

Projektbericht
Research Report

Dezember 2020

MINT-Interesse bei Kindern steigern

Ein Feldexperiment an Volksschulen in Österreich

Kerstin Grosch
Simone Häckl
Martin G. Kocher
Christian Bauer

Unter Mitarbeit von

Kira Abstiens, Yasemin Inan, Fabian Muny, Jens Noll, Anna Walter



Studie finanziert und unterstützt von

B&C Privatstiftung, Industriellenvereinigung



INSTITUT FÜR HÖHERE STUDIEN
INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES
Vienna

AutorInnen

Kerstin Grosch, Simone Häckl, Martin G. Kocher, Christian Bauer

Titel

MINT-Interesse bei Kindern steigern: Ein Feldexperiment an Volksschulen in Österreich

Kontakt

T +43 1 59991-178

E grosch@ihs.ac.at

Institut für Höhere Studien – Institute for Advanced Studies (IHS)

Josefstädter Straße 39, A-1080 Wien

T +43 1 59991-0

F +43 1 59991-555

www.ihs.ac.at

ZVR: 066207973

Die Publikation wurde sorgfältig erstellt und kontrolliert. Dennoch erfolgen alle Inhalte ohne Gewähr. Jegliche Haftung der Mitwirkenden oder des IHS aus dem Inhalt dieses Werks ist ausgeschlossen.

Wir bedanken uns bei allen, die die Entwicklung und die Umsetzung dieser Studie seit 2018 unterstützt haben. Ein besonderer Dank gebührt den teilnehmenden SchulleiterInnen, LehrerInnen, Eltern und SchülerInnen. Weitere wichtige Beteiligte dieser Studie finden Sie hier: <https://www.digitales-lernprojekt.at/team.php>

Abstract

Frauen ergreifen seltener MINT-Berufe als Männer. Da MINT-Berufe relativ gute Verdienstmöglichkeiten bieten, vergrößert dies den Gender-Pay-Gap. Außerdem ist dies aus ökonomischer Sicht ineffizient, da sich mitunter qualifizierte Frauen nicht für MINT-Berufe entscheiden. Dies stellt einen wirtschaftlichen Verlust dar – insbesondere in einer Zeit der Digitalisierung und drängenden gesellschaftlichen Herausforderungen wie dem Klimawandel, in der die Nachfrage nach MINT-Fachkräften steigt. Das Interesse von Mädchen an MINT bereits in der Volksschule zu fördern, kann von entscheidender Bedeutung sein, um von früh an Kinder für die Bereiche Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik zu begeistern. In dieser Studie erstellen wir ein Karrieremodell aus verhaltensökonomischer Perspektive, identifizieren mögliche Ursachen für das MINT-Gefälle zwischen Frauen und Männern und untersuchen die Auswirkungen einer Webplattform auf das MINT-Interesse von Buben und Mädchen mithilfe eines Feldexperiments. Die Treatment-Plattform führt Kinder im Alter von ca. neun Jahren spielerisch an MINT-Berufe heran. Darüber hinaus werden potenzielle Verhaltenstreiber (Hemmfaktoren) adressiert, die insbesondere für Mädchen einen Nachteil im Vergleich zu Burschen darstellen, MINT-Interesse zu entwickeln. Die Effekte der Treatment-Plattform werden mit denen einer traditionelleren Lernplattform ohne MINT-Inhalte verglichen. Unsere Studie zeigt, dass Mädchen im Vergleich zu Buben im Allgemeinen ein geringeres MINT-Interesse aufweisen. Darüber hinaus haben Mädchen weniger ausgeprägte Wettbewerbspräferenzen und MINT-Selbstbewusstsein als Buben. Das Treatment erhöht das MINT-Interesse von Mädchen und verringert den Gender-Gap im MINT-Interesse durch eine Erhöhung des MINT-Selbstbewusstseins und der Wettbewerbspräferenzen. Es werden Empfehlungen für das Design zukünftiger Interventionen abgeleitet und Vorteile einer digitalen Web-Plattform zur Steigerung des MINT-Interesses dargelegt.

Schlagwörter: MINT-Interesse, Gender-Pay-Gap, Feldexperiment, Verhaltensökonomik

Inhaltsverzeichnis

1	Executive Summary.....	6
2	Einleitung	10
3	Der MINT-Fachkräftebedarf und das MINT-Paradox.....	17
3.1	Arbeitsnachfrage im MINT-Bereich	17
3.2	Verbreitete Erklärungen für den Mangel an MINT-Arbeitskräften – Mythos oder Fakt? ...	20
3.3	Bestehende MINT-Initiativen.....	26
4	Die verhaltensökonomische Perspektive auf MINT-Karrieren	28
4.1	Die Hemmfaktoren	29
4.1.1	Das Umfeld: Geschlechterstereotype, soziale Normen und soziale Identität	29
4.1.2	Growth Mindset (oder der Glaube ans Lernen)	33
4.1.3	MINT-Selbstbewusstsein.....	34
4.1.4	Wettbewerbspräferenzen.....	35
4.2	Der Versuch eines verhaltensökonomischen Karrieremodells	36
5	Experimentelles Studiendesign.....	38
5.1	Die Versuchsgruppen.....	38
5.2	Zusammenfassung der Hypothesen und des Interventionsdesigns	40
5.3	Experimentelles Design zur Messung der Effekte	42
5.3.1	Auswahl und Randomisierung der Schulen.....	43
5.3.2	Messung von MINT-Interesse	44
5.3.3	Messung der Hemmfaktoren	45
5.4	Studienablauf.....	47
6	Ergebnisse	51
6.1	Geschlechterunterschiede (Erstmessung)	51
6.2	Treatment-Effekte	52
6.2.1	Gesamteffekt	53
6.2.2	Indirekter Effekt	57
6.3	Einstellungen und Einfluss von Eltern und LehrerInnen	59
6.4	Wahrnehmung der Web-Plattformen und Aktivität.....	63
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	64
8	Verzeichnisse	67
8.1	Abbildungsverzeichnis	67
8.2	Tabellenverzeichnis	68

9	Literaturverzeichnis	69
---	----------------------------	----

1 Executive Summary

Motivation der Studie:

- Die Nachfrage nach MINT-AbsolventInnen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) ist hoch, und bereits jetzt gibt es eine Lücke zwischen Arbeitsangebot und Arbeitsnachfrage. Es wird prognostiziert, dass der Bedarf in Zukunft auch in Österreich weiter steigen wird.
- Obwohl MINT-Berufe mit einem relativ hohen Gehalt verknüpft sind, entscheiden sich nicht genügend junge Menschen für eine MINT-Karriere. Insbesondere Frauen nehmen eher selten Ausbildungen oder Studiengänge in Bereichen wie Informatik oder Ingenieurwissenschaften auf. Dies befeuert den Gender-Pay-Gap.

Design der Studie:

- Wir entwickeln ein verhaltensökonomisches Entscheidungskonzept, welches den Zusammenhang von Interessen, Leistung, Lernerfolgen und Einflussfaktoren/Hemmfaktoren beschreibt. Dabei identifizieren wir diejenigen Einflussfaktoren/Hemmfaktoren, auf die wir mit verhaltensökonomischen Instrumenten einwirken können. Dies sind:
 - Stereotypes Denken
 - Selbstbewusstsein in Mathematik/MINT
 - Growth Mindset
 - Wettbewerbspräferenzen
- Kinder werden spätestens ab Schuleintritt mit stereotypen Rollenbildern in Bezug auf Fähigkeiten von Mädchen und Burschen konfrontiert. Auch die Vorstellung von Berufsbildern entwickelt sich früh, und MINT-Berufe wie der des Programmierers werden oft als unattraktiv empfunden, aufgrund fehlerhafter Vorstellungen über diese Berufe. Die „Leaky Pipeline“ beginnt daher bereits im frühen Kindesalter. Um den Trichter der MINT-Pipeline zu vergrößern, setzen wir in der Volksschule bei Kindern im Alter von acht bis neun Jahren in der dritten Klasse an und versuchen, Hemmfaktoren wie stereotypes Denken zu reduzieren.
- Auf Basis der identifizierten Hemmfaktoren wurde eine Intervention mit dem Ziel entwickelt, das Interesse an MINT zu steigern. Die Intervention ist eine **digitale Webplattform (Treatment-Plattform)**, die auf Basis des Behavioral-Economics-Ansatzes (BEA) designt wurde und in der explizit die identifizierten Hemmfaktoren adressiert werden.

- Die Evaluation erfolgt mithilfe eines sogenannten „Randomized Controlled Trials“ (RCT), auch Feldexperiment genannt. Ein RCT wird oftmals als Goldstandard der ökonomischen Evaluierungsmethoden bezeichnet. Diese Methode erlaubt es, den kausalen Effekt der Webplattform auf das MINT-Interesse zu messen. Dafür wurden 39 Schulen rekrutiert, wovon etwa die Hälfte unsere Treatment-Plattform anwendet (Treatmentgruppe). Die andere Hälfte verwendet eine traditionelle Lernplattform ohne direkten MINT-Bezug (Kontrollgruppe).
- Mit weiteren Messinstrumenten aus dem verhaltensökonomischen Experimentallabor wird evaluiert, wie sich Hemmfaktoren durch das Treatment verändern – damit und mit der vorausgegangenen Randomisierung in Treatment- und Kontrollgruppe können Wirkmechanismen kausal identifiziert und in der weiteren Ausgestaltung gezielt adressiert werden.
- Neben der Messung der Auswirkungen auf die Kinder befragen wir auch LehrerInnen und Eltern mithilfe von Fragebögen. Wir analysieren, wie sich stereotypes Denken und ein Growth Mindset der Eltern und LehrerInnen auf ebendiese Verhaltenstreiber und das MINT-Interesse der Kinder überträgt.

