

Vera Freundl und Pietro Sancassani

Wie wirken sich fachspezifische Lehrkraftqualifikationen auf Schülerleistungen in den Naturwissenschaften aus?

Was macht eine gute Lehrkraft aus? Dies ist eine der zentralen Frage der Bildungsökonomik. Manche Studien zeigen, dass fachspezifische Qualifikationen eine bessere Aussagekraft über die Qualität der Lehrkräfte haben (Monk und King 1994; Goldhaber und Brewer 1997, 2000; Croninger et al. 2007; Clotfelter, Ladd und Vigdor 2010) als allgemeine Qualifikationen (Hanushek 1986; Rivkin, Hanushek und Kain 2005; Clotfelter, Ladd und Vigdor 2007; Buddin und Zamarro 2009; Staiger und Rockoff 2010; Ladd und Sorensen 2015). Allerdings basiert die überwiegende Mehrheit der Studien über fachspezifische Lehrkraftqualifikationen auf Daten aus den USA. Es ist damit unklar, inwiefern die Ergebnisse auf andere Länder übertragen werden können, da die Lehrkraftausbildung von Land zu Land sehr unterschiedlich sein kann (Blömeke, Kaiser und Lehmann 2010; Tatto et al. 2012). Die mangelnde internationale Evidenz ist besonders problematisch für Entwicklungsländer, die wohl am meisten von einer Verbesserung der Schülerleistungen profitieren würden (Hanushek und Wößmann 2015). Sancassani (2023) untersucht daher anhand internationaler Daten, wie sich fachspezifische Lehrkraftqualifikationen auf Schülerleistungen in den Naturwissenschaften auswirken. Die Vorgehensweise und Ergebnisse dieser Studie werden im Folgenden berichtet.¹

DIE MESSUNG VON LEHRKRAFTQUALIFIKATIONEN

Die Datenbasis der hier berichteten Studie ist die internationale Schülerleistungsstudie *Trends in Mathematics and Science Study 2015* (TIMSS 2015; vgl. Box »Datenbasis« für Details). Dieser Datensatz beinhaltet Informationen zu den fachspezifischen Qualifikationen der Lehrkräfte sowie zu den naturwissenschaftlichen Testleistungen von Schüler*innen der achten Klasse in vier Fächern – Biologie, Chemie, Physik und Erdkunde.

Die fachspezifischen Lehrkraftqualifikationen in den Naturwissenschaften werden durch einen Fragebogen erhoben, in dem die Lehrkräfte aus einer vorgegebenen Liste die Schwerpunkte ihrer Hochschulausbildung auswählen können. Die Auswahlmöglichkeiten sind Biologie, Physik, Chemie und Erdkunde.² Die

¹ Dieser Artikel ist eine Kurzversion von Sancassani (2023).

² Die Lehrkräfte können auch andere Fächer(-kombinationen), wie z.B. Mathematik oder Mathematik-Pädagogik auswählen, die aber nicht als naturwissenschaftliche fachspezifische Qualifikationen zählen.

IN KÜRZE

Die Testleistungen von Schüler*innen in den naturwissenschaftlichen Einzelfächern sind um 3,5 % besser als der Durchschnitt, wenn ihre Lehrkraft eine Qualifikation im betreffenden Fach hat. Dies zeigt eine Analyse der internationalen Schülerleistungsdaten TIMSS 2015 in den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Erdkunde von Sancassani (2023). 20 % des Effekts sind darauf zurückzuführen, dass sich Lehrkräfte mit fachspezifischen Qualifikationen sicherer fühlen, die jeweiligen Themen zu unterrichten. Der positive Effekt ist besonders stark für Mädchen sowie für benachteiligte Schüler*innen. Außerdem profitieren insbesondere Schulkinder in Entwicklungsländern sowie in Ländern mit geringeren naturwissenschaftlichen Bildungsleistungen vom Unterricht durch Lehrkräfte mit fachspezifischen Qualifikationen. Die Ergebnisse legen nahe, dass der Erwerb fachspezifischer Qualifikationen gefördert werden sollte – insbesondere dort, wo Lehrkräfte Schüler*innen aus benachteiligten Verhältnissen oder Regionen unterrichten.

