres Jahr
 Anzahl der Jahre: ungefähr 2 Jahre

- *Surcharge cognitive*

Pour résoudre ce problème, les élèves ont un certain nombre d'étapes à franchir et doivent garder en ligne de mire le point final. Certains élèves en commençant à résoudre les étapes peuvent oublier la question, ils sont en surcharge cognitive.

La production suivante illustre ce phénomène. L'élève a recherché le prix de la consommation de diesel par an sans cerf-volant et calculé en nombre de litres la réduction de consommation par an grâce à l'utilisation du cerf-volant. Ensuite, aucune autre étape n'est spécifiée, reste à savoir comment il a conclu 5, probablement en faisant le calcul $3500000 : 700000$.

$$3\,500\,000 \cdot 0,42 = 1470000 \text{ Zeds pro Jahr}$$

$$20\% \text{ von } 3\,500\,000 = 700\,000$$

Anzahl der Jahre: 5

Les deux productions suivantes illustrent cette catégorie en faisant des erreurs de calculs.

Cet élève a recherché la consommation en litre par an avec le cerf-volant mais a commis une erreur de calcul en prenant 20 % de 3 500 000. Ensuite il divise des zeds par des litres ? Il reste bloqué à cette étape.

Jährlicher Dieserverbrauch mit Dachensiegel =
 $3500000 : 400 \cdot 20 = 70000 \text{ Liter weniger}$
 also $3500000 - 70000 = 3430000 \text{ liter}$
 $\frac{3500000}{\text{zeds}} : 70000 = 35,714 \dots \text{ Jahre}$

Anzahl der Jahre: 36

Cet élève a recherché le prix annuel de la consommation de diesel sans cerf-volant puis il a calculé la réduction si le cerf-volant était utilisé. Dans les deux cas, il a fait une erreur de calcul. La dernière étape est erronée. Il divise le prix annuel de la consommation de diesel sans cerf-volant par le montant de la réduction si le cerf-volant était utilisé. Il reste bloqué à cette étape erronée qui semble correspondre à la réponse de son point de vue.

$$3500000 \text{ l} \cdot 0,42 \text{ Zed/l} = 1470000 \text{ Zed}$$

$$\frac{3500000}{100} \cdot 20 = 700000 \text{ l}$$

$$700000 \text{ l} \cdot 0,42 \text{ Zed/l} = 294000 \text{ Zed}$$

$$1470000 : 294000 = 50$$

Anzahl der Jahre: 50

4. Discussion de la situation « Cargo à voile »

A l'issue de l'analyse des résultats et de l'interprétation des erreurs, il semble que les élèves éprouvent des difficultés :

- à se construire un modèle de situation (Reusser, 1990) ou un modèle mental de la situation décrite dans le problème (Johnson-Laird, 1983),
- à mettre en pratique des connaissances mathématiques de base pour résoudre les problèmes définis en fonction du monde réel,
- à mettre en œuvre des compétences d'ordre métacognitif comme :
 - élaborer un plan d'action de résolution, afin par exemple, d'éviter de saturer la mémoire de travail en cours d'action,
 - approximer la valeur du résultat avant de s'engager dans un calcul,
 - vérifier la vraisemblance de leur résultat.

Il convient également de souligner que les 2/3 des réponses erronées proviennent de démarches superficielles et montrent l'importance du « contrat didactique » (Brousseau, 1980)

Dans les deux premières questions, il s'agissait d' « Employer des concepts, faits, procédures et raisonnement mathématiques » c'est-à-dire d'appliquer des connaissances et des procédures mathématiques pour résoudre des problèmes (OCDE, 2012), à savoir : - calculer le résultat d'une augmentation en appliquant un pourcentage (question 1) et - déterminer une longueur à l'aide du théorème de Pythagore (question 2). Ces questions sont des problèmes d'application directe des connaissances de base étudiées en cours et cependant, les résultats des élèves restaient mitigés. Un apprentissage efficace devrait cependant conduire les élèves à utiliser les connaissances apprises dans des contextes déjà étudiés en classe et à les transférer dans d'autres contextes. Un tel apprentissage vise la généralisation des connaissances, il conduit l'élève à réutiliser ses connaissances dans des contextes inédits comme par exemple ceux utilisés dans l'enquête PISA qui sont des contextes situationnels de la vie de tous les jours.

Dans la troisième question, il s'agissait principalement de « Formuler des situations de façon mathématique », c'est-à-dire de construire une représentation adéquate de la situation décrite dans l'énoncé, afin de créer un modèle mathématique pertinent pour répondre à la question. Ensuite, il était nécessaire d'explorer et de relier des éléments du problème pour en dégager des inférences, présenter les résultats intermédiaires, expliquer et justifier cette solution (OCDE, 2012). En effet, pour résoudre ce problème, il faut le décomposer en sous-problèmes. Déterminer les étapes et les résoudre est particulièrement coûteux cognitivement pour les novices (théorie de la charge cognitive, Sweller, 1988). Et pourtant, dans les problèmes de la vie de tous les jours, il est souvent nécessaire de bien cerner le but à atteindre, ce qui demande souvent de le décomposer en sous-buts, de trier les données afin de ne garder que celles qui sont utiles pour la résolution.

En résumé, pour résoudre de tels problèmes, l'expertise des élèves de ce domaine doit être développée. Il s'agit que les élèves fréquentent ces problèmes de recherche à étapes à l'école régulièrement, sans donner de prime abord les étapes intermédiaires. En effet, dans de tels problèmes, lorsque les étapes sont formulées sous la forme de questions intermédiaires, de nombreux élèves parviennent alors à la solution (Julo, 1995). Cela montre bien que la difficulté de tels problèmes tient non seulement à la mobilisation de concepts mathématiques difficiles mais également et surtout à la construction globale de la représentation décrite dans l'énoncé et au cheminement de pensée nécessaire à la résolution (Gamo, Sander, & Richard, 2010).

Situation 2 : Débit d'une perfusion

Les perfusions intraveineuses servent à administrer des liquides et des médicaments aux patients.

Les infirmières doivent calculer le débit D d'une perfusion en gouttes par minute.

Elles utilisent la formule $D = \frac{dv}{\partial n}$ où

d est le facteur d'écoulement en gouttes par millilitre (ml)

v est le volume (en ml) de la perfusion

n est le nombre d'heures que doit durer la perfusion.



Question 1 :

Une infirmière veut doubler la durée d'une perfusion.

Décrivez avec précision la façon dont D change si n est **doublé** et si d et v ne changent pas.

Question 2 :

Les infirmières doivent aussi calculer le volume v de la perfusion en fonction du débit de perfusion D .

Une perfusion d'un débit de 50 gouttes par minute doit être administrée à un patient pendant 3 heures. Pour cette perfusion, le facteur d'écoulement est de 25 gouttes par millilitre.

Quel est le volume en ml de cette perfusion ?

0. Introduction

Cette situation se situe dans le contexte professionnel des infirmières et est composée de deux questions. Elle présente une formule permettant de calculer le débit d'une perfusion. Le questionnement est ciblé sur la formule algébrique elle-même.

Les deux questions renvoient à trois des sept « facultés mathématiques » (OCDE, 2012, p. 35) suivantes :

- *Utilisation d'opérations et d'un langage symbolique, formel et technique*, c'est-à-dire utiliser des opérations et un langage symbolique, formel et technique, qui consiste à comprendre, interpréter, manipuler et employer des expressions symboliques dans un contexte mathématique (questions 1 et 2).
- *Raisonnement et argumentation*, c'est-à-dire explorer et relier des éléments du problème pour en dégager des inférences, vérifier une justification fournie ou justifier une affirmation ou une solution. Cette compétence implique des processus logiques approfondis (question 1).
- *Mathématisation*, c'est à dire transposer un problème défini en fonction du monde réel sous une forme strictement mathématique et à interpréter ou évaluer un résultat ou un modèle mathématique en fonction du problème initial (question 2).

Les deux questions analysées se situent dans le domaine PISA des « *Variations et relations* », qui visent pour l'essentiel l'utilisation de l'algèbre en contexte. Du point de vue des processus, c'est la catégorie « *Employer* des concepts, faits, procédures et raisonnement mathématique », qui est évaluée (OCDE, 2012, p.31). Cela implique notamment la manipulation d'expressions algébriques ou d'équations pour analyser l'information et développer des explications mathématiques.

Il faut également ajouter que les deux questions demandent une compréhension approfondie d'une formule donnée. Il ne s'agit pas « simplement » de trouver le résultat d'une formule, qui consisterait ici à faire calculer D , en connaissant les valeurs des différentes variables, mais bien d'analyser et d'expliquer l'effet de la modification d'une variable sur une autre (question 1), de mathématiser/modéliser l'énoncé et de résoudre une équation (question 2).

Du point de vue de la présentation de la situation, celle-ci explique brièvement, en deux phrases, le contexte des infirmières, puis la formule suivante est présentée avec la signification des variables : $D = \frac{dv}{\partial n}$

1. Question 1

1.0 Énoncé de la question 1

Une infirmière veut doubler la durée d'une perfusion.

Décrivez avec précision la façon dont D change si n est **doublé** et si d et v ne changent pas.

1.1 Analyse a priori

1.1.1 Caractéristiques de la question

Le texte de la question n'est pas très long mais les variables sont exprimées sous leur forme littérale (lettre), et leur signification en contexte n'est pas rappelée dans la question même.

Le format de la question est de type « question ouverte ». La réponse doit être construite par les élèves. En particulier dans cette question, la réponse ne consiste pas à donner une solution numérique (un nombre), mais bien à produire une explication en langage courant.

Du point de vue de la difficulté, cette question se situe au niveau de compétences 5 (sur 6) sur l'échelle présentée au chapitre 1.4.2 (figure 7, « Tropfrate Frage 1 »). On peut donc considérer cette question comme assez difficile pour l'ensemble des élèves de 15 ans.

1.1.2 Description de la nature de la tâche

Les élèves doivent analyser la formule $D = \frac{dv}{60n}$ permettant de calculer le débit D d'une perfusion en gouttes par minute. Il s'agit d'expliquer l'impact de la modification de la variable n (qui doit être doublée) sur le résultat D .

Plus précisément, la tâche de l'élève consiste tout d'abord à comprendre l'énoncé et en l'occurrence à appliquer sur la variable concernée n l'opération « fois 2 » (« n est doublé »). Ensuite, l'élève produira une explication qui se basera, selon la stratégie choisie, sur le contexte, l'arithmétique ou encore sur sa compréhension des concepts algébriques (voir point 1.1.3 ci-dessous).

1.1.3 Stratégies correctes possibles

Trois principaux types de stratégies menant à produire une réponse correcte ont été identifiés.

- Stratégie de type sémantique

Celle-ci est basée sur l'attribution de sens aux variables de la formule en relation avec le contexte. Dans le cas présent, il s'agirait d'expliquer que « si le nombre d'heures (n) est doublé,

toutes choses étant égales par ailleurs (facteur d'écoulement et volume), il faudra un débit deux fois moins important, et que donc D sera divisé par 2 ». La formulation de l'énoncé utilisant les variables sous la forme de lettres et dépouillé du contexte peut rendre cette alternative moins évidente pour les élèves.

- Stratégie de type arithmétique

Les élèves peuvent remplacer les variables de la formule par des nombres simples, doubler le nombre représentant n et analyser le résultat.

Deux démarches sont possibles. La première consiste à remplacer chacune des variables et obtenir une égalité comme $3 = \frac{6 \cdot 120}{60 \cdot 4}$ et se poser la question de « Que devient le 3 ? » dans la formule modifiée, $? = \frac{6 \cdot 120}{60 \cdot 4 \cdot 2}$.

Cette solution peut se révéler lourde à mettre en place, étant donné les nombres à utiliser en raison du 60 déjà impliqué dans la formule. Il s'agit également que l'élève interprète correctement les expressions dv et $60n$ comme des produits. Les élèves ne donnent pas toujours de sens à ce type d'expression. De nombreux élèves pensent, par exemple, que le signe omis n'est pas celui de la multiplication mais plutôt celui de l'addition et considèrent l'expression dv non pas comme $d \cdot v$ mais comme $d + v$.

Une variante plus efficace de cette stratégie consisterait à considérer la formule comme $= \frac{b}{c}$ à remplacer les variables par de plus petits nombres, par exemple $6 = \frac{24}{4}$ et à s'interroger sur la formule modifiée, $? = \frac{24}{4 \cdot 2}$, plus gérable, puisque dans l'exemple, on voit rapidement qu'en multipliant 4 par 2, on obtient 8 et que $24 : 8$ donne comme résultat 3 et non plus 6, donc, le résultat D sera divisé par 2.

La deuxième démarche arithmétique se base sur une compréhension approfondie de l'opération de division dans l'ensemble des nombres naturels. En l'occurrence, il s'agirait de considérer que si on divise un nombre par un nombre deux fois plus grand, le résultat devient deux fois plus petit.

- Stratégie de type algébrique

Cette solution relève du domaine de la généralisation. Elle implique d'envisager la formule comme une égalité. Il s'agit alors de considérer que diviser le dénominateur par 2 revient à multiplier l'expression par $\frac{1}{2}$ et au final de se dire que pour conserver l'égalité, il s'agit de multiplier également le « résultat » dans le premier membre (D) par $\frac{1}{2}$ également ou autrement dit, de le diviser par 2.

1.1.4 Mise en relation avec le curriculum luxembourgeois

Les documents officiels (MENFP) présentant les compétences disciplinaires attendues à la fin de la 6^e et de la 4^e année de l'Enseignement Secondaire (ES) et celles de la 8^e/ 9^e année de l'Enseignement Secondaire Technique (EST), ainsi que le programme du Enseignement Secondaire Technique - Régime Préparatoire (EST-PREP) ont été analysés. Seuls, les compétences ou contenus directement impliqués dans la question ont été relevés.

L'analyse du tableau 4 montre que la question 1 est bien ancrée dans les programmes luxembourgeois de l'ES et de l'EST tant sur le plan des compétences que du processus. Cependant, la complexité de la formule présentée dans la question se situe un peu au-delà des contenus algébriques préconisés. Au régime préparatoire (EST-PREP), les éléments du programme en relation avec la question concernent uniquement le calcul de valeurs numériques.

La modalité de la réponse qui consiste à faire produire une explication se situe pleinement dans les compétences relatives aux processus « argumenter » et « communiquer » définies dans les curricula de l'ES et de l'EST. Par contre, dans l'EST-PREP, ces deux dernières compétences ne figurent pas au programme.

En résumé, l'analyse des programmes luxembourgeois montre que les élèves devraient disposer des compétences pour résoudre cette question, en particulier ceux de l'ES et de l'EST. De plus étant donné la variété de démarches possibles de résolution décrites précédemment (au point 1.1.3), cette question pourrait être accessible à la plupart des élèves, même ceux de l'EST-PREP. Ceux-ci peuvent en effet développer une stratégie soit de type « sémantique » utilisant le contexte, soit de type « arithmétique » impliquant de remplacer les variables par des valeurs numériques « simples », ou encore utilisant leur compréhension de l'opération de la division. La solution algébrique paraît plus inaccessible pour les élèves du préparatoire. Elle implique en outre une utilisation des propriétés de l'égalité peu mises en évidence dans les programmes, même dans ceux de l'ES ou de l'EST.

1.2. Résultats

1.2.1 Présentation des résultats globaux, selon le genre, la filière et la classe

- Présentation des résultats globaux (Question 1)

La figure 7 présente les pourcentages de réponses correctes, partielles et incorrectes ainsi que les omissions pour l'ensemble des élèves luxembourgeois. Ces résultats sont comparés à la moyenne PISA.

Clairement, les résultats montrent que cette question est difficile pour les élèves de 15 ans, tant au niveau de la moyenne PISA (16.3 % de réponse correcte) que des élèves luxembourgeois. En effet, seuls 10.4 % d'entre eux parviennent à produire une explication correcte et complète (à savoir, *le résultat D sera divisé par deux ou sera deux fois moins important*). Ces résultats peuvent être nuancés par le pourcentage de réponses partielles (8.7 %) qui concernent les élèves qui soit, indiquent le sens du mouvement (cela devient plus petit) soit la valeur (il y a un changement de 50 %). Ces réponses partielles témoignent en effet d'une certaine compréhension du phénomène et de la réponse à produire. Les taux d'omission avoisinant les 30 % tant pour le Luxembourg (28.8 %) que pour les pays de la moyenne PISA (27.3 %) attestent également de la difficulté de la question.

- Présentation des résultats selon le genre (Question 1)

Les pourcentages de réussite se répartissent de la manière suivante entre les filles et les garçons :

Filles	8.1 %
Garçons	12.7 %
Différence garçons-filles	4.6
<i>Taux de réussite globaux</i>	<i>10.3 %</i>

A nouveau, on constate que cette question est mieux réussie par les garçons (12.7 %) que par les filles (8.1 %). Il convient ce-

Objectifs	PISA	ES	EST	ES-PREP
Description/ Compétences	Expliquer l'effet produit sur la valeur d'un résultat lorsqu'on double une variable dans une formule	Transformer des formules pour résoudre des problèmes d'application simples (6 ^e) Interpréter des variables et des expressions dans des équations (4 ^e)	Se servir du calcul littéral pour démontrer des propriétés observées sur des exemples (socle de base - 9 ^e) Calculer des valeurs numériques (9 ^e)	Connaître la variable dans le sens qu'elle peut remplacer un nombre ou un mot (module 6) Calculer en fonction de la valeur de x (module 6)
Contenu	Variations et relations	Dépendance et variation	Dépendance et variation	Opérations
Processus	Employer	Argumenter: Trouver des justifications à l'aide de calculs ou de constructions Communiquer: Utiliser le langage courant et le langage mathématique en tenant compte de la situation		

Tableau 4: Comparaison des curricula luxembourgeois avec les objectifs PISA (Question 1)

pendant de souligner que cette différence est significativement moindre que dans les trois questions de la situation « Cargo à voile » ($p < 0.05$). Il semble que le contexte constitue un facteur déterminant. Dans cette question, le fait que la question soit située dans un contexte peut-être moins rébarbatif pour les filles ou peut-être plus familier, pourrait expliquer cet écart moins important. Il apparaît également que le contexte de cette situation joue un rôle moins essentiel que dans la plupart des situations PISA. En effet, les élèves pourraient très bien réussir la question en ne se focalisant que sur les éléments mathématiques de la formule sans prendre en considération le contexte. Même si celui-ci permet de donner du sens à la question et de développer des stratégies de type sémantique, il peut très bien être mis de côté pour répondre correctement à la question.

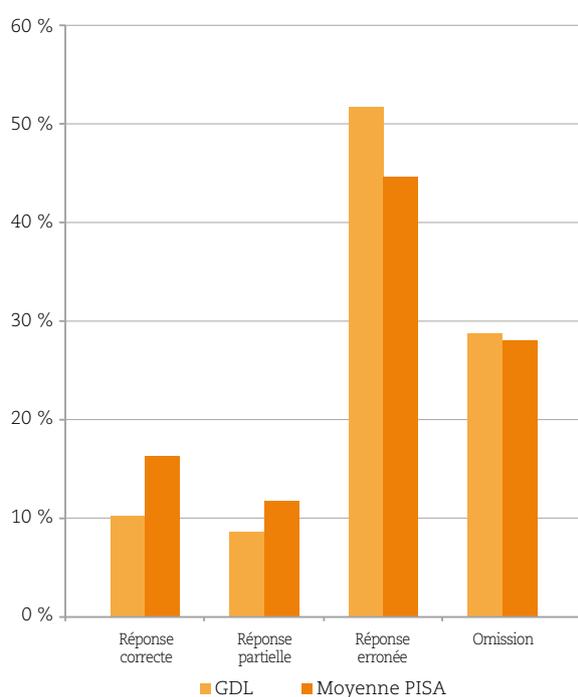


Figure 7: Pourcentage de réponses des élèves (Question 1)

- *Présentation des résultats selon la classe et la filière (Question 1)*

Dans la figure 8, les résultats sont analysés selon la filière d'enseignement ainsi que selon l'année d'étude. Quand on observe les résultats selon la filière, on constate que les élèves de l'EST-PREP sont fortement pénalisés dans cette question. Signalons qu'un seul élève de cette filière a réussi à trouver une solution correcte. Les élèves de l'EST sont également globalement peu nombreux à produire une réponse correcte malgré un curriculum davantage axé sur l'utilisation de l'algèbre et les processus tels que « Argumenter » et « Communiquer ». C'est en ES que les élèves de chaque classe sont les plus nombreux à réussir. Si on examine l'année d'étude que ce soit en ES ou en EST, on constate que plus on avance dans la scolarité, plus les taux de réussite augmentent. En EST, la majorité des élèves qui réussissent sont en 10^e année, tandis qu'en ES, ce sont les élèves de 4^e année (23.7 %) et surtout de 3^e année (66.7 %) qui concentrent l'essentiel des réussites. Il faut noter également que les élèves de 3^e année ES sont aussi des élèves qui ont un an d'avance dans leur scolarité.

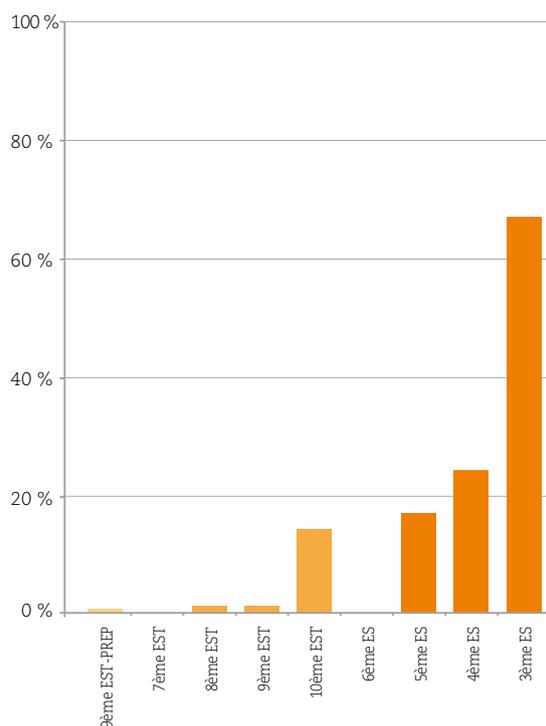


Figure 8: Pourcentage de réussite selon la classe et la filière (Question 1)

1.2.2 Hypothèses sur la difficulté de la question

Les difficultés des élèves à cette question pourraient s'expliquer par trois facteurs importants :

- *Le caractère inhabituel de la question.* Les élèves doivent d'une part, analyser l'effet sur le résultat de la modification d'une variable et non appliquer une technique quelconque, et d'autre part, rédiger une explication en langage courant. Malgré l'importance accordée à cette compétence en mathématiques tant dans les programmes luxembourgeois de l'ES et l'EST, que dans la littérature scientifique, il apparaît que les élèves éprouvent d'importantes difficultés à expliquer par écrit leur raisonnement ou à argumenter. Au Luxembourg, cette double difficulté se voit encore renforcée par le contexte multilingue des classes.
- *L'énoncé de la question.* Celui-ci fait tout d'abord fi du contexte, en utilisant les lettres pour les variables et non leur dénomination en contexte. Les élèves doivent revenir en arrière et relire la situation initiale pour se rappeler le contexte et la signification des variables. De plus, le mot « doublé » entre en contradiction avec l'explication correcte de la solution, « divisé par 2 ». Les termes de l'énoncé s'opposent ainsi à la représentation mentale de ce problème qui émerge spontanément à la lecture de la question.