Ergebnisse des Feldexperiments:

- Wir finden unter anderem folgende generelle Geschlechterunterschiede (Ausgangslage):
 1. MINT-Interesse: Das MINT-Interesse von Mädchen ist ca. 20 Prozent geringer als das von Burschen.
 2. Selbstbewusstsein/Overconfidence: Burschen überschätzen sich signifikant stärker als Mädchen in Mathematik. Auch in Deutsch überschätzen sich Burschen signifikant stärker als Mädchen, aber nicht ganz so stark wie in Mathematik.
 3. Wettbewerbspräferenzen: Burschen präferieren häufiger den Wettbewerb als Mädchen. In Mathematik präferieren 66 Prozent der Burschen und 47 Prozent der Mädchen den Wettbewerb. In Deutsch bevorzugen ebenfalls 64 Prozent der Burschen, aber immerhin 55 Prozent der Mädchen den Wettbewerb.
- Treatment: Unsere Webplattform erhöht das MINT-Interesse von Mädchen signifikant. Das MINT-Interesse der Burschen verändert sich nicht signifikant. Damit wird der Gender-Gap im MINT-Interesse durch unsere Treatment-Plattform um ca. 5,5 Prozentpunkte (entspricht ca. 28 Prozent) kleiner.

- Die Treatment-Plattform erhöht das Selbstbewusstsein in MINT sowie die Wettbewerbspräferenzen der Mädchen. Diese beiden Verhaltenstreiber erklären einen Großteil des Treatment-Effekts.
- Wir finden keinen Effekt von stereotypem Rollendenken und einem Growth Mindset auf MINT-Interesse.
- Es zeigt sich, dass Eltern grundsätzlich gegenüber digitalen Interventionen im Schulkontext der 3. Volksschulklasse aufgeschlossen sind.
- Weiters ergibt die Auswertung der Elternfragebögen, dass weder stereotypes Denken der Eltern noch deren Beruf substantielle Auswirkungen auf das MINT-Interesse ihrer Kinder haben.
- In Einklang mit bestehender Literatur führen stärker ausgeprägte Rollenstereotype bei LehrerInnen dazu, dass Mädchen weniger selbstbewusst in MINT sind und sich weniger für MINT interessieren. Ein höheres Interesse der LehrerInnen an Naturwissenschaften wirkt sich positiv auf das MINT-Interesse der SchülerInnen aus.

Konklusion/Implikationen:

- Die Treatment-Plattform kann potenziell den Gender-Gap in MINT verringern, da hiermit das Interesse der Mädchen stärker steigt als das der Buben.
- Wettbewerbspräferenzen stärken: Unser Feldexperiment zeigt, dass Wettbewerbspräferenzen in MINT/Mathematik entscheidend für das MINT-Interesse sind. Zukünftige Maßnahmen sollten darauf abzielen, insbesondere die Freude am Wettbewerb bei Mädchen zu fördern. Es kann auch überlegt werden, ob MINT-Bereiche als weniger kompetitiv dargestellt werden, um das Interesse von Kindern mit weniger ausgeprägten Wettbewerbspräferenzen für diesen Bereich zu erhöhen.
- Selbstbewusstsein in MINT fördern: Die Ergebnisse des Experiments zeigen, dass Mädchen ein niedrigeres Selbstbewusstsein in MINT haben als Buben. Eine Maßnahme wie unsere Treatment-Plattform kann das Selbstbewusstsein erhöhen und so das MINT-Interesse stärken. Zukünftige Maßnahmen sollten ebenfalls darauf abzielen, Mädchen in MINT zu fördern, indem Zutrauen in diesem männlich stereotypisierten Bereich geschaffen wird.
- Stereotype reduzieren und Identifikation mit MINT steigern: Weiters sollten Stereotype über MINT-Berufe durch anti-stereotype MINT-Berufstätige (jung, weiblich/männlich, in Teams und an gesellschaftlich relevanten Themen arbeitend) vorgestellt werden, um die Identifikation der Kinder mit MINT-Berufen zu stärken.

- Digitale Interventionen sind relativ einfach ausrollbar und kosteneffizient, wenn man diese mit konventionelleren Ansätzen, wie zum Beispiel der Durchführung von LehrerInnen-Schulungen, MINT-Workshops oder dem Vorstellen von potenziellen MINT-Vorbildern in Schulen vergleicht. Die Akzeptanz und das Interesse der Eltern an digitaler Ergänzung zu Präsenzunterricht ist relativ hoch.

2 Einleitung

Frauen zeigen weniger berufliches Interesse an sogenannten „MINT“-Bereichen als Männer. In der vorliegenden Studie identifizieren wir Hemmfaktoren, die (potenziell) diesen Gender-Gap in MINT erklären können. In einem Feldexperiment mit acht bis neun Jahre alten VolksschülerInnen wird eine Intervention getestet, die darauf abzielt, diese Hemmfaktoren zu reduzieren und generell das MINT-Interesse bei Kindern zu erhöhen. Die Ergebnisse dieses Feldexperiments sowie die Ergebnisse einer komplementären Eltern- und LehrerInnenbefragung werden in diesem Bericht präsentiert.

Der Begriff „MINT“

Das Akronym „MINT“ steht für die Bereiche Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik. Das englische Pendant dafür ist „STEM“ und beschreibt die Bereiche Science, Technology, Engineering und Mathematics. Eine einheitliche Definition, welche Studienfächer, Berufsfelder und Wirtschaftsbranchen dem Begriff konkret zugeordnet werden, existiert dabei nicht – u. a. gibt es zu MINT unterschiedliche Berufsklassifikationssysteme verschiedener Institutionen, etwa der UNESCO oder des BMWFW die teils auch Fächer wie Architektur umfassen (Binder et al., 2017). Der vorliegende Bericht konzentriert sich insbesondere auf Bereiche, in denen ein Mangel an AbsolventInnen vorliegt, wozu u. a. Ingenieurwissenschaften und Informatik gezählt werden (vgl. Kapitel 3).

Warum sollten wir den Gender-Gap in MINT reduzieren?

Der Gender-Gap in MINT ist aus verschiedenen Gründen bedenklich. Zum einen befeuert dieser den Gender-Pay-Gap. Während Frauen sich zum Beispiel überproportional für soziale Berufe entscheiden, schlagen Männer häufiger eine Karriere in sogenannten MINT-Berufen ein. MINT-Beschäftigungen sind oft besser bezahlt als andere Berufe und versprechen relativ sichere Positionen, gute Aufstiegschancen in Führungspositionen und langfristige Verträge. WissenschaftlerInnen betonen die Wichtigkeit, insbesondere das Augenmerk auf die Reduzierung des Gender-Gaps in MINT-Bereichen mit hohem Mathematikanteil zu fokussieren, da hier der Frauenanteil am geringsten und in den meisten entwickelten Ländern über die letzten zwei Jahrzehnte nicht gesunken ist (Breda & Hillion, 2016). Zum anderen kann der Wirtschaftsstandort Österreich von einem höheren und qualifizierteren Angebot von MINT-Fachkräften profitieren. Die zunehmend fortschreitenden und weitreichenden Veränderungsprozesse, die durch die Digitalisierung ausgelöst wurden sowie drängende gesellschaftliche Probleme wie der Klimawandel bringen eine dementsprechend starke Nachfrage an Fachkräften aus dem MINT-Bereich mit sich. Das heißt, talentierte Mädchen oder Frauen, die sich nicht in MINT-

Berufe selektieren, stellen einen Talentverlust dar, der die Gesamtproduktivität verringern kann (Weinberger 1999). Dies führt zu einem Mangel an ArbeitnehmerInnen mit mathematischen Fähigkeiten in einer Zeit, in der die Nachfrage nach solchen Fähigkeiten steigt (Carnevale et al., 2011).

Kurzzusammenfassung des Studiendesigns

In dieser Studie wurde identifiziert, welche (verhaltensökonomischen) Faktoren eine MINT-Karriereentscheidung beeinflussen und damit verantwortlich für den Gender-Gap in MINT sein könnten. Karriereentscheidungen fallen bereits während der Schulzeit für bestimmte weiterführende Schulen oder Wahlfächer, wenn Kinder ihr Selbstbewusstsein und stereotypes Rollendenken in bestimmten Fächern ausbilden. Um hier den Filter für Mädchen und Buben für potenzielle MINT-Karrieren möglichst groß zu halten und weil bestimmte Verhaltenstreiber noch weniger stark festgelegt sind, legt diese Studie einen Fokus auf Kinder in der Volksschule. In einem Feldexperiment, an dem über 1.000 Kinder der dritten Klasse an 39 Volksschulen in Wien und Oberösterreich teilnahmen, haben wir eine digitale Intervention evaluiert, die intendiert, das MINT-Interesse insbesondere von Mädchen zu entfalten.

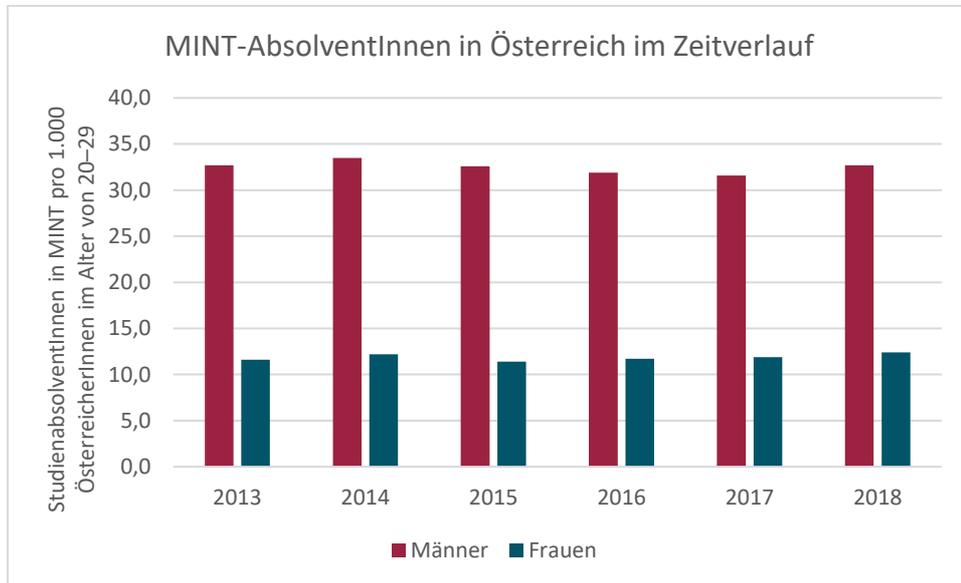
Wachsende Nachfrage an MINT-Fachkräften

Für Europa liegen Schätzungen der Europäischen Kommission (2015) für den MINT-Bedarf für das Jahr 2025 vor. Es wird erwartet, dass über eine Million Stellen in MINT-Berufen von 2013 bis 2025 in der EU entstehen. Die Nachfrage nach MINT-Qualifizierten steigt damit doppelt so schnell wie in anderen Berufen. Österreich zählt neben Slowenien, Malta, Ungarn, Finnland und Luxemburg zu den EU-Ländern, in denen der Anteil von MINT-Fachkräften an neuen Arbeitsplätzen (mit etwa fünf bis neun Prozent) relativ zu allen neuen Arbeitsplätzen mit am höchsten eingeschätzt wird. Absolut wird für Österreich ein Stellenwachstum von etwa 160.000 neu zu besetzenden Stellen im MINT-Bereich bis zum Jahr 2025 erwartet (Cedefop, 2015).

Gleichbleibendes Angebot an MINT-Fachkräften

Das Angebot an MINT-Qualifizierten in der EU und in Österreich bleibt jedoch über die Zeit sehr stabil. In Abbildung 1 wird dies anhand der Zahlen von StudienabgängerInnen von Studienfächern mit MINT-Bezug gezeigt. In Österreich ist der Anteil der StudienabsolventInnen in MINT seit Jahren quasi unverändert.

Abbildung 1: HochschulabsolventInnen in Mathematik, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Produktion und Bauwesen für Männer und Frauen im Alter von 20–29 Jahren

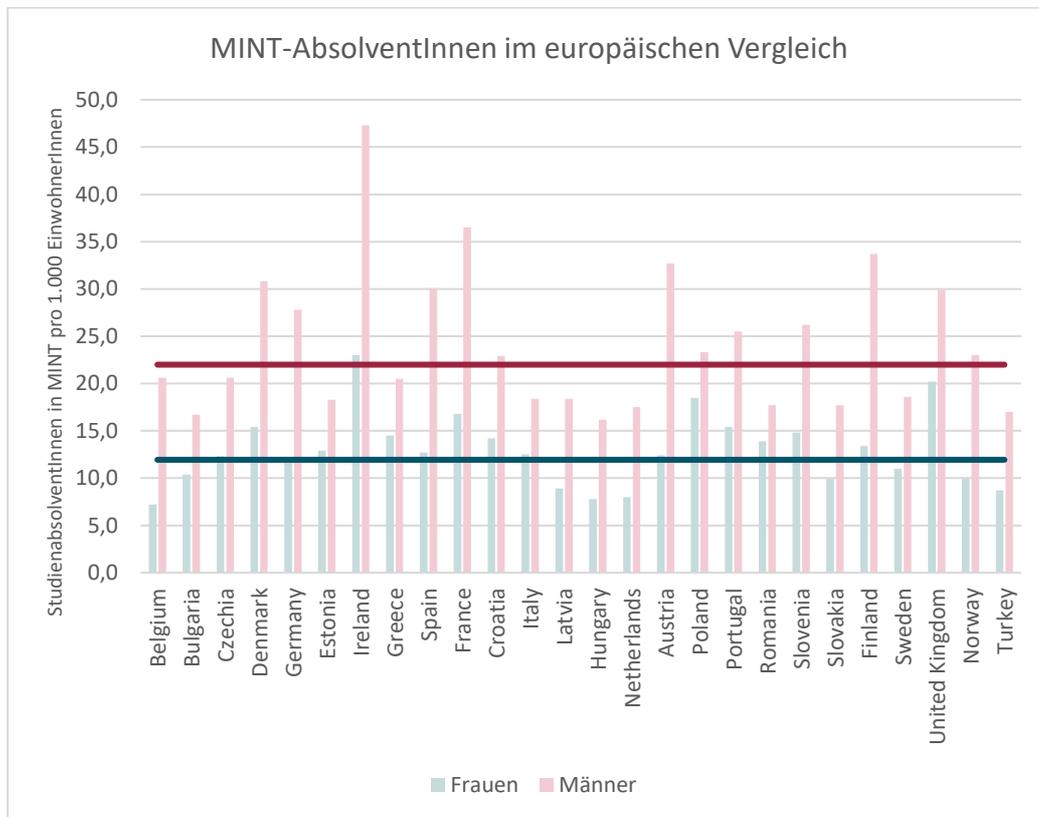


Quelle: Eurostat (2018), eigene Illustration.

Geringer Anteil von Frauen in MINT-Berufen

Ein weiterer Trend ist, dass Frauen in allen EU-Ländern weniger häufig einen Hochschulabschluss in MINT-Fächern absolvieren. In Abbildung 2 wird dies auf Basis von Daten der Eurostat (2018) anschaulich illustriert. Die Abbildung zeigt den Anteil an MINT-StudienabsolventInnen in Mathematik, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Produktion und Bauwesen für Männer und Frauen im Alter von 20 bis 29 Jahren im europäischen Vergleich. Die horizontale dunkelrote Linie zeigt hier den Mittelwert des Anteils der Frauen an MINT-Studierenden an, wohingegen die blaue Linie den Mittelwert des Anteils der Männer anzeigt. Es zeigt sich, dass Österreich relativ ausgeprägte Geschlechterunterschiede aufweist. In MINT-Fächern haben im Jahr 2018 fast drei Mal so viele Männer wie Frauen eine Hochschule abgeschlossen.

Abbildung 2: HochschulabsolventInnen in MINT im Jahr 2018



Quelle: Eurostat (2018), eigene Illustration.

Geschlechterunterschiede in MINT tragen zu Gender-Pay-Gap bei

Ein wesentlicher Ausgangspunkt für dieses Projekt ist der diagnostische Befund, dass sich Männer und Frauen für unterschiedliche Berufe entscheiden. Während Pflege- und Kinderbetreuungsberufe in den meisten Industrieländern mehrheitlich von Frauen aufgenommen werden, werden die hier im Vordergrund stehenden ‚Mangelberufe‘ im Ingenieurwesen, in der Informatik oder im Bauwesen mehrheitlich von Männern ausgeübt. Die Zahlen verdeutlichen dies bereits zum Zeitpunkt der Ausbildung – der Anteil an Frauen in diesen Studiengängen beträgt nur ca. 20 Prozent. Niederschlag findet dies auf der Makroebene, etwa in Geschlechterunterschieden im Einkommen durch die generell niedrigere Bezahlung von frauendominierten Berufen wie z. B. Pflgetätigkeiten (Blau & Kahn, 2000).

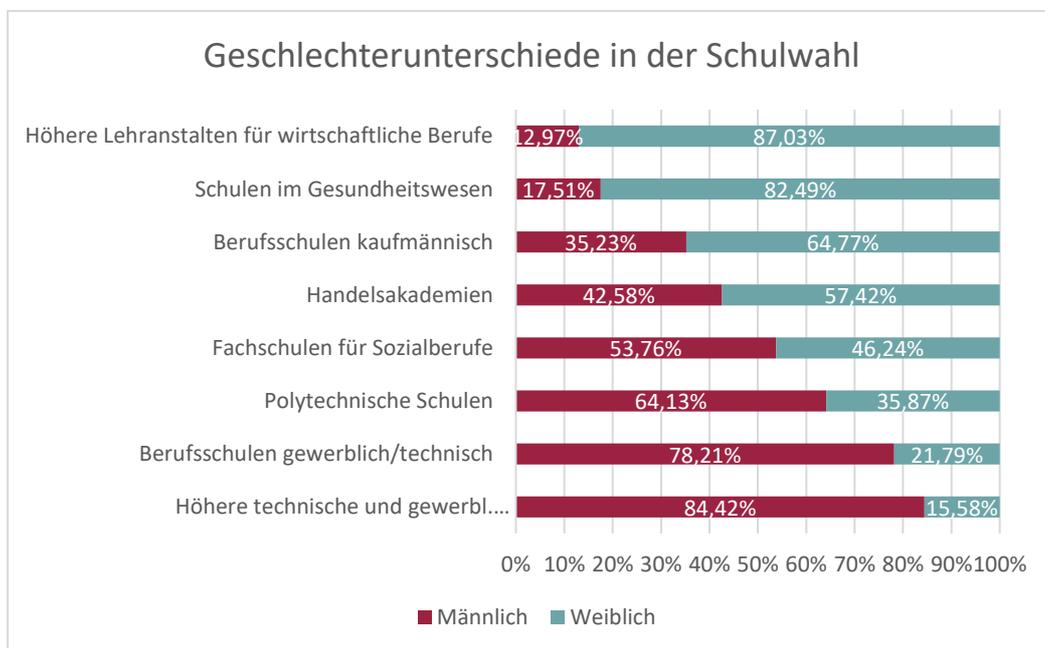
Karriereentscheidungen beginnen in der Kindheit

Auf dem komplexen Weg zur Karriereentscheidung sind einzelne Einflussfaktoren bereits gut wissenschaftlich erforscht. Die psychologische, verhaltensökonomische und pädagogische Forschung legt jedoch nahe, dass der Schlüssel zur Lösung der

aufgeworfenen Frage – das Interesse an MINT-Berufen substanziell zu steigern – deutlich früher als zum Zeitpunkt der Formulierung von Stellenanzeigen liegt.

Viele zukünftige Karriereentscheidungen basieren auf früh getroffenen Entscheidungen beziehungsweise wird die Entscheidung für einen Beruf von früheren Entscheidungen und Interessenausbildungen eingeschränkt. In Österreich wird dieser Effekt durch die frühe Trennung zwischen Neuen Mittelschulen und Allgemeinbildenden Höheren Schulen beziehungsweise den weiterführenden, spezialisierten Schulen institutionell verstärkt.

Abbildung 3: Schulbesuch an berufsbildenden Schulen nach Fachrichtungen und Geschlecht im Schuljahr 2018/2019



Quelle: Statistik Austria (2018/19).

Abbildung 3 zeigt den Anteil der Frauen in den weiterführenden Schulen mit den höchsten absoluten AbsolventInnenzahlen. Hier wird deutlich, dass bereits in der Schulzeit eine wichtige Weiche in Richtung Technik/MINT gestellt wird. Während im gesundheitlichen Bereich mehr Frauen vertreten sind, wird hier schon deutlich, dass Frauen sich aus den technischen Schulen herausselektieren.

Das Leck der MINT-Pipeline beginnt recht wahrscheinlich aber noch eher: Im Schulalter, wenn sich stereotype Bilder von Berufen und Fähigkeiten von Mädchen und Buben manifestieren und sich auf MINT-Interesse und Lernverhalten auswirken (siehe z. B. Bian et al., 2017).

Nicht-kognitive Fähigkeiten sind in der Kindheit veränderbar

Lange Zeit haben sich wissenschaftliche Forschung und Maßnahmen primär auf die Förderung kognitiver Fähigkeiten konzentriert, d. h. die Förderung von Faktoren wie Gedächtnisleistung, um direkt schulische Leistungen zu beeinflussen. Nicht-kognitive Fähigkeiten heben sich von reinen „Rechenleistungen“, die prinzipiell auch ein Computer vollbringen kann, ab und werden in der heutigen Arbeitswelt immer wichtiger. Hierzu gehören Fähigkeiten wie Solidarität und Teamarbeit, Kreativität und Durchhaltevermögen. Diese Eigenschaften können sich indirekt auf den Bildungsabschluss, den Arbeitsmarkterfolg und, wie diese Studie zeigt, auch auf das MINT-Interesse auswirken. Forschung zeigt, dass insbesondere bei Kindern diese Fähigkeiten noch veränderbar sind (Heckman et al., 2010; Currie, 2001; Almlund et al., 2011; Kautz et al., 2014; Kosse et al., 2020; Cappelen et al., 2020).

Identifikation von Verhaltenstreibern zur Verringerung des Gender-Gaps in MINT

Um effizient den Gender-Gap im MINT-Interesse zu verringern, ist es notwendig, mehr über die zugrundeliegenden Verhaltenstreiber wie nicht-kognitive Fähigkeiten zu lernen. Daher fokussieren wir in dieser Studie zusätzlich zu prävalenten stereotypen Rollenbildern auf weitere Verhaltenstreiber, die das empirisch beobachtbare ‚Auseinanderdriften‘ der Interessen von Mädchen und Buben (zumindest teilweise) erklären können. Das heißt, es werden inhärente und soziale Einfluss- beziehungsweise Hemmfaktoren identifiziert, die sich in der Interessenausprägung von Kindern niederschlagen, um diese in der Ausgestaltung der Intervention dezidiert zu berücksichtigen.

MINT ist politisch

Auch in der österreichischen Politik ist die Förderung von MINT-Ausbildungen als Handlungsfeld erkannt worden – Mittel und Wege zu finden, um den Bedarf an MINT-Fachkräften zu decken, beschreibt etwa Bundeskanzler Sebastian Kurz als maßgeblich für die Zukunft des Landes. Die Anfang 2019 lancierte *Zukunftsoffensive MINT-Fachkräfte* beschreibt der Bundeskanzler mit folgenden Worten: „Die Zukunftsinitiative im MINT-Bereich und in der IT ist ein wichtiger Schritt für den Wirtschaftsstandort Österreich und insbesondere auch für die Menschen in unserem Land. Wir wollen dafür möglichst viele junge Mädchen und Frauen gewinnen. Ein starker Wirtschaftsstandort bedeutet steuerliche Einnahmen, mit denen wir Pensionen, Gesundheitsversorgung, Pflege und andere Bereiche finanzieren können und damit Arbeitsplätze schaffen.“¹

¹ <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/-/bundeskanzler-kurz-moeglichst-viele-maedchen-und-frauen-fuer-mint-bereich-begeistern>

Ziel der Studie: Geschlechterunterschiede reduzieren und MINT-Interesse wecken

Diese Studie hat zum Ziel, das MINT-Interesse von Kindern zu wecken, sodass diese sich frei von potenziellen Hemmfaktoren wie vorherrschenden Stereotypen entfalten können und ihren inhärenten Fähigkeiten und Neigungen nachgehen können. Ein Abbau von Hemmnissen wirkt sich potenziell nicht nur positiv auf das MINT-Interesse aus, sondern auch auf andere relevante Faktoren im Zusammenhang mit Geschlechterunterschieden wie zum Beispiel den Gender-Pay-Gap. Das heißt, es geht nicht darum, Berufspräferenzen von Kindern zu ändern. Kinder sollten unabhängig von ihrem Geschlecht und anderen prä-determinierten Faktoren frei ihren Interessen nachgehen können. Hemmnisse, die mit dem Geschlecht zusammenhängen, wie beispielsweise gelebte Geschlechterstereotype, werden mit einer digitalen Intervention adressiert und es wird intendiert, Geschlechterunterschiede in den Hemmnissen zu reduzieren.

Struktur dieses Berichts

Der vorliegende Bericht beschreibt zunächst aktuelle und prognostizierte Herausforderungen hinsichtlich der Nachfrage nach MINT-Fachkräften und thematisiert im öffentlichen Diskurs verbreitete Erklärungsansätze für den Mangel an MINT-Interessierten (Kapitel 3). Dem schließt sich eine evidenzbasierte Analyse des Entscheidungsprozesses für eine MINT-Karriere und die Identifikation relevanter Einflussfaktoren aus verhaltensökonomischer Perspektive, die das Interesse an MINT-Fächern potenziell hemmen können (Kapitel 4), an. Diese identifizierten Einflussfaktoren leiten das Design der experimentellen Intervention für SchülerInnen, die auf eine Steigerung des Interesses an MINT-Inhalten abzielt und die identifizierten Hemmfaktoren explizit adressiert. Diese Intervention wird in Kapitel 5 beschrieben, ebenso wie das experimentelle Design dieser Intervention, mittels der Evidenz für die Wirksamkeit der Intervention im Feld erhoben wird. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse dieser Studie vorgestellt. Diese beinhalten auch die Wahrnehmung und Einstellungen zu digitalen Interventionen von Eltern und LehrerInnen. Der Kern der Analyse ist jedoch die Evaluation der Intervention (des sogenannten Treatments) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. Ein Ausblick auf den Wirkungsbereich der erhobenen Ergebnisse beschließt den vorliegenden Bericht.

3 Der MINT-Fachkräftebedarf und das MINT-Paradox

3.1 Arbeitsnachfrage im MINT-Bereich

A Tale of Two Digital Revolutions

Die Digitalisierung, die auch als „Industrie 4.0“ bezeichnet wird, verändert seit Mitte des 20. Jahrhunderts die Welt, wie wir sie kennen (World Economic Forum, 2016). Durch die Automatisierung der industriellen Produktion mittels Elektronik und Informationstechnologien legte sie die ersten Bausteine für eine „Vierte Industrielle Revolution“, welche sich nun hauptsächlich auf die Ausweitung der weltweiten Kommunikation und Konnektivität fokussiert und mit ihren Hebelwirkungen die Gegenwart fundamental prägt und verändert. Entwicklungen wie Künstliche Intelligenz, selbstfahrende Autos und Robotik zählen zu den sieben vom World Economic Forum (2019) erwähnten Technologien, die prospektiv den größten Einfluss auf unser gesellschaftliches Zusammenleben haben.

Das Resultat dieser Revolutionen ist die digitale Transformation, d. h. der fortlaufende, in digitalen Technologien begründete Veränderungsprozess, welcher zur Folge hat, dass bestehende Industrien, Sektoren und Betriebsmodelle disruptiv beeinflusst werden (World Economic Forum, 2019; OECD, 2018). Während einige große High-Tech-Unternehmen die digitale Transformation weiterhin mit neuen Innovationen beschleunigen, befinden sich andere, traditionellere Unternehmen unter starkem Druck, mit diesen Entwicklungen Schritt zu halten. Das Mitwirken und -halten ist im Hinblick auf das Wachstumspotenzial, das Unternehmen und damit auch die Gesellschaft, durch die Digitalisierung ausschöpfen können, essenziell: Das World Economic Forum (2019) schätzt dieses Potenzial auf etwa 100 Billionen US-Dollar ein.

Die Herausforderung für den Arbeitsmarkt

Diese technologischen Veränderungen haben einen Einfluss auf den Arbeitsmarkt. Obwohl die Digitalisierung zwischen 2016 und 2025 bis zu sechs Millionen neue Arbeitsplätze schaffen könnte, werden gleichzeitig Stellen in Bereichen wie Produktion, Handel und Finanz durch ihr Automatisierungspotenzial abgebaut (World Economic Forum, 2019). Der Einsatz digitaler Technologien transformiert bestehende Berufe, Arbeitsinhalte entwickeln sich vermehrt von Routinejobs zu nicht-routinierten Tätigkeiten, die lebenslange Lernbereitschaft und Interesse insbesondere für analytische, digitale und technische Berufe erfordern (Peneder et al., 2016). Fachkräfte mit diesen Eigenschaften zu akquirieren ist eine Herausforderung, vor der eine Vielzahl von Unternehmen – auch in Österreich – steht.

Weltweit ist die absolute Zahl an AbsolventInnen in den dafür dringend benötigten MINT-Fächern so hoch wie noch nie. Die New York Academy of Sciences (2014) vermutet sogar, dass die gesamte Arbeitsnachfrage nach MINT-AbsolventInnen theoretisch gestillt werden könnte, wenn jede/r MINT-AbsolventIn einen Job aufnehmen würde. Abgesehen natürlich von der eingeschränkten Mobilität der Arbeitskräfte, stellt die New York Academy of Sciences (2014) folgende Gründe für das als „Global STEM Paradoxon“ oder „MINT-Paradoxon“ bezeichnete Phänomen heraus, das westliche Volkswirtschaften vor große Probleme stellt, den wachsenden Stellenbedarf adäquat zu decken:

- 1. Mangel an AbsolventInnen mit sehr guten nicht-kognitiven Fähigkeiten („Soft Skills“):** Unter kognitiven Fähigkeiten versteht die bildungsökonomische Forschung bereichsspezifische Kompetenzen im Leseverständnis und der mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundbildung wie sie in internationalen SchülerInnenvergleichstests (z. B. PISA, TIMMS oder IGLU) gemessen werden. Kognitive Fähigkeiten sind notwendig für einen erfolgreichen Schulabschluss und haben positive Effekte auf den individuellen Lohn und ökonomisches Wachstum in einem Land (Hanushek & Woessmann, 2008). Nicht-kognitive Fähigkeiten umfassen unter anderem das Level an Geduld, Motivation, Disziplin, Durchhaltevermögen, kreatives Denken und soziale Kompetenz (Teamwork, Führungsqualitäten etc.). Die Bedürfnisse der neuen Arbeitswelt erfordern ein hohes Maß an nicht-kognitiven Fähigkeiten, da kognitive Aufgaben tendenziell durch Automatisierung ersetzt werden können. Eine hohe Ausprägung von nicht-kognitiven Fähigkeiten wird auf dem Arbeitsmarkt belohnt, da das Angebot an Arbeitsstellen mit sozialer Kompetenz steigt. Die Arbeitsnachfrage nach mathematisch anspruchsvollen Arbeitsstellen mit wenig Anforderung an nicht-kognitive Fähigkeiten sinkt (Deming, 2017).
- 2. Mangel an qualifizierten Fachkräften:** Bildungsanstalten und Unternehmen sind oft nicht aufeinander abgestimmt (New York Academy of Sciences, 2014). Dies führt zu einem Matching-Problem. Das heißt, dass Unternehmen beispielsweise Fachkräfte mit mittleren Qualifikationen suchen, während SchülerInnen den höchsten Bildungsabschluss anstreben und am Ende für viele Stellen überqualifiziert sind beziehungsweise nicht die notwendigen nicht-kognitiven Fähigkeiten mitbringen.
- 3. Verlust an hochqualifizierten Fachkräften:** Insbesondere in Schwellenländern besteht das Problem, dass die meisten MINT-AbsolventInnen in Industrieländer abwandern, in denen bessere Arbeitsbedingungen und Karriereöglichkeiten geboten werden. Dieses Phänomen wird auch als „Brain-Drain“ bezeichnet (Baruch et al., 2007). Schätzungen der World Bank (2014) taxieren den Bedarf an IngenieurInnen allein im subsaharischen Afrika auf mehr als 2,5 Millionen.

- 4. Nicht erschlossenes Potenzial von Talentpools:** Es gibt Gruppen, die im MINT-Bereich unterrepräsentiert sind. Hierzu gehören unter anderem Frauen, Menschen aus ländlichen Regionen und Menschen mit einem relativ niedrigen sozioökonomischen Hintergrund. Heterogene Gruppen können vorteilhaft für die Innovationskraft von Unternehmen sein (Nathan & Lee, 2013). Das Potenzial dieser Gruppen zu erschließen, kann daher für Unternehmen sinnvoll sein und unter anderem die Produktivität steigern (Richard, 2000). Weiters bedeuten Unterrepräsentierte einen potenziellen ökonomischen Verlust, da MINT-talentierte Menschen aus diesen Gruppen sich nicht für eine MINT-Karriere entscheiden.

Digitalisierung und der Stand der MINT-Fachkräfte in Österreich

Es benötigt nicht die Jury für das österreichische „Wort des Jahres“, die den Begriff „Digitalisierung“ im Jahr 2018 als Kandidat erkoren hat, um die Aktualität dieses Themas auch im hiesigen Diskurs abzubilden (Wiener Zeitung, 2018). Vielmehr könnte dies im Jahr 2018 als Indiz für einen Befund aus dem internationalen Vergleich verstanden werden: Verglichen mit anderen OECD-Ländern vollzieht sich die Durchdringung der Digitalisierung in Österreich relativ schleichend – dies gilt insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen (OECD, 2017). Als zentrale Voraussetzung für die Beschleunigung der digitalen Transformation in Österreich sind laut Binder et al. (2017) ausreichend qualifizierte MINT-AbsolventInnen und -Fachkräfte notwendig.

Die von Binder et al. (2017) beschriebene Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt ist jedoch eine gegenläufige. Die Lücke zwischen Arbeitsnachfrage und Arbeitsangebot wird in den MINT-Berufen immer größer. Kürzlich bestätigte dies eine Berechnung der Industriellenvereinigung: Der Personalmangel der Unternehmen im Bereich MINT und die Anzahl der betroffenen Unternehmen erreichten im Zehn-Jahres-Vergleich 2018 einen neuen Höhepunkt (Industriellenvereinigung, 2018). Insbesondere gaben ca. 60 Prozent der befragten Industrieunternehmen an, dass sie im Bereich Technik und Produktion große Schwierigkeiten haben, qualifiziertes Personal zu finden und nur rund fünf Prozent der Unternehmen sagten aus, dass sie gar keine Probleme hätten. Auch im Bereich Forschung und Entwicklung übersteigt der Fachkräftebedarf deutlich das bestehende Angebot am Arbeitsmarkt: Hier gaben ca. 40 Prozent der Unternehmen an, große Probleme bei der Rekrutierung von Fachpersonal zu haben. Die Industriebetriebe erwarten insbesondere steigende Beschäftigungszahlen von HTL- (59 Prozent) und Technik-FachhochschulabsolventInnen (57 Prozent). Etwas weniger stark fallen die Erwartungen an das Beschäftigungswachstum von MitarbeiterInnen mit höherer Berufsbildung aus, beispielsweise WerkmeisterInnen, IngenieurInnen mit Berufserfahrung (55 Prozent), Technik-UniversitätsabsolventInnen (50 Prozent), AbsolventInnen technischer Lehrberufe (44 Prozent) und AbsolventInnen technischer Fachhochschulen (34 Prozent) (Schmid et al., 2016). Während in den Prognosen kaum Veränderungen in den Arbeitsinhalten auf

der Ebene mittlerer FacharbeiterInnen erwartet wird, empfinden vor allem Betriebe mit einem hohen Anteil an Hochqualifizierten eine steigende Bedeutung eines „War for Talents“ (Schmid et al., 2016). Insgesamt rechnen die befragten Unternehmen mit einer Fortsetzung des Trends zur Höherqualifizierung der Arbeitskräfte.

Frauenanteil im MINT-Bereich in Österreich

Im Kontext des aufgeführten „*MINT-Paradoxons*“ ist insbesondere der vierte Punkt, das zu erschließende Potenzial von momentan noch unterrepräsentierten Talentpools, herauszustellen. So ist die Anzahl der weiblichen MINT-AbsolventInnen in Österreich mit ca. 36 Prozent deutlich geringer als in anderen Studienfächern, in denen es durchschnittlich 60 Prozent weibliche Absolventinnen gibt – trotz gleicher beziehungsweise durchschnittlich sogar besserer Schulleistungen von Frauen als Männern (Binder et al., 2017). An Fachhochschulen (FH) ist der Frauenanteil in MINT-Studienfächern mit 23 Prozent noch geringer. Der Frauenanteil in MINT variiert jedoch stark nach Ausbildungsfeldern. Während Frauen in Biowissenschaften (ca. 65 Prozent), Architektur und Bauwesen (42 Prozent) und Chemie und Geographie (ca. 40 Prozent) relativ stark repräsentiert sind, sind in Fächern wie Bauingenieurwesen (22 Prozent), Physik (17 Prozent), Informatik (ca. 20 Prozent) oder Ingenieurwissenschaften (18 Prozent) – also den in der Zukunft besonders stark nachgefragten Berufsfeldern – besonders wenige Frauen inskribiert.

3.2 Verbreitete Erklärungen für den Mangel an MINT-Arbeitskräften – Mythos oder Fakt?

Diese auch für Österreich prävalente Facette des „*MINT-Paradoxons*“ wirft die Frage auf, warum Frauen in einigen Fächern stark unterrepräsentiert sind – insbesondere, da sie hinsichtlich der Grundvoraussetzungen schulischer Leistung ihren männlichen Mitschülern nicht nachstehen; unter den absoluten Zahlen der MaturantInnen übertreffen Mädchen seit einigen Jahren die Burschen deutlich: In Österreich machen etwa ein Drittel der Burschen die Matura, während etwa 50 Prozent der Mädchen diese erfolgreich abschließen (BIFIE, 2018). Dies ist auch eine Frage, die in Politik, Medien und dem öffentlichen Diskurs intensiv thematisiert wird. Im nächsten Kapitel werden ausgewählte Erklärungsansätze thematisiert, die in der Diskussion zu den Themen MINT-Ausbildung und Frauenmangel besonders häufig vertreten sind.

Erklärungsansatz 1: SchülerInnen müssen stärker über MINT-Fächer informiert und dafür begeistert werden

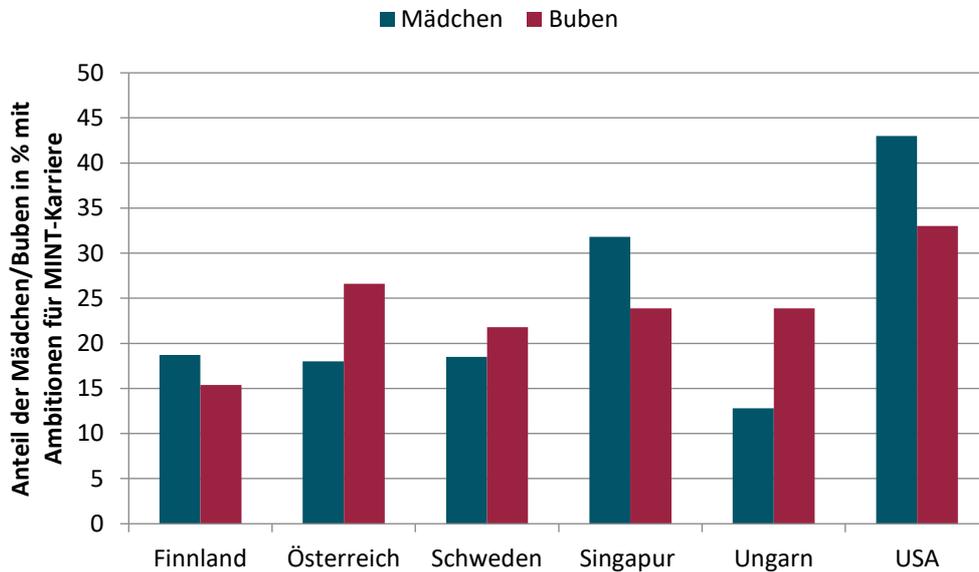
Viele aktuell von politischen Institutionen oder Unternehmen lancierte Ansätze, die Beteiligung an MINT-Fächern und -Studiengängen zu steigern, setzen auf Information, Beratung und Bewusstseinsbildung – etwa über die gesellschaftliche Relevanz, die

Vielfältigkeit der Aufgaben oder die Wege in den Berufszweig. Eine implizite, zugrundeliegende Annahme für die hohe Dichte bewusstseinsbildender Maßnahmen lautet: SchülerInnen werden nicht ausreichend über die Chancen im Technikbereich, MINT-Studiengänge und MINT-Berufe informiert; auch deren Bedeutung für die Gesellschaft soll SchülerInnen und Eltern klarer vermittelt werden (Der Standard, 2019).

Wesentlich ist an dieser Stelle jedoch die Unterscheidung zwischen dem Bewusstsein über die generelle Wichtigkeit der MINT-Fächer und dem persönlichen Interesse, eine Karriere in diesem Bereich anzustreben. Das breit angelegte Forschungsprojekt ROSE (The Relevance of Science Education) zur MINT-bezogenen Einstellung von 15-jährigen Jugendlichen, das auf eigens erhobene Daten aus 40 Ländern sowie den Eurobarometer-Datensatz zurückgreift, fördert diesbezüglich spannende Erkenntnisse zutage (Sjøberg & Schreiner, 2010): Nach der Erhebung ist das grundsätzliche Bewusstsein über die gesellschaftliche Bedeutung von Naturwissenschaften und Technologie unter österreichischen SchülerInnen durchaus vorhanden. Dennoch möchten nur wenige Jugendliche – insbesondere wenige Mädchen – einen Beruf in diesem Bereich ergreifen.

Die vertiefte Analyse des ROSE-Projekts bringt insbesondere zwei relevante Aspekte ans Licht. Erstens liefern die Daten erste Indizien, dass der Grundstein für die eingangs als Element des *MINT-Paradoxons* beschriebene Unterrepräsentation von Mädchen in den MINT-Berufen bereits früh gelegt wird: Berufsfelder der Wissenschaft und insbesondere der Technologie sind für 15-jährige Burschen deutlich attraktiver als für gleichaltrige Mädchen. Auch die entwicklungspsychologische Forschung liefert Evidenz, dass Karriereinteressen und die beeinflussenden Vorstellungen über beispielsweise eigene Fähigkeiten (Bian et al., 2017) beziehungsweise Gefühle der Zugehörigkeit (Good et al., 2012) sehr früh herausgebildet werden.

Abbildung 4: Ambitionen für eine MINT-Karriere von Mädchen und Buben in unterschiedlichen Ländern



Quelle: PISA 2015.

Auch die PISA-Studie (2015) mit Schwerpunkt auf Wissenschaft zeichnet ein ähnliches Bild. In Abbildung 4 wird der Anteil der Mädchen und Buben dargestellt, die erwarten, dass sie eine Ausbildung beziehungsweise ein Studium im MINT-Bereich absolvieren werden. In Österreich ist der Anteil der Buben relativ zu den Mädchen hoch und fast zehn Prozent mehr Buben als Mädchen geben an, eine MINT-Karriere anzustreben. In anderen Ländern wie den USA oder Finnland dreht sich dieses Bild um. Hier ist der Anteil der Mädchen, die sich für eine MINT-Karriere interessieren höher als der Anteil der Buben.

Der zweite wesentliche Aspekt besteht darin, die Begeisterung für MINT zu entfachen. Die ROSE-Daten liefern hierfür erste quantitative Anhaltspunkte über die Ziele und Darbietungsformen, die bei Kindern und Jugendlichen zum Erfolg führen können. Inhaltlich zielen wesentliche, von Sjøberg (2010) identifizierte Motivationsfaktoren für die Berufswahl – insbesondere in der im MINT-Umfeld unterrepräsentierten Gruppe der Mädchen – auf prosoziale und altruistische Aspekte ab, etwa gemeinsam mit Menschen zu arbeiten oder anderen Menschen zu helfen. Ein möglicher Ansatz zur Steigerung der Motivation kann darin liegen, diese auch in MINT-Berufen vertretenen Aspekte stärker in den Vordergrund zu rücken.

Hinsichtlich der Darbietungsform beinhaltet der vom ROSE-Projekt analysierte Datensatz auch Fragen zum naturwissenschaftlich-technischen Unterricht in den Schulen. Die Ergebnisse für Österreich passen sich dabei an hinterer Stelle in das grundsätzlich wenig

positive Bild vom naturwissenschaftlichen Unterricht in Europa ein. Die Beurteilungen des österreichischen Schulunterrichts hinsichtlich der wahrgenommenen Nützlichkeit des Unterrichts für die spätere Karriere, der Vermittlung der gesellschaftlichen Bedeutsamkeit von Naturwissenschaften oder der Inspiration für ‚neue, aufregende Jobs‘ gehören – ohne größere geschlechterbezogene Differenzen – unter den vierzig erhobenen Beurteilungen zu den negativsten.

Für die Entwicklung der Intervention ergeben sich aus diesen Erkenntnissen folgende Schlussfolgerungen: Primäres Ziel ist nicht die Herausbildung eines allgemeinen Bewusstseins für die Bedeutung von MINT, sondern die Freisetzung des konkreten Interesses an einem Beruf im MINT-Umfeld. Dabei bestehen, insbesondere im stark von einem Nachfrageüberhang am Arbeitsmarkt charakterisierten Technologie-Sektor, wesentliche Geschlechter-Unterschiede im Grundniveau – das Interesse der Mädchen an Technologie-Berufen zu steigern, böte also besonders hohes Entwicklungspotenzial. Sehr hohes Entwicklungspotenzial besteht offenbar auch im institutionellen Kontext der Schule beziehungsweise hinsichtlich der Vermittlung naturwissenschaftlicher und technischer Inhalte in der Schule, wo eine geringe anwendungsorientierte Verbindung vom österreichischen MINT-Schulunterricht zum späteren beruflichen Nutzen geschaffen wird. Die Vermittlung des späteren Nutzens von MINT-Studienfächern oder -Berufen sollte damit konkret in der Intervention Niederschlag finden, um Kinder (und deren Eltern) nachhaltig zu einer Karrierewahl in diesem Bereich zu motivieren.

Erklärungsansatz 2: Mädchen und Buben haben von Geburt an unterschiedliche Interessen

Berufliche Interessen sind im Teenager-Alter also bereits stark ausgeprägt; das zitierte Datenmaterial legt eine frühe Ausdifferenzierung zwischen Mädchen und Burschen nahe. Sind Interessen von Männern und Frauen in den Genen festgelegt oder werden sie im Lauf des Lebens durch die Umwelt und Sozialisation ausgeprägt? Diese als „Nature vs. Nurture“ geführte Debatte ist immer wieder auch in der Öffentlichkeit präsent (Der Standard, 2019).

AnhängerInnen der Nature-Perspektive, also der biologischen Prädisposition für verschiedene Interessen, berufen sich unter anderem auf frühkindliche (neuro-) biologische Forschung. Lamminmäki et al. (2012) untersuchten etwa Zusammenhänge zwischen dem postnatal gemessenen Testosteronspiegel und der Spielzeugwahl beziehungsweise rollentypischem Verhalten im Kleinkindalter. Sie identifizierten, dass sich Kleinkinder mit niedrigerem Testosteronspiegel durchschnittlich für anderes Spielzeug entschieden. Da Mädchen durchschnittlich einen niedrigeren Testosteronspiegel aufweisen, ist diese Theorie ein möglicher Ansatz, um divergierende Interessen zwischen Mädchen und Buben zu erklären.

Während die wissenschaftliche Evidenz keine Aussage über die Stärke des Zusammenhangs zwischen Hormonhaushalt und Interesse für bestimmte Bereiche zulässt, ist die Annahme einer rein biologischen Determination nicht vereinbar mit tatsächlichen Beobachtungen von Interessen, wie sie sich beispielsweise in Karriereentscheidungen widerspiegeln (siehe vorangegangener Abschnitt). Internationale Vergleichsstudien identifizieren gravierende Unterschiede zwischen Kulturräumen und auf Länderebene – sowohl hinsichtlich der Ausprägung der Interessen als auch der Manifestation hinsichtlich tatsächlicher Entscheidungen in Ausbildung und Beruf. Dies betrifft den Gesamtanteil an MINT-Interessierten, aber auch den Unterschied zwischen Frauen und Männern bezüglich ihrer Ambitionen, eine MINT-Karriere anzustreben.

Ein Grund für unterschiedliche Präferenzen zwischen Männern und Frauen bezüglich einer MINT-Karriere könnte die Geschlechtergerechtigkeit in einem Land sein. Das heißt, wenn Frauen emanzipiert sind, unter anderem ähnlich viel verdienen und eine gleichwertige Ausbildung im Durchschnitt im Vergleich zu Männern haben, könnte man annehmen, dass diese Länder einen höheren Anteil an Frauen in MINT-Berufen aufweisen. Stoet und Geary (2018) stellen korrelative Zusammenhänge zwischen der Geschlechtergerechtigkeit, operationalisiert über den Global Gender Gap Index (GGGI), und der Geschlechterverteilung in MINT-Abschlüssen fest und finden, dass eine höhere Geschlechtergerechtigkeit mit höherer Geschlechterdifferenz in den MINT-Abschlüssen einhergeht. In deutlich weniger geschlechtergerechten Ländern wie Algerien und Tunesien ist der Frauenanteil an MINT-Abschlüssen also deutlich höher als in Finnland oder Norwegen. Unterschiede in Präferenzen zwischen Frauen und Männern konnten auch in anderen Bereichen gefunden werden. Falk und Hermle (2018) finden, dass Geschlechterunterschiede in Präferenzen wie Vertrauen und Risiko in Ländern mit ausgeprägter Geschlechtergerechtigkeit tendenziell zunehmen. Das lässt darauf schließen, dass Frauen und Männer in südlichen Ländern sich in ihren Präferenzen stärker ähneln als Frauen und Männer in beispielsweise den skandinavischen Ländern. Auch diese Studie zeigt bloß Korrelationen auf und keinen Kausalzusammenhang.

Das bedeutet, es ist nicht klar, warum sich der Geschlechterunterschied in Ländern mit höherer Geschlechtergerechtigkeit vergrößert.

Die AutorInnen Stoet und Geary (2018) äußern die Vermutung, dass das Ergebnis nicht durch Leistungsunterschiede, sondern durch ökonomische Überlegungen, d. h. durch geringere Opportunitätskosten einer MINT-Karriere in geschlechtergerechteren Ländern, motiviert werden könnte. Es ist nicht auszuschließen, dass es sich um eine Scheinkorrelation in diesen Studien handelt und sich die Länder nicht nur in dem GGGI unterscheiden, sondern auch in anderen Faktoren, die eine Geschlechterdisparität fördern. Wir wissen zum Beispiel, dass ausgeprägte Rollenstereotype von LehrerInnen sich

auf das Selbstbewusstsein in MINT und auf Karriereambitionen in MINT auswirken (Carlana, 2019). Das heißt, Mädchen, die von LehrerInnen mit relativ starken Rollenstereotypen unterrichtet werden („Mädchen können besser Lesen als Mathematik“), glauben weniger als gleichaltrige Buben an sich und belegen weniger mathematische Fächer in der Oberstufe. Es gibt weitere Studien, die zeigen, dass sozialnormative Einflussfaktoren einen erheblichen Einfluss auf die Ausprägung von Interessen von Mädchen und Buben haben. Auf diese Studien gehen wir in Kapitel 4 dieses Berichts detaillierter ein.

Es bleibt festzuhalten, dass die Natur des Menschen einen Einfluss auf die Interessen von Mädchen und Buben hat. Sie ist allerdings nicht der (einzige) treibende Faktor. Studienergebnisse zeigen, dass unter anderem gesellschaftliche Rollenbilder von Männern und Frauen (z. B. von LehrerInnen) Konsequenzen auf die Interessensausbildung von Kindern haben.

Erklärungsansatz 3: Mädchen und Buben sind unterschiedlich begabt in verschiedenen Bereichen

„Mädchen lesen besser – Burschen rechnen besser“ titelte einst der Standard (2008), quasi analog sieben Jahre später der Kurier (2015). In einem Kommentar in der deutschen ZEIT (2017) fordert ein Schweizer Ökonomeprofessor gar „Lasst die Mädchen doch mit Mathe in Ruhe“. Anlass, in allen Fällen, waren Ergebnisse der PISA-Studie, die auch in der jüngsten Auflage in Österreich hinsichtlich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Leistungen ein ähnliches Bild zeichneten: Buben wiesen etwas bessere Leistungen in Mathematik und Naturwissenschaften auf, Mädchen waren dafür besser im Lesen (PISA, 2015). Das heißt, dass Mädchen einen komparativen Vorteil im Lesen und Schreiben zu Mathematik aufweisen. Dieser ist höher als bei Burschen. Dieser höhere komparative Vorteil bei Mädchen kann einen großen Anteil des Gender-Gaps in MINT-Karrieren erklären (Breda & Napp, 2019).

In der detaillierteren Analyse der Ergebnisse ist ein wesentlicher Befund augenscheinlich: Die Differenz in den Mathematik-Leistungen von Buben und Mädchen nahm – anders als in den meisten OECD-Ländern – in Österreich im Vergleich zur Vorstudie zu, vergrößerte sich im Zehn-Jahres-Vergleich von sieben auf 22 Punkte. Betrachtet man die zeitliche Entwicklung der Kinder unter Bezugnahme einer zweiten internationalen Vergleichsstudie, der unter Zehnjährigen durchgeführten TIMSS, zeigt dies eine zweite wesentliche Entwicklung auf: Diese Unterschiede in der gemessenen mathematischen Leistung wachsen in der Entwicklung des Kindes. Für Zehnjährige sind sie „unter der Schwelle der praktischen Bedeutsamkeit“ (BIFIE, 2015).

Deutlich über der Schwelle der praktischen Bedeutsamkeit lagen, so die Analysen des BIFIE, hingegen die Geschlechterunterschiede in den TIMSS-Fragen zum Selbstkonzept, also der Selbsteinschätzung mathematischer Fähigkeiten. Anders als in der tatsächlich

gemessenen Leistung in Aufgaben offenbarte die Zustimmung zu Aussagen wie „normalerweise bin ich gut in Mathematik“ oder „Mathematik fällt mir schwerer als andere Fächer“ erhebliche Unterschiede; zehnjährige österreichische Buben zeigten sich deutlich selbstbewusster hinsichtlich ihrer mathematischen Fähigkeiten als gleichaltrige Mädchen.

Die Rolle, die dieses Selbstkonzept für die Entscheidung in der Studien- und Berufswahl spielt, ist in der Bildungsforschung breit erforscht (z. B. Parker et al., 2012). Zudem zeigt die TIMSS-Studie: Bereits im Volksschulalter divergiert das Mathematik-Selbstkonzept zwischen den Geschlechtern, selbst bei gleicher, gemessener Leistung in konkreten Aufgaben. Ein Erklärungsansatz für die in der PISA-Studie gemessene Leistungsdifferenz kann daher auch in der vertiefteren Auseinandersetzung 15-jähriger Kinder mit mathematisch-technischen Inhalten liegen: Der Mädchenanteil an technisch-gewerblichen mittleren Schulen (wie z. B. Höheren Technischen Lehranstalten) liegt im Schuljahr 2017/18 bei 17,6 Prozent, vier Prozentpunkte unter dem Wert zur Jahrtausendwende (Statistik Austria, 2017/18) – auch die Entscheidungen über Vertiefungsfächer in der Schule sind Entscheidungen, die maßgeblich vom Selbstkonzept beeinflusst werden (Köller et al., 2000).

Insbesondere in skandinavischen Ländern ist kein Geschlechterunterschied in der Mathematikleistung festzustellen beziehungsweise zeigen in Finnland Mädchen sogar durchschnittlich bessere Leistungen in Mathematik als Buben. Dies ist ein starkes Indiz dafür, dass Mädchen und Buben nicht mit unterschiedlichen Fähigkeiten in Mathematik geboren werden, sondern sozialnormative Faktoren eine größere Rolle bei der Ausbildung von Interessen spielen.

3.3 Bestehende MINT-Initiativen

Weltweit haben Organisationen, Institutionen und Regierungen das Potenzial des geringen Frauenanteils in MINT-Bereichen erkannt und Initiativen entwickelt, um mehr Kinder für MINT zu begeistern. Dazu zählen beispielsweise *GirlsWhoCode* in den USA, *Indian Girls Code* in Indien, *Scientific Camps of Excellence for Mentoring Girls in Science, Technology, Engineering and Mathematics* (MINT) in Kenia, *Meninas Digitais* in Brasilien und *Discover!* in den USA.

Auch in Österreich gibt es einige Initiativen. Bestehende Initiativen sind oftmals Workshops von kurzer Zeitdauer, die Kinder mit „Experimenten zum Anfassen“ für MINT begeistern wollen. Häufig werden solche Initiativen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit nicht überprüft (Binder et al., 2017). Eine der wenigen Ausnahmen ist ein Projekt von Drescher et al. (2020), in dem nur geringe Effekte auf die Reduzierung von Stereotypen für einen

Ein-Tages-Workshop mit weiblichen MINT-Vorbildern gefunden wurden. Daher ist immer noch ungewiss, wie stark sich die Wirkung solcher Initiativen kurzfristig und langfristig darstellt. In den heutigen AbsolventInnenzahlen in MINT-Fächern, wo der Frauenanteil an MINT-AbsolventInnen (36 Prozent) seit 2007 relativ konstant blieb (Binder et al., 2017), finden diese Initiativen kaum Niederschlag. Bestehende Programme zielen oftmals darauf ab, Begeisterung für MINT zu wecken, indem sie beispielsweise Kinder durch gemeinsames Experimentieren in Kontakt mit MINT bringen. Dabei werden selten gezielt und bewusst zugrundeliegende hemmende Faktoren für niedriges MINT-Interesse adressiert.

Weiters ist unklar, welche Kinder diese Initiativen aufsuchen und ob sie Kinder mit unterschiedlichem soziodemografischem Hintergrund gleichermaßen erreichen. Dies kann potenziell zu Chancenungleichheit führen, da nicht alle Kinder gleich gefördert werden – eine Intervention in Schulen kann diese mögliche Problematik proaktiv adressieren. Es ist außerdem wichtig, die Verhaltenstreiber für ein relativ geringes MINT-Interesse zu identifizieren, mit Interventionen zu adressieren und kausal zu evaluieren, wie stark Interventionen wirken und welche Faktoren hierfür verantwortlich sind. Nur mit dieser empirischen Evidenz können Interventionen weiter entwickelt und für eine Ausrollung empfohlen werden.

4 Die verhaltensökonomische Perspektive auf MINT-Karrieren

Nach dieser ersten Kontextualisierung der Geschlechterunterschiede in MINT wird im Folgenden ein Karrieremodell aus verhaltensökonomischer Perspektive erstellt und daraus ableitend Faktoren deduziert, die mit einer Intervention das Interesse insbesondere von Mädchen steigern können.

Bisher relativ wenige experimentelle Studien zur Berufswahl von SchülerInnen

Einleitend ist festzuhalten, dass die Ausbildungs- und Berufswahl einen komplexen Prozess darstellt, entlang dessen viele Einflussfaktoren zusammenwirken (Lent et al., 1994). An verschiedenen Stellen des Karrierewegs wurden bereits wesentliche Erkenntnisse über Konsequenzen dieser Einflussfaktoren gesammelt. Es gibt einige wenige Studien, die Maßnahmen wissenschaftlich testen, die direkten Einfluss auf die Karriereentscheidung nehmen. Ein Beispiel hierfür ist die verhaltensökonomische Studie von Breda et al. (2020), durchgeführt an französischen Schulen, die unmittelbar vor der Matura weibliche Wissenschaftlerinnen in die Schulen sendet, um gegen stereotype Rollenbilder anzugehen. Durch diese Intervention steigt die Anzahl der Maturantinnen, die sich aktiv für ein weiterführendes Studium mit MINT-Fokus einschreiben, von 11 Prozent auf 14,5 Prozent.

Intervention im Kindesalter sinnvoll

Auf Basis der bereits angeschnittenen Evidenz zu früh divergierenden Interessen werden hier die früheren Etappen des Wegs zur Entscheidung zu einem Studium oder einer Ausbildung beleuchtet. Der an verschiedenen Stellen im öffentlichen Diskurs sowie in der Studie von Breda et al. (2020) thematisierte Begriff stereotyper Rollenbilder beeinflusst Kinder schon von klein auf in ihrem Interesse für MINT-Bereiche (Bian et al., 2017). Viele zukünftige Karriereentscheidungen basieren auf diesem früh entwickelten Interesse.

Ein triviales Beispiel zur Illustration: Führt ein gering ausgeprägtes Interesse als Kind zur Wahl eines Ausbildungspfades mit weniger mathematisch-technischen Fächern in der Schule, kann dies den weiteren Bildungsweg beeinflussen. In Österreich ist dies durch die im internationalen Vergleich relativ frühe Selektion im Bildungswesen verschärft. So kann die Entscheidung zwischen Neuer Mittelschule (NMS) und Allgemeinbildender Höherer Schule (AHS) bereits wesentliche Weichen stellen. SchülerInnen mit einer Matura von einer AHS haben im weiteren Karriereverlauf die Möglichkeit, sich für alle Bereiche inklusive MINT-Fächer weiterzubilden. SchülerInnen einer NMS müssen sich jedoch relativ früh im Alter von ca. 14 Jahren für eine weiterführende Schule mit verschiedenen Ausrichtungen entscheiden – wovon einige Schulen, etwa die Höheren Technischen

Lehranstalten, die entsprechenden Voraussetzungen für eine spätere Berufsentscheidung für MINT-Fächer deutlich besser zu schaffen scheinen als weiterführende Schulen mit einem anderen Schwerpunkt – so entscheiden sich dann auch deutlich mehr HTL-AbsolventInnen für MINT-Fächer wie Elektrotechnik und Informatik (Binder et al., 2017).

Eine verhaltensökonomische Perspektive des Karriereprozesses – ein Überblick zu den Grundlagen

„Behavioral insights have not stayed theoretical [... and] have been used to design innovative solutions to persistent problems [...]“ – (Datta & Mullainathan, 2014)

Die Verhaltensökonomik stellt den Menschen in den Mittelpunkt der Betrachtung. Die Konzepte und Methoden der Verhaltensökonomik erlauben es, Entscheidungsprozesse durch die Identifikation von individuellen und sozialen Einflussfaktoren besser zu verstehen. Dies ist die Grundlage, um Interventionen zu entwickeln, die nah am Menschen und treffsicher auf die jeweiligen verhaltensbeeinflussenden Faktoren abzielen. Verhