

Warum entscheiden sich Mädchen mit Spitzenleistungen in Mathematik so selten für eine Höhere Technische Lehranstalt?

Ursachen und Folgen von
Geschlechterunterschieden bei der Schulwahl



Ausgangslage

- Frauen sind in mathematikintensiven Berufen und Bildungsgängen unterrepräsentiert
 - nur 22% der Wissenschaftler/innen im Bereich Ingenieurwissenschaften und Technik sind in Österreich weiblich (Europäische Union, 2015);
 - nur 32% der Studienabsolvent/innen in Physik sind in Österreich weiblich (OECD: 43%) und
 - nur 16 % der Studienabsolvent/innen in Computerwissenschaften sind in Österreich weiblich (OECD: 20%; OECD 2014)
- Starke Geschlechtersegregation in Österreich bereits auf der Sekundarstufe II:
 - Mädchen sind in Schulen mit technischem Schwerpunkt stark unterrepräsentiert, in Schulen mit Schwerpunkt in Pädagogik bzw. Gesundheits- und Sozialwissenschaften hingegen stark überrepräsentiert (Bruneforth et al., 2016, S. 127)



Warum wählen Frauen und Mädchen so selten mathematikintensive Karrieren?

- Kann nicht durch Unterschiede in der Mathematikkompetenz erklärt werden, denn selbst bei gleicher Mathematikkompetenz wählen Frauen seltener mathematikintensive Karrieren als Männer
- Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren (z. B. Ceci et al., 2009):
 - Motivation, Interesse: Frauen ist ein Beruf mit sozialen Kontakten und der Möglichkeit, anderen zu helfen, wichtig. Dies sehen sie in mathematikintensiven Berufen eher nicht gegeben (Su et al., 2009)
 - Lebensplanung: Frauen sehen mathematikintensive Berufe wenig mit Familie vereinbar
 - gesellschaftliche Konventionen/fehlende Rollenvorbilder: Je weniger Frauen in einem Land mathematikintensive Karrieren einschlagen, desto stärker liegt das Mathematikselbstkonzept schon bei 10-jährigen Mädchen hinter jenem von Buben zurück (Salchegger, 2015)
 - **Breiteres Fähigkeitsprofil von Mädchen:** Mädchen mit hohen mathematischen Kompetenzen haben häufiger auch hohe sprachliche Kompetenzen als Burschen mit hohen mathematischen Kompetenzen und daher mehr Wahlmöglichkeit für unterschiedliche Berufe

Fähigkeitskonstellation und Berufswahl

- Wang et al. (2013): Fähigkeitsprofil im Alter 18 Jahren sagt Arbeit in einem MINT-Beruf (Mathematik, Gesundheit, Biologie, Medizin, Physik, Computer- und Ingenieurwissenschaft) im Alter von 33 Jahren voraus: Je höher die Mathematikkompetenz und je geringer gleichzeitig die sprachliche Kompetenz desto eher wird ein MINT-Beruf gewählt. Wenn darüber hinaus nach Motivation und Interesse kontrolliert wird, hat das Geschlecht keinen bedeutsamen Einfluss mehr auf die Berufswahl.
- Parker et al. (2014): das Geschlecht bleibt selbst nach Kontrolle mathematischer und sprachlicher Kompetenzen sowie des mathematischen und verbalen Selbstkonzepts (in der letzten Klasse Gymnasium), ein signifikanter Prädiktor für die Studienfachwahl (Physik, Mathematik, Ingenieurwissenschaften, Technik) zwei Jahre später

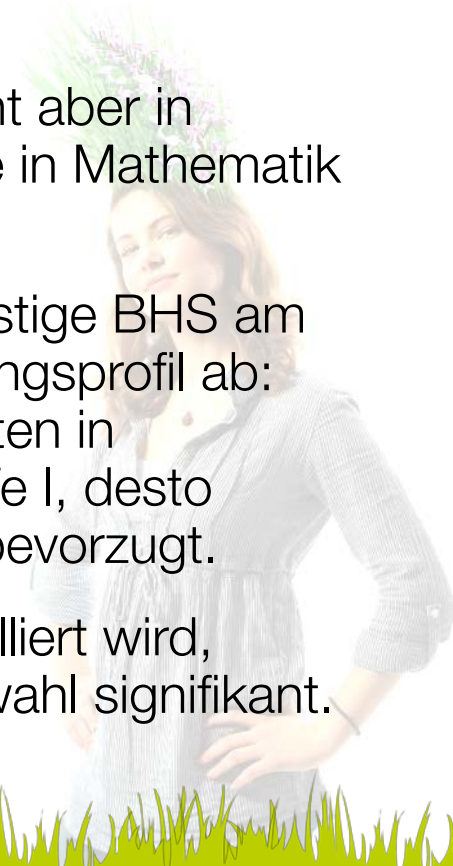
Die vorliegende Studie

- Testet bei jüngeren Jugendlichen an der Schnittstelle Sekundarstufe I zu Sekundarstufe II in Österreich,
 - welche Bedeutung die Fähigkeitskonstellation für die Wahl einer HTL als weiterführende Schulform hat und
 - welche Bedeutung das Geschlecht neben der Fähigkeitskonstellation hat.



Hypothesen

- H1: Mädchen der Mathematik-Spitzengruppe befinden sich häufiger auch in Lesen in der Spitzengruppe als Burschen der Mathematik-Spitzengruppe.
- H2: Jugendliche, die nur in Mathematik spitze sind, nicht aber in Lesen, besuchen häufiger eine HTL als Jugendliche, die in Mathematik UND in Lesen spitze sind.
- H3: Die Entscheidung für eine HTL und gegen eine sonstige BHS am Ende der Sekundarstufe I hängt bedeutsam vom Leistungsprofil ab: Je besser die Mathematiknote und je schlechter die Noten in sprachlichen Gegenständen am Ende der Sekundarstufe I, desto stärker wird eine HTL gegenüber einer sonstigen BHS bevorzugt.
- H4: Wenn nach Geschlecht und sozialem Status kontrolliert wird, bleibt die Bedeutung des Leistungsprofils für die Schulwahl signifikant.



Stichprobe

- Daten stammen aus der PISA-2012-Erhebung. Daran beteiligten sich 65 Länder, darunter alle 34 OECD-Länder.
- Testung von repräsentativen Schülerstichproben. Alter der Jugendlichen bei der Erhebung: 15 oder 16 Jahre (Jahrgang 1996)
- Österreich: 4755 Schüler/innen aus insgesamt 191 Schulen getestet, davon 86 höhere Schulen
 - 38 Allgemeinbildende Höhere Schulen (AHS) – 26 % der Schüler/innen (Mädchenanteil: 57%)
 - 15 Höhere Technische Lehranstalten (HTL) – 10% der Schüler/innen (Mädchenanteil: 13%)
 - 33 sonstige Berufsbildende Höhere Schulen (sonstige BHS) – 22 % der Schüler/innen (Mädchenanteil: 72%).
Formen: Höhere gewerbliche Lehranstalten, Höhere Lehranstalten für Tourismus, Handelsakademien, Höhere Lehranstalten für wirtschaftliche Berufe, Höhere Lehranstalten für Land- und Forstwirtschaft, Bildungsanstalten für Kindergartenpädagogik, Bildungsanstalten für Sozialpädagogik.

Verwendete Leistungsmaße

- Spitzenschülerstatus in Lesen und Mathematik: Die Einstufung als „Spitzenschüler/in“ richtet sich nach der Definition der OECD (2014b). Spitzenschüler/innen in Mathematik erreichen mindestens 608 Punkte auf der PISA-Mathematikleistungsskala. Spitzenschüler/innen in Lesen erreichen zumindest 626 Punkte auf der PISA-Leseleistungsskala.
- Noten in Deutsch, Englisch und Mathematik in der letzten Klasse der Sekundarstufe I (erhoben durch den Schülerfragebogen)
 - Umrechnungsmethode, um Noten der unterschiedlichen Schulformen und Leistungsgruppen vergleichbar zu machen (Bacher et al., 2008): Noten der AHS-Unterstufe und der ersten Leistungsgruppe einer Hauptschule wurden original belassen; Noten der zweiten Leistungsgruppe wurden um zwei Notenpunkte herabgesetzt; Noten der dritten Leistungsgruppe wurden um vier Notenpunkte herabgesetzt.
 - Bester Notenwert = 1 (entspricht einem „Sehr gut“ in der AHS oder der ersten Leistungsgruppe einer Hauptschule), schlechtester Notenwert = 9 (entspricht „Nicht Genügend“ in der dritten Leistungsgruppe)

Ergebnisse – Hypothese 1

Anteil der Spitzenschüler/innen in Mathematik, der auch in Lesen zur Spitzengruppe zählt (PISA 2012)

	Mädchen		Burschen		Differenz
	%		%		Prozentpunkte
Österreich	47,26	(3,88)	19,74	(2,13)	27,52 (4,42)**
Deutschland	65,44	(2,78)	25,25	(2,14)	40,20 (3,51)**
Schweiz	53,33	(2,47)	25,56	(1,90)	27,76 (3,12)**
OECD	62,03	(0,66)	34,98	(0,53)	27,05 (0,85)**

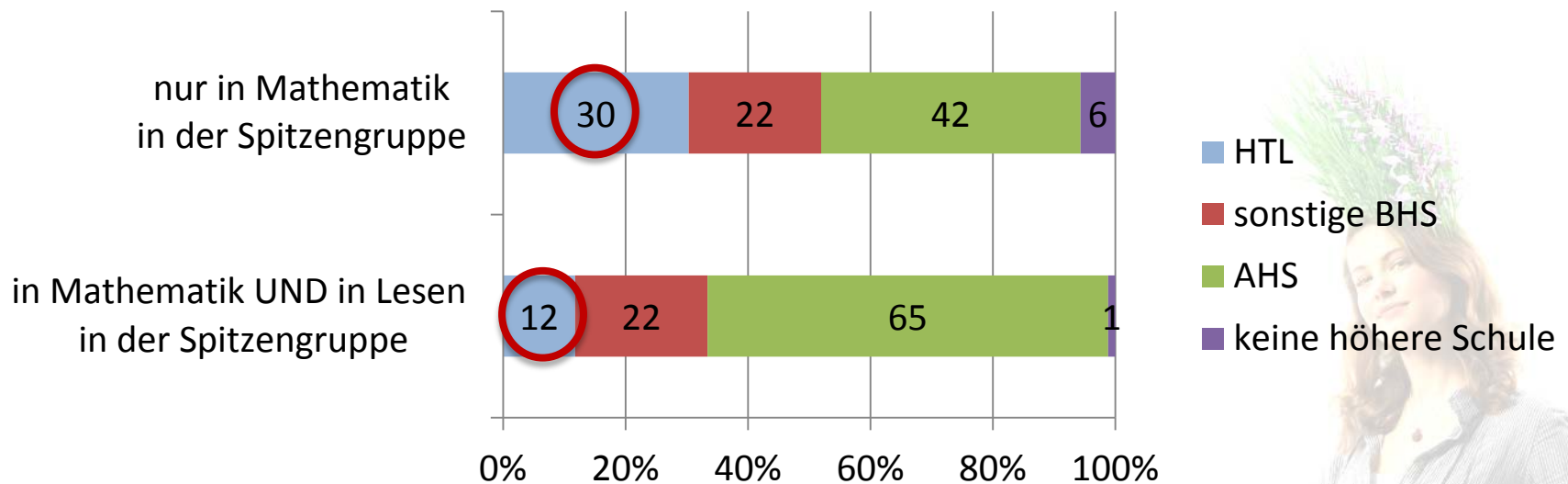
Anmerkung. Standardabweichung in Klammern. ** statistisch signifikant ($p < .01$)

- Bestätigung von Hypothese 1: Mädchen der Mathematik-Spitzengruppe befinden sich häufiger auch in Lesen in der Spitzengruppe als Burschen der Mathematik-Spitzengruppe.



Ergebnisse – Hypothese 2

Besuchte Schulsparte nach Fähigkeitsprofil



- Bestätigung von Hypothese 2: Jugendliche, die nur in Mathematik spitze sind, nicht aber in Lesen, besuchen häufiger eine HTL als Jugendliche, die in Mathematik UND in Lesen spitze sind.

Ergebnisse – Hypothese 3

Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse: Prädiktoren der Wahl einer HTL gegenüber einer anderen BHS (PISA 2012)

Prädiktor	Schritt 1
	Odds Ratio
Note Mathematik	0,52**
Note Sprache	2,06**
Cox-Snell-R ²	0,03*

H3: Die Entscheidung für eine HTL und gegen eine sonstige BHS am Ende der Sekundarstufe I hängt bedeutsam vom Leistungsprofil ab: Je besser die Mathematiknote und je schlechter die Noten in sprachlichen Gegenständen am Ende der Sekundarstufe I, desto stärker wird eine HTL gegenüber einer sonstigen BHS bevorzugt.

Anmerkung. Noten sind an Leistungsgruppen angepasst. Notenwerte sind standardisiert.
Note Sprache: Mittelwert aus Deutsch und Englisch.
HTLs wurden als 1 kodiert, sonstige BHS als 0. HTL = Höhere technische Lehranstalt;
BHS = Berufsbildende höhere Schule;

Ergebnisse – Hypothese 3 & 4

Ergebnisse der logistischen Regressionsanalyse: Prädiktoren der Wahl einer HTL gegenüber einer anderen BHS (PISA 2012)

Prädiktor	Schritt 1	Schritt 2
	Odds Ratio	Odds Ratio
Note Mathematik	0,52**	0,60**
Note Sprache	2,06**	1,41*
männlich		4,18**
ESCS		1,04
Cox-Snell-R ²	0,03*	0,29**

Anmerkung. Noten sind an Leistungsgruppen angepasst. Alle unabhängigen Variablen sind standardisiert.

Note Sprache: Mittelwert aus Deutsch und Englisch.

HTLs wurden als 1 kodiert, sonstige BHS als 0. HTL = Höhere technische Lehranstalt;

BHS = Berufsbildende höhere Schule; ESCS = Index of Economic, Social and Cultural Status.



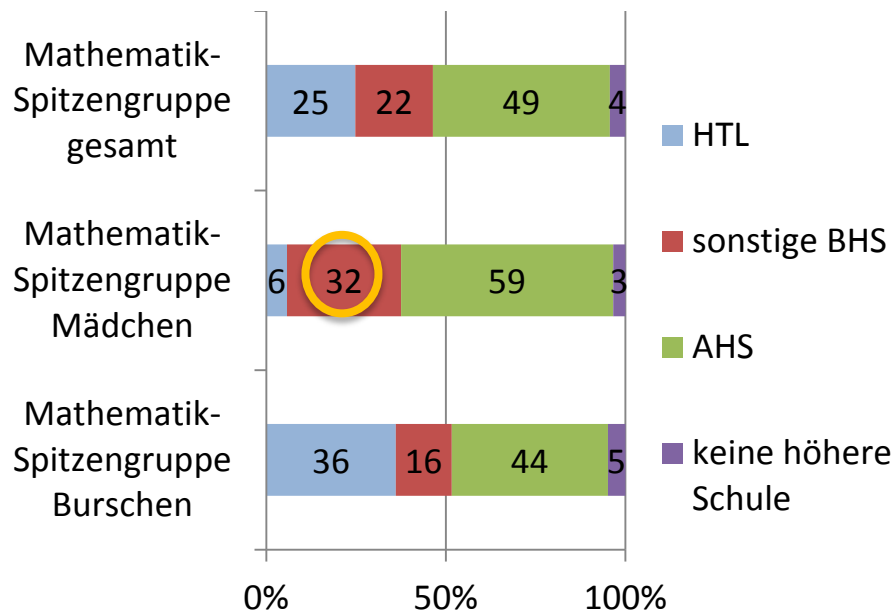
Hypothese 4: Kurze Zusammenfassung

H4: Wenn nach Geschlecht und sozialem Status kontrolliert wird, bleibt die Bedeutung des Leistungsprofils für die Schulwahl signifikant.

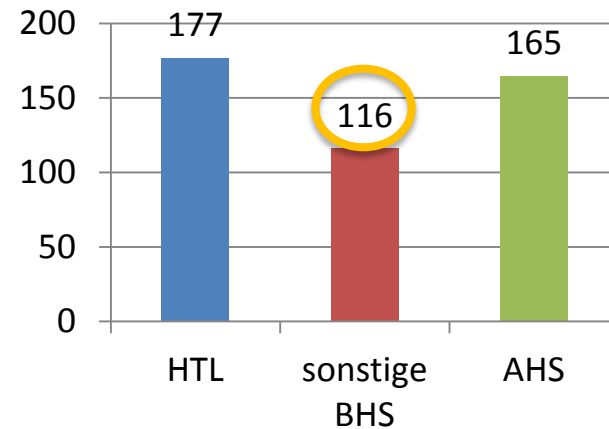
- Hypothese 4 bestätigt, ABER Einfluss des Geschlechts ist wesentlich stärker als der Einfluss des Leistungsprofils. Selbst bei gleichem Leistungsprofil und gleichem sozialen Hintergrund entscheiden sich Burschen wesentlich häufiger für eine HTL als Mädchen.
- Eine Folge der stark geschlechtsspezifischen Schulwegsentscheidungen: Spitzenschülerinnen in Mathematik befinden sich häufig an Schulen, in denen Mathematik ein relativ geringer Stellenwert beigemessen wird.



Verteilung der Spitzengruppe nach Schulformen und Unterrichtszeit in Mathematik



Unterrichtszeit in Mathematik (in Minuten pro Woche) laut Schülerangaben



Fast ein Drittel der Mädchen der Mathematik-Spitzengruppe besucht eine Schulform, in der sie relativ wenig Mathematikunterricht erhalten

Mathematikunterrichtszeit von Mädchen und Burschen der Mathematik-Spitzengruppe

Unterrichtszeit (Minuten pro Woche) in Mathematik von Spitzenschülerinnen und -schülern (PISA 2012)

	Mädchen	Burschen	Differenz
	MW	MW	Mädchen - Burschen MW Diff.
Österreich	144 (3,92)	172 (10,21)	-28* (10,94)
Deutschland	183 (4,11)	187 (4,58)	-3 (6,16)
Schweiz	188 (5,86)	196 (3,81)	-7 (6,99)
OECD	220 (1,07)	226 (1,07)	-7* (1,52)

Anmerkung. Standardabweichung in Klammern. * statistisch signifikant ($p < .05$). Da es sich um gerundete Werte handelt, können sich leichte Inkonsistenzen bei den Differenzwerten ergeben.

In Österreich erhalten Mathematik-Spitzenschülerinnen um 28 Minuten pro Woche weniger Mathematikunterricht als Burschen. Dies ist die größte Differenz OECD-weit!



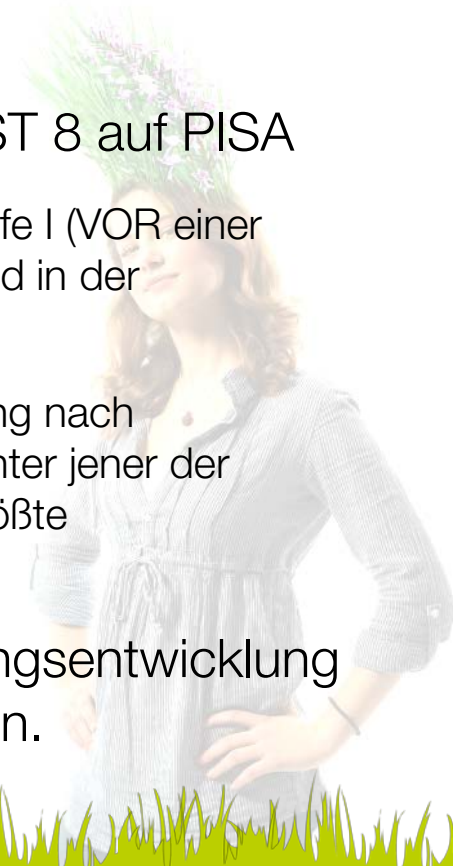
Zusammenfassung der Ergebnisse

- Die Fähigkeitskonstellation hat einen bedeutsamen Einfluss auf die Schulwegsentscheidung: Je besser die Noten in Mathematik und je schlechter gleichzeitig die Noten in Deutsch desto eher wird eine HTL gegenüber einer sonstigen BHS bevorzugt.
- ABER das Geschlecht ist wesentlich wichtiger als die Fähigkeitskonstellation: Selbst bei gleicher Fähigkeitskonstellation entscheiden sich Mädchen wesentlich seltener für eine HTL als Burschen.
- Effekt 1: Schulen auf Sekundarstufe II sind stark geschlechtersegregiert nach der Regel: Je mehr Mathematik, desto weniger Mädchen
- Effekt 2: Mathematisch begabte Mädchen erhalten deutlich weniger Mathematikunterricht als Burschen (in Österreich der größte Unterschied OECD-weit).



Folgen geschlechtsspezifischer Schulwahlen für die Kompetenzentwicklung

- Es ist wahrscheinlich, dass das Potenzial mathematisch begabter Mädchen an Schulen mit geringem Stellenwert von Mathematik stagniert.
- Hinweis: wachsende Geschlechterunterschiede von BIST 8 auf PISA
 - Bildungsstandards-Überprüfung 2012 am Ende der Sekundarstufe I (VOR einer starken Spezialisierung nach Schulform): Geschlechterunterschied in der Mathematikleistung ist unbedeutend klein: Cohen's $d = 0,07$
 - PISA 2012 (in der Regel 2 Jahre NACH der starken Spezialisierung nach Schulform): Mathematikleistung der Mädchen liegt bedeutsam unter jener der Burschen: Cohen's $d = 0,24$ (nach Chile und Luxemburg der größte Geschlechterunterschied OECD-weit).
- Längsschnittuntersuchungen notwendig, um die Leistungsentwicklung einzelner Schüler/innen besser nachvollziehen zu können.



Wie lässt sich das Potenzial von Mathematik-Spitzen Schülerinnen besser fördern?

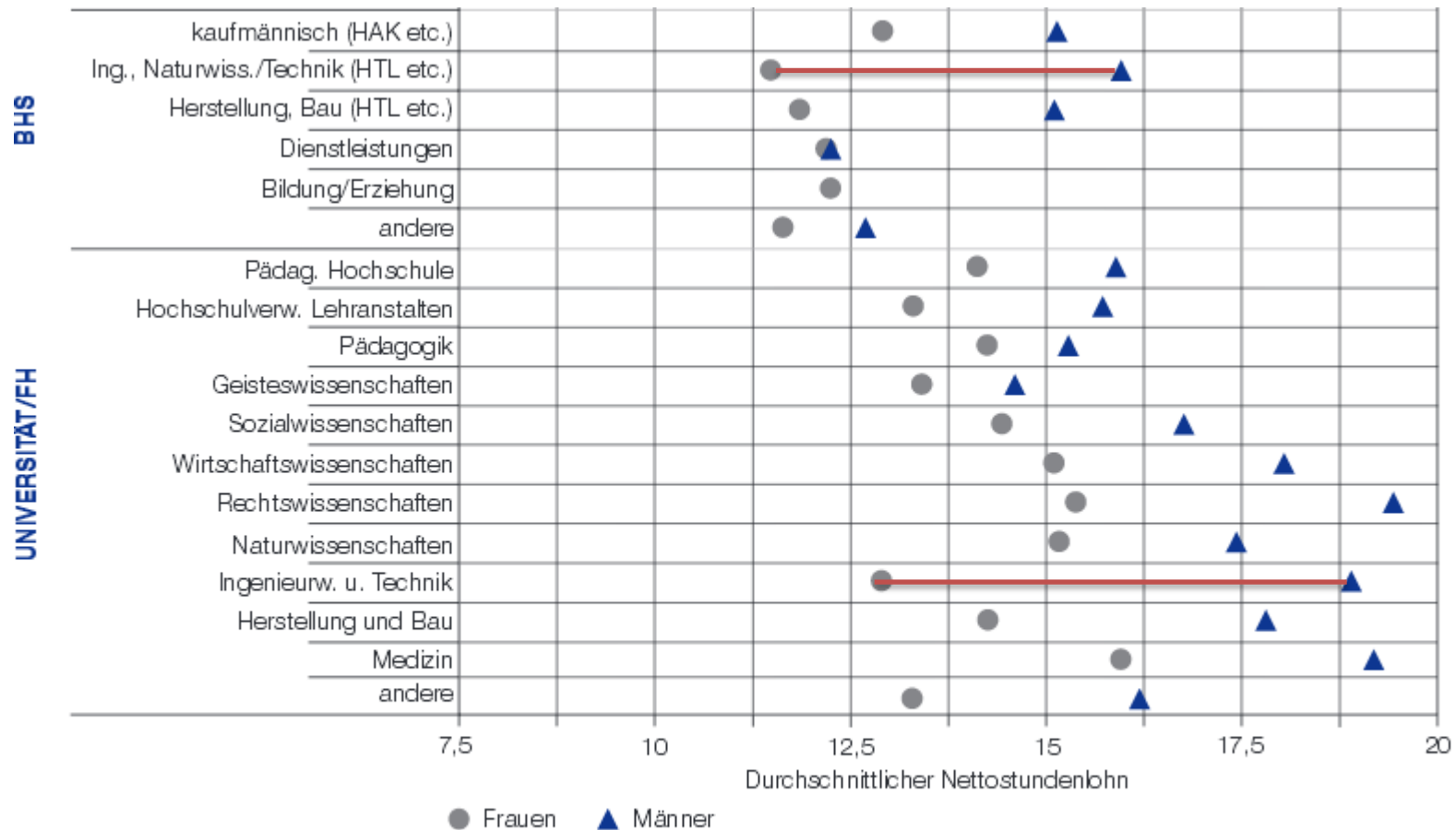
- Mehr Spitzen Schülerinnen in mathematikintensive Ausbildungen
 - Rollenvorbilder sind wichtig: Frauen in MINT-Berufen besser sichtbar machen
 - Eltern und Lehrkräfte sollten mathematisch begabte Mädchen bestärken, eine mathematikintensive Ausbildung zu wählen; bislang oft das Gegenteil der Fall: Lehrkräfte und Eltern sind oft der Überzeugung, dass Mädchen weniger für Mathematik geeignet sind als Burschen und beeinflussen so das Selbstkonzept der Kinder (z. B. Frome & Eccles, 1998; Tiedemann, 2000). ABER: Interventionsprogramme für Eltern sind wirksam (z. B. Rozek et al., 2015)
 - Mädchen sollte die soziale Komponente von MINT-Berufen näher gebracht werden (Zusammenarbeit mit anderen und gesellschaftlicher Nutzen)
 - Ein MINT-Unterricht, der stärker auf die Interessen von Mädchen eingeht
- Bessere Förderung in den typischerweise von Mädchen gewählten Schulformen
 - Mehr Angebote für Schüler/innen mit hohen Mathematikkompetenzen auch an sonstigen BHS: sollte im Zuge der Umstellung auf die modulare Oberstufe berücksichtigt werden
- Diskussion über weitere Vorschläge



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Benachteiligung von Frauen in der Technik

Abb. F3.h: Standardisierter Nettostundenlohn nach Bildungsebene und Fachrichtung in Euro (2013)



Anmerkung: Dargestellt wird der standardisierte durchschnittliche Nettostundenlohn einer 40-jährigen Person in Vollzeitwerbstätigkeit.
 Quelle: Statistik Austria (Mikrozensus). Berechnung und Darstellung: IHS. Vogtenhuber et al. (2016, S. 231)

Literatur

Bacher, J., Beham, M. & Lachmayr, N. (Hrsg.). (2008). *Geschlechterunterschiede in der Bildungswahl*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Bruneforth, M., Vogtenhuber, S., Lassnigg, L., Oberwimmer, K., Gumpoldsberger, H., Feyerer, E., Siegle, T., Toferer, B., Thaler, B., Peterbauer, J. & Herzog-Punzenberger, B. (2016). Indikatoren C: Prozessfaktoren. In M. Bruneforth, L. Lassnigg, S. Vogtenhuber, C. Schreiner & S. Breit (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2015, Band 1: Das Schulsystem im Spiegel von Daten und Indikatoren* (S. 71–128). Graz: Leykam. DOI: <http://dx.doi.org/10.17888/nbb2015-1-C>

Europäische Union (2015). *She Figures 2015. Gender in Research and Innovation*.
https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_gender_equality/she_figures_2015-leaflet-web.pdf

OECD (2014). *Education at a Glance*. Paris, France: OECD Publishing.

Parker, P., Nagy, G., Trautwein, U. & Lüdtke, O. (2014). Predicting career aspirations and university majors from academic ability and self-concept: a longitudinal application of the internal-external frame of reference model. In I. Schoon & J. Eccles (Eds.), *Gender Differences in Aspirations and Attainments*. Cambridge: Cambridge University Press.

Rozek, C., Hyde, J. S., Svoboda, R. C., Hulleman, C. S. & Harackiewicz, J. M. (2015). Gender differences in the effects of a utility-value intervention to help parents motivate adolescents in mathematics and science. *Journal of Educational Psychology*, 107, 195–206.

Salchegger, S. (2015). Mathematik ≠ weiblich? Leistung, Selbstkonzept und Studienabschlüsse im Geschlechtervergleich. In B. Suchań, C. Wallner-Paschon & C. Schreiner (Hrsg.), *PIRLS & TIMSS 2011 - Die Kompetenzen in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft am Ende der Volksschule* (S. 39–54). Graz: Leykam. <https://www.bifie.at/node/3363>

Su, R., Rounds, J., & Armstrong, P. I. (2009). Men and things, women and people: A meta-analysis of sex differences in interests. *Psychological Bulletin*, 135, 859–884. doi:10.1037/a0017364

Vogtenhuber, S., Lassnigg, L., Stöger, E., Bönisch, M., Trenkwalder, K. & Bruneforth, M. (2016). Indikatoren F: Outcome – Wirkungen des Schulsystems. In M. Bruneforth, L. Lassnigg, S. Vogtenhuber, C. Schreiner & S. Breit (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2015, Band 1: Das Schulsystem im Spiegel von Daten und Indikatoren* (S. 207–238). Graz: Leykam. DOI: <http://dx.doi.org/10.17888/nbb2015-1-F>

Wang, M-T., Eccles, J. S. & Kenny, S. (2013). Not lack of ability but more choice: Individual and gender difference in choice of careers in sciences, technology, engineering, and Mathematics. *Psychological Sciences*, 24, 770–775.