^o Parmi les élèves de 15 ans répertoriés dans l'enquête PISA 2012, notons qu'il y a seulement 10 élèves en 7ème EST et 3 élèves en 3ème ES.

- *La maîtrise des concepts algébriques de base* nécessaire pour développer des stratégies efficaces de résolution. En particulier, certaines des stratégies efficaces (même arithmétiques) de résolution implique une conception « structurale » des expressions qui consiste à envisager les expressions mathématiques comme un tout qu'il s'agit de manipuler sans entrer dans les détails. Les stratégies efficaces de type arithmétique qui consistent à considérer la formule comme $a = \frac{b}{c}$ impliquent en effet une conception « structurale » du numérateur (dv) et dénominateur ($60n$). Ceux-ci doivent être interprétés et manipulés comme un « bloc », en l'occurrence comme un nombre quelconque (b ou c), alors que ces expressions se présentent comme des opérations ($d.v$ et $60.n$). Dans les stratégies algébriques, il s'agit également de considérer les deux membres de l'égalité D et $\frac{dv}{60n}$ comme un tout indissociable, comme l'expression de deux nombres égaux dont l'un ($\frac{dv}{60n}$) va être modifié (multiplié par $\frac{1}{2}$). Cette évolution vers une conception « structurale » est difficile pour de nombreux élèves qui continuent à fonctionner en algèbre comme s'ils étaient en arithmétique et à voir des expressions telles que $d.v$, $60.n$ ou $\frac{dv}{60n}$ comme des opérations à effectuer (conception « procédurale ») et non comme des entités indissociables (Sfard, 1991).

1.2.3 Analyse de productions d'élèves

A nouveau, comme dans la question 3 de la situation « Cargo à voile », l'analyse d'une trentaine de productions d'élèves a permis de concrétiser certaines des analyses précédentes sur la difficulté de la question et de mieux appréhender comment les élèves luxembourgeois ont répondu à la question. Ces productions ne sont pas représentatives de l'ensemble des réponses des élèves luxembourgeois mais nous permettent d'aller au-delà des chiffres et d'entrer dans les processus de raisonnement des élèves.

→ Réponses correctes

Les élèves de l'analyse qui produisent une réponse correcte expliquent que le résultat va être divisé par 2, soit en évoquant le contexte (stratégie de type sémantique) soit en se basant sur leur compréhension de l'opération de division (stratégie de type arithmétique). Aucun de ces élèves ne semble avoir songé à remplacer les variables de la formule par des nombres.

- *Réponse de type sémantique*

Wenn n verdoppelt wird, läuft während $2 \cdot n$ die gleiche Anzahl von d und v während der doppelten Zeit, also wird D durch 2 geteilt, damit die gleiche Menge in doppelter Zeit läuft.

- *Réponse de type arithmétique*

D va être divisé par deux. Par exemple $\frac{dv}{60 \cdot n}$ est deux fois moins est le double de $\frac{dv}{60 \cdot 2}$

Certains élèves ont répondu correctement mais sans qu'il soit possible d'identifier leur raisonnement. Dans ce cas, ils écrivent simplement une phrase comme *le résultat D sera divisé par 2*.

Certaines réponses de type sémantique ou arithmétique produisent des *réponses correctes partielles* comme dans l'exemple ci-dessous. On peut voir que celles-ci témoignent d'une bonne compréhension des élèves de la formule et de son contexte, même si ceux-ci ne poursuivent pas leur raisonnement jusqu'à son terme.

D verkleinert sich ~~das~~ da dv durch eine größer Zahl multipliziert wird.

→ Réponses incorrectes et interprétation des erreurs

Dans les productions analysées, deux grands types de raisonnement erronés sont apparus.

- *Affirmer que le résultat D sera doublé*

Ces élèves se sont probablement laissés influencer par la formulation de la question et répondent que le résultat D sera doublé puisque le nombre d'heures est doublé.

Wenn die Anzahl der Stunden verdoppelt wird, ~~verdoppelt~~ wird auch ~~das~~ der Trippfaktoren verdoppelt

- *Multiplier 60 par 2 au dénominateur*

Près de la moitié des élèves de l'analyse se contente de multiplier n par 2 dans la formule sans avancer d'autres explications. Ils témoignent ainsi d'une bonne compréhension du terme « doublé » de l'énoncé qu'ils appliquent correctement à la variable n , mais n'en tirent aucune conclusion à propos de l'effet sur D et ne vont pas au-delà de la « simple » transformation dans la formule. Ces élèves ne semblent pas envisager que, toutes choses étant égales par ailleurs, si une variable est modifiée dans une formule cela entraîne une modification du résultat.

$$D = \frac{dv}{60 \cdot n} \cdot 2 = \frac{2dv}{60 \cdot n}$$

2. Question 2

2.0 Énoncé de la question 2

Les infirmières doivent aussi calculer le volume v de la perfusion en fonction du débit de perfusion D .

Une perfusion d'un débit de 50 gouttes par minute doit être administrée à un patient pendant 3 heures. Pour cette perfusion, le facteur d'écoulement est de 25 gouttes par millilitre.

Quel est le volume en ml de cette perfusion ?

2.1 Analyse a priori

2.1.1 Caractéristiques de la question

Cette question se situe dans le même contexte professionnel des infirmières que la précédente. Dans la question 2, les élèves doivent cette fois résoudre une équation. Cependant, alors que dans la question 1, les données étaient présentées sous leur forme littérale (lettres), dans la question 2, les données sont présentées en langage courant. Là où dans la question 1, on évoquait la variable « D », dans la question 2 on parle du « *débit de 50 gouttes par minute* ».

Le format de la question est de type « ouvert ». Il s'agit de produire une solution numérique (un nombre).

Du point de vue de la difficulté, cette question se situe, comme la question 1, au niveau de compétences 5 (sur 6) sur l'échelle présentée au chapitre 1.4.2 (figure 7, « Tropicite Frage 3 »). On peut donc également considérer cette question comme assez difficile pour l'ensemble des élèves de 15 ans.

2.1.2 Description de la nature de la tâche

La tâche de l'élève est constituée de deux phases. Les élèves doivent tout d'abord modéliser la situation, en l'occurrence « traduire » les données de l'énoncé dans la formule. Il s'agit ensuite de résoudre une équation pour trouver le volume de la perfusion (v) en ml. Une fois les données placées dans la formule, l'équation que les élèves devaient résoudre était la suivante :

$$50 = \frac{25 \cdot v}{60 \cdot 3}$$

2.1.3 Stratégies correctes possibles

Pour résoudre cette équation et obtenir la réponse correcte, plusieurs méthodes sont possibles (Kieran, 1990) :

- *Les méthodes formelles de résolution ou méthodes algébriques*

Ces démarches sont basées sur les propriétés de l'égalité. Ces principes entraînent deux niveaux dans les procédures de résolution. On distingue d'une part, la méthode qui consiste à effectuer la même opération dans les deux membres, et d'autre part la méthode de transposition qui fait appel aux règles « tout terme qui change de membre change de signe » ou « tout facteur qui change de membre est remplacé par son inverse ». Kieran (1990) souligne que bien que cette dernière démarche constitue un raccourci de la première, elle est rarement perçue comme telle par les élèves.

- *Les méthodes arithmétiques*

La méthode par substitution qui consiste à remplacer l'inconnue par différentes valeurs numériques jusqu'à obtenir la solution correcte.

La méthode par opérations inverses où il s'agit de partir de l'état final et à inverser la (ou les) relation(s) pour retrouver la valeur de l'inconnue.

La méthode par recouvrement qui amène l'élève à poser tout d'abord comme inconnue, non pas seulement l'inconnue elle-même, mais l'expression contenant cette inconnue. Par exemple, pour résoudre $\frac{x+12}{8}=20$, il s'agit de poser dans un premier temps, $x+12$ comme inconnue, et devant donc être égal à 160 puisque seul, 160 divisé par 8 donnera 20. Par conséquent, si $x+12$ doit être égal à 160, alors x est égal à 148.

Pour résoudre l'équation de la question 2, les méthodes arithmétiques peuvent se combiner de manière efficace. Les élèves peuvent les utiliser ainsi :

$$50 = \frac{25 \cdot v}{60 \cdot 3} \Rightarrow 50 = \frac{25 \cdot v}{180} \quad \text{et} \quad 50 = \frac{9000}{180}$$

... si $25 \cdot v$ doit être égal à 9000 alors $v = 9000 : 25$ et donc $v = 360$

ou bien, en simplifiant tout d'abord l'expression,

$$50 = \frac{25 \cdot v}{60 \cdot 3} \Rightarrow 50 = \frac{5 \cdot v}{12 \cdot 3} \Rightarrow 50 = \frac{5 \cdot v}{36} \quad \text{et} \quad 50 = \frac{1800}{36}$$

... et si $5 \cdot v$ doit être égal à 1800 alors $v = 1800 : 5$ et donc $v = 360$

2.1.4 Analyse selon le curriculum luxembourgeois

Rappelons que seuls, les compétences ou contenus directement impliqués dans la question ont été relevés.

L'analyse du tableau 5 montre que les deux étapes (voir point 1.2) à réaliser pour réussir cette question figurent pleinement dans les programmes de l'ES et l'EST. La modélisation d'une situation fait partie des curricula de l'ES et l'EST mais elle n'est pas observée dans le programme de l'EST-PREP, tandis que la résolution d'équations est préconisée dans les trois filières d'enseignement.

2.2 Résultats

2.2.1 Présentation des résultats globaux, selon le genre, la filière et la classe

- Présentation des résultats globaux (Question 2)

La figure 9 présente les pourcentages de réponses correctes et incorrectes ainsi que les omissions pour l'ensemble des élèves luxembourgeois. Ces résultats sont comparés à la moyenne PISA.

Les taux de réussite sont à nouveau très faibles pour cette question même si celle-ci est un peu mieux réussie (16.4 %) que la précédente (10.4 %). Le Luxembourg se situe cependant, pour cette 2^e question, nettement en-deçà de la moyenne PISA (25.7 %). Les taux élevés d'omission similaires à ceux de la question précédente avoisinent les 30 %. Ils témoignent du désarroi d'un grand nombre d'élèves face à cette question puisque ceux-ci ne se lancent dans aucune démarche de résolution.

- Présentation des résultats selon le genre (Question 2)

Les pourcentages de réussite se répartissent de la manière suivante entre les filles et les garçons :

Filles	14.3 %
Garçons	18.4 %
Différence garçons-filles	4.1
<i>Taux de réussite globaux</i>	<i>16.4 %</i>

A nouveau, on constate que la différence de résultats selon les genres se marque en faveur de garçons. Comme dans la question précédente, cette différence se situe aux alentours de 4 points. Signalons que cet écart est à nouveau significativement moins important que dans les trois questions de la situation « Cargo à voile » ($p < 0.05$). L'effet contexte semble donc bien se confirmer d'autant plus qu'on n'observe par ailleurs aucune différence significative garçons-filles entre les deux questions de cette même situation.

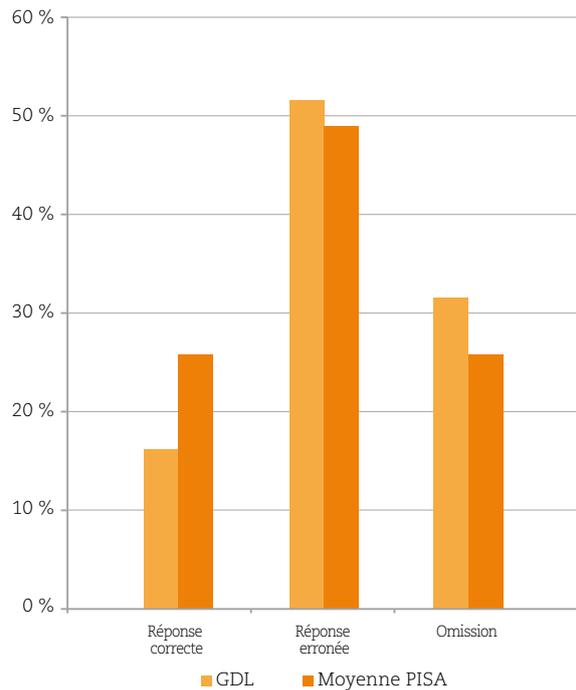


Figure 9: Pourcentage de réponses des élèves (Question 2)

- Présentation des résultats selon la filière et la classe (Question 2)

La figure 10 montre que les taux de réussite varient à nouveau en fonction de la filière et l'année d'étude. Cependant, on observe au premier coup d'œil que ces résultats se présentent un peu différemment que dans la question précédente. Ainsi, le pourcentage d'élèves qui réussit en EST est un peu supérieur dans cette question. En effet, 5.3 % des élèves de 9^e et 22.2 % des élèves de 10^e année ont répondu correctement contre respectivement 1.3 % et 15.2 % dans la question précédente. En ES, alors que dans la question 1, les taux de réussite concernaient essentiellement les élèves de 4^e et de 3^e années, on observe cette fois que les élèves de 6^e (16.7 % vs 0 % dans

	PISA	ES	EST	ES-PREP
Description/Compétences	Résoudre une équation et y substituer des variables par des valeurs numériques données	Résoudre des équations (4 ^e)	Résoudre des équations linéaires à coefficients entiers (9 ^e)	Résoudre des équations à une inconnue (module 6)
Contenu	Variations et relations	Dépendance et variation	Dépendance et variation	Opérations
Processus	Employer	Modéliser : Interpréter dans le contexte d'une situation réelle les étapes de la modélisation correspondante ainsi que ses résultats.		Savoir utiliser ses connaissances mathématiques et mettre en œuvre ses avoirs et compétences acquises dans le contexte de situations d'apprentissage appropriées (à partir du module 2)

Tableau 5: Comparaison des curricula luxembourgeois avec les objectifs PISA (Question 2)

la question 1) et de 5^e année (22.3 % vs 17.8 %) sont également plus nombreux à réussir cette question. Il en va de même pour les élèves de 4^e année (36.7 % de réussite dans la question 2 vs 23.7 % dans la question 1). Cette deuxième question semblerait donc un peu plus accessible aux élèves plus jeunes, même à ceux qui n'auraient pas encore abordé la résolution d'équations dans leur programme (6^e ES). On peut attribuer cette légère amélioration des résultats (par rapport à ceux de la question 1) à la modalité de réponse et de résolution de la question, un peu moins inhabituelle que dans la question précédente (où il s'agissait de produire une explication). Dans l'EST-PREP, on pose par contre, le même constat que précédemment. Un seul un élève a réussi cette question.

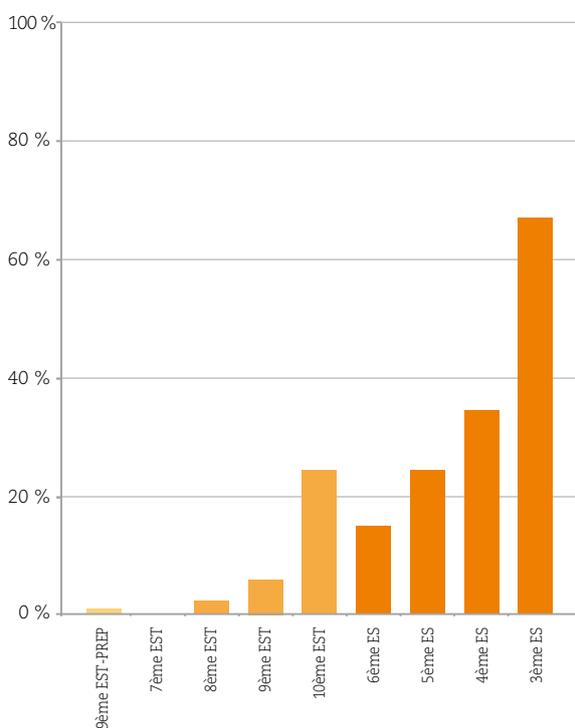


Figure 10⁷: Pourcentage de réussite selon la classe et la filière (Question 2)

2.2.2 Hypothèses sur la difficulté de la question

La difficulté de cet item peut s'expliquer par différents facteurs :

- *L'énoncé* : Celui-ci est présenté en contexte. Autrement-dit, les variables sont énoncées, non pas sous leur forme littérale (lettres), mais bien sous leur dénomination en langage courant. La première difficulté des élèves consiste donc à mettre les informations contextuelles de l'énoncé en relation avec les variables de la formule, et à substituer correc-

tement les variables par les nombres donnés. Cette étape de la résolution concerne clairement la capacité des élèves à modéliser une situation, qui est souvent source importante de difficulté.

- *La résolution d'équation* : Une fois que les valeurs numériques ont été attribuées correctement aux variables correspondantes, il s'agit de résoudre l'équation. Celle-ci est « complexe » dans la mesure où l'inconnue ne peut être facilement isolée, et peut constituer une source d'erreurs dans la mise en œuvre des procédures, notamment pour les élèves qui tenteraient d'appliquer la méthode de transposition.

2.2.3 Analyse de productions d'élèves

→ Réponses correctes

Dans les productions analysées, les élèves qui répondent correctement à la question semblent avoir appliqué une méthode de résolution algébrique. Par exemple :

Quel est le volume en ml de cette perfusion ?
 $50 = \frac{25x}{60.3} \Rightarrow 50 = \frac{25x}{180}$ $9000 = 25x$ $x = 360$
 Volume de la perfusion : 360 ml

ou encore :

Quel est le volume en ml de cette perfusion ?
 $a = 25 \text{ g/ml}$ $b = 60$ $D = \frac{a \cdot v}{60 \cdot m} \Leftrightarrow 50 = \frac{25 \cdot v}{60 \cdot 3} \Leftrightarrow \frac{25 \cdot v}{180} = 50$
 $v = ?$ $m = 3 \text{ h}$ $d'au \text{ } 25 \cdot v = 50 \cdot 180$
 $25 \cdot v = 9000$ $v = \frac{9000}{25} = 360$
 Volume de la perfusion : 360 ml

Dans ce deuxième cas, on voit clairement les étapes de l'élève qui « traduit » tout d'abord l'énoncé dans les variables puis dans la formule.

→ Réponses incorrectes et interprétation des erreurs

Les sources de réponses incorrectes dans les productions analysées sont de deux ordres. Tout d'abord, plusieurs élèves ont éprouvé des difficultés à modéliser la situation, autrement-dit à interpréter l'énoncé et à « traduire » les données dans la formule algébrique. Ensuite, des difficultés sont apparues dans la résolution même de l'équation.

- Erreurs dans le processus de modélisation

Les deux élèves ci-dessous utilisent uniquement les nombres donnés dans l'énoncé pour modéliser la situation sans partir de la formule initiale complète.

⁷ Parmi les élèves de 15 ans répertoriés dans l'enquête PISA 2012, notons qu'il y a seulement 10 élèves en 7ème EST et 3 élèves en 3ème ES.

Par exemple :

$$50 = \frac{25v}{3^n} \quad 50 = 3 \cdot 3$$

$$50 : 3 \cdot 3 = 602$$

Elève 1

$$50 = \frac{25}{3}$$

Volumen der Infusion: 8,3..... ml

Elève 2

Remarquons qu'en outre pour ces élèves, la résolution se passe comme si les lettres n'avaient aucune importance. Ils divisent 25 par 3 pour obtenir 8.3 puis, tandis que l'élève 1 divise ensuite 50 par ce nombre, l'élève 2 considère qu'il s'agit du résultat final. Il est remarquable de constater que la lettre est complètement mise de côté dans le processus de résolution. L'élève 1 intègre malgré tout dans son « équation » initiale, les lettres v et n , même s'il n'en tient plus compte dans la suite de sa démarche. L'élève 2 quant à lui, ne semble à aucun moment envisager les lettres de la formule. Celles-ci n'apparaissent même pas dans sa modélisation. Il agit comme si elles n'existaient pas.

La position de l'inconnue dans l'équation $50 = \frac{25 \cdot v}{60 \cdot 3}$ positionnée au numérateur du deuxième membre et comme terme d'un produit, a certainement contribué également à cette difficulté. Les résultats auraient probablement été tout autres si l'inconnue avait été placée à la place du 50. Elle aurait ainsi représenté la « réponse » de la formule et n'aurait pas impliqué d'opérations avec l'inconnue.

- Erreurs dans la résolution d'équations

$$50 = \frac{25 \cdot v}{180}$$

$$50 = \frac{25}{180} \cdot \frac{v}{180} \quad | : \frac{25}{180}$$

$$50 \cdot \frac{180}{25} = \frac{v}{180}$$

$$360 = \frac{v}{180} \quad | \cdot 180$$

$$64800 = v$$

Elève 1

$$0 = \frac{dv}{60n} \quad \Leftrightarrow v = \frac{d}{60n} \cdot 0$$

$$\Leftrightarrow v = \frac{25}{60 \cdot 3 \cdot 50} =$$

Volumen der Infusion: ... 2,7... $\times 10^{-3}$ ml

Elève 2

Dans les deux cas, les élèves ont remplacé correctement les variables par les valeurs numériques correspondantes mais se sont trompés dans la résolution de l'équation. L'élève 1 confond la multiplication de fractions avec l'addition en voulant réduire les termes au même dénominateur, l'élève 2 tente de produire une transformation directe de la formule. Celui-ci propose $v = \frac{d}{60 \cdot \pi \cdot D}$ plutôt que la formule transformée correcte, $v = \frac{D \cdot 60 \cdot n}{d}$

- Solutions 9000 ml ou 4500 ml

Plusieurs élèves de l'échantillon analysé donnent uniquement comme seule solution 9000 ml ou 4500 ml. Ces deux réponses correspondent à une multiplication des nombres de l'énoncé :

Pour 9000 ml, les élèves ont multiplié $50 \cdot 60 \cdot 3$, en omettant le nombre 25.

Pour 4500 ml les élèves ont multiplié $25 \cdot 60 \cdot 3$ en omettant, cette fois, le nombre 50

Ces élèves ne précisent pas la procédure qu'ils ont appliquée. On peut cependant supposer que les élèves ont à nouveau développé une démarche superficielle de résolution consistant à opérer avec les nombres de l'énoncé. Il semble également que ces élèves aient également « oublié » la lettre dans le processus de résolution.

3. Conclusions

Les analyses qui précèdent montrent que Les élèves luxembourgeois ont éprouvé beaucoup de difficulté à produire les réponses correctes aux deux questions de la situation « Débit d'une perfusion ». Il semble que les difficultés des élèves luxembourgeois à ces questions soient de deux ordres. Le premier concerne la maîtrise des concepts de base en algèbre que nous développons dans ces conclusions, l'autre, les compétences de résolution de problèmes, déjà évoquées dans la question précédente, telles que la modélisation ou l'argumentation.

Du point de vue des concepts, il est apparu dans l'analyse des questions que certaines stratégies efficaces passaient par une conception « structurale » des expressions ou que certains élèves résolvaient une équation en opérant comme si la lettre n'existait pas. Ces constats renvoient aux nombreux travaux menés à propos de la transition arithmétique-algèbre (Kieran, 1992). En effet, l'algèbre se distingue de l'arithmétique dans la mesure où elle traite les problèmes de manière générale. Les symboles utilisés en arithmétiques présentent désormais en algèbre plusieurs significations (par exemple la lettre ou le signe d'égalité). Ce fossé entre l'arithmétique et l'algèbre ne doit pas être sous-estimé. Depuis de nombreuses années, la littérature scientifique a mis en évidence l'importance des erreurs commises par les élèves qui continuent à opérer en algèbre comme s'ils étaient en arithmétique. Trois concepts sont en particulier au cœur de cette transition arithmétique-algèbre :

1. Le sens du signe d'égalité (Kieran, 1981)

Les élèves qui entament l'apprentissage de l'algèbre ont souvent tendance à considérer le signe d'égalité comme l'amorce d'un résultat. Or, en algèbre il s'agit de considérer celui-ci en tant que tel avec ses propriétés de symétrie et de transitivité. En effet, pour résoudre une équation comme $3x + 5 = 2x - 2$, le deuxième membre de l'égalité ne peut être considéré comme la réponse du premier. Les deux membres doivent être envisagés comme l'expression de deux nombres égaux.

2. Le sens des expressions (Sfard, 1991)

Pour évoluer dans le raisonnement algébrique, les élèves doivent élargir leur conception des expressions qui ne doivent plus être seulement considérées de manière « procédurale » mais également de manière « structurale », comme déjà évoqué précédemment. La vision « procédurale » consiste à traiter une expression comme une suite d'opérations à appliquer dans le but d'obtenir une réponse unique et

numérique. Dans la perspective « structurale », il s'agit d'envisager des expressions telles que $a + b$ ou $17 + 4$ comme des objets que l'on manipule comme un tout sans aller dans les détails. C'est cette conception qui doit, par exemple, être mobilisée dans la résolution d'équation où l'inconnue figure dans les deux membres comme :

$$\frac{3x + 5}{2} = 2x - 8$$

Dans cet exemple, c'est l'ensemble de l'expression $2x - 8$, considérée comme un tout, qui doit être multiplié par 2 dans la première étape de résolution.

Dans la question 1 de la situation « Débit de perfusion », « voir » les expressions dv ou $60n$ de la formule comme un tout afin de considérer la formule comme $a = \frac{b}{c}$, permettrait de développer des stratégies efficaces pour répondre à la question posée.

3. Le sens de la lettre (Küchemann, 1978)

Il apparaît que le sens attribué à la lettre joue également un rôle important dans l'utilisation des procédures algébriques. Les travaux de Küchemann (1978) ont montré que des élèves du secondaire commettaient de nombreuses erreurs en raison d'une interprétation erronée de la lettre. En algèbre, selon les contextes, la lettre doit être considérée comme « une inconnue spécifique » dans la résolution des équations (ce qui rend possible les opérations avec l'inconnue) ou comme un « nombre généralisé » (la lettre peut remplacer plusieurs nombres) ou encore comme une « variable » (il existe une relation entre les nombres que peuvent remplacer les variables). Or, il apparaît que dans la foulée de l'enseignement primaire, de nombreux élèves continuent à considérer la « lettre comme un objet », comme l'abréviation d'un mot (comme au primaire où par exemple, la lettre m remplacerait *mètre*). Des élèves appliquent également des procédures comme si la lettre n'existait pas, comme dans les analyses des productions d'élèves à la question 2. Dans ce cas, « la lettre est ignorée ».

Au vu de ces difficultés, il convient dès lors à s'interroger sur les activités à développer en algèbre pour poursuivre efficacement ces objectifs à la fois de conceptualisation et de symbolisation mais aussi de modélisation et d'argumentation. La dernière partie des conclusions de ce chapitre se propose de donner quelques pistes didactiques à ce sujet.

Conclusions en vue de favoriser un apprentissage durable des mathématiques

Les analyses des échelles et des sous-échelles en mathématiques ainsi que l'examen détaillé des items précédents amènent 3 constats majeurs :

- Le **grand écart au niveau des performances en mathématiques entre filles et garçons** mérite une attention particulière : l'enseignement des mathématiques devra être conçu de façon à prendre en compte le fait que les filles ont très tôt un a priori sur leurs compétences en mathématiques qui ne correspond pas à leurs capacités réelles.
- L'analyse des sous-échelles en mathématiques montre clairement que les élèves luxembourgeois ont un **déficit prononcé** pour les items qui correspondent à la dimension « **Formuler des situations de façon mathématique** ».
- Le fait que les performances du domaine « *Quantité* » soient supérieures au domaine « *Variations et Relations* » semble indiquer que les élèves éprouvent des **problèmes lors du passage de l'arithmétique à l'algèbre et à l'analyse**.

Quelles sont les pistes pour réduire l'écart de performance entre garçons et filles ?

Dans l'analyse des deux situations présentées « Cargo à voile » et « Débit d'une perfusion », on constate que les différences de performance selon le genre sont en faveur des garçons (voir également Chapitre 3.2). Cependant, les différences sont significativement moins importantes dans la situation « Débit d'une perfusion ». Le contexte semble donc constituer un facteur déterminant.

De nombreuses recherches ont montré que la performance et l'aptitude en mathématiques ne dépend significativement pas du sexe. Elle serait davantage d'origine socio-culturelle (Budde, 2009). Cependant, il se trouve que pour quelques pays, dont le Luxembourg, des différences de réussite persistent entre les filles et les garçons (Else-Quest, Hyde, & Linn, 2010).

L'enquête PISA 2012 pour le Luxembourg a permis de se pencher non seulement sur les différences de la performance entre les garçons et des filles lorsqu'ils sont encore à l'école mais également sur les différences entre les garçons et les filles en matière d'aspirations professionnelles, d'attitude et de motivation (voir Chapitre 3.2). En résumé, l'analyse des résultats filles-garçons en mathématiques montre que :

- les garçons sont plus performants que les filles, les différences les plus accentuées se retrouvent dans la catégorie de processus « *Formuler des situations de façon mathématiques* » dans le domaine de la géométrie « *Espace et formes* ».

- un pourcentage de garçons plus élevé est observé dans la catégorie « *élèves très performants* »,
- un pourcentage de filles plus élevé est observé dans la catégorie « *élèves peu performants* »,
- sur toutes les variables de motivation, les filles de 15 ans affichent des indices plus négatifs que les garçons,
- les garçons se font une idée beaucoup plus positive de leur compétence en résolution de problèmes et de leur capacité d'apprentissage en mathématiques que les filles,
- les filles trouvent moins d'intérêt et de plaisir aux mathématiques, sont plus anxieuses face aux mathématiques et se perçoivent comme moins capables.

Enrayer ce phénomène persistant au Luxembourg (différence de performance entre filles et garçons en mathématiques) doit devenir une priorité pour les responsables politiques.

En effet, de nombreuses études ont mis en avant le poids des stéréotypes de sexe. C'est ainsi que les hommes sont considérés, par exemple, comme compétitifs, rationnels et bons en mathématiques alors que les femmes sont plutôt réputées pour leur sensibilité, leur émotivité, leur sociabilité et leurs compétences en lettres. Ces stéréotypes contribuent à définir, relativement tôt, des rôles et des goûts différents chez les filles et les garçons. Pour les mathématiques, un stéréotype largement répandu affirme que les hommes/les garçons seraient plus doués que les femmes/filles dans ce domaine.

C'est pourquoi, du côté des parents et enseignant-e-s ces stéréotypes sont intériorisés et les influencent. Ils/elles peuvent percevoir les filles comme moins douées en mathématiques, moins intéressées, et devant fournir plus de travail que les garçons pour obtenir de bonnes notes. Et ces perceptions persistent même lorsque les filles obtiennent des notes identiques ou supérieures aux garçons ! Cette vision stéréotypée, véhiculée au quotidien par les parents et les enseignant-e-s, est progressivement intériorisée par les enfants des deux sexes. Ainsi, les filles se sentent moins compétentes que les garçons en mathématiques, et on comprendra donc qu'elles ne tiennent pas à s'engager dans de telles études. C'est donc en repérant ces stéréotypes, en montrant leur inconsistance, en essayant de les démonter dans toutes les occasions que le/la professeur pourra inciter les jeunes filles à avoir plus de confiance en soi et à faire des mathématiques. Concrètement, dans la gestion de la classe, la dynamique est vite dominée par les garçons qui accaparent l'attention des enseignant-e-s. Les filles s'effacent et n'osent pas s'imposer face aux garçons. Si elles sont moins mises en valeur, elles finissent par douter de leurs compétences et perdent confiance.

Comment accroître l'intérêt pour les mathématiques et la motivation à l'idée d'apprendre en mathématiques, et faire naître des attitudes générales plus positives à l'égard des mathématiques notamment chez les filles ?

Il s'agit d'élaborer des programmes qui tiennent compte de la dimension du genre et de générer des attitudes dans le corps professoral et chez les parents, afin d'accroître de manière ciblée les compétences des filles et leur motivation pour l'apprentissage des mathématiques.

Des éléments à l'appui d'une relation positive entre des attitudes favorables à l'égard des mathématiques et la performance en mathématiques abondent (voir, par exemple, la méta-analyse de Ma et Kishor, 1997).

Du côté de l'enseignant-e, il s'agit de :

- veiller à diversifier les tâches demandées, et surtout à varier les contextes d'apprentissage (contextes mixtes, contextes connotés « féminins », contextes connotés « masculins »), afin que filles et garçons mettent en œuvre l'ensemble des compétences requises,
- permettre aux filles d'exprimer leurs compétences en raisonnement pour qu'elles améliorent leur confiance en elles, s'efforcer à « contrôler » la spontanéité des « bons » élèves garçons en veillant à distribuer la parole plus équitablement entre les filles et les garçons,
- laisser un temps avant de désigner ou solliciter l'élève qui va répondre à la question posée par l'enseignant-e, et dans tous les cas, il faut lui laisser terminer sa réponse sans que personne ne lui coupe la parole.

Une autre piste à explorer consiste à rendre les mathématiques plus vivantes et humaines en faisant de l'histoire des mathématiques, en montrant qu'elles sont construites, produites et utilisées par des hommes et des femmes qui travaillent en équipe, qui hésitent et font des erreurs. Il est important de montrer l'impact des mathématiques dans la vie quotidienne. Ce ne sont que quelques pistes à explorer mais l'essentiel est que les enseignant-e-s soient convaincu-e-s que l'hypothèse neurobiologique d'une supériorité intrinsèque des hommes et des garçons est fautive et qu'ils/elles ont un rôle important à jouer pour en convaincre à leur tour les élèves.

Comment faire pour que les élèves luxembourgeois maîtrisent mieux le passage du problème contextualisé au langage mathématique formel ?

Le déficit de performance au niveau du processus « *Formuler des situations de façon mathématique* » mérite une attention particulière puisque la maîtrise ou non de ce processus conditionne pour beaucoup la réussite ou l'échec dans toute démarche de résolution de problème. Rappelons que résoudre un problème se développe selon un processus complexe appelé « cycle de modélisation mathématique » (OCDE, 2012) et présenté dans la figure 11. Cela consiste, 1) à « *Formuler des situations de façon mathématique* » 2) à « *Employer des concepts, faits, procédures et raisonnements mathématiques* », 3) à « *Interpréter, appliquer et Evaluer des résultats mathématiques* ».

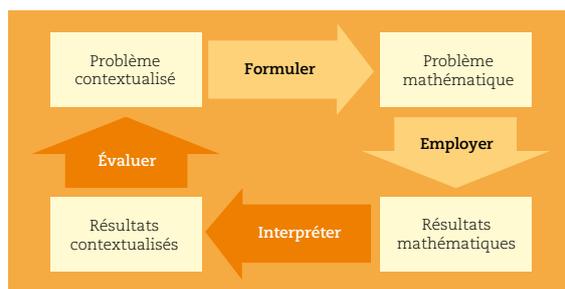


Figure 11: Cycle de modélisation mathématique (OCDE, 2012)

Le cadre d'évaluation et d'analyse de PISA (OCDE, 2012) précise que les activités de la phase « *Formuler* » correspondent à la capacité des individus d'identifier et de reconnaître des possibilités d'utiliser les mathématiques dans le contexte d'un problème puis de structurer sous forme mathématique un problème présenté sous une forme contextualisée. Lors du passage du contextuel au langage mathématique, les élèves doivent identifier les concepts mathématiques sous-jacents à la situation réelle, transcrire et structurer les données et informations du contexte dans une représentation mathématique qui fasse sens, tout en tenant compte des contraintes de la situation. Il s'agit de reconnaître les structures mathématiques dans les situations, de simplifier et structurer la situation réelle et d'en dégager les aspects mathématiques essentiels. Il est donc crucial d'identifier les outils appropriés (variables, symboles, diagrammes, modèles) résultant de la compréhension du langage employé dans l'énoncé et de la mise en œuvre d'une représentation mathématique.

C'est seulement ensuite que les élèves appliquent les procédures mathématiques requises pour en dériver des résultats et trouver une solution mathématique lors de l'étape « Employer ». Enfin, il s'agit pour les élèves de traduire les solutions mathématiques et de déterminer si les résultats sont plausibles et sont appropriés dans le contexte du problème. Ce processus renvoie aux phases « Interpréter et évaluer ».

Le tableau présenté dans la figure 12 montre que les élèves luxembourgeois connaissent des difficultés particulièrement dans le domaine « Formuler ». Si l'on situe en effet les performances des élèves dans les différents processus par rapport à la moyenne globale obtenue dans PISA, on peut identifier où se situent les forces et les faiblesses (certes relatives à la moyenne PISA pour le Luxembourg) des élèves dans le contexte de l'évaluation de la culture mathématique.

Résultat global PISA 2012 Luxembourg	Ecart par rapport à la moyenne globale pour chaque processus		
	Formuler	Employer	Interpréter
490	-8	3	5

Figure 12: Ecart par rapport à la moyenne générale en mathématiques de chacun des processus

Au niveau de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques le processus « Formuler des situations de façon mathématique » se base plus particulièrement sur la représentation de la situation et la compréhension des concepts mathématiques tandis que le processus « Employer des concepts, faits, procédures et raisonnements mathématiques » renvoie plutôt à la maîtrise des procédures et routines. La compréhension des concepts et la maîtrise des procédures sont complémentaires dans la résolution de problèmes. La compréhension des concepts aide l'élève dans la construction des savoirs alors que la maîtrise des procédures l'aide à faire des liens entre les concepts et le langage symbolique. « Sans apprentissage visant la compréhension conceptuelle, les mathématiques ne sont rien de plus qu'une série de procédures; elles deviennent alors des connaissances superficielles que l'élève finit par oublier complètement au fil du temps » (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006, p. 32). Les analyses de la question 3 de la situation « Cargo à voile » ont montré à quel point les élèves éprouvent des difficultés à se représenter la situation et à mobiliser les concepts et les procédures nécessaires pour concevoir les différentes étapes d'une stratégie complexe de résolution de problème. Les analyses des trois questions de cette situation ont régulièrement pointé également combien ces difficultés ont entraîné le développement de nombreuses démarches superficielles de résolution où les élèves, privés de ressources conceptuelles et représentationnelles solides, n'ont d'autres perspectives de résolution que celles de remplir un « contrat didactique » (Brousseau, 1980) en produisant, par exemple, un calcul avec les nombres de l'énoncé. Pour ces

élèves, tout problème d'origine scolaire a une solution et il semble important d'y répondre, même s'ils ne savent pas comment.

Quel type de situations d'apprentissage faut-il dès lors mettre en place pour favoriser la maîtrise des objectifs décrits dans les socles de compétences en mathématiques de l'enseignement secondaire et secondaire technique ?

S'il semble que la pratique courante en mathématiques reste encore souvent axée sur une transmission frontale des connaissances de façon à ce que l'élève soit prêt à les restituer lors d'épreuves d'évaluation sommative. Ce dernier a donc forcément été habitué à travailler et raisonner sur des problèmes directs de réinvestissement où l'application d'une formule ou d'un algorithme le mène tout droit au but. Or, l'analyse des questions des deux situations a montré que de nombreux élèves sont incapables de réinvestir, de transférer et généraliser les connaissances étudiées dans des problèmes inédits issus du monde réel.

Fort de ce constat, il semble important que l'enseignant soit conscient qu'en se limitant uniquement aux activités centrées sur l'application directe plutôt que sur le raisonnement, il prive les élèves d'opportunités d'aborder les mathématiques autrement. La **résolution de problèmes** est non seulement un **objectif de l'enseignement des mathématiques**, mais aussi l'un **des moyens essentiels d'apprentissage** permettant de donner du sens au concept mathématique à acquérir et de favoriser son appropriation à long terme (Vygotski, 1934). C'est pourquoi il est nécessaire de proposer notamment, des problèmes inédits dont le contexte n'induit aucune démarche particulière de résolution, ou encore des problèmes qui entrent en contradiction avec la représentation spontanée que l'on élabore. Il convient que l'enseignant mesure toute l'importance du processus de résolution de problèmes dans le développement du raisonnement mathématique de l'élève.

Ainsi, il s'agit que celui-ci joue plusieurs rôles en classe. En fonction des moments d'apprentissage, il pourra être un **observateur**, un **guide** et **celui qui institutionnalise** les connaissances du fait de son expertise. Une démarche par résolution de problèmes demande aux élèves d'analyser le problème, de chercher leurs propres stratégies et solutions et d'évaluer la vraisemblance de leurs résultats. Lorsque l'élève s'engage dans cette démarche, il fait appel à sa créativité, à sa capacité de raisonner et à son jugement. C'est pourquoi, il est essentiel que l'enseignant évite de se cantonner uniquement dans un rôle transmissif mais qu'il reste présent pour guider le processus de réflexion des élèves et les soutenir dans la structuration des résultats de leurs apprentissages.

Enseigner par résolution de problèmes permet d'acquérir progressivement des connaissances, de développer différentes stratégies et de construire des méthodes. C'est pourquoi il est important d'y sensibiliser l'enseignant afin que celui-ci les fasse découvrir de façon systématique aux élèves à mesure qu'ils en auront besoin. Les élèves pourront ainsi se constituer un bagage important de stratégies disponibles et y avoir recours en situation de résolution de problèmes.

Comment peut-on aider les élèves à mieux réussir la transition entre l'apprentissage de l'arithmétique et de celui de l'algèbre ?

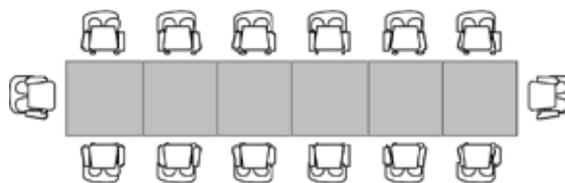
Les deux questions de la situation « Débit d'une perfusion » ont également montré des taux de réussite très faibles alors même qu'elles visaient le processus « Employer » généralement mieux réussi que celui du « Formuler » (voir figure 12). Il semble que les obstacles rencontrés par les élèves dans cette situation venaient du questionnement inhabituel à propos d'une formule algébrique. Rappelons qu'il s'agissait d'expliquer l'impact de la modification d'une variable sur le résultat (question 1) et de résoudre une équation « complexe » (question 2). Il a été remarquable de constater, par exemple, que dans la question 1, aucun élève dont nous avons analysé les productions, n'a tenté de remplacer les variables par des nombres tandis que dans la question 2, certains élèves ont essayé de résoudre l'équation comme si la lettre n'existait pas. Au final deux grandes sources de difficultés avaient été identifiées, celle concernant la maîtrise des concepts de base en algèbre ou encore celle relative aux « compétences générales » de modélisation et d'argumentation (MENFP, 2011).

De plus en plus de voix s'élèvent pour souligner que donner du sens aux concepts et symboles mathématiques émerge d'activités où les élèves sont amenés à **produire leurs propres symbolisations**. Habituellement, les élèves doivent interpréter des symboles ou des expressions afin d'appliquer une procédure de résolution. Rarement ceux-ci sont invités à construire eux-mêmes une expression mathématique. Or, il apparaît que la manière dont les symboles sont utilisés et leur signification sont mutuellement constitutives et émergent conjointement (Cobb, 2000 ; Cobb, Zhao et Vinovska, 2008 ; Vlassis, 2010). L'utilisation des symboles devient dès lors non plus une matière qu'il faut maîtriser, mais plus fondamentalement une part essentielle de l'activité mathématique à laquelle participent les étudiants au cours d'échanges sociaux.

Mais quel type d'activités favoriser dans les classes afin de donner du sens aux concepts et symboles algébriques ? Des travaux récents (Becker & Rivera, 2008 ; Russel, Schifter & Bastable, 2011 ; Mason, 2011) ont mis en évidence l'intérêt de développer des problèmes de **généralisation**. Le processus de généralisation se situe en effet au cœur même de l'algèbre, dont il constitue une des fonctions premières. Cela peut consister à généraliser des opérations arithmétiques et raisonner sur leurs propriétés et relations, à exprimer des régularités dans des suites de figures géométriques ou numériques, ou encore à modéliser un problème. Plusieurs raisons peuvent être évoquées pour défendre l'intérêt de développer ce type d'activités dans les classes. Tout d'abord, la généralisation constitue un processus indispensable pour représenter symboliquement des relations et développer un raisonnement algébrique efficace. Elle implique en effet une réflexion et une communication exposant les régularités au-delà des exemples comme c'est souvent le cas en arithmétique. Le focus n'est plus tant sur les cas ou les situations eux-mêmes que sur les patterns, les structures et les relations. Ensuite, généraliser c'est aussi exprimer ces régularités oralement et par écrit. La généralisation est particulière-

ment reconnue pour les possibilités d'argumentation et de modélisation utilisant un langage informel tout d'abord mais qui tendra à devenir progressivement formel par la suite (Radford, 2011). Elle permet l'introduction au symbolisme algébrique. En effet, c'est en confrontant l'élève au problème d'identifier une régularité, de la formuler et de la justifier qu'on peut l'amener à accepter de recourir au symbolisme mathématique, à produire eux-mêmes des expressions mathématiques comprises par tous. Ainsi, les activités de généralisation peuvent soutenir la transition arithmétique-algèbre tant au niveau du langage algébrique lui-même que des concepts impliqués, notamment dans le sens de l'égalité, des expressions ou de la lettre.

Nous présentons ci-dessous un exemple d'activités afin d'illustrer ce qui précède. Dans cet exemple, il s'agit de *faire trouver le nombre de chaises quel que soit le nombre de tables* :



Cette situation a été expérimentée dans des classes du début du secondaire (Vlassis & Demonty, 2002). Trois méthodes différentes ont été produites par les élèves sur la base de différentes visions du schéma. Ces méthodes sont présentées ci-dessous avec le type d'explication avancé par les enfants (n = le nombre de tables).

- 1) $2n + 2$ *Pour trouver le nombre de chaises, on multiplie le nombre de tables par 2, et on ajoute les 2 chaises des extrémités.*
- 2) $(n + 1) \cdot 2$ *Pour trouver le nombre de chaises, on ajoute 1 au nombre de tables, puis on multiplie le résultat obtenu par 2*
- 3) $(n - 2) \cdot 2 + 6$ *On soustrait 2 au nombre de tables. On multiplie le résultat obtenu par 2, puis on ajoute les 6 chaises des extrémités.*

Les élèves ne produisent pas nécessairement directement les formules sous leur forme conventionnelle correcte. Souvent, ils mêlent des mots aux symboles mathématiques. Il importe de développer une approche d'enseignement qui fasse place aux échanges sociaux, à l'esprit critique et à l'argumentation. Ce sont en effet les discussions à propos des diverses méthodes et de leur symbolisation qui permettront d'approfondir le sens des symboles et des concepts ainsi que les conventions et règles algébriques. La production de différentes méthodes pour un même problème entraîne inévitablement la question « Qui a raison ? ». Le processus de vérification peut être réalisé à trois niveaux.

- En remplaçant la lettre par un nombre et aboutir à une même solution numérique pour les différentes formules.
- En simplifiant les expressions en appliquant la distributivité (solution 2) puis en réduisant les termes semblables (solution 3) et aboutir ainsi à une même formule simplifiée.
- Il est également possible pour les élèves de se servir du dessin pour argumenter leur solution.

Ces réflexions entraînent la production de formules algébriques dont l'expression mathématique va être négociée. Elles impliquent aussi un va et vient entre la lettre, les nombres et le dessin, qui va donner du sens à la formule elle-même, aux techniques de calcul algébrique mais aussi aux symboles utilisés : la lettre peut remplacer plusieurs nombres et le signe d'égalité peut être placé entre deux formules correctes dont l'une ne sera pas considérée comme le résultat de l'autre, mais comme une expression égale à l'autre.

En résumé, cet exemple illustre comment ce type d'activité permet de développer tant la compréhension des concepts et des symboles que des compétences telles que l'argumentation ou la modélisation.

Soulignons enfin que le développement en classe de problèmes (de généralisation ou autres) ne signifie en aucune manière l'abandon des exercices dans lesquelles les élèves doivent appliquer des procédures mathématiques. Au contraire, il s'agit d'approfondir également ces techniques, et tandis que certaines leçons verront surtout le développement de problèmes, d'autres activités approfondiront davantage les concepts et techniques abordées de manière significative dans la résolution de ces problèmes. On pourrait objecter que les problèmes prennent du temps. C'est certain et leur mise en place dans les classes n'est pas toujours chose aisée. Il faut cependant être conscient que sans les problèmes et les interactions sociales qu'ils permettent, les élèves n'ont que peu de chance de construire de manière significative et durable les concepts et compétences nécessaires à l'utilisation des mathématiques dans les contextes scolaires, professionnels ou de la vie quotidienne.

Et pour conclure ...

Il semble qu'un facteur essentiel de réussite pour un apprentissage durable des mathématiques provienne d'un réajustement des démarches d'enseignement. Au-delà des propositions relatives aux trois constats majeurs discutés ci-dessus, il convient de favoriser l'intérêt et la construction de la confiance en soi des élèves.

L'étude PISA montre en effet qu'à 15 ans, certains élèves ont déjà perdu l'ardeur, l'intérêt et la curiosité des premières années scolaires lorsque l'on manipule trop vite des concepts abstraits sans passer par l'acquisition d'une base conceptuelle stable. Confrontés à l'échec, ils perdent alors toute confiance en leurs moyens.

Encourager tous les élèves à participer à des activités de recherche, provoquer leur enthousiasme, les interpeller, leur permettre de s'étonner, d'exercer leur esprit critique constituent autant de pistes qui peuvent favoriser la construction de la confiance en soi en mathématiques. Un aspect central est la place de l'erreur dans les apprentissages ! Et pour reprendre Baruk (1985, p. 51) , « *Pourquoi faut-il que l'erreur en mathématiques soit obstinément considérée comme un phénomène qui ne devrait pas se produire ? L'erreur niée dans sa raison d'être est non seulement une façon de ne pas faire avancer les choses, mais un moyen de les faire reculer* ». Les erreurs des élèves seront considérées comme des occasions d'apprentissage pour amener les élèves à les dépasser. Pour cela, il convient de trouver un bon équilibre entre l'apprentissage guidé par l'enseignant, l'apprentissage partagé en classe et l'apprentissage autonome.

Literaturverzeichnis

Baruk, S. (1985). L'âge du capitaine. De l'erreur en mathématiques. Paris : Seuil.

Barrouillet, P. (1996). Ressources, capacités cognitives et mémoire de travail : postulats, métaphores et modèles. *Psychologie française*, 41(4), 319-338.

Brousseau, G. (1980). L'échec et le contrat. *Recherches*, 41, 177-182.

Budde, J. (2009). *Mathematikunterricht und Geschlecht. Empirische Ergebnisse und pädagogische Ansätze*. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

- Cobb, P. (2000). From representations to Symbolizing: Introductory comments on semiotics and mathematical learning. In P. Cobb, E. Yackel, & K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms: Perspectives on discourse, tools, and instructional design* (pp. 17-36). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cobb, P., Zhao, Q. & Visnovska, J. (2008). Learning from and adapting the theory of Realistic Mathematics Education. *Education et didactique*, 2(1), 105-124.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103-127.
- Gamo, S., Sander, E. & Richard, J.-F. (2010). Transfer of strategy use by semantic recoding in arithmetic problem solving. *Learning and Instruction*, 20, 400-410.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Julo, J. (1995). *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques – Un apport de la psychologie cognitive à l’enseignement*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- Kieran, C. (1990). Cognitive processes involved in learning school algebra. In Nescher et Kilpatrick (Eds.), *Mathematics and Cognition* (pp. 96-102). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kieran, C. (1992). The learning and the teaching of school algebra. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 390-419). New York: MacMillan.
- Küchemann, D. (1978). Children’s understanding of numerical variables. *Mathematics in school*, 7(4), 23-26.
- Ma, X. & Kishor, N. (1997). Assessing the Relationship between Attitude toward Mathematics and Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 26-47.
- Ministère de l’Education Nationale et de la Formation Professionnelle (MENFP). (2011). *Mathématiques. Division inférieure de l’enseignement secondaire. Compétences disciplinaires attendues à la fin de la classe de 6^e et à la fin de la classe de 4^e*. Luxembourg: MENFP.
- Ministère de l’Education Nationale et de la Formation Professionnelle (MENFP). (2013). *Mathématiques. Division inférieure de l’enseignement secondaire technique. Compétences disciplinaires attendues à la fin de la classe de 8^e TE et à la fin de la classe de 9^e TE*. Luxembourg: MENFP.
- Ministère de l’Education Nationale et de la Formation Professionnelle (MENFP). (2011). *Programme de mathématiques. Division inférieure de l’enseignement secondaire technique. Classes modulaires du régime préparatoire*. Luxembourg: MENFP.
- Ministère de l’Education de l’Ontario (2006). *Guide d’enseignement efficace des mathématiques de la maternelle à la 6^e année. Fascicule 1*. Education en Ontario : Ontario.
- Niss, M. (1999). Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse (Competencies and subject description). *Uddannelse*, 9, 21-29.
- Niss, M. & Højgaard, T. (2011). *Competencies and Mathematical Learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Roskilde: Roskilde University.
- OCDE (2012). *Cadre d’évaluation et d’analyse du cycle PISA 2012*. Paris : Editions OCDE. from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190559-fr>.
- Radford, L. (2011). Students’ non symbolic algebraic thinking. In J. Cnai, & E. Knuth (Eds.), *Early algebraization: A global dialogue from multiple perspectives* (pp. 303-322). Dordrecht : Springer
- Reusser K. (1990). From text to situation to equation: Cognitive simulation of understanding and solving mathematical word problems. In H. Mandl, E. De Corte, N. Bennet & H.F. Friedrich (Eds.), *Learning and Instruction, European Research in an International Context*, Vol. II. New York: Pergamon Press.
- Rivera, F. D. & Rossi Becker, J. (2008). Middle school children’s cognitive perceptions of constructive and deconstructive generalizations involving linear figural patterns. *ZDM Mathematics Education*, 40, 65-82.
- Russel, S. J., Schifter, D. & Bastable, V. (2011). Developing algebraic thinking in the context of arithmetic. In J. Cnai, & E. Knuth (Eds.), *Early algebraization: A global dialogue from multiple perspectives* (pp. 43-69). Dordrecht : Springer.
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 1-36.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: effects on learning. *Cognitive science*, 12, 257-285.
- Tricot, A. (1998). Charge cognitive et apprentissage. Une présentation des travaux de John Sweller. *Revue des sciences de l’éducation*, 3(1), 37-64.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10(2-3), 133-170.
- Vlassis, J. (2010). *Sens et Symboles en mathématiques: Etude de l’utilisation du signe „moins“ dans les réductions polynomiales et la résolution d’équations du premier degré à une inconnue*. Bern: Peter Lang.
- Vlassis, J., & Demonty, I. (2002). *L’algèbre par des situations-problèmes*. Bruxelles : De Boek.
- Vygotski, L. (1934/1997). *Pensée et Langage*, La Dispute : Paris.

Autoren:

Romain Martin, Antoine Fischbach, Ulrich Keller,
Sonja Ugen, Christophe Dierendonck, Bettina Böhm

4.3

Herausforderungen und
Perspektiven**Zusammenfassung:**

Der Umgang mit der sozialen und kulturellen Heterogenität der Schülerpopulation stellt bereits seit mehreren Jahrzehnten eine der größten Herausforderungen des luxemburgischen Schulsystems dar. Im folgenden Kapitel wird diskutiert, inwiefern Klassenwiederholungen einerseits sowie das mehrgliedrige Schulsystem andererseits, adäquate Differenzierungsmaßnahmen im Umgang mit dieser Heterogenität darstellen. In diesem Zusammenhang wird die Hypothese aufgestellt, dass die aktuelle Verteilung der Schülerschaft auf die verschiedenen Schulformen nach einem systemimmanenten „Grundverteilungsschlüssel“ erfolgt. Bei der Frage des Umgangs mit der Heterogenität der Schülerpopulation ist für Luxemburg besonders die Frage des heterogenen Sprachhintergrundes der Schülerinnen und Schüler in Verbindung mit den hohen mehrsprachigen Anforderungen des Schulsystems von herausragender Bedeutung. Wie empirische Befunde (darunter PISA 2012) zunehmend belegen, stellt der Komplexitätsgrad dieser Situation für Schülerinnen und Schüler, die zu Hause keine der drei Landessprachen sprechen, aber auch für deren Lehrerinnen und Lehrer, eine klare Überforderung dar, weil hier Lernleistungen erwartet werden, die für einen Großteil dieser Schülerpopulation einfach nicht leistbar sind. Das luxemburgische Schulsystem wird deshalb in den nächsten Jahren eine Reihe von Entscheidungen treffen und eine Reihe von Weichenstellungen vornehmen müssen. Konkrete, empirisch abgeleitete Empfehlungen werden in diesem Zusammenhang ausgesprochen.

Résumé :

La gestion de l'hétérogénéité sociale et culturelle de la population scolaire est un des plus grands défis du système scolaire luxembourgeois depuis plusieurs décennies. Ce chapitre examine dans quelle mesure le recours au redoublement et l'organisation du système scolaire en plusieurs filières d'enseignement sont (ou non) des mesures adéquates pour gérer cette hétérogénéité. On relève notamment que la distribution des élèves dans les différentes filières s'opère depuis toujours selon une sorte de « clé fixe de répartition » qui ne tient pas compte des évolutions de la population scolaire. Il s'avère aussi que l'hétérogénéité qui se marque au niveau des langues parlées par les élèves à la maison est d'autant plus difficile à gérer que le système scolaire en place est un système très exigeant principalement basé sur la maîtrise des langues. Il est maintenant prouvé au départ de résultats empiriques (PISA 2012 inclus) que la complexité de cette situation dépasse non seulement la plupart des élèves qui ne parlent aucune des trois langues officielles à la maison, mais également leurs enseignants respectifs. En réalité, le système scolaire réclame des performances qui sont quasiment impossibles à délivrer. Voilà pourquoi il est nécessaire de procéder à certains réajustements et de poser les jalons d'un nouveau fonctionnement pour les années à venir. Dans ce chapitre, des recommandations concrètes (issues de l'analyse de données empiriques) sont présentées et discutées.

4.3.1 Heterogenität als Herausforderung

Der Umgang mit der Heterogenität der Schülerpopulation stellt bereits seit mehreren Jahrzehnten eine der größten Herausforderungen des luxemburgischen Schulsystems dar. Dabei hat sich jedoch aufgrund des sehr ausgeprägten demographischen Wandels, den Luxemburg in den letzten 50 Jahren erlebt hat, die Natur der Heterogenität, mit der die luxemburgische Schule umgehen muss, erheblich verändert. So stand bei der Durchführung der MAGRIP Studie im Jahre 1968 noch die soziale Heterogenität im alleinigen Fokus des Interesses, da ein Hauptresultat der Studie darin bestand, dass in Luxemburg der soziale Hintergrund in hohem Maße den Schulerfolg mitbestimmt. Eine erneute, längsschnittliche Befragung der MAGRIP-Studienteilnehmer nach 40 Jahren (Brunner & Martin, 2011) hat diesen Befund noch einmal bestätigt und konnte zudem zeigen, dass in Luxemburg einerseits der erreichte Bildungsabschluss sehr stark vom sozialen Hintergrund abhängt und dass andererseits dieser Bildungsabschluss in sehr hohem Maß den späteren beruflichen Erfolg bestimmt. Gerade letzteres Resultat unterstrich demnach noch einmal die Wichtigkeit, in Luxemburg alle Schülerinnen und Schüler zu einem höchstmöglichen Bildungsabschluss zu führen.

Allerdings unterschied sich die sozial heterogene Schülerpopulation von 1968 in einem wesentlichen Merkmal von der heutigen Schülerpopulation. Der Anteil von Schülerinnen und Schülern mit luxemburgischer Nationalität betrug 1968 noch 84.1 %. Die größte Gruppe der nicht-luxemburgischen Schülerinnen und Schüler umfasste diejenigen mit italienischer Nationalität und betrug 7.8 %. Portugiesische Kinder machten nur 0.4 % der MAGRIP-Population aus. Aufgrund der nicht vorhandenen doppelten Staatsbürgerschaft im Jahre 1968 kann man zudem davon ausgehen, dass zu diesem Zeitpunkt die Gruppe der Kinder mit luxemburgischer Nationalität (also 84.1 % der Schülerpopulation) zu Hause auch hauptsächlich Luxemburgisch gesprochen hat. Trotz dieser sprachlich sehr homogenen Schülerpopulation und trotz der Tatsache, dass das luxemburgische Schulsystem mit seiner Alphabetisierung auf Deutsch und der Hauptunterrichtsprache Deutsch auf den germanophonen Sprachhintergrund der großen Mehrheit der Schülerpopulation von 1968 ausgerichtet war, kam MAGRIP zu der Schlussfolgerung, dass die luxemburgische Schule große Schwierigkeiten hatte, mit der sozialen Heterogenität umzugehen, was z. B. dazu führte, dass Schüler mit schwachem sozioökonomischem Hintergrund sich auch bei gleichem kognitivem Potential weniger oft im damaligen „Lycée Classique“ wiederfanden und insgesamt niedrigere Schulabschlüsse und weniger günstige Berufslaufbahnen erreichten (siehe Brunner & Martin, 2011).

Die Herausforderung mit der Heterogenität umzugehen, ist in den vergangenen Jahrzehnten noch viel größer geworden, weil es in dieser Zeit einen fundamentalen demographischen Wandel gegeben hat und zwar dahin gehend, dass der Anteil der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund kontinuierlich größer geworden ist und somit auch der Anteil der Schülerpopulation, die zu Hause eine andere Sprache als Luxemburgisch spricht. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Anteils von Schulanfängerinnen und Schulanfängern mit luxemburgischer Nationalität seit dem Schuljahr 1998/1999 sowie die Entwicklung des Anteils von Schulanfängerinnen und Schulanfängern, die zu Hause hauptsächlich Luxemburgisch sprechen, seit dem Schuljahr 2004/2005 (die entsprechenden Daten wurden vor diesen beiden Zeitpunkten nicht systematisch erfasst). Die Grafik zeigt eindeutig, dass für diese beiden Gruppen der Anteil an der Schülerpopulation kontinuierlich rückläufig ist, mit einer Ausnahme für die luxemburgische Nationalität, bei der seit dem Schuljahr 2009/2010 wieder ein leichter Anstieg auf 52,5 % festzustellen ist. Dies ist vor allem auf die Einführung der doppelten Staatsbürgerschaft zurückzuführen. Was den Sprachhintergrund angeht, so muss man

feststellen, dass die Grundhypothese des luxemburgischen Schulsystems, dass die Kinder zu Hause am häufigsten Luxemburgisch sprechen, längst nicht mehr zutreffend ist. Der Anteil der Kinder, auf die diese Hypothese zutrifft, geht weiterhin kontinuierlich zurück und lag im Schuljahr 2011/2012 nur noch bei 37,4 %. Wie die Ergebnisse der vorliegenden PISA-Studie gezeigt haben, gibt es zudem einen sehr engen Zusammenhang zwischen sozialem Hintergrund einerseits und Migrationshintergrund andererseits, der darin besteht, dass die Schülerpopulation mit Migrationshintergrund einen eher niedrigeren sozioökonomischen Hintergrund aufweist (siehe Kapitel 3.1.3.5). In diesem Sinne verknüpft sich also hier für das luxemburgische Schulsystem eine bereits seit längerem bekannte mit einer neuen und fortschreitenden Herausforderung, so dass sich eine Gesamtkonstellation ergibt, die entsprechende Anpassungen in den nächsten Jahren wohl unumgänglich machen. Voraussetzung für erfolgreiche Anpassungen scheint dabei zu sein, dass diese Herausforderung erkannt und anerkannt wird und dass Maßnahmen ergriffen werden, die gezielt auf die aufgezeigten Problemkonstellationen einwirken. Auf diese Punkte soll im Folgenden noch einmal detailliert eingegangen werden.

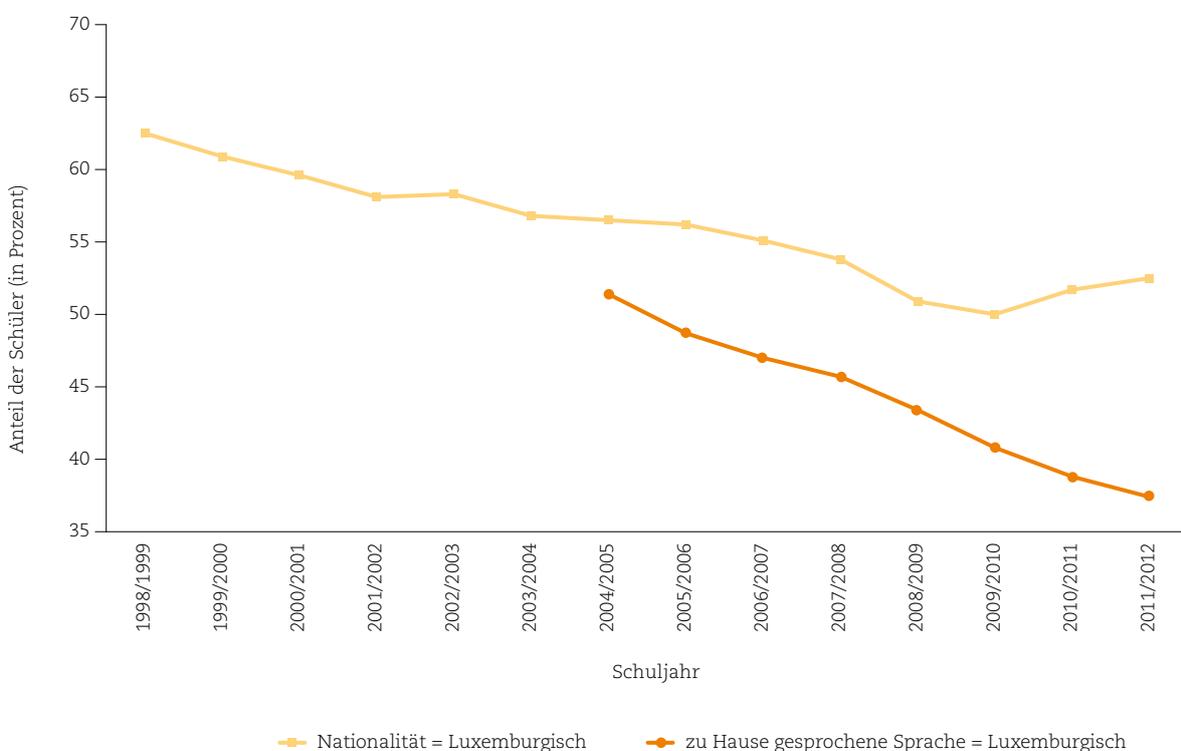


Abbildung 1: Evolution der Schülerschaft des Kindergartens bzw. des Lernzyklus 1 (vgl. MENFP, 2013).

Die PISA-Studie 2012 hat wiederum bestätigt, dass sich beide Faktoren (sozialer Hintergrund und Migrations-/Sprachenhintergrund) in der luxemburgischen Schule kumulativ auswirken und deshalb manchmal auch nur schwer voneinander zu trennen sind (siehe Kapitel 3.1.4; siehe auch Kapitel 3.4). Dabei ist es in erster Linie nicht einmal die oft diskutierte Positionierung Luxemburgs im internationalen PISA-Ranking, die den besorgniserregendsten Befund darstellt, sondern vor allem die Tatsache, dass die sozialen Disparitäten sowie die Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne Migrationshintergrund in Luxemburg im internationalen Vergleich besonders hoch sind. Da aber die luxemburgische Schulpopulation im internationalen Vergleich einen der höchsten Anteile von Kindern mit Migrationshintergrund aufweist (43.2 %; siehe Kapitel 3.1.3), welche zudem auch noch oft aus einem schwachen sozialen Umfeld stammen, ist dieser Befund natürlich für Luxemburg besonders kritisch. Dabei sollte auch hervorgehoben werden, dass dieser Befund mittlerweile als empirisch sehr gut abgesichert gelten muss, da er in allen bisher durchgeführten PISA-Studien vorzufinden ist (SCRIPT & EMACS, 2007, 2010; SCRIPT, 2004) und sich auch aus nationalen Erhebungen, wie z. B. den Épreuves Standardisées (ÉpStan; EMACS, 2012) ergibt.

Ein weiterer Befund, der ebenso abgesichert weil ebenso wiederkehrend ist, betrifft diejenigen Faktoren, über die sich die vorgefundenen Unterschiede am besten abbilden lassen und die wohl zumindest teilweise für die großen Unterschiede verantwortlich sind. Hier sind zwei große Faktoren zu nennen, die sowohl in allen PISA-Studien als auch in den nationalen Erhebungen erhebliche Unterschiede in Abhängigkeit vom Sozialstatus und in Abhängigkeit vom Migrationshintergrund aufweisen und die beide als Maßnahmen zur externen Differenzierung angesehen werden können: (1) Klassenwiederholungen und (2) das mehrgliedrige Schulsystem. Für diese beiden Faktoren belegen alle vorliegenden Studien ganz klar, dass Kinder, die sozial benachteiligt sind sowie Kinder mit Migrationshintergrund eine deutlich ungünstigere Schullaufbahn aufweisen, was sich durch häufigere Klassenwiederholungen sowie durch eine Orientierung in die eher leistungsschwächeren Schulformen der Sekundarstufe ausdrückt (siehe Kapitel 3.1.3.4; siehe auch Kapitel 3.3.1.1).

Was die Maßnahme der Klassenwiederholungen anbelangt, so ist die empirische Befundlage sehr klar: Klassenwiederholungen sind eine sehr ineffiziente Differenzierungsmaßnahme im Umgang mit Heterogenität und schaden langfristig mehr als sie nutzen (für eine Zusammenfassung der dazu vorliegenden Ergebnisse siehe z. B. Hattie, 2009; siehe auch Jimerson, 2001a, 2001b; McDonald & Bean, 1992). Weil diese Maßnahme allerdings im luxemburgischen Schulsystem omnipräsent ist und die vorliegende Studie wiederum zeigt, dass bis zum Alter von 15 Jahren insgesamt 39 % der Schülerinnen und Schüler im Laufe

ihrer Schulkarriere bereits davon betroffen waren (siehe auch Kapitel 3.3.1.2), muss man diesen Befund als äußerst kritisch ansehen und den Klassenwiederholungen ein erhebliches Potential zuschreiben, die recht schwachen Schülerleistungen ursächlich zu beeinflussen. Die hier aufgeführten Befunde zeigen auch, dass insbesondere Klassenwiederholungen während der Grundschulzeit eine weniger günstige Schullaufbahnprognose mit sich bringen, da diese Kinder es scheinbar nicht schaffen, etwaige Lernrückstände aufzuholen und sich in der Sekundarschule eher in den leistungsschwachen Schulformen wiederfinden. Dabei darf dieser kritische Befund nicht dahin gehend interpretiert werden, dass man dieses Problem einfach dadurch beheben könnte, indem man Klassenwiederholungen ersatzlos abschaffen würde. Es handelt sich dabei schließlich um eine Differenzierungsmaßnahme, die im Umgang mit der Heterogenität der Schülerpopulation eingesetzt wird, auch wenn diese Maßnahme ineffizient ist. Das alleinige Abschaffen dieser Maßnahme würde das Heterogenitätsproblem also keinesfalls lösen. Hier wäre es notwendig, über Modelle der internen Differenzierung und deren Implementierungsmöglichkeiten und -modalitäten nachzudenken, die einen effizienteren Umgang mit dem Heterogenitätsproblem ermöglichen würden.

Was die Folge von mehrgliedrigen Schulsystemen anbelangt, so ist die Befundlage weniger klar. Die verschiedenen PISA-Studien haben keinen klaren Befund darüber erbracht, ob mehrgliedrige Schulsysteme insgesamt zu besseren mittleren Schülerleistungen führen als Gesamtschulsysteme. Allerdings hat sich klar gezeigt, dass mehrgliedrige Schulsysteme die sozialen Ungleichheiten vergrößern, so dass die großen sozialen Ungleichheiten, die man seit 50 Jahren im luxemburgischen Schulsystem feststellt (siehe auch die Resultate der MAGRIP-Studie; Brunner & Martin, 2011), durchaus mit dem mehrgliedrigen Schulsystem in Verbindung gebracht werden können und müssen. Die vielbeachtete Hattie-Studie (2009) liefert hierzu ebenfalls empirische Befunde, da die Effizienz der Maßnahme „Leistungsgruppen bilden“ (was ja die Grundlage von mehrgliedrigen Schulsystemen bildet) dort über die Analyse von nicht weniger als 500 Studien mit eingeflossen ist. Hattie kommt zu dem Schluss, dass diese Maßnahme wenig effizient ist und nur minimale positive Effekte zeigt (sie rangiert in der Effizienzrangfolge der vorgestellten 138 Maßnahmen auf Platz 121). Außerdem zeigt sich auch in den empirischen Studien, dass diese Maßnahme zu großen sozioökonomischen Ungleichheiten führt, was sich also mit den Befunden aus den PISA-Studien deckt.

Ehe man jedoch daraus die Schlussfolgerung zieht, dass man mehrgliedrige Schulsysteme durch Gesamtschulen ersetzen sollte, muss man sich noch einmal die wahrscheinliche Wirkungsweise von Leistungsgruppen anschauen und wie diese Leistungsgruppen zu den beschriebenen sozioökonomischen

Ungleichheiten führen. Zunächst ist es so, dass die Existenz solcher klar identifizierbaren und leistungsgebundenen Schulformen natürlich bei Eltern das Bestreben auslöst, die eigenen Kinder möglichst in der leistungsstarken Schulform unterzubringen und dass dieses Bestreben von sozioökonomisch begünstigten Eltern effizienter umgesetzt wird als von sozioökonomisch benachteiligten Eltern. Das eigentliche Problem besteht aber darin, dass das Lernangebot in den leistungsschwächeren Schulformen in der Regel in allen Bereichen nach unten angepasst wurde, weil diese Schulformen Kinder aufnehmen, die in sehr unterschiedlichen Bereichen Teilschwächen aufweisen. Da man implizit davon ausgeht, dass das Problem der Heterogenität durch die Einteilung in allgemeine Leistungsgruppen gelöst ist, wird man den eher lernschwachen Leistungsgruppen normalerweise ein weniger anspruchsvolles Lernangebot über das gesamte Lernspektrum machen. Dies führt aber dann möglicherweise dazu, dass die Schülerinnen und Schüler auch ihre Teilstärken nicht mehr nach ihren durchaus vorhandenen Möglichkeiten weiterentwickeln können und somit letztlich ihr Potential nur bedingt ausschöpfen. Wenn sich diese Maßnahme dann auch noch wie in Luxemburg mit Klassenwiederholungen verbindet, bei denen es sich ja wiederum um eine unspezifische Differenzierungsmaßnahme handelt, die impliziert, dass das betroffene Kind den ganzen Lernstoff eines Schuljahres noch einmal wiederholen muss, inklusive derjenigen Teile die bereits beherrscht wurden, dann kann man davon ausgehen, dass sich die beschriebenen negativen Effekte noch einmal verstärken. Viele Studien haben inzwischen empirisch belegt, dass ein für die Schülerinnen und Schüler wirklich forderndes Lernangebot, bei gleichzeitiger gezielter Förderung und Unterstützung im Falle vorhandener Teilschwächen, zu den höchsten Lernzuwächsen führt (vgl. Hattie, 2009). Zu dem „Erfolgsrezept“ zählen, unter anderem, die als besonders effizient identifizierte Maßnahme der formativen Benotung (d. h. Evaluation als integraler Teil des Lernprozesses), die hohe Bedeutung der Lehrer-Schüler Beziehung und den damit verbundenen Anregungen zu komplexen Denkprozessen und hohen Erwartungshaltungen gegenüber allen Schülern sowie die positiven Effekte der Schullaufbahnbeschleunigung als effizientes Mittel, um auch bei besonders leistungsstarken Schülerinnen und Schülern den Anforderungscharakter des Lernangebots dem Lernpotential anzupassen. Eine viel beachtete Studie von Becker, Lüdtke, Trautwein, Köller und Baumert (2012) hat in diesem Zusammenhang sogar gezeigt, dass ein stärker forderndes Lernangebot in Gymnasien, unter Kontrolle der kognitiven Ausgangsvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler, zu einer positiveren Intelligenzentwicklung führt.

Könnte man ein solches forderndes und förderndes Lernangebot auch innerhalb eines mehrgliedrigen Schulsystems sicherstellen, dann könnte ein Großteil der negativen Folgen der Bildung von allgemeinen Leistungsgruppen möglicherweise

aufgefangen werden. Dies würde allerdings zwingend implizieren, dass ein mehrgliedriges Schulsystem eine hohe Durchlässigkeit zwischen den Schulformen aufweisen müsste und zwar vor allem eine Durchlässigkeit nach oben. Es würde auch implizieren, dass man im Zweifelsfalle die Jugendlichen eher in die leistungsstärkere Schulform orientiert und versucht, diese bei vorhandenen Teilschwächen mit entsprechenden Unterstützungsmaßnahmen auch dort zu halten.

4.3.2 Veränderungen und Stabilität im Luxemburger Schulsystem

Wenn man den Verlauf der luxemburgischen PISA-Resultate über die Zeit anschaut, dann könnte sich ein gewisses Gefühl der Ernüchterung einstellen. In der Tat scheinen die Resultate für Luxemburg erstaunlich stabil zu sein, auch wenn sich ein leicht positiver Trend für Lesen und Naturwissenschaften ergibt (siehe Kapitel 2.4). Allerdings sind die 8 Punkte Zugewinn im Lesen (gegenüber 2006) und die 5 Punkte Zugewinn in den Naturwissenschaften (gegenüber 2006) recht kleine Lernzuwächse wenn man sie z. B. mit den 48 Punkten vergleicht, die in Luxemburg dem mittleren Lernzuwachs eines Schuljahres entsprechen (siehe Kapitel 3.3.1.5). Kann man also aufgrund dieser Betrachtung des Gesamtergebnisses auf eine hohe Stabilität im Luxemburger Schulsystem schließen oder gibt es doch Elemente, die sich verändert haben und die sich aufgrund des recht stabilen Gesamtergebnisses einer direkten Identifizierung verschließen? Dieser Frage werden wir uns im Folgenden zuwenden.

Ein Element der Veränderung wurde bereits weiter oben identifiziert. Wir haben in der Tat aufgezeigt, dass Luxemburg in den letzten Jahren einen kontinuierlich fortschreitenden demographischen Wandel erlebt, der darin besteht, dass der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund und an Schülerinnen und Schülern mit einem nicht germanophonen Sprachhintergrund kontinuierlich zunimmt (siehe Abbildung 1). Dies trifft also auch auf die PISA-Schülerpopulation zu und so hat sich gezeigt, dass der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund in den Luxemburger Regelschulen von 33 % bei PISA 2006 auf 43 % bei PISA 2012 gestiegen ist. Das bedeutet also für die 15-Jährigen mit Migrationshintergrund einen Zuwachs von 10 Prozentpunkten bzw. 30 % Steigerung in einem Zeitraum von nur 6 Jahren. Angesichts dieser offensichtlichen Veränderung in der Zusammensetzung der Schülerpopulation und der Tatsache, dass alle PISA-Studien gezeigt haben, dass Jugendliche mit Migrationshintergrund gerade in Luxemburg bedeutend schlechtere Leistungen in den PISA-Tests aufweisen als Jugendliche ohne Migrationshintergrund, hätte man – unter Annahme einer Stabilität in den Schülerleistungen der Gruppen mit und ohne Migrationshintergrund – eigentlich einen

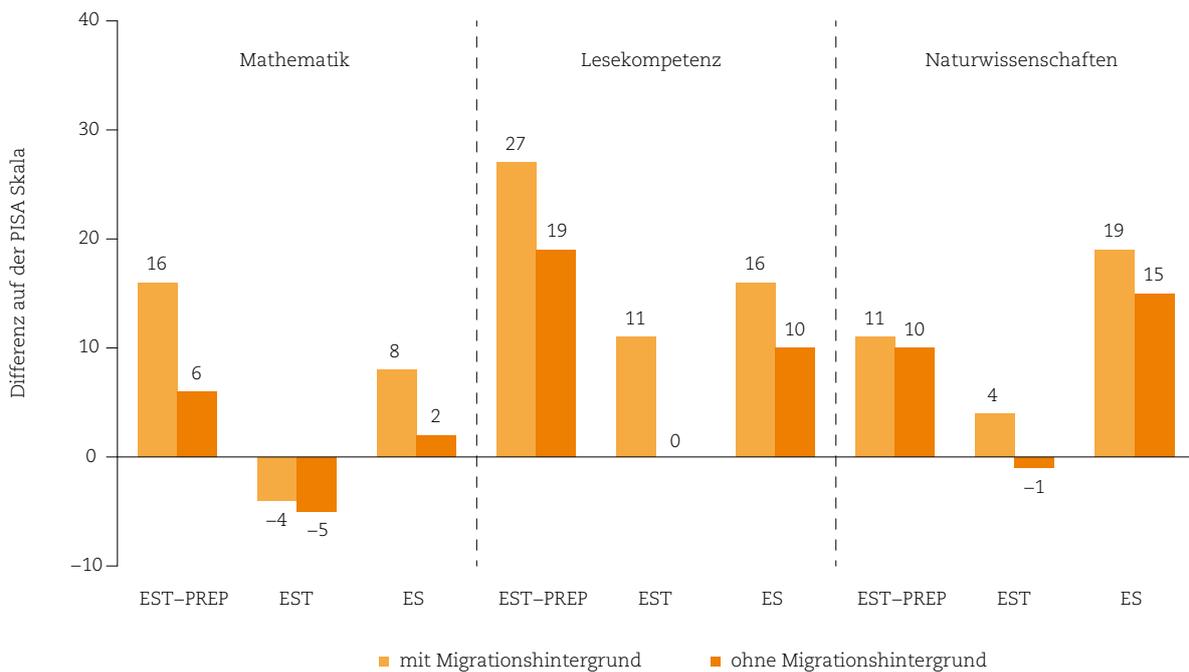


Abbildung 2: Leistungsdifferenz im Vergleich zu PISA 2006 getrennt nach Schulform und nach Migrationshintergrund.

klaren Abfall der Gesamtleistung erwarten müssen, da die leistungsschwächere Gruppe der Jugendlichen mit Migrationshintergrund deutlich größer geworden ist. Dieser Leistungsabfall ist allerdings nicht eingetreten. Eine Antwort auf die Frage, warum dieser eigentlich zu erwartende Leistungsabfall vermieden werden konnte, liefert Abbildung 2. Diese zeigt die Leistungszuwächse im Vergleich zu PISA 2006 getrennt nach Schulform und nach Migrationshintergrund. Dabei wird deutlich, dass bei dieser Betrachtung zum Teil Leistungsgewinne zu verzeichnen sind, die deutlich über denjenigen liegen, die für die Gesamtpopulation festgestellt wurden. Es zeigt sich, dass über alle Kompetenzbereiche hinweg die Leistungsgewinne im EST-PREP am deutlichsten sind, gefolgt vom ES, während die Leistungssteigerungen im EST am geringsten ausfallen. Es ist außerdem auffallend, dass die Leistungssteigerungen zwischen PISA 2006 und PISA 2012 bei den Jugendlichen mit Migrationshintergrund insgesamt etwas höher ausfallen als bei den Jugendlichen ohne Migrationshintergrund, auch wenn die Resultate der vorliegenden PISA-Studie gezeigt haben, dass das absolute Leistungsniveau der 15-Jährigen ohne Migrationshintergrund weiterhin deutlich höher ist als für diejenigen, die einen Migrationshintergrund aufweisen. Es gibt hier in der Tat zwei gegenläufige Entwicklungen, welche sich teilweise wechselseitig aufheben. Einerseits scheint es die Luxemburger Schule besser zu verstehen, auf die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler im Allgemeinen und auf die der Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund im Besonderen einzugehen, was sich in entsprechenden Leistungssteigerungen niederschlägt. Die spezifische Berücksichtigung der Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund wird ja auch in der vorliegenden PISA-Studie durch den Befund do-

kumentiert, dass sich diese Schülergruppe in höherem Maße von ihren Lehrkräften unterstützt sieht. Andererseits sind diese Leistungssteigerungen aber längst nicht groß genug, um den Leistungsrückstand wettzumachen, welchen die Jugendlichen mit Migrationshintergrund auf ihre Mitschülerinnen und Mitschüler ohne Migrationshintergrund aufweisen. Der höhere Anteil von Jugendlichen mit Migrationshintergrund führt deshalb dazu, dass diese Fortschritte, die in den Untergruppen ersichtlich sind, bei der Betrachtung der Gesamtpopulation dann zum großen Teil wieder verschwinden.

Neben der Leistungssteigerung in den Untergruppen, welche besonders ausgeprägt ist bei den Jugendlichen mit Migrationshintergrund, gibt es noch zwei weitere Befunde, die besonders auffällig sind: Zum einen stellt man die deutlichsten Leistungssteigerungen im Kompetenzbereich Leseverstehen fest. Dies ist in der Tat der einzige Teilbereich, in dem für alle Schulformen solche Leistungssteigerungen ersichtlich sind. Dieser Befund scheint also darauf hinzudeuten, dass während der letzten Jahre insgesamt versucht wurde, die Lesentwicklung in besonderem Maße zu fördern. Eine solche Entwicklung würde durchaus in Einklang mit den curricularen Vorgaben des Unterrichtsministeriums stehen, die in allen Schulstufen einen verstärkten Akzent auf die Leseförderung setzen. Zum anderen stellt man für das ES eine sehr deutlich ausgeprägte positive Entwicklung im Bereich der Naturwissenschaften fest und zwar sowohl bei den Jugendlichen mit als auch bei denjenigen ohne Migrationshintergrund. Diese positive Entwicklung könnte durchaus mit der Einführung eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts im ES zusammenhängen, dessen Einführung auf die Resultate von PISA 2006 mit dem

Schwerpunkt Naturwissenschaften zurückgeht und der seit dem Schuljahr 2008/2009 in der unteren Stufe des ES unterrichtet wird (siehe auch Kapitel 4.4). Zusätzlich (oder alternativ) könnte die besagte positive Entwicklung auch der Erhöhung der Anzahl naturwissenschaftlicher Unterrichtsstunden im ES zugeschrieben werden. Diese Entwicklungen deuten also darauf hin, dass curriculare Veränderungen, die vom Unterrichtsministerium initiiert werden, durchaus auch in den Schulen ankommen und dort ihre Früchte tragen.

Ein Resultat, das noch einmal besondere Beachtung verdient, ist die Tatsache, dass die Leistungssteigerungen im EST insgesamt geringer ausfallen, als in den anderen Schulformen. Dies könnte durchaus auf die bereits weiter oben beschriebene Tatsache zurückzuführen sein, dass das EST alle diejenigen Schüler aufnimmt, die sowohl Teilschwächen als auch Teilstärken aufweisen und somit die anspruchsvollste Aufgabe im Umgang mit der Heterogenität seiner Schülerpopulation und im Hinblick auf eine optimale Förderung dieser unterschiedlichen Leistungsprofile hat. Anders ausgedrückt kann man sagen, dass die Grundhypothese des mehrgliedrigen Schulsystems, die aussagt, dass man nach der Einteilung in die verschiedenen Schulformen recht homogene Leistungsgruppen vorfindet, auf das EST am wenigsten zutrifft. Dies zeigt sich recht deutlich in der Standardabweichung der PISA-Kompetenzmessungen, die ein gutes Maß für die Heterogenität der Schülerkompetenzen darstellt. Diese schwankt je nach Leistungsdomäne für das EST-

PREP zwischen 58 (Mathematik) und 73 (Lesen) und für das ES zwischen 68 (Mathematik) und 73 (Lesen), während sie im EST mit einem Bereich von 75 (Mathematik) bis 82 (Lesen) höher liegt. Sollte man daraus die Schlussfolgerung ziehen, dass man für das EST eine noch stärkere Unterdifferenzierung der Leistungsgruppen einführen sollte? Die weiter oben aufgeführten empirischen Befunde zur Einführung von allgemeinen Leistungsgruppen (Hattie, 2009) sprechen eher dagegen. Vielversprechender im Umgang mit dieser Heterogenität scheint hingegen vielmehr der Ansatz zu sein, der vom EST selbst über das PROCi Projekt umgesetzt wird (siehe auch Kapitel 3.3.2). Zum wiederholten Mal haben auch die vorliegenden PISA-Resultate gezeigt, dass dieses PROCi-Projekt bei Kontrolle der Hintergrundvariablen insgesamt zu höheren Schülerleistungen führt, wobei gleichzeitig die Zahl der Klassenwiederholungen signifikant verringert werden kann. Die Charakteristika des PROCi-Projekts können also als Möglichkeiten für einen effizienteren Umgang mit Heterogenität verstanden werden. Zu den im Projekt realisierten Neuerungen gehören ein stärker auf Wissensanwendung zielender Unterricht, eine durchgehende Betreuung von der 7. bis zur 9. Klasse (7^e bis 9^e) durch ein festes Team von Lehrkräften, eine differenziertere Bewertung der Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler, die gezielte Fördermaßnahmen ermöglicht sowie ein Orientierungsverfahren, das deutlicher an den Stärken der Schülerinnen und Schüler ausgerichtet ist.

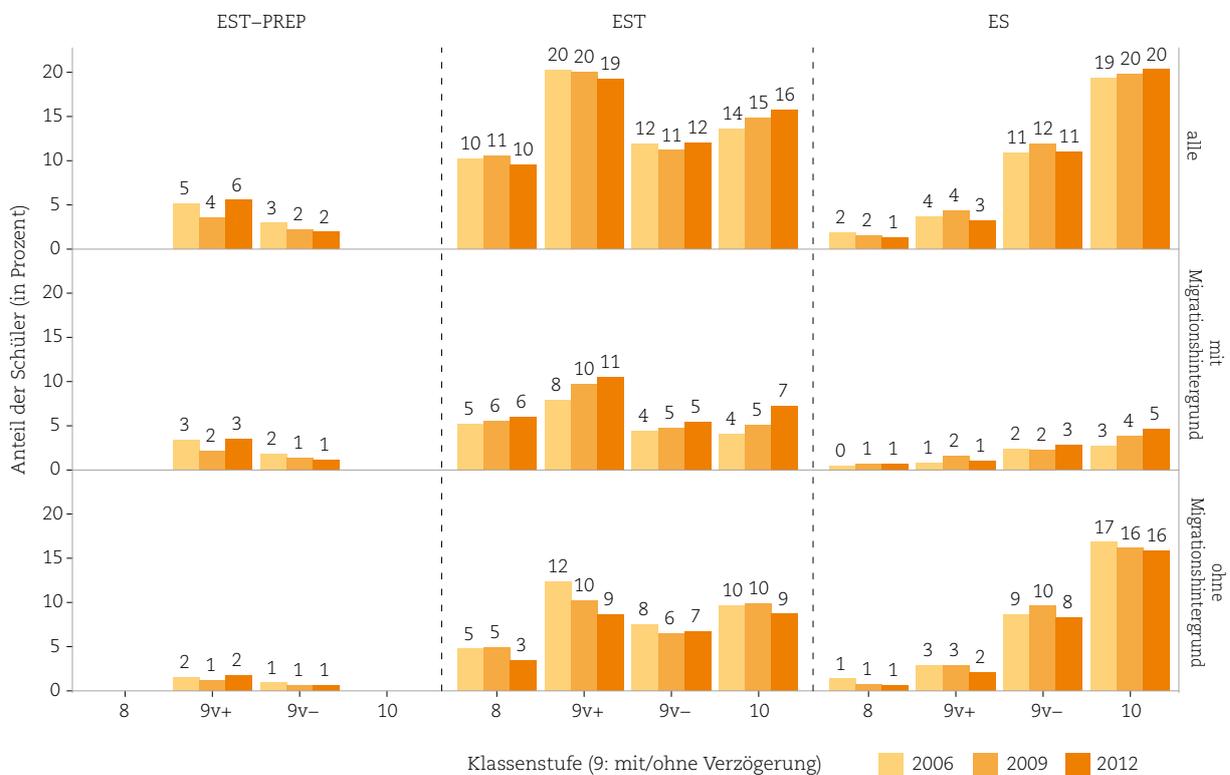


Abbildung 3: Evolution der Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf Klassenstufen getrennt nach Schulform und nach Migrationshintergrund. 9v+ = 9. Klassenstufe mit Verzögerung. 9v- = 9. Klassenstufe ohne Verzögerung.

Nachdem wir in den vorausgegangenen Ausführungen detaillierter auf die durchaus vorhandenen Veränderungen im Luxemburger Schulsystem eingegangen sind, wollen wir im Folgenden noch einmal auf einen Aspekt eingehen, der über die Jahre erstaunlich stabil geblieben ist und der die beiden grundsätzlichen Aspekte betrifft, die zu den größten Leistungsunterschieden beitragen, nämlich die Zahl der Klassenwiederholungen und die Einordnung in die verschiedenen Schulformen. Die oben beschriebenen Fortschritte im Umgang mit der Heterogenität der Schülerpopulation könnten die Hoffnung wecken, dass die Zahl der Klassenwiederholungen insgesamt zurückgeht und dass sich ein größerer Anteil der Schülerpopulation in den leistungsstarken Schulformen wiederfindet. Um diese Hypothese zu überprüfen, kann man sich die erste Reihe von Grafiken in Abbildung 3 anschauen. Diese zeigt den jeweiligen Anteil von Schülerinnen und Schülern, so wie sie sich bei den letzten drei PISA-Zyklen auf die verschiedenen Schulstufen und Schulformen verteilt haben. Um den Aspekt der Klassenwiederholungen mit zu berücksichtigen, wurde für die 9. Klasse (V^e/9^e) noch einmal eine Differenzierung in Schülerinnen und Schüler mit und ohne Verzögerung vorgenommen. Für die 8. Klasse (VI^e/8^e) ist dies nicht notwendig, da alle dort befindlichen Jugendlichen eine Verzögerung aufweisen. Gleiches gilt für die 10. Klasse (IV^e/10^e), da auf dieser Klassenstufe niemand eine Verzögerung aufweist. Wie die Abbildung zeigt, kann man trotz kleiner Schwankungen keinen wirklichen Trend in eine bestimmte Richtung ausmachen. Die vorgefundenen Unterschiede für die jeweiligen Untergruppen schwanken maximal bis zu drei Prozent. Wie die vorliegende PISA-Studie gezeigt hat, können aber auch solche kleinen Unterschiede durchaus eine Auswirkung auf das Gesamtergebnis haben. So haben wir für PISA 2012 festgestellt, dass sich in Mathematik gegenüber den Resultaten von 2009 eine leichte Verbesserung in allen Schulstufen ergeben hat und dass das Gesamtergebnis trotzdem keine positive Entwicklung gezeigt hat (siehe Kapitel 3.3.1.4). Dies war darauf zurückzuführen, dass gegenüber 2009 die Gruppe der leistungsstärksten ES Schülerinnen und Schüler um ungefähr 2 % zurückgegangen ist, während die leistungsschwächste EST-PREP Gruppe in ungefähr gleichem Maße gestiegen ist. Allerdings lässt sich aus dieser Entwicklung kein Trend ablesen, da wir damit wiederum bei einer Verteilung angekommen sind, die näher an derjenigen von 2006 liegt. Insgesamt kann man in diesem Verteilungsmuster also eine große Stabilität erkennen, sowohl was die Anzahl der Klassenwiederholungen betrifft als auch was die Verteilung auf die verschiedenen Schulformen anbelangt.

Dabei gab es wie oben erwähnt in dieser Zeitspanne durchaus die Herausforderung, einen größeren Anteil von Kindern mit Migrationshintergrund in das luxemburgische Schulsystem zu integrieren. Diese Entwicklung ist auch in den Grafiken der zweiten und dritten Reihe in Abbildung 3 zu sehen. Diese zeigen (über die letzten drei PISA-Zyklen) jeweils den nach Klassenstufe und Schulform aufgeschlüsselten Anteil an der Gesamtschülerpopulation für die Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund (Reihe zwei) und ohne Migrationshintergrund (Reihe drei). Wie aus den Grafiken ersichtlich ist, stellt man für das ES und das EST einen relativen Anstieg des prozentualen Anteils von Jugendlichen mit Migrationshinter-

grund fest, während es für die Jugendlichen ohne Migrationshintergrund eine entsprechende Abnahme gibt. Dabei scheint dieser gegenläufige Trend für das EST ein wenig ausgeprägter zu sein als für das ES, wenngleich die Unterschiede minimal sind. Für das EST-PREP ist kein eindeutiger Trend festzustellen.

Insgesamt bedeutet das also, dass das luxemburgische Schulsystem bei denjenigen Faktoren, die die höchsten Leistungsunterschiede generieren (Klassenwiederholungen und Schulform) sehr stabil ist. Hier drängt sich also die Frage auf, ob diese Verteilung im Endeffekt lediglich die Abbildung von bestehenden Leistungsunterschieden ist, die dann diese stabile Verteilung generieren, oder ob diese Verteilung systemimmanent ist und sozusagen einen systembedingten „Grundverteilungsschlüssel“ darstellt, der auch bei unterschiedlichen Schülerpopulationen bestehen bleibt und zumindest einen Teil der Leistungsunterschiede selbst generiert. Die Tatsache, dass die Integration eines immer größeren Anteils von Jugendlichen mit Migrationshintergrund nichts an diesem Grundverteilungsschlüssel verändert, scheint eher für letztere Hypothese zu sprechen. Es gibt einen weiteren empirischen Beleg, der letztere Hypothese stützt. Schaut man sich die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die verschiedenen Schulformen bei der MAGRIP-Studie von 1968 an (Brunner & Martin, 2011), so stellt man fest, dass damals insgesamt 36,8 % das Lycée Classique besuchten (das später zum ES wurde), 9,7 % die École Complémentaire (die später zum EST-PREP wurde) und der Rest sich in einer Vielzahl von meist berufsbildenden Studiengängen wiederfand, welche dann später im EST zusammengefasst wurden. Diese Verteilung von 1968 entspricht also fast eins zu eins der Verteilung, die wir 45 Jahre später bei PISA 2012 für die aktuellen Schulformen wiederfinden und weist darauf hin, dass dieser systemimmanente Grundverteilungsschlüssel unabhängig von der jeweiligen Zusammensetzung der Schülerpopulation ist (die sich ja für MAGRIP 1968 sehr deutlich von der heutigen Schülerpopulation unterschieden hat) und in der Tat sehr stark im luxemburgischen Schulsystem verankert zu sein scheint. Gleiches gilt übrigens für den Anteil der Klassenwiederholungen in der Grundschule, der in den MAGRIP-Daten ebenfalls sehr ähnlich ist wie das heute der Fall ist. Es muss deshalb davon ausgegangen werden, dass dieser Grundverteilungsschlüssel die Schülerleistungen zumindest teilweise mit beeinflusst und nicht allein über die Schülerleistungen bestimmt wird. Man kann weiterhin davon ausgehen, dass substantielle Veränderungen dieser Grundverteilung in Richtung von weniger Klassenwiederholungen und einem größeren Schüleranteil auf leistungsstärkeren Schulformen das Potential für substantielle Leistungsverbesserungen bieten könnten.

4.3.3 Das Luxemburger Schulsystem und die Mehrsprachigkeit

Bei der Frage des Umgangs mit der Heterogenität der Schülerpopulation ist für Luxemburg besonders die Frage des heterogenen Sprachhintergrundes der Schülerinnen und Schüler in Verbindung mit den hohen mehrsprachigen Anforderungen des Schulsystems von herausragender Bedeutung. Aus dieser Ursache wurde in dem vorliegenden Bericht zusätzlich zu den

Befunden über den Migrationshintergrund ein spezifisches Kapitel über den Sprachhintergrund eingeführt (Kapitel 3.4), da dieser zwar mit dem Migrationshintergrund sehr stark verbunden, aber trotzdem nicht deckungsgleich ist. So stellen sich die multilingualen Herausforderungen des luxemburgischen Schulsystems z. B. deutlich anders dar, wenn ein Kind mit Migrationshintergrund in Deutschland geboren wurde und mit seinen Eltern zu Hause Deutsch spricht als wenn es in Portugal geboren wurde und in einem portugiesischsprachigen Umfeld aufwächst.

Wie bereits weiter oben angeführt, ist die Grundhypothese des luxemburgischen Schulsystems, dass die Hauptunterrichtssprache Deutsch mit einer entsprechenden Alphabetisierung auf Deutsch den Bedürfnissen einer mehrheitlich Luxemburgisch sprechenden Schulpopulation entgegenkommt, längst obsolet. Diese Grundhypothese war Ende der sechziger Jahre noch zutreffend (siehe MAGRIP; Brunner & Martin, 2011), kann aber aufgrund einer stetigen Abnahme des Anteils an Schülerinnen und Schülern, die zu Hause Luxemburgisch sprechen, heute nicht mehr gelten. Da das mehrsprachige luxemburgische Schulsystem aber zudem noch eine sehr frühe Einführung einer zusätzlichen Fremdsprache, nämlich Französisch, ab dem zweiten Schuljahr (Lernzyklus 2.2) vorsieht, die dann auch noch sehr schnell verschriftlicht werden muss (ab dem dritten Schuljahr; Lernzyklus 3.1), sieht sich eine Mehrheit der Schülerinnen und Schüler innerhalb von sechs Jahren nach Schuleintritt mit nicht weniger als drei neuen Fremdsprachen konfrontiert (Luxemburgisch, Deutsch und Französisch), wobei gleich zwei dieser Fremdsprachen auch schriftlich erlernt werden müssen. Dabei handelt es sich mit dem Deutschen und dem Französischen noch um zwei Sprachen mit einer sehr unterschiedlichen Ausprägung an Phonem-Graphem-Korrespondenz (Seymour, Aro, & Erskine, 2003). Obwohl das Erlernen der Phonem-Graphem-Korrespondenzen in einem eher transparenten orthographischen Schriftsystem (z. B. Deutsch) einfacher ist und sich dieser Basisprozess auch leicht in eine weniger transparente Schriftsprache (z. B. Französisch) übertragen lässt (D'Angiulli, Siegel, & Serra, 2002; Da Fontoura & Siegel, 1995; Geva & Siegel, 2000), braucht man auch einen Wortschatz, um bekannte Wörter korrekt und flüssig lesen zu können. Der Aufbau dieses Wortschatzes ist zwangsläufig von der jeweiligen Muttersprache der Schülerschaft und der linguistischen Ähnlichkeit mit der Unterrichtssprache beeinflusst (Bodé, Serres, & Ugen, 2009). Wie die vorliegenden empirischen Befunde zunehmend belegen (und die vorliegende PISA-Studie gehört eindeutig dazu), stellt der Komplexitätsgrad dieser Situation für Schülerinnen und Schüler, die zu Hause keine der drei Landessprachen sprechen, aber auch für deren Lehrerinnen und Lehrer, eine klare Überforderung dar, weil hier Lernleistungen erwartet werden, die für einen Großteil dieser Schülerschulpopulation einfach nicht leistbar sind.

Diese Überforderungssituation wird besonders deutlich am Beispiel der portugiesischen Sprachgruppe, die mittlerweile neben der luxemburgischen die mit Abstand größte Sprachgruppe in der Schulpopulation ausmacht (28.2 % aller Grundschülerinnen und -schüler und 22.9 % aller Sekundarschülerinnen und -schüler im Schuljahr 2011/2012; MENFP, 2013). Erschwe-

rend kommt für die portugiesische Sprachgruppe natürlich noch hinzu, dass sie gleichzeitig auch den geringsten mittleren sozioökonomischen Status aufweist (siehe Kapitel 3.4.3). Alarmierend ist bei dieser Sprachgruppe das Resultat sowohl in Bezug auf ihre Schulkarriere als auch in Bezug auf ihr Leistungsprofil nach 11 bis 12 Jahren Beschulung im luxemburgischen Schulsystem (ohne Berücksichtigung des Enseignement Précoce). So stellt man fest, dass nur 15 % dieser Sprachgruppe den Sprung in die leistungsstärkste Schulform (ES) geschafft haben (siehe Kapitel 3.4.4), dagegen weisen 53 % einen Schulrückstand auf. Des Weiteren – und dies ist wohl der alarmierendste Befund – muss man feststellen, dass diese Sprachgruppe trotz einer frühen Einführung in das Luxemburgische, trotz einer Alphabetisierung auf Deutsch und trotz einer Schullaufbahn mit der Hauptunterrichtssprache Deutsch, keine klar identifizierbare Erstsprache ausgebildet hat, wie bei PISA 2012 die Auswahl der Testsprache belegt (siehe Kapitel 3.4.5) und wie es die Leistungsmessungen in Deutsch und Französisch, die bei PISA 2009 durchgeführt wurden (siehe Boehm et al., 2010) sowie auch die Leistungsmessungen im Rahmen der nationalen Épreuves Standardisées (ÉpStan; EMACS, 2012) bereits belegt haben. Was das sprachliche Leistungsniveau anbelangt, muss man hier einerseits zwar feststellen, dass dieses Leistungsniveau sowohl in Deutsch als auch in Französisch im Mittel ähnlich stark ausgeprägt ist, was an sich ein positives Resultat sein könnte. Andererseits verhält es sich aber leider so, dass dieses mittlere Leistungsniveau in keiner der beiden Sprachen zufriedenstellend ist, was also bedeutet, dass diese Schülerinnen und Schüler in keiner Sprache ein Kompetenzniveau entwickelt haben, mit dem sie sich in effizienter Weise neue sprachlich vermittelte Inhalte aneignen könnten. Damit wird die fehlende Sprachkompetenz zu einem wirklichen Lernhindernis, was für die betroffenen Schülerinnen und Schüler natürlich ein dramatischer Befund ist, da so vorhandenes Lernpotential nicht ausgenutzt werden kann.

Dass eine entsprechend ausgeprägte Sprachkompetenz notwendig ist, um sprachlich vermittelte Inhalte effizient aufnehmen zu können, wird ebenfalls durch die vorliegenden PISA-Resultate verdeutlicht. So zeigt es sich, dass die Unterschiede zwischen den Sprachgruppen im Bereich Mathematik am wenigsten ausgeprägt sind, was insofern logisch erscheint, da man davon ausgehen kann, dass mathematische Denkprozesse zwar sprachgebunden sind, jedoch in hohem Maße auch auf spezifisch numerischen sowie transversalen und räumlichen Kompetenzen aufbauen. Allerdings zeigen sich die größten Unterschiede zwischen den Sprachgruppen nicht, wie man vielleicht hätte annehmen können, im sehr sprachgebundenen Bereich des Lesens, sondern im Bereich der Naturwissenschaften (siehe Kapitel 3.4.6). Dieser Befund verdeutlicht noch einmal, wie wichtig ein gutes Verständnis der Unterrichtssprache gerade im Bereich von sprachlich vermittelten Inhalten ist, so wie dies für die Naturwissenschaften der Fall ist. Dieser Befund wirft allerdings auch die Frage auf, wie die luxemburgische Schule insgesamt mit der Frage der Unterrichtssprache für die naturwissenschaftlichen Fächer umgehen soll. Die vorliegenden Resultate scheinen zu verdeutlichen, dass es für einen effizienten Zugang zu den naturwissenschaftlichen Inhalten von besonderer Bedeutung ist, dass die Unterrichtssprache gut beherrscht wird.

Dies wirft dann allerdings auch die Frage auf, ob die Umstellung der Unterrichtssprache von Deutsch auf Französisch, so wie sie in Luxemburg im Laufe der Sekundarstufe vorgesehen ist (siehe auch Kapitel 3.4.1), ein adäquates Mittel ist, um den Zugang der Schülerinnen und Schüler zu den eigentlich zu vermittelnden naturwissenschaftlichen Inhalten zu fördern.

Man sollte auch noch einmal darauf hinweisen, dass es gerade der portugiesischen Sprachgruppe, welche mit den größten Herausforderungen im Hinblick auf die Erfüllung der schulischen Anforderungen konfrontiert ist, nicht an Lehrerunterstützung mangelt. Es ist in der Tat diese Sprachgruppe, die das höchste Maß an Lehrerunterstützung für das aktuelle Schwerpunktfach Mathematik berichtet (siehe Kapitel 3.4.7). Dieser Befund verdeutlicht also noch einmal, dass das mangelnde Leistungsniveau dieser Sprachgruppe nicht auf eine fehlende Identifizierung der spezifischen Probleme dieser Schülerinnen und Schüler zurückzuführen ist, sondern dass es in diesem Zusammenhang fundamentalere Fragestellungen zu lösen gibt, die möglicherweise mit den weiter oben erwähnten unrealistischen curricularen Erwartungen gegenüber dieser Sprachgruppe zusammenhängen.

4.3.4 Ausblick und Perspektiven

Das luxemburgische Schulsystem sieht sich mit einer Reihe von großen Herausforderungen konfrontiert. Einerseits hat es eine Funktionsweise, die bereits seit Jahrzehnten auf Schwierigkeiten im Umgang mit Heterogenität hindeutet. Dies hängt nicht zuletzt damit zusammen, dass sich die beiden grundlegenden Mechanismen des Umgangs mit Heterogenität, die im luxemburgischen Bildungswesen zur Anwendung kommen, nämlich Klassenwiederholungen und eine Aufgliederung ab der Sekundarstufe in allgemeine Leistungsgruppen, mittlerweile empirisch als wenig erfolgreiche Differenzierungsmaßnahmen herausgestellt haben, was in besonderem Maße auf die Klassenwiederholungen zutrifft. Andererseits nimmt die Heterogenität über einen stetigen Zuwachs von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund weiterhin zu und diese Entwicklung wird sich voraussichtlich auch in Zukunft fortsetzen.

Die luxemburgische Schule wird also auf diese Entwicklungen reagieren müssen und einige Resultate der vorliegenden PISA-Studie geben Anlass zur Hoffnung, dass sie auch das Potential dazu hat, reagieren zu können. So scheint sich zu zeigen, dass die curriculare Betonung der Leseförderung erste Früchte zeigt und dass diese Entwicklung in besonderem Maße bei den Jugendlichen mit Migrationshintergrund feststellbar ist. Schulprojekte wie PROCi zeigen weiterhin, dass ein stärker über individualisierte Betreuung und Betonung der Stärken von Schülerinnen und Schülern gesteuerter Umgang mit Heterogenität durchaus auch im luxemburgischen Schulsystem ein vielversprechender Ansatz ist. Andererseits scheinen die schulischen Anforderungen, gerade auch im Zusammenhang mit der Mehrsprachigkeit, für bestimmte Schülergruppen unrealistisch zu sein und sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch die Lehrerinnen und Lehrer zu überfordern.

Das luxemburgische Schulsystem wird deshalb in den nächsten Jahren eine Reihe von Entscheidungen treffen und eine Reihe von Weichenstellungen vornehmen müssen. Folgende Empfehlungen können aus der aktuellen empirischen Datenlage abgeleitet werden:

Es wird in den kommenden Jahren eine politische Entscheidung darüber zu treffen sein, ob das luxemburgische Schulsystem weiterhin unterrichtssprachlich eingleisig, also nur mit der Hauptunterrichts- und Alphabetisierungssprache Deutsch, funktionieren soll oder ob es in Richtung einer zweiten Hauptunterrichts- und Alphabetisierungssprache Französisch ausgebaut werden soll. Beide Varianten haben sowohl Vor- als auch Nachteile. Der Vorteil der eingleisigen Variante ist sicherlich, dass diese bereits besteht und also nur angepasst werden müsste. Bei einer zweigleisigen Variante bestünde auch das Risiko, dass sich Segregationsprozesse zwischen den Sprachgruppen (die allerdings auch bereits jetzt bestehen) möglicherweise verstärken könnten. Die zweigleisige Variante müsste auch konsequent über die gesamte Schullaufbahn und über alle Schulzweige hinweg angeboten werden, was natürlich auch in der Umsetzung eine große Herausforderung darstellen würde. Die zweigleisige Variante hätte den Vorteil, dass man das schulische Angebot diversifizieren könnte und sozusagen auf allen Ebenen des Schulsystems zwei Sprachen „im Angebot“ hätte. Eine stärkere Einbindung und Verfügbarkeit französischsprachiger Lehrerinnen und Lehrer – über die das Schulsystem zum aktuellen Zeitpunkt nicht verfügt – würde dabei voraussichtlich auch den Schülerinnen und Schülern mit Hauptunterrichtssprache Deutsch im Hinblick auf die Entwicklung ihrer Fremdsprachenkenntnisse zugutekommen. Bereits jetzt ist ersichtlich, dass die französischsprachigen Kinder im luxemburgischen Schulsystem Französisch als Erstsprache für Lesen und Schreiben entwickeln. Die portugiesischsprachigen Kinder zeigen trotz ungenügender Leseleistungen, dass ihr Lernfortschritt im Französischen im Vergleich zum Deutschen schneller ist, da sie trotz der Tatsache, dass Französisch als Zweitsprache unterrichtet wird, in ihren Französischleseleistungen zum Deutschen aufschließen und auch eine viel bessere Leseleistung im Französischen aufweisen als die Kinder mit Balkan-Sprache (vgl. EMACS, 2012). Diese in Luxemburg sehr große Sprachgruppe würde also höchstwahrscheinlich von einer Schulform mit Hauptunterrichts- und Alphabetisierungssprache Französisch profitieren. Außerdem könnte man für die französische Schulform konsequent während der Alphabetisierung ein didaktisches Modell anwenden, das Französisch auch als Fremdsprache unterrichten würde. Dies käme insbesondere der portugiesischen Sprachgruppe noch einmal zusätzlich entgegen. Obwohl Französisch ihrer Muttersprache linguistisch ähnlich ist, so bleiben sie jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit benachteiligt (im Vergleich zu französischsprachigen Muttersprachlern), was den Wortschatz und/oder das Sprachverständnis angeht (Lesaux, Lipka, & Siegel, 2006; Mancilla-Martinez & Lesaux, 2010).

Egal für welche der beiden beschriebenen Varianten man sich im Hinblick auf die Hauptunterrichtssprache entscheidet, wird es in Zukunft notwendig sein, schon während des ersten

Lernzyklus (Enseignement Précoce und Kindergarten) gezielte Maßnahmen der Sprachförderung für Kinder mit Migrationshintergrund vorzusehen, um zu vermeiden, dass diese Kinder mit dem Einsetzen der Alphabetisierung gleich einer Überforderungssituation ausgesetzt werden, die für sehr viele dann einen frühen Schulrückstand zur Folge hätte. Auch wenn das Unterrichten des Luxemburgischen im Lernzyklus 1 als Integrations-sprache durchaus beibehalten werden soll, muss die bisher implizite Annahme, dass sich mit dieser alleinigen Maßnahme die Probleme der Kinder mit Migrationshintergrund im Hinblick auf die Alphabetisierung in Deutsch auffangen lassen, aufgrund der vorliegenden Resultate jedoch sehr stark in Frage gestellt werden. Deshalb wird es auf dieser Schulstufe (aber auch noch danach) zwingend erforderlich sein, zusätzliche gezielte Maßnahmen zur Sprachförderung der Kinder mit Migrationshintergrund einzuführen. Ob es sich dabei um eine gezielte frühe Einführung und Förderung der zukünftigen Alphabetisierungssprache (Deutsch und/oder Französisch, je nachdem ob man sich für die weiter oben beschriebene ein-gleisige oder zweigleisige Variante entscheidet) oder ob es sich auch um eine gezielte Förderung der Muttersprache dieser Kinder handeln wird, werden entsprechende Pilotversuche und deren empirisch zu untersuchende Resultate zeigen müssen. Die Einführung einer „ersten“ Fremdsprache ab dem Lernzyklus 2.2 (zweites Schuljahr), die in der Realität für die meisten Kinder bereits die Einführung der dritten Fremdsprache darstellt, und deren schnelle Verschriftlichung ab dem Lernzyklus 3.1 (drittes Schuljahr), scheint aufgrund der vorliegenden empirischen Daten für viele Schülerinnen und Schüler eine Überforderung darzustellen, die sich dann über die weitere Schullaufbahn fortsetzt. Die luxemburgische Schule wird in diesem Bereich über ihre eigenen curricularen Vorgaben nachdenken und diese in Richtung von realistischen Anforderungen anpassen müssen. Dies wird dann wohl zwingend bedeuten, dass man den curricularen Raum, den man dieser „ersten“ Fremdsprache (Französisch bei einer Alphabetisierung auf Deutsch und Deutsch bei einer möglichen Alphabetisierung auf Französisch) während der Grundschulzeit einräumt, zu-gunsten eines stärkeren Fokus auf die Hauptunterrichtssprache etwas einschränkt. Es würde wohl auch bedeuten, dass die Verschriftlichung dieser „ersten“ Fremdsprache später ein-setzen würde als dies aktuell der Fall ist. Wenn diese Anpassung mit einer entsprechenden konsequenten Weiterführung des Spracherwerbsprozesses während der Sekundarschulzeit verbunden würde, könnte man dabei durchaus davon ausgehen, dass eine solche Anpassung langfristig nicht einmal zu Einbußen bei den sprachlichen Schülerleistungen führen würde. Diese bleiben nämlich auch aktuell aufgrund der bestehen-den Überforderungssituation deutlich hinter den Erwartungen zurück, die man aufgrund der curricularen Bedeutung des Sprachenunterrichts an die Sprachleistungen der Schülerinnen und Schüler stellen müsste. Eine solche Anpassung der Sprachcurricula scheint auch zwingend erforderlich, wenn man – wie mittlerweile von vielen Seiten gefordert – eine frühere Einführung des Englischen ernsthaft erwägen möchte. Für die Sekundarstufe würde das außerdem bedeuten, dass man ein Angebot für heterogene Sprachprofile in allen Schulformen schaffen müsste, weil man davon ausgehen würde, dass alle

Schülerinnen und Schüler über eine klar identifizierbare Erst-sprache verfügen und über zwei bis drei „Zweitsprachen“, die auf unterschiedlichen Niveaus beherrscht würden.

Ein weiterer Aspekt, bei dem im Zusammenhang mit der Mehrsprachigkeit Anpassungsbedarf besteht, ist die Wahl der Unterrichtssprache für die naturwissenschaftlichen Fächer, aber auch für Mathematik. Auch hier gibt es eine implizite Annahme im luxemburgischen Schulsystem, die darin besteht, dass das Unterrichten in einer Fremdsprache der Entwicklung dieser Fremdsprache nützt, ohne der Entwicklung in dem eigent-lich intendierten Inhaltsbereich zu schaden. Leider schei-nen die empirischen Daten diese implizite Annahme aber nicht wirklich zu stützen (Van Rinsveld, Brunner, Landerl, Schiltz, & Ugen, 2013). In der Tat gibt es keine wirklichen empirischen Belege dafür, dass das in Luxemburg praktizierte Unterrichten einer Inhaltsdomäne in einer unzureichend beherrschten Fremdsprache, die Fremdsprachenkompetenz der Schü-lerinnen und Schüler nachhaltig erhöht, wenn der Unterricht nicht mit gezielten Maßnahmen flankiert wird, die diesen Fremd-sprachenaspekt auch explizit mit einbeziehen (siehe hierzu auch die Literatur zum Thema CLIL – content and language integrated learning; z. B. Sylvén, 2013). Andererseits belegen die vorliegenden empirischen Daten, dass ein ungenügendes Sprachverständnis durchaus zu schlechteren Leistungen in den entsprechenden Inhaltsdomänen führt. Hier wird es also entweder darauf ankommen, die CLIL-spezifischen Aspekte bei fremdsprachlich unterrichteten Inhaltsdomänen stärker zu berücksichtigen oder aber ein flexibleres Sprachenangebot der naturwissenschaftlich-mathematischen Fächer bereitzustellen, so dass den Schülerinnen und Schülern ein möglichst direkter Zugang zu sprachlich vermittelten Inhalten ermöglicht wird.

Auf der Suche nach einem effizienteren Umgang mit der He-terogenität seiner Schülerpopulation wird die luxemburgische Schule nicht umhinkommen, die Zahl der Klassenwiederho-lungen signifikant zu reduzieren. Dies wird aber nur dann gelingen können, wenn man gleichzeitig gezielte Maßnah-men zur internen Differenzierung innerhalb von heterogenen Schulklassen vorsieht. Wie die Erfahrungen im internationalen Kontext zeigen, kann diese komplexe Aufgabe nicht allein der einzelnen Lehrerin beziehungsweise dem einzelnen Lehrer aufgebürdet werden, sondern benötigt eine Zusammenarbeit mit zusätzlichem Personal, das in den Schulen für Fördermaß-nahmen zugunsten bestimmter Schülerinnen und Schüler zur Verfügung steht. Dabei stellt sich natürlich die Frage der Finanzierbarkeit von solchem zusätzlichem Personal. Diese Finanzmittel könnten aber als direkte Konsequenz der Redu-zierung der Klassenwiederholungen zur Verfügung stehen. Die Maßnahme der Klassenwiederholungen ist nämlich nicht nur sehr ineffizient, sondern auch sehr teuer. Das Geld, das über die Reduzierung der Klassenwiederholungen eingespart wer-den könnte, würde somit für die Finanzierung des benötigten Zusatzpersonals zur Verfügung stehen und müsste auch für die-SEN Zweck verwendet werden. In der Grundschule würde sich auch noch die Möglichkeit auftun, die mittleren Klassengrö-ßen, die momentan im internationalen Vergleich sehr niedrig sind (siehe z. B. OECD, 2013), etwas anzuheben, um über die

entsprechenden Einsparungen dringend benötigtes Zusatzpersonal für den effizienten Umgang mit der Heterogenität der Schulpopulation einzustellen. In diesem Zusammenhang hat sich nämlich gezeigt, dass die simple Reduzierung der Klassengrößen nur sehr begrenzt zu einem effizienteren Umgang mit heterogenen Schülerpopulationen beiträgt, während Maßnahmen, die direkt eine individualisierte Förderung von Schülerinnen und Schülern anvisieren, deutlich vielversprechender sind (siehe Hattie, 2009). Die positiven Erfahrungen aus PROCi zeigen, dass es durchaus möglich ist, im Rahmen der Luxemburger Schule in diesem Bereich Fortschritte zu erzielen und die damit einhergehenden Resultate unterstreichen, dass diese Fortschritte auch erstrebenswert sind.

Wie bereits sehr viele Studien zuvor, hat auch die vorliegende PISA-Studie wiederum auf die große Bedeutung des sozialen Hintergrundes für den Schulerfolg im Luxemburger Schulsystem hingewiesen. Dies deutet darauf hin, dass sich fehlende Bildungsressourcen im Elternhaus gerade in Luxemburg sehr negativ auf die Schulkarriere von Kindern auswirken, sei es dadurch, dass aufgrund mangelnder Sprachkenntnisse der Eltern eine Unterstützung bei Hausaufgaben nur eingeschränkt möglich ist oder sei es aufgrund fehlender Lernangebote, die über Produkte vermittelt werden, die bestimmte Familien sich nur eingeschränkt leisten können oder deren kindgerechte und lernzentrierte Auswahl für bestimmte Familien schwerfällt wie z. B. Bücher, Computer oder neuerdings auch Tablets. Wenn das Bildungssystem hier intervenieren will um bestehende Ungleichheiten abzufedern, dann ist dies natürlich ungleich schwerer als bei den direkten Lernangeboten im schulischen Kontext. Trotzdem bestehen auch in diesem Bereich in Luxemburg durchaus Möglichkeiten zu effizienteren Interventionen. Die fehlenden Bildungsressourcen bei sozial schwachen Familien können vor allem über zwei Maßnahmen angegangen werden: Zum einen über einen Ausbau von Schulen mit Ganztagsangebot und zum anderen über eine bessere Abstimmung zwischen Schulen und Maisons-Relais. Bei den Maisons-Relais findet man in der Tat ein lediglich zum Teil ausgeschöpftes Potential, weil hier entsprechendes Betreuungspersonal bereits vorhanden ist und man in Zusammenarbeit und Abstimmung mit den Schulen ein gezielteres und auf die Bedürfnisse der einzelnen Schüler besser ausgerichtetes Lern- und Betreuungsangebot ausarbeiten könnte.

Wie bereits weiter oben erwähnt, gibt es eine Reihe von empirischen Belegen für die Hypothese, dass mehrgliedrige Schulsysteme zu größeren sozialen Ungleichheiten führen. Gleichzeitig ist es so, dass es von besonderer Bedeutung ist, dass Schülerinnen und Schüler eine Lernumgebung vorfinden, welche sie fordert und somit vorhandenes Potential ausschöpft, ohne dabei zu einer Überforderung zu werden. Dies bedeutet für ein mehrgliedriges Schulsystem, dass Jugendliche im Zweifelsfall eher auf die leistungsstärkere Schulform orientiert werden sollten, was aber nur dann funktionieren kann, wenn bestehende Teilschwächen nicht sofort Anlass zu einer Neuorientierung nach unten geben, sondern wenn gezielt versucht wird, solche Schülerinnen und Schüler durch entsprechende Unterstützungsmaßnahmen in der leistungsstarken Schulform zu halten. Der Befund der vorliegenden PISA-Studie, dass z. B. nur 15 % der portugiesischsprachigen 15-Jährigen

sich in der leistungsstärksten Schulform (ES) befinden, kann im Grunde genommen nur bedeuten, dass es eine ganze Reihe von Schülerinnen und Schülern aus dieser Sprachgruppe gibt, die trotz hoher allgemeiner kognitiver Fähigkeiten nicht auf die leistungsstärkste Schulform orientiert werden, wobei dies höchstwahrscheinlich aufgrund durchaus existierender Sprachdefizite geschieht. Man spricht in einem solchen Fall von sogenannten „Underachievern“ und meint damit Schülerinnen und Schüler, die trotz vorhandener stark ausgeprägter kognitiver Fähigkeiten im Endeffekt unter ihren Möglichkeiten schulischer Leistungsfähigkeit bleiben. Solche Underachiever darf man aufgrund der vorliegenden Daten vor allem in den Sprachgruppen vermuten, die aus einem Elternhaus kommen, in dem keine der drei Landessprachen gesprochen wird, sie können aber durchaus auch in den anderen Sprachgruppen vorkommen. Es wird in Zukunft darum gehen, mit entsprechenden sprachfreien Evaluationsinstrumenten solche Underachiever zu identifizieren und sicherzustellen, dass diese ein Lernangebot bekommen, das ihrem kognitiven Potential auch wirklich entspricht. Dabei wird man ihnen womöglich gerade im sprachlichen Bereich gezielte Unterstützungsmaßnahmen anbieten müssen, da man davon ausgehen kann, dass es vor allem Konstellationen sind, wo sprachliche Defizite gemeinsam mit hohen allgemeinen kognitiven Fähigkeiten auftreten, die eine Vielzahl von Underachievern im luxemburgischen Schulsystem charakterisieren.

Die beschriebenen Entwicklungsmöglichkeiten haben zwar das Potential, die Kompetenzen der Schulpopulation zu vergrößern und die sozialen und migrationsbedingten Unterschiede zu verkleinern, sie stellen aber zum Teil tiefgreifende Veränderungen dar, bei denen man sich fragen muss, ob überhaupt eine realistische Chance besteht, diese auch umzusetzen, ohne auf unüberwindbaren Widerstand bei deren Umsetzung zu stoßen. In der Tat scheint es wenig erfolgversprechend, wenn Veränderungen von Akteuren umgesetzt werden sollen, die diese Veränderungen ablehnen. Es scheint deshalb ein vielversprechender Ansatz zu sein, wenn diese Maßnahmen im Rahmen einer erhöhten Schulautonomie im Kontext von Schulqualitätsentwicklungsprozessen zunächst von Schulen umgesetzt werden, welche diese Maßnahmen auch freiwillig umsetzen wollen. Dabei sollten die zu erreichenden Ziele klar definiert sein, so dass es möglich wird, das Erreichen dieser Ziele auch empirisch zu überprüfen und zu belegen. Auf diese Weise könnte über den Weg einer Diversifizierung des Schulangebots eine bessere Passung mit der sehr heterogenen luxemburgischen Schulpopulation erreicht werden und spezifisch auf den luxemburgischen Kontext angepasste und empirisch gesicherte Erfolgsmodelle im Umgang mit Heterogenität könnten so eine immer breitere Anwendung finden.

Literaturverzeichnis

- Becker, M., Lüdtke, O., Trautwein, U., Köller, O., & Baumert, J. (2012). The differential effects of school tracking on psychometric intelligence: Do academic-track schools make students smarter? *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 682–699. doi:10.1037/a0027608
- Bodé, S., Serres, J., & Ugen, S. (2009). Similarities and differences of Luxembourgish and Romanophone 11 year old's spelling strategies in German and in French. *Written Language and Literacy*, 12, 82-96.
- Boehm, B., Brunner, M., Reichert, M., Ugen, S., Besch, E., Hansen, M.-A., & Martin, R. (2010). Lesekompetenz in Deutsch und Französisch. In SCRIPT & EMACS (Hrsg.), *PISA 2009. Nationaler Bericht Luxemburg*. (S. 78–92). Luxemburg: MENFP.
- Brunner, M., & Martin, R. (Hrsg.). (2011). *Die MAGRIP-Studie (1968-2009). Wie beeinflussen sozio-kognitive Merkmale von Kindern im Grundschulalter und ihre Bildungswege ihr späteres Leben als Erwachsene in Luxemburg?*. Luxemburg: Universität Luxemburg, EMACS.
- D'Angiulli, A., Siegel, L., & Serra, E. (2002). The development of reading in English and Italian in bilingual children. *Applied Psycholinguistics*, 22(04), 479–507. doi:10.1017/S0142716401004015
- Da Fontoura, H., & Siegel, L. (1995). Reading, syntactic, and working memory skills of bilingual Portuguese-English Canadian children. *Reading and Writing: An interdisciplinary Journal*, 7, 139–153.
- EMACS. (2012). *Épreuves Standardisées. Nationaler Bericht 2011-2012*. Luxemburg: Universität Luxemburg, EMACS.
- Geva, E., & Siegel, L. (2000). Orthographic and cognitive factors in the concurrent development of basic reading skills in two languages. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 12, 1–30. doi:doi:10.1023/A:1008017710115
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York & London: Routledge.
- Jimerson, S. R. (2001a). A synthesis of grade retention research: Looking backward and moving forward. *California School Psychologist*, 6, 47–59.
- Jimerson, S. R. (2001b). Meta-analysis of grade retention research: Implications for practice in the 21st century. *School Psychology Review*, 30(3), 420–437.
- Lesaux, N. K., Lipka, O., & Siegel, L. S. (2006). Investigating cognitive and linguistic abilities that influence the reading comprehension skills of children from diverse linguistic backgrounds. *Reading and Writing*, 19(1), 99–131. doi:10.1007/s11145-005-4713-6
- Mancilla-Martinez, J., & Lesaux, N. K. (2010). Predictors of reading comprehension for struggling readers: The case of Spanish-speaking language minority learners. *Journal of Educational Psychology*, 102(3), 701–711. doi:10.1037/a0019135
- McDonald, L. R., & Bean, L. C. (1992). Thinking of retaining a student? Try one or more of the twenty-five alternatives to retention. *Education*, 112(4), 567–570.
- MENFP. (2013). *Les chiffres clés de l'éducation nationale. Statistiques et indicateurs 2011-2012*. Luxemburg: MENFP.
- OECD. (2013). *Education at a glance 2013*. Paris: OECD Publishing.
- SCRIPT. (2004). *PISA 2003. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxemburg: MENFP.
- SCRIPT, & EMACS (Hrsg.). (2007). *PISA 2006. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxemburg: MENFP.
- SCRIPT, & EMACS (Hrsg.). (2010). *PISA 2009. Nationaler Bericht Luxemburg*. Luxemburg: MENFP.
- Seymour, P. H. K., Aro, M., & Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, 94, 143–174.
- Sylvén, L. K. (2013). CLIL in Sweden – why does it not work? A metaperspective on CLIL across contexts in Europe. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 16(3), 301–320. doi:10.1080/13670050.2013.777387
- Van Rinsveld, A., Brunner, M., Landerl, K., Schiltz, C., & Ugen, S. (2013, May). The influence of language on exact additions in bilinguals. Presentation at the *Annual Conference of the Belgian Association for Psychological Sciences*, Louvain-la-Neuve.

Auteurs:
Michel Lanners, Jos Bertemes

4.4

« Lessons learnt »

Zusammenfassung:

Dieser Beitrag beschreibt die Initiativen in der Luxemburger Bildungspolitik seit der ersten Durchführung des PISA-Tests im Jahr 2000 bis heute. Er begnügt sich jedoch nicht nur mit einer reinen Bestandsaufnahme der Initiativen der Regierung im Laufe der verschiedenen PISA-Zyklen, sondern setzt sich auch offen mit der Umsetzung, Wirkung und Nachhaltigkeit der bildungspolitischen Veränderungsmaßnahmen auseinander und untersucht die Rolle von PISA in Bezug auf diese Reformen.

Résumé :

Cet article retrace les initiatives en matière de politique éducative depuis la première passation de l'épreuve PISA en 2000 jusqu'à la plus récente. Il ne se contente cependant pas de dresser l'inventaire des initiatives gouvernementales au fil des épreuves PISA, mais il propose de jeter un regard franc sur la manière de mise en œuvre, l'impact et le caractère durable des changements que les décideurs politiques ont voulu enclencher pour déboucher sur la question du positionnement de PISA par rapport à ces réformes.

Le Luxembourg a participé à cinq études PISA : en 2000, 2003, 2006, 2009 et 2012. Les résultats des études ont à chaque fois été publiés en décembre de l'année suivante. Le Service de Coordination de la Recherche et de l'Innovation pédagogiques et technologiques (SCRIPT) coordonne la participation du Luxembourg depuis les débuts. À partir de l'édition 2006, l'Unité de Recherche EMACS (Educational Measurement and Applied Cognitive Science) de l'Université du Luxembourg est associée à l'analyse des résultats.

Trois types d'indicateurs sont produits par PISA :

- des indicateurs de performance dans les domaines testés ;
- des indicateurs contextuels permettant d'associer les résultats à certaines caractéristiques des élèves et des établissements ;
- des indicateurs de tendances révélant des changements en cours.

Depuis 2003, les résultats du Luxembourg se caractérisent par la stabilité relative des chiffres et le maintien d'un écart de performance entre certaines catégories d'élèves.

Eu égard aux coûts élevés du système éducatif au Luxembourg, les scores de l'École luxembourgeoise sont plutôt décevants. Les performances des élèves luxembourgeois se situent en dessous de la moyenne de l'OCDE pour les 3 domaines évalués (compréhension de l'écrit, culture mathématique, culture scientifique). La permanence des résultats illustre la difficulté de changer rapidement et durablement les performances d'un système éducatif. Seul le temps dira si les progrès montrés dans l'édition 2012 sont à mettre au crédit des initiatives engagées depuis 2000.

Parallèlement aux résultats globaux, certains phénomènes demeurent préoccupants au fil des éditions de PISA :

- écarts des résultats entre élèves de différents milieux socio-économiques,
- écarts des résultats entre élèves natifs et élèves étrangers,
- écarts des résultats entre garçons et filles.

La persistance de ces écarts traduit la difficulté de l'École luxembourgeoise à tenir compte dans les enseignements de la diversité de ses élèves. L'équité des chances demeure un défi à relever.

PISA 2000	Professionnalisation	PISA 2003	Plan d'action Langues	PISA 2006	Sciences naturelles	PISA 2009	Réforme Lycée	PISA 2012
	Projet PROCI		Épreuves standardisées		Approche par compétences		Plan de réussite scolaire	

Les initiatives gouvernementales au fil des épreuves PISA

Les rapports luxembourgeois sur les épreuves PISA ont été suivis d'analyses et de constats, auxquels les acteurs publics ont répondu par des initiatives structurelles et pédagogiques.

Mesures prises ou initiées entre 2000 et 2003

PISA 2000, première expérience du genre, a été marquée par des difficultés organisationnelles nuisant à la concentration des élèves. Le SCRIPT a alors mis en place une équipe professionnelle dédiée à PISA. Parallèlement, la diversité des profils linguistiques des élèves a été davantage prise en compte à partir de l'édition 2003, avec le choix donné aux élèves entre l'allemand et le français pour la passation de l'épreuve. Ces adaptations ont porté leurs fruits puisque entre 2000 et 2003, les résultats se sont améliorés de quelque 37 %.

Face à l'insuffisance des acquis scolaires de nos élèves révélée en décembre 2001 par PISA 2000, le ministère de l'Éducation nationale a conçu un projet pilote dans les classes inférieures de l'enseignement secondaire technique intitulé PROCI (« PROjet Cycle Inférieur »). Le projet a démarré en septembre 2003 initialement dans quatre établissements scolaires. Il vise à améliorer le suivi de l'élève pendant son parcours scolaire dans les classes inférieures et à optimiser l'orientation au terme de la classe de 9^e. Aujourd'hui cette expérience a été étendue à dix lycées représentant environ 23 % de la population d'élèves des classes inférieures de l'enseignement secondaire technique. Ses grands principes sont :

- une adaptation des contenus et des méthodes d'enseignement,
- une réduction du taux de redoublement des élèves,
- une plus grande responsabilisation de l'équipe pédagogique, qui accompagne la même classe de 7^e en 9^e.

Le projet PROCI a été évalué en 2007 de façon globalement positive et les concepts pédagogiques du PROCI (enseignement par compétences, encadrement par une équipe pédagogique stable, réduction du redoublement en 7^e et en 8^e, plus grande autonomie accordée aux lycées) ont été formalisés dans un cadre conceptuel, dont certains aspects ont été transposés dans le projet de loi sur l'enseignement secondaire.

Mesures prises ou initiées entre 2003 et 2006

PISA 2003 déclencha une large réflexion sur l'enseignement des langues. À partir de 2004, le ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle cherche, avec les acteurs scolaires, à répondre aux questions suivantes :

- Comment qualifier davantage et mieux les jeunes et éviter que les langues ne deviennent une barrière pour accéder à une qualification professionnelle ?
- Comment concilier la promotion d'un plurilinguisme de haut niveau pour tous les élèves avec une meilleure prise en compte des capacités individuelles ?
- Comment passer à une évaluation plus positive sans mettre en cause les exigences de rigueur, indispensables à l'apprentissage formel des langues ?

La première étape fut l'élaboration du profil de la politique linguistique éducative au Luxembourg par des experts du Conseil de l'Europe. Le profil a permis d'identifier les caractéristiques et les enjeux majeurs de l'enseignement des langues au Luxembourg et de tracer les perspectives d'évolution. À la suite du profil, un « plan d'action langues » a été élaboré pour 2007-2009, en étroite collaboration entre le ministère et l'Université du Luxembourg.

Le plan d'action langues visait au niveau curriculaire une précision des objectifs et des compétences à atteindre à des moments précis de la scolarité.

En 2006 et 2007, le ministère élabore et publie un cadre de référence : « Die Steuerung des Luxemburger Schulwesens ». Il est à la base d'un dispositif d'évaluation de l'école luxembourgeoise et met en place un système d'épreuves de référence, appelées « épreuves standardisées ». Celles-ci doivent donner au ministère une vue d'ensemble des acquis scolaires et un outil pour suivre l'impact des réformes. Elles servent en même temps d'instrument de développement de la qualité scolaire pour les établissements scolaires. Au niveau de la classe, l'enseignant peut comparer les performances de sa classe à la moyenne nationale et adapter son action pédagogique aux forces et faiblesses de ses élèves.

Mesures prises ou initiées entre 2006 et 2009

PISA 2006 indique que les élèves luxembourgeois ont des résultats satisfaisants en biologie, mais de nettes insuffisances en physique/chimie. Cela pourrait provenir de programmes d'enseignement ne tenant pas – ou pas suffisamment – compte d'éléments de physique et de chimie et faisant abstraction de leur interrelation.

En conséquence, le ministère de l'Éducation nationale a introduit un cours de sciences naturelles en 2008-2009 dans toutes les classes de 7^e de l'enseignement secondaire et secondaire technique, cours étendu aux classes de 6^e ES et 8^e EST en 2009-2010. Fondé sur une approche par compétences, ce cours met l'accent sur les activités d'observation, d'expérimentation et d'investigation ainsi que sur la résolution de situations-problèmes.

PISA 2006 a de nouveau mis en évidence la difficulté des élèves à transposer les savoirs acquis à l'école dans des contextes variés et complexes. L'Éducation nationale s'est ainsi vue confirmer la nécessité de mettre en place un enseignement fondé sur les compétences. Un large processus de consultation avait déjà démarré en 2005. Les travaux liés à l'approche par compétences se sont étalés sur de nombreuses années et ont impliqué des enseignants de tous les ordres d'enseignement.

L'approche par compétences ne se restreint pas à une redéfinition des contenus, elle s'appuie également sur une nouvelle conception de l'évaluation, davantage motivante et constructive. À l'élève et aux parents, elle permet de prendre conscience des progrès accomplis et à accomplir dans les différents domaines d'apprentissage. Au personnel enseignant, elle donne une vue précise des besoins individuels de chaque enfant et la possibilité de cibler les mesures d'appui ou d'enrichissement.

Mesures prises ou initiées entre 2009 et 2012

Les conclusions tirées de PISA 2009 soulignent la nécessité d'adapter l'enseignement secondaire luxembourgeois, conçu en 1968, à un environnement social, culturel et économique extrêmement divers et changeant, ainsi qu'aux exigences des universités. L'avenir des jeunes et la cohésion sociale du pays

en dépendent. Chaque élève doit avoir une chance de se qualifier au plus haut niveau possible, quelles que soient son origine, ses forces et ses faiblesses.

Après plusieurs années d'une consultation lancée en 2009, un projet de loi sur l'enseignement secondaire est déposé à la Chambre des députés en mai 2013.

Le but général de la réforme du lycée est de mieux préparer les jeunes aux études supérieures et à la vie d'adulte. Pour atteindre ce but, il convient de créer un meilleur encadrement, de permettre une orientation plus efficace aux classes inférieures et de développer chez les élèves des classes supérieures une vaste culture générale, tout en offrant une spécialisation progressive avec plus de choix. Les lycées et leurs acteurs devront disposer d'un cadre clair, avec des responsabilités mieux définies et des procédures précisées, afin de pouvoir réaliser ces missions.

Le projet de loi donne une place importante au développement de la qualité scolaire, à travers la création de cellules de développement scolaire et la mise en œuvre dans chaque lycée d'un plan de développement scolaire (PDS). Ce concept rejoint celui de plan de réussite scolaire (PRS) créé en 2009 pour l'enseignement fondamental. PRS et PDS sont des outils permettant à chaque établissement de choisir des moyens de réussite adaptés à leurs élèves et de gagner ainsi en autonomie.

Synthèse des actions décidées suite aux études PISA :

- 2001 : Professionnalisation de l'équipe en charge de PISA.
- 2003 : Mise en œuvre du projet « cycle inférieur » (PROCI).
- 2004 - 2007 : Travaux pour un réajustement de l'enseignement des langues suivi d'un plan d'action 2007-2009.
- À partir de 2004 : Développement des méthodologies d'évaluation au niveau national.
- 2007 : Introduction de l'approche par compétences.
- À partir de 2007 : Introduction de l'enseignement des sciences naturelles en 7^e et 6^e de l'enseignement secondaire et secondaire technique.
- À partir de 2010 : Introduction de la démarche qualité sous forme de plan de réussite scolaire (PRS) à l'enseignement fondamental et sous forme de plan de développement scolaire (PDS) dans les lycées.
- 2013 : Projet de réforme de l'enseignement secondaire et secondaire technique.

Regards sur la méthode et l'impact de l'implémentation des réformes au Luxembourg

Qu'il nous soit permis de jeter à cet instant un regard franc non pas sur la pertinence des réformes introduites mais sur la manière, l'impact et le caractère durable des changements que les décideurs politiques ont voulu enclencher.

Force est de constater que dans le domaine de l'éducation toute réforme se négocie au prix fort. Chaque initiative politique se doit d'être co-construite avec les acteurs de l'école, toute imposition d'en haut s'exposant à des blocages lors de la

mise en œuvre sur le terrain. Les enseignants bénéficient d'une large autonomie professionnelle et leur activité pédagogique n'est que rarement évaluée.

En raison des négociations incontournables, le fossé peut être profond entre les ambitions initiales d'un projet et son aboutissement. Dans le cadre du projet PROCI par exemple, un des objectifs initiaux était de supprimer les redoublements et de maintenir une équipe stable au cours du cycle inférieur. Or les établissements ont interprété différemment ces consignes et ont mis en œuvre des actions différentes. Le test PISA de 2006 a montré que le projet PROCI a un effet positif sur les performances scolaires en comparaison avec des écoles non-PROCI et que les résultats initiaux se confirment au fil des études en 2009 et 2012. Malheureusement, dû à la grande diversité au niveau de la mise en œuvre, les données ne permettent pas d'identifier à quels facteurs les avancées sont à imputer précisément.

Dans d'autres cas, certaines mesures¹ n'ont pas bénéficié du soutien institutionnel nécessaire dans la durée et les progrès réalisés n'ont pas pu être transposés dans la pratique quotidienne de façon durable. Voici encore une caractéristique particulière du système éducatif national.

L'introduction d'un cours intégré de sciences naturelles en 7^e et 6^e ES ainsi qu'en 8^e EST illustre également la difficulté à maintenir le cap d'une innovation. L'étude PISA 2012 montre que les résultats en sciences sont en progression et que l'initiative commence à porter ses fruits. Cependant les discussions sur l'opportunité et la nécessité pédagogique d'un cours de sciences naturelles n'ont jamais cessé et l'on constate régulièrement des tendances à s'éloigner des objectifs initiaux du projet.

Les lycées devraient fonctionner comme des organisations apprenantes², aptes à réfléchir sur leur manière de fonctionner. Tous les acteurs de chaque établissement devraient adhérer à un projet commun et participer aux échanges et aux activités de formation continue.

Or, la taille des lycées – qui comptent rarement moins de 100 enseignants – et l'absence de hiérarchies intermédiaires entre la direction et les équipes pédagogiques, rendent difficile un tel fonctionnement idéal.

Par ailleurs, il est nécessaire de s'interroger sur les critères d'appréciation d'un système éducatif. Les résultats d'épreuves visant à mesurer les performances scolaires individuelles – qu'il s'agisse de PISA ou qu'il s'agisse d'épreuves standardisées nationales – sont-ils des jauges pertinentes pour un système sco-

laire ? Et est-ce que les résultats ont la même signification pour tous les acteurs ? Cette question épineuse doit être abordée avec moult précautions puisque le produit des enseignements ne peut se mesurer de façon simple et univoque. L'étude PISA en est un parfait exemple. Critiqué par d'aucuns et loué par d'autres, PISA a l'avantage de présenter des résultats facilement communicables, permettant une comparaison aisée entre pays. Mais cette « simplification » empêche une interprétation plus nuancée de performances réelles. L'école ne se résume pas à un assemblage de chiffres. Une démarche qualité au sein du système éducatif doit être abordée avec mesure en prenant en compte un large éventail de critères reflétant la complexité du système.

La guerre des idéologies n'a plus lieu d'être : l'essor des sciences de l'éducation et le développement des neurosciences produisent des connaissances de plus en plus fiables conférant aux observations personnelles un statut de moindre importance. En outre, l'essor de la collecte et de l'analyse des données empiriques sur le fonctionnement des systèmes éducatifs permet désormais de motiver objectivement certaines innovations et réformes.

Si la guerre des idéologies n'a plus lieu d'être, il faut bien constater que certaines idéologies résistent plutôt aux faits scientifiques. En guise d'exemple, il convient de citer le redoublement qui, bien que désavoué par la grande majorité des études, demeure une option pédagogique très fréquente dans les lycées et écoles luxembourgeois. De même, on ne peut aujourd'hui continuer à envisager l'apprentissage des langues comme seul effort cognitif de mémorisation, les sciences de l'éducation ayant démontré le rôle d'autres méthodes recourant intensément à la pratique de l'oral et de l'écoute. La place de l'élève n'est plus non plus celle de simple objet d'enseignement. Il doit être responsabilisé comme acteur de ses apprentissages. Ce changement de paradigme implique un autre changement, celui du statut de l'enseignant. De dispensateur de savoirs, celui-ci est devenu accompagnateur pour l'acquisition de compétences en classe. Ce changement est de loin celui qui bouscule le plus les habitudes du corps enseignant, lequel se trouve aujourd'hui au Luxembourg en pleine tourmente.

Quelles peuvent être maintenant les conséquences de tels bouleversements ?

L'offre scolaire de l'école publique est-elle encore pertinente si l'on tient compte des mutations sociétales de ces dernières années ? La conception de l'école luxembourgeoise reflète trop souvent encore celle des années 1960, caractérisée par une

¹ Dans le cadre des projets d'établissement, force est de constater que les lycées ont été davantage encouragés à la créativité en réinventant au terme de chaque projet un nouveau projet pour leur établissement. Ainsi, l'élan acquis par l'équipe en charge du projet précédent risquait de se perdre avec la mise en œuvre d'un nouveau projet poursuivant des objectifs différents.

² Une organisation apprenante est une organisation qui apprend de son expérience et tire les bénéfices des compétences qu'elle acquiert. Ce qui résulte des personnes qui réfléchissent et apprennent ensemble est en effet plus grand que ce qui résulte des personnes qui apprennent individuellement.

population homogène et un mode de vie qui n'est plus. L'organisation de l'école et son offre scolaire sont trop rigides par rapport aux besoins nouveaux et hétérogènes de jeunes d'origines diverses. Le système éducatif n'arrive pas à répondre avec suffisamment de souplesse aux caractéristiques langagières des élèves. Le débat de fond, engagé en 2004, sur la politique de l'enseignement des langues, devrait être relancé par une discussion nationale. Il importe de clarifier le statut des différentes langues dans le système scolaire, qu'il s'agisse de la valorisation de la langue maternelle, de la langue d'alphabétisation ou de niveaux d'exigence différents entre les langues.

La diversité des élèves est insuffisamment prise en compte ; le recrutement des enseignants est, lui, insuffisamment ... divers. Très rigide et visant surtout à tenir compte des exigences de la Fonction publique de l'État luxembourgeois, le recrutement reflète les besoins d'une administration et fait fi des nouveaux besoins dans les lycées et écoles, tels que la maîtrise d'autres langues que celles reconnues au Luxembourg.

L'école luxembourgeoise est appelée à s'adapter face aux changements de la société et aux demandes qui en découlent. La disponibilité parentale est beaucoup plus limitée que hier, l'accès à l'information s'est démocratisée avec l'essor des nouveaux média : l'enseignant ne peut plus se contenter de transmettre des savoirs, il devra aussi se faire accompagnateur et facilitateur des apprentissages tout autant qu'éducateur. Il faudra adapter les missions de l'école aux réalités démographiques et sociologiques et y greffer une réflexion sur le statut et les nouvelles responsabilités de l'enseignant.

Tous ces constats peuvent être résumés par l'affirmation que nous vivons dans une époque où tout change et de plus en plus vite. Il appartient au système éducatif luxembourgeois de préparer les élèves à cette nouvelle dynamique imposée par le contexte international tout en conservant des racines qui, pour la société multiculturelle et plurilingue au Luxembourg, sont par nature multiformes.

Conclusions provisoires

La participation du Luxembourg au programme PISA est certes un catalyseur pour l'engagement de réformes. Toutefois, elle ne constitue ni une garantie pour faire évoluer le système éducatif, ni un livre de recettes toutes faites.

Il incombe aux responsables politiques de communiquer les enseignements dégagés par PISA, en évitant les simplifications et conclusions hâtives. Tel un thermomètre, l'évaluation des acquis des élèves dans PISA permet d'identifier des poussées (parfois fortes) de fièvre dans tel ou tel domaine scolaire. L'analyse des données contextuelles peut aider à identifier l'origine de la fièvre. Cependant PISA ne délivre pas de solutions clé en main, tout au plus des indications pour des solutions potentielles.

Nous ne pouvons donc que recommander de poursuivre avec prudence et ambition l'interprétation des résultats de PISA.

En guise de conclusion, il convient de voir large. La responsabilité politique dépasse le contexte de l'éducation nationale. L'éducation est de moins en moins un secteur à part dans le contexte des politiques nationales. L'éducation est un élément important pour la préparation des jeunes au marché du travail et à leurs responsabilités citoyennes. Des contenus transversaux comme l'éducation au développement durable, l'éducation affective et sexuelle, l'éducation financière ... sans être des disciplines scolaires deviennent des objets d'enseignement importants. L'éducation est donc en quelque sorte un objet politique à responsabilité partagée. Cette responsabilité partagée implique une bonne coopération entre les acteurs concernés. Enfin, il serait vain de croire que le Luxembourg puisse se soustraire à l'influence du contexte international. Celui-ci marque les orientations des politiques éducatives, y compris au Luxembourg. À nous tous de veiller à ce que ces impulsions demeurent pour le bien des élèves qui nous sont confiés.

Autorinnen und Autoren

Jos Bertemes

Sekundarschullehrer für Mathematik - Jos Bertemes ist Direktor des Service de Coordination de la Recherche et de l'Innovation pédagogiques et technologiques (SCRIPT) im Ministerium für Erziehung und Berufsausbildung. Er vertritt Luxemburg im Centre for Educational Research and Innovation (CERI) sowie im Consortium of Institutions for Development and Research in Education in Europe (CIDREE). Außerdem ist er Mitglied des Conseil scientifique des CEPS-INSTEAD.

Bettina Boehm

Dipl.-Psych. – Ministerium für Erziehung und Berufsausbildung, Service de Coordination de la Recherche et de l'Innovation pédagogiques et technologiques (SCRIPT), Agentur für Schulqualität. Bettina Boehm ist Projektkoordinatorin der PISA-Studie in Luxemburg. Ihr Aufgabenschwerpunkt liegt in der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der PISA-Studie. Sie vertritt Luxemburg als PISA National Project Manager (NPM) bei der OECD.

Martin Brunner

Prof. Dr. Martin Brunner ist Wissenschaftlicher Leiter und Geschäftsführer des Instituts für Schulqualität der Länder Berlin und Brandenburg sowie Professor an der Freien Universität Berlin. Seine Forschungsschwerpunkte sind Evaluation und Qualitätssicherung im Bildungswesen und Large-Scale Assessment. Vor dem Ruf nach Berlin forschte Professor Brunner zu diesen Themen auch in Luxemburg, er war unter anderem zusammen mit Professor Romain Martin seitens der Universität Luxemburg für den PISA 2009 Bericht verantwortlich.

Christophe Dierendonck

Instituteur primaire de formation et titulaire d'un doctorat, d'un diplôme d'études approfondies et d'un master en sciences de l'éducation obtenus à l'Université de Liège, il est adjoint de recherche à l'Université du Luxembourg au sein de l'unité de recherche EMACS depuis 2004. Il s'intéresse en particulier au fonctionnement et au pilotage des systèmes éducatifs, à l'évaluation des apprentissages des élèves et à la relation entre l'école et les familles.

Antoine Fischbach

Dr. rer. nat. im Fach Psychologie und ausgebildeter Grundschullehrer; Research Scientist an der Universität Luxemburg in der Forschungseinheit EMACS. Antoine (Tun) Fischbach ist Geschäftsführer des nationalen Bildungsmonitoringprogramms (i. e. ÉpStan, PISA) auf Seiten der Universität. Zu seinen Verantwortungsbereichen gehören die Konzeption und Implementierung von Large-Scale-Assessment-Studien, sowie der Aufbau und die statistische Auswertung einer längsschnittlich angelegten, nationalen Schülerdatenbank. Weitere Forschungsinteressen sind Lehrerurteile und Hochbegabung.

Sylvie Gamo

Docteure en Mathématiques et en Psychologie cognitive, Sylvie Gamo a enseigné les mathématiques dans le secondaire, puis la didactique des mathématiques, la psychologie cognitive et la psychologie des apprentissages. Depuis 2012, elle est collaboratrice scientifique à l'Université du Luxembourg. Elle travaille dans le domaine de la conception d'items en mathématiques pour l'évaluation de compétences scolaires. Ses recherches portent sur l'étude des mécanismes cognitifs impliqués dans les activités de compréhension, de raisonnement et d'acquisition des connaissances.

Danielle Hoffmann

Docteur en psychologie et neuropsychologue. Danielle Hoffmann travaille en tant que collaborateur scientifique à l'Université du Luxembourg au sein de l'unité de recherche EMACS. Danielle est impliquée dans le projet des épreuves standardisées, évaluant le système scolaire luxembourgeois. Plus particulièrement elle s'intéresse à l'évaluation des compétences scolaires précoces. En outre, elle s'intéresse au développement des représentations numériques et à la question dans quelle mesure ces processus varient d'une personne à l'autre.

Caroline Hornung

Docteur en psychologie, psychologue du développement cognitif et institutrice dans l'enseignement fondamental, Caroline Hornung, détachée par le Ministère de l'Éducation Nationale, travaille au sein de l'unité de recherche EMACS afin de développer les épreuves standardisées. Ces épreuves visent à évaluer les compétences en mathématiques, en compréhension de l'oral et en compréhension de l'écrit des élèves au début du cycle 2.1. Caroline s'intéresse spécifiquement au développement des compétences en mathématiques et en lecture et s'interroge sur rôle de la mémoire de travail dans ces différents apprentissages.

Amina Kafai

BA (Statistik) und MA (Pädagogik) – Amina Kafai ist Leiterin der Agence pour le Développement de la Qualité Scolaire (ADQS) im Service de Coordination de la Recherche et de l'Innovation pédagogiques et technologiques (SCRIPT), Ministerium für Erziehung und Berufsausbildung. Sie vertritt Luxemburg im PISA Government Board (PGB) der OECD und in der General Assembly der International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).

Ulrich Keller

Dipl.-Psych. Ulrich Keller - Universität Luxemburg, Forschungsgruppe EMACS. Ulrich Keller ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Luxemburg. Er arbeitet an mehreren Projekten mit, die das luxemburgische Schulsystem im nationalen und internationalen Kontext evaluieren. Seine Forschungsinteressen gelten vor allem den Methoden der sozial-wissenschaftlichen Statistik – etwa zur Schätzung von Schuleffekten – sowie Verfahren zur computergestützten Kompetenzmessung.

Michel Lanners

Michel Lanners ist erster Regierungsrat im Ministerium für Erziehung und Berufsausbildung. Er vertritt Luxemburg im Education Comitee der OECD und war von 2001–2009 verantwortlich für PISA in Luxemburg.

Dalia Lorphelin

Statisticienne spécialisée dans le domaine de l'aide à la décision, actuellement collaborateur scientifique au sein de l'unité de recherche EMACS à l'Université du Luxembourg. Ses intérêts s'orientent tout particulièrement vers les domaines du school monitoring et large scale studies et plus précisément aux aspects statistiques et méthodologiques d'évaluation impliqués.

Romain Martin

Prof. Dr., Leiter der Forschungseinheit EMACS. Prof. Martin interessiert sich für die Messung kognitiver und schulischer Kompetenzen und für deren Zusammenhang mit Lernumgebungen und dem sozio-demographischen Hintergrund von Schülerinnen und Schülern. Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf den Einsatz computergestützter Testverfahren und neuropsychologischer Grundlagen gerichtet. Er arbeitet seit über 10 Jahren bei internationalen Vergleichsstudien mit und ist auch in den internationalen Konsortien aktiv, welche diese Studien umsetzen. Für PISA 2012 war er Mitglied der internationalen Expertengruppe für die Messung der Problemlösekompetenz.

Claire Muller

Doktorandin an der Universität Luxemburg, Forschungsgruppe EMACS. Claire Muller entwickelt im Rahmen ihrer Doktorarbeit einen neuartigen Test kognitiver Kompetenzen, welcher den besonderen Bedürfnissen der vielsprachigen luxemburgischen Schülerpopulation gerecht wird. Ihr Forschungsinteresse gilt neben der Evaluation kognitiver Kompetenzen, sowie deren Einfluss auf verschiedene Lebensbereiche, auch den spezifischen Methoden zur Erfassung latenter Merkmale und zur Testinstruktion im Besonderen.

Monique Reichert

Dr. Monique Reichert ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Luxemburg, Forschungseinheit EMACS. Sie wirkt seit 2006 an der Durchführung und Auswertung von nationalen und internationalen Studien zur Erfassung zentraler Schülerkompetenzen mit. Zu ihren Verantwortungsbereichen gehören die Entwicklung und Begutachtung von Sprachtests – insbesondere von Deutsch und Französisch Lesetests und von Tests zur Erfassung der allgemeinen Sprachkompetenz. Ihre Forschungsinteressen gelten vor allem der Untersuchung der Struktur und der Entwicklung sprachlicher Kompetenzen.

Philipp Sonnleitner

Mag. in Psychologie und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Luxemburg in der Forschungseinheit EMACS. Philipp Sonnleitner arbeitet im Bereich der Evaluation des luxemburgischen Schulsystems und beschäftigt sich insbesondere mit der Konzeption und Entwicklung von Testverfahren zu fachspezifischen und cross-curricularen Kompetenzen. Seine Forschungsinteressen gelten dabei unter anderem der optimalen Nutzung computerbasierter Technologie zur besseren Erfassung von angewandten Problemlösestrategien der Schülerinnen und Schüler.

Marion Spengler

Dr. in Psychologie (Universität des Saarlandes) und research associate in der Forschungsgruppe EMACS an der Universität Luxemburg. Marion Spengler arbeitet im Projekt PELEDU, welches sich mit dem Zusammenhang von Persönlichkeit, Bildungserfolg und wichtigen Outcomevariablen über die Lebensspanne beschäftigt (z. B. Berufserfolg, Gesundheit). Ihr Forschungsschwerpunkt liegt weiterhin in der statistischen Auswertung von Längsschnittstudien, wie beispielsweise PISA. Weiterhin beschäftigt sie sich mit Fragen zur Veränderung und Determiniertheit von Persönlichkeit und Intelligenz über die Lebensspanne.

Sonja Ugen

Dr. in Psychologie und Erziehungswissenschaften; Research Associate an der Universität Luxemburg in der Forschungseinheit EMACS. Sonja Ugen ist Geschäftsführerin des nationalen Bildungsmonitoringprogramms (i. e. ÉpStan, PISA) auf Seiten der Universität. Zu ihren Verantwortungsbereichen gehören die Konzeption und Implementation von Large-Scale-Assessment-Studien sowie der Aufbau und die statistische Auswertung einer längsschnittlich angelegten, nationalen Schülerdatenbank. Weitere Forschungsinteressen und Projekte liegen im Bereich der Entwicklungspsychologie und gelten vor allem dem Lese- und Schreiberwerbs sowie dem Einfluss von Sprache auf mathematische Prozesse in einem multilingualen Kontext.

Denise Villányi

Dipl.-Päd. Denise Villányi – Universität Luxemburg, Forschungsgruppe EMACS. Denise Villányi ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Luxemburg. Sie arbeitet im Bereich der Evaluation des luxemburgischen Schulsystems. Ihre Forschungsinteressen sind die Schul- und Unterrichtsentwicklung sowie die Kooperation zwischen Schule und Elternhaus.

Joëlle Vlassis

Joëlle Vlassis (PhD) est Professeure Associée à l'Université du Luxembourg depuis 2006. Ses activités d'enseignement et de recherche se situent dans le domaine de l'éducation mathématique. Elle est impliquée dans le bachelor en sciences de l'éducation visant la formation des futurs enseignants. Ses principales activités de recherche concernent le développement professionnel des enseignants, la résolution de problèmes arithmétiques, les premières compétences numériques ainsi que la transition arithmétique-algèbre.

Gina Wrobel

Betriebswirtin, Germanistin und Mitarbeiterin an der Universität Luxemburg in der Forschungseinheit EMACS. Gina Wrobel arbeitet im Bereich der Evaluation des luxemburgischen Schulsystems und der Entwicklung von Aufgaben zur Messung schulischer Kompetenzen. Insbesondere ist sie an der Entwicklung von Aufgaben zur Messung des Lese- und Hörverstehens in der Grundschule beteiligt. Ihre Forschungsinteressen liegen unter anderem in der Kultur- und Sprachvermittlung in unterschiedlichen kulturellen Kontexten.



PISA 2012

Nationaler Bericht Luxemburg



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale
et de la Formation professionnelle



UNIVERSITÉ DU
LUXEMBOURG