Lehrkräfte können so viele Hauptfächer angeben, wie sie für richtig erachten. Im Durchschnitt werden Schüler*innen in den Naturwissenschaften von Lehrkräften mit 1,24 fachspezifischen Qualifikationen unterrichtet, und 73% der Schüler*innen haben Lehrkräfte, die mindestens eine naturwissenschaftliche fachspezifische Qualifikation besitzen (vgl. Tab. A1). Dies variiert zwar stark zwischen den Ländern, die an TIMSS 2015 teilnehmen, doch lassen die Daten darauf schließen, dass die meisten Naturwissenschaftslehrkräfte der 8. Klasse in mindestens einem der von ihnen unterrichteten Fächer Kenntnisse auf Universitätsniveau erworben haben. Biologie ist die häufigste fachspezifische Qualifikation: 42% der Schüler*innen werden von einer Lehrkraft mit Hauptfach Biologie unterrichtet, gefolgt von Chemie (36%), Physik (31%) und Erdkunde (20%). Die Lehrkräfte geben an, im Durchschnitt 14,54 Jahre Lehrerfahrung zu haben. Der Anteil der weiblichen Lehrkräfte liegt bei 58%. Die durchschnittliche wöchentliche Unterrichtszeit in den Naturwissenschaften beträgt insgesamt 5,65 Stunden.

Inwiefern sich Qualifikationen der Lehrkräfte auf Schülerleistungen auswirken, ist oftmals schwierig zu

DIE DATENBASIS

Die Analysen beruhen auf den Daten des internationalen Schülerleistungstests *Trends in Mathematics and Science Study* (TIMSS). TIMSS bietet durch die Stichprobenziehung ganzer Klassen den idealen Rahmen für die Untersuchung der Beziehung zwischen Lehrkraftqualifikationen und Schülerleistungen. Neben den mathematischen und naturwissenschaftlichen Leistungen von Schüler*innen der 4. und 8. Klasse erhebt TIMSS zudem umfangreiche Hintergrundinformationen über Schulkinder, Lehrkräfte und Schulen.

Sancassani (2023) verwendet individuelle Testleistungen von Schüler*innen der 8. Klasse in den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Erdkunde (siehe Mullis und Martin (2013) für Details zum Bewertungskonzept von TIMSS 2015). Schulkinder der 4. Klasse werden ausgeschlossen, da Grundschullehrkräfte in der Regel eine allgemeinere, weniger fachspezifische Aus-

bildung absolvieren (Tatto et al. 2012). 2015 nahmen 40 Länder für die 8. Klasse an TIMSS teil. Davon werden diejenigen 30 Länder für die Analysen verwendet, in denen eine einzelne Lehrkraft alle vier oben genannten naturwissenschaftlichen Fächer als »integriertes Fach« unterrichtet. Es werden alle Schulkinder ausgeschlossen, die von mehr als einer Lehrkraft in den Naturwissenschaften unterrichtet werden. Die daraus resultierende Stichprobe umfasst 224 454 Schüler*innen und 11 243 Lehrkräfte.

Die Unterscheidung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern geht aus der Klassifizierung »World Economic Situation and Prospects« (WESP) aus dem Jahr 2014 hervor (United Nations 2014). Für die Messung des Bruttonationaleinkommens pro Kopf im Jahr werden Daten der Weltbank aus dem Jahr 2015 benutzt (World Bank 2021).

messen. Beispielsweise können nicht-beobachtbare Merkmale von Schüler*innen und Lehrkräften die Ergebnisse verfälschen. Die Studie betrachtet deshalb ausschließlich die Variation innerhalb von Schüler*innen und Lehrkräften über die verschiedenen naturwissenschaftlichen Fächer hinweg. Dabei werden nur diejenigen 30 Länder verwendet, in denen eine einzelne Lehrkraft Biologie, Chemie, Physik und Erdkunde als »integriertes Fach« unterrichtet. Die Schätzungen sind somit nicht durch unbeobachtete Schüler*innen- oder Lehrkraftmerkmale verzerrt und berücksichtigen Charakteristika der Schulkinder und Lehrkräfte, die über die Fächer hinweg gleich bleiben (z.B. den sozioökonomischen Hintergrund der Schüler*innen).

ERGEBNISSE

Fachspezifische Qualifikationen von Lehrkräften haben einen positiven und signifikanten Effekt auf naturwissenschaftliche Schülerleistungen. Dies zeigt die Datenanalyse, wenn man den oben beschriebenen Ansatz verwendet. Konkret: Testleistungen von Schüler*innen steigen um 3,5% einer Standardabweichung in dem Fach, in dem Lehrkräfte eine spezifische Qualifikation besitzen. Wenn Schüler*innen von einer fachspezifisch qualifizierten Lehrkraft unterrichtet werden, so entspricht dieser Effekt umgerechnet einer Erhöhung der wöchentlichen Unterrichtszeit um etwas mehr als zwei Stunden (im Vergleich zum Unterricht bei einer Lehrkraft ohne fachspezifische Qualifikationen). Angesichts der Dauer der Sekundarstufe, die im weltweiten Durchschnitt etwa sechs Jahre beträgt, ist dieser Effekt erheblich (UNESCO 2021). Zudem lässt sich berechnen, dass jede*r Schüler*in im Durchschnitt etwa 6 825 US-Dollar an Lebensinkommen mehr verdient, wenn er oder sie in nur einer Jahrgangsstufe von

einer Lehrkraft mit fachspezifischen Qualifikationen unterrichtet wird. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass die Variation in der Effektivität der Lehrkräfte in diesem internationalen Datensatz ähnlich zur jener in Studien auf US-amerikanischer Datenbasis ist (z. B. Jackson, Rockoff und Staiger 2014) und die fachspezifischen Qualifikationen der Lehrkräfte somit etwa 17,5% der Unterschiede in der Lehrkräfteffektivität erklären.

Um festzustellen, ob diese Ergebnisse belastbar sind, führt Sancassani (2023) mehrere Robustheitstests durch. Beispielsweise repliziert er die Analysen anhand der TIMSS-Daten aus dem Jahr 2011, um für den Anteil der Unterrichtszeit zu kontrollieren, den die Lehrkräfte den einzelnen naturwissenschaftlichen Fächern widmen. Die Hauptergebnisse können mit diesem Datensatz repliziert werden und sind robust, wenn man die Unterrichtszeit berücksichtigt. Die Ergebnisse halten zudem stand, wenn nur diejenigen Schüler*innen in den TIMSS-2015-Daten betrachtet werden, die in weniger dicht besiedelten Regionen wohnen. Sie bleiben zudem robust, wenn jeweils ein Schulfach oder Land aus den Analysen ausgeschlossen wird, oder wenn die Gewichtung der Länder geändert wird.

Ergebnisse für unterschiedliche Schülergruppen

Die bildungsökonomische Forschung zeigt, dass das Geschlecht von Schulkindern und Lehrkräften den Bildungserfolg beeinflusst (Dee 2005; Paredes 2014; Lim und Meer 2017; Sansone 2017). Besonders wichtig ist dieser Aspekt im Hinblick auf die Naturwissenschaften, in denen Frauen seit jeher unterrepräsentiert sind. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen darauf schließen, dass Mädchen stärker als Jungen davon profitieren, von einer Lehrkraft mit fachspezifischen naturwissenschaftlichen Qualifikationen unter-

richtet zu werden. Dieser Effekt verstärkt sich weiter, wenn die Schülerinnen von weiblichen Lehrkräften unterrichtet werden. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass Mädchen mehr Selbstvertrauen beim Erlernen von naturwissenschaftlichen Inhalten entwickeln, wenn die Lehrkraft das gleiche Geschlecht hat. In der Literatur ist dies als »Vorbild-Effekt« bekannt (Dee 2005; Paredes 2014), wonach Mädchen vom Unterricht durch Lehrerinnen profitieren, ohne dass dies negative Auswirkungen auf Jungen hat. Das Geschlecht der Lehrkräfte allein scheint keine Rolle für die Wirksamkeit der fachspezifischen Qualifikationen zu spielen. Die fachspezifischen Qualifikationen von Lehrkräften wirken sich zudem besonders positiv auf benachteiligte Schulkinder aus – sie profitieren also besonders stark vom Unterricht durch eine fachspezifisch qualifizierte Lehrkraft.

Ergebnisse nach Lehrkraftausbildung und -erfahrung

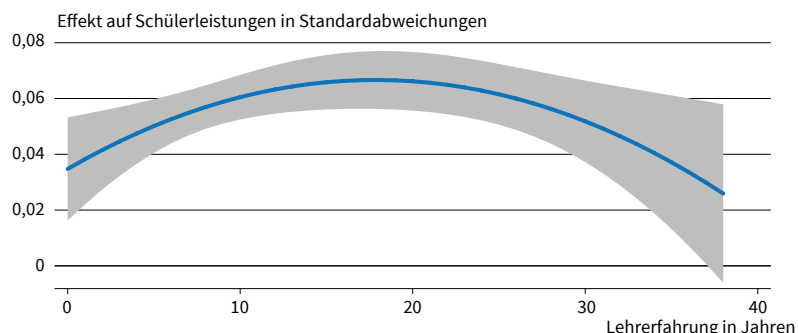
Was die Lehrkräfte betrifft, so ist die Wirkung der fachspezifischen Qualifikationen stärker bei denjenigen Lehrer*innen, die zusätzlich zu ihrer fachlichen Ausbildung auch Pädagogik als Hauptfach studiert haben. Das pädagogische Wissen der Lehrkräfte sowie deren Fachwissen scheinen also komplementäre Bestandteile eines effektiven Unterrichts zu sein. Interessanterweise folgt der Effekt der fachspezifischen Qualifikationen auf die Schülerleistungen einem konkaven Verlauf, wenn man die Erfahrung der Lehrkräfte berücksichtigt (vgl. Abb. 1). Die testleistungssteigernde Wirkung der fachspezifischen Qualifikationen erreicht ihren Höhepunkt in der Mitte der Karriere (bei etwa 18 Jahren Lehrererfahrung), nimmt danach jedoch ab. Es ist möglich, dass das beobachtete Muster auf einen Erfahrungseffekt zurückzuführen ist und Lehrkräfte ihre Effektivität in der ersten Phase ihrer Laufbahn verbessern. Ein nicht-linearer Zusammenhang zwischen der Erfahrung der Lehrkräfte und den Testleistungen der Schüler*innen ist auch in der Literatur weithin dokumentiert (z.B. Rivkin, Hanushek und Kain 2005; Boyd et al. 2008; Clotfelter, Ladd und Vigdor 2010).

Ergebnisse für unterschiedliche Ländergruppen

Die TIMSS-2015-Daten beinhalten eine große Anzahl an Ländern, die hinsichtlich ihrer durchschnittlichen naturwissenschaftlichen Schülerleistungen, ihrer wirtschaftlichen Entwicklung oder ihrer geografischen Lage sehr verschieden sind (vgl. Abb. 2 für eine Darstellung der analysierten Länder). Dies ist für die externe Validität der Ergebnisse von Vorteil, birgt aber auch zusätzliche Herausforderungen: Wenn die Lehrkraftausbildung in den einzelnen Ländern stark variiert, können sich auch die Effekte fachspezifischer Qualifikationen unterscheiden. Daher werden im Folgenden OECD-Länder und Nicht-OECD-Länder separat betrachtet (vgl. Tab. A1 für deskriptive Statistiken zu den einzel-

Abb. 1

Effekt der fachspezifischen Qualifikationen von Lehrkräften auf Schülerleistungen



Anmerkung: Die Abbildung zeigt den Effekt der fachspezifischen Qualifikationen der Lehrkräfte auf die Schülerleistungen (gemessen in Standardabweichungen) entlang der Lehrererfahrung mit 95 %-Konfidenzintervallen.
Quelle: Sancassani (2023).

© ifo Institut

nen Ländern). In OECD-Ländern haben Lehrkräfte im Durchschnitt weniger fachspezifische Qualifikationen: 26% der Schulkinder in OECD-Ländern werden von Lehrkräften unterrichtet, die zwei oder mehr fachspezifische Qualifikationen aufweisen, während dies in Nicht-OECD-Ländern 34% sind. Allerdings weisen Lehrkräfte in OECD-Ländern insgesamt ein höheres Bildungsniveau auf. Die Zulassungsvoraussetzungen für die Lehrkraftausbildung unterscheiden sich in den OECD-Ländern kaum, wobei die Mindestanforderung in der Regel ein Abschluss der Sekundarstufe II ist (OECD 2022). Ergebnisse der TALIS-2018-Umfrage (OECD 2019) deuten darauf hin, dass Lehrkräfte in den OECD-Ländern mit hoher Wahrscheinlichkeit sowohl eine fachliche als auch eine pädagogische Ausbildung erhalten.

Die länderspezifischen Ergebnisse zeigen, dass auch in OECD-Ländern, in denen die Lehrkräfte vermutlich eine umfassende Ausbildung erhalten haben, die Schüler*innen in denjenigen Fächern besser abschneiden, in denen ihre Lehrkräfte fachspezifische Qualifikationen besitzen. Betrachtet man die Unterschiede zwischen Entwicklungsländern und entwickelten Ländern, so sieht man, dass fachspezifische Qualifikationen einen größeren Effekt in ersterer Ländergruppe haben.³ Wird die Stichprobe aufgeteilt in Länder, deren durchschnittliche naturwissenschaftliche Schülerleistungen in TIMSS 2015 über bzw. unter dem Median liegen, so zeigt sich, dass Lehrkräfte mit fachspezifischen Qualifikationen in den leistungsschwächeren Ländern effektiver sind. Insgesamt lässt sich also sagen, dass Schulkinder in Entwicklungsländern sowie in Ländern mit geringeren naturwissenschaftlichen Bildungsleistungen stärker davon profitieren, von Lehrkräften mit fachspezifischen Qualifikationen unterrichtet zu werden.⁴

³ Eine weitere Unterscheidung zwischen Ländern, die über und unter dem Median des Pro-Kopf-Bruttonationaleinkommens liegen, zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen reicheren und ärmeren Ländern.

⁴ Die vorliegenden Daten erlauben zwar keine Aussagen über die Lehrkraftausbildung in Nicht-OECD-Ländern und leistungsschwächeren Ländern, doch es ist möglich, dass die Lehrkräfte in diesen Ländern im Durchschnitt eine geringere Ausbildung erhalten. Aus diesem Grund könnten fachspezifische Lehrkraftqualifikationen in diesen Ländern einen größeren Mehrwert haben.

Abb. 2

Untersuchte Länder



Anmerkung: Die Karte stellt die untersuchten Länder in blau dar.
Quelle: Darstellung der Autor*innen.

© ifo Institut

Mediationsanalyse

Ein möglicher Kanal, über den sich die fachspezifischen Qualifikationen der Lehrkräfte auf die Testleistungen der Schüler*innen auswirken könnten, ist die Selbstsicherheit der Lehrkräfte. Wenn Lehrkräfte ein größeres Fachwissen in bestimmten Fächern erworben haben, so fühlen sie sich möglicherweise sicherer, diese Fächer zu unterrichten. Selbstsicherere Lehrkräfte könnten die jeweiligen Fächer eventuell effektiver unterrichten. Im Durchschnitt geben die Lehrkräfte an, sich sehr gut darauf vorbereitet zu fühlen, 54% der in TIMSS 2015 getesteten Themen zu unterrichten.

Die Mediationsanalyse zeigt, dass fachspezifische Qualifikationen tatsächlich einen großen Einfluss darauf haben, wie sicher sich die Lehrkräfte beim Unterrichten dieser Fächer fühlen. Fachspezifische Qualifikationen erhöhen den Anteil der Themen, die sich die Lehrkräfte zutrauen zu unterrichten, um 14,2 Prozentpunkte (oder 39% einer Standardabweichung). Die erhöhte Selbstsicherheit der Lehrkräfte erklärt insgesamt 20% des Effekts der fachspezifischen Qualifikationen auf die Testleistungen der Schüler*innen. Der verbleibende Teil (80%) des Effekts ist auf unbeobachtete Faktoren zurückzuführen.

ZUSAMMENFASSUNG UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Wenn Lehrkräfte fachspezifische Qualifikationen besitzen, so verbessert dies die Schülerleistungen in den Naturwissenschaften deutlich. 20% dieses Effekts kann dadurch erklärt werden, dass sich Lehrkräfte mit fachspezifischen Qualifikationen sicherer fühlen, die jeweiligen Fächer zu unterrichten. Mädchen und benachteiligte Schüler*innen profitieren besonders stark davon, wenn sie durch Lehrkräfte mit naturwissenschaftlichen, fachspezifischen Qualifikationen unterrichtet werden. Der positive Effekt von fachspezifischen Lehrkraftqualifikationen ist zudem besonders groß in Entwicklungsländern sowie in Ländern mit geringeren naturwissenschaftlichen Bildungsleistungen.

Diese Erkenntnisse haben wichtige Implikationen für die Chancengleichheit in der Bildung. Um Schüler*innen aus benachteiligten Verhältnissen besonders zu unterstützen, sollten gerade diese Schulkinder von Lehrkräften mit fachspezifischen Qualifikationen unterrichtet werden. Auf einer globalen Ebene ist es wichtig, den Erwerb fachspezifischer Qualifikationen insbesondere in Entwicklungsländern sowie in bildungsschwächeren Ländern zu fördern, da diese am meisten von speziell ausgebildeten Lehrkräften profitieren. Solche Maßnahmen könnten sowohl die Gerechtigkeit als auch die Effizienz der Bildungssysteme weltweit erhöhen.

Die Ergebnisse sind zudem relevant für aktuelle Debatten zum Fachkräftemangel. Der Effekt von fachspezifischen Qualifikationen auf Schülerleistungen ist gerade in den Naturwissenschaften bislang unzureichend untersucht (Coenen et al. 2018). Dies steht in starkem Gegensatz zu aktuellen bildungspolitischen Debatten, in denen die Forderungen laut werden, naturwissenschaftliche Fähigkeiten in der Schule verstärkt zu fördern, um den Bedarf an Arbeitskräften in diesen Feldern zu decken (Carnevale, Smith und Melton 2011; PCAST 2012; OECD 2016; European Commission 2020). Um Schülerleistungen in den Naturwissenschaften zu erhöhen und die zukünftige Leistungsfähigkeit in diesem Bereich zu stärken, sollten Länder daher Anreize für den Erwerb fachspezifischer, naturwissenschaftlicher Qualifikationen setzen – besonders für Lehrkräfte in weiterführenden Schulen.

REFERENZEN

- Blömeke, S., G. Kaiser und R. Lehmann (Hrsg.) (2010), *TEDS-M 2008: Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten – Angehender Mathematiklehrkräfte – Für Die Sekundarstufe I – Im Internationalen Vergleich*, Waxmann, Münster.
- Boyd, D., H. Lankford, S. Loeb, J. Rockoff und J. Wyckoff (2008), »The Narrowing Gap in New York City Teacher Qualifications and Its Implications for Student Achievement in High-Poverty Schools«, *Journal of Policy Analysis and Management* 27(4), 793–818.
- Buddin, R. und G. Zamarro (2009), »Teacher Qualifications and Student Achievement in Urban Elementary Schools«, *Journal of Urban Economics* 66(2), 103–115.
- Carnevale, A. P., N. Smith und M. Melton (2011), »STEM: Science Technology Engineering Mathematics. State-Level Analysis«, Technical Report, Georgetown University Center on Education and the Workforce, verfügbar unter: <http://cew.georgetown.edu/stem/>.
- Clotfelter, C. T., H. F. Ladd und J. L. Vigdor (2007), »Teacher Credentials and Student Achievement: Longitudinal Analysis with Student Fixed Effects«, *Economics of Education Review* 26(6), 673–782.
- Clotfelter, C. T., H. F. Ladd und J. L. Vigdor (2010), »Teacher Credentials and Student Achievement in High School: A Cross-Subject Analysis with Student Fixed Effects«, *Journal of Human Resources* 45(3), 655–681.
- Coenen, J., I. Cornelisz, W. Groot, H. van den Maassen Brink und C. van Klaveren (2018), »Teacher Characteristics and Their Effects on Student Test Scores: A Systematic Review«, *Journal of Economic Surveys* 32(3), 848–877.
- Croninger, R. G., J. King Rice, A. Rathbun und M. Nishio (2007), »Teacher Qualifications and Early Learning: Effects of Certification, Degree, and Experience on First-Grade Student Achievement«, *Economics of Education Review* 26(3), 312–324.
- Dee, T. S. (2005), »A Teacher Like Me: Does Race, Ethnicity, or Gender Matter?«, *American Economic Review* 95(2), 158–165.
- European Commission, DG Employment Social Affairs and Inclusion (2020), »European Skills Agenda for Sustainable Competitiveness, Social Fairness and Resilience«, News Release, verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2020:274:FIN>.

- Goldhaber, D. D. und D. J. Brewer (1997), »Why Don't Schools and Teachers Seem to Matter? Assessing the Impact of Unobservables on Educational Productivity«, *Journal of Human Resources* 32(3), 505.
- Hanushek, E. A. (1986), »The Economics of Schooling: Production and Efficiency in Public Schools«, *Journal of Economic Literature* 24(3), 1141–1177.
- Hanushek, E. A. und L. Wößmann (2015), *Universal Basic Skills*, OECD, Paris.
- Jackson, C. K., J. E. Rockoff und D. O. Staiger (2014), »Teacher Effects and Teacher-Related Policies«, *Annual Review of Economics* 6(1), 801–825.
- Ladd, H. F. und L. C. Sorensen (2015), »Do Master's Degrees Matter? Advanced Degrees, Career Paths, and the Effectiveness of Teachers«, Working Paper 136, National Center for Analysis of Longitudinal Data in Education Research (CALDER).
- Lim, J. und J. Meer (2017), »The Impact of Teacher–Student Gender Matches«, *Journal of Human Resources* 52(4), 979–997.
- Monk, D. und J. King (1994), »Multi-Level Teacher Resource Effects on Pupil Performance in Secondary Mathematics and Science: The Role of Teacher Subject Matter Preparation«, in: R. Ehrenberg (Hrsg.), *Contemporary Policy Issues: Choices and Consequences in Education*, ILR, Ithaca, New York, 29–58.
- Mullis, I. V. S. und M. O. Martin (Hrsg.) (2013), *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*, TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education Boston College, Chestnut Hill MA.
- OECD (2016), *PISA 2015 Results (Volume I)*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2019), *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners*, TALIS, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2022), *Education at a Glance 2022*. PISA, OECD Publishing, Paris.
- Paredes, V. (2014), »A Teacher Like Me or a Student Like Me? Role Model Versus Teacher Bias Effect«, *Economics of Education Review* 39(2), 38–49.
- President's Council of the Advisors on Science and Technology (2012), »Engage to Excel: Producing One Million Additional College Graduates with Degrees in Science, Technology, Engineering, and Mathematics«, Technical Report.
- Rivkin, S. G., E. A. Hanushek und J. F. Kain (2005), »Teachers, Schools, and Academic Achievement«, *Econometrica* 73(2), 417–458.
- Sancassani, P. (2023), »The Effect of Teacher Subject-Specific Qualifications on Student Science Achievement«, *Labour Economics* 80, 102309.
- Sansone, D. (2017), »Why Does Teacher Gender Matter?«, *Economics of Education Review* 61(6453), 9–18.
- Staiger, D. O. und J. E. Rockoff (2010), »Searching for Effective Teachers with Imperfect Information«, *Journal of Economic Perspectives* 24(3), 97–118.
- Tatto, M. T., R. Peck, J. Schwille, K. Bankov, S. L. Senk, M. Rodriguez, L. Ingvarson, M. Reckase und G. Rowley (2012), *Policy, Practice, and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries: Findings from the IEA Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M)*, Amsterdam.
- UNESCO (2021), »World Development Indicators«, verfügbar unter: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=SE.SEC.DURS&country=>, aufgerufen am 2. November 2021.
- United Nations (2014), *World Economic Situation and Prospects 2014 – Country Classification*, New York, verfügbar unter: https://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp_current/2014wesp_country_classification.pdf, aufgerufen am 2. November 2021.
- World Bank (2021), »World Development Indicators«, verfügbar unter: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GNP.PCAP.KD&country=>, aufgerufen am 2. November 2021.

ANHANG

Tab. A1

Deskriptive Länderstatistiken

	Anzahl an fachspez. Qualifikationen	Mind. eine fachspez. Qualifikation	OECD	Entwickelt	Hohe Bildungsleistungen	Hohes BNE	Naturwiss. Schülerleistungen	Anzahl an Observationen
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Ägypten	1,74	0,77	Nein	Nein	Nein	Nein	370,2	31 288
Australien	1,60	0,86	Ja	Ja	Ja	Ja	511,6	39 404
Bahrain	1,78	0,95	Nein	Nein	Nein	Ja	460,3	18 512
Botswana	1,01	0,67	Nein	Nein	Nein	Nein	390,4	23 232
Chile	1,19	0,66	Ja	Nein	Nein	Nein	451,5	17 972
Chinesisch-Taipeh	1,17	0,93	Nein	Nein	Ja	Nein	567,4	21 832
England	1,87	0,97	Ja	Ja	Ja	Nein	531,4	14 776
Hongkong SVZ	0,92	0,79	Nein	Nein	Ja	Ja	544,4	16 352
Iran	0,73	0,30	Nein	Nein	Nein	Nein	456,4	24 520
Irland	1,54	0,94	Ja	Ja	Ja	Ja	529,4	18 808
Israel	2,14	0,92	Ja	Nein	Ja	Nein	505,0	16 716
Italien	1,95	0,95	Ja	Ja	Ja	Nein	498,1	17 924
Japan	1,15	0,85	Ja	Ja	Ja	Nein	567,6	16 240
Jordanien	1,12	0,83	Nein	Nein	Nein	Nein	426,1	31 460
Kanada	0,76	0,53	Ja	Ja	Ja	Ja	526,2	35 008
Kanada (Quebec)	1,12	0,70	Ja	Ja	Ja	Ja	529,5	15 800
Kanada (Ontario)	0,40	0,41	Ja	Ja	Ja	Ja	524,1	18 080
Katar	1,82	0,93	Nein	Nein	Nein	Ja	448,6	20 548
Kuwait	1,79	0,90	Nein	Nein	Nein	Ja	409,8	18 012
Malaysien	1,04	0,76	Nein	Nein	Ja	Nein	470,8	38 904
Marokko	1,36	0,97	Nein	Nein	Nein	Nein	392,8	51 840
Neuseeland	1,39	0,92	Ja	Ja	Ja	Nein	512,8	32 568
Norwegen (8. und 9. Klasse)	0,77	0,48	Ja	Ja	Ja	Ja	509,3	18 364
Norwegen (8. Klasse)	0,83	0,53	Ja	Ja	Nein	Ja	488,8	18 724
Oman	1,82	0,96	Nein	Nein	Nein	Nein	454,1	35 532
Saudi-Arabien	1,14	0,83	Nein	Nein	Nein	Ja	396,2	15 036
Singapur	1,66	0,95	Nein	Nein	Ja	Ja	596,8	24 464
Südafrika	1,58	0,83	Nein	Nein	Nein	Nein	356,6	50 056
Südkorea	1,00	0,93	Ja	Nein	Ja	Nein	553,9	15 208
Thailand	0,98	0,61	Nein	Nein	Nein	Nein	455,8	25 928
Türkei	1,37	0,57	Ja	Nein	Nein	Nein	492,9	24 316
Vereinigte Arabische Emirate	1,19	0,86	Nein	Nein	Nein	Ja	470,4	62 716
Vereinigte Arabische Emirate (Abu Dhabi)	1,19	0,84	Nein	Nein	Nein	Ja	453,3	18 868
Vereinigte Arabische Emirate (Dubai)	1,31	0,89	Nein	Nein	Nein	Ja	517,4	19 416
Vereinigte Staaten	0,95	0,71	Ja	Ja	Ja	Ja	531,6	29 336
Alle Länder	1,24	0,73	16	12	17	17	478,3	897 760

Anmerkung: Die Tabelle enthält gewichtete Statistiken und Indikatoren für jede in der Stichprobe enthaltene nationale Einheit. Spalte 1 gibt die durchschnittliche Anzahl der fachspezifischen Qualifikationen der Lehrkräfte an. In Spalte 2 wird der Anteil der Schüler*innen angegeben, der von Lehrkräften unterrichtet wird, die mindestens eine fachspezifische Qualifikation besitzen (d. h. mindestens ein Hauptfach entweder in Biologie, Chemie, Physik oder Erdkunde). Spalten 3-6 geben an, ob ein Land zur OECD gehört (Spalte 3), ein entwickeltes Land nach der WESP-Klassifikation ist (Spalte 4), über dem Median der durchschnittlichen naturwissenschaftlichen Schülerleistungen in TIMSS 2015 der Länder in der Stichprobe liegt (Spalte 5) oder über dem Median des Bruttonationaleinkommens der Länder in der Stichprobe im Jahr 2015 liegt (Spalte 6). Die durchschnittlichen naturwissenschaftlichen Schülerleistungen in TIMSS 2015 werden in Spalte 7 und die Anzahl der Beobachtungen in Spalte 8 angegeben. In der letzten Zeile wird der gewichtete Durchschnitt der Spalten 1, 2 und 7 bzw. die Summe der Indikatoren für die Spalten 3-6 und 8 angegeben.

Quelle: Sancassani (2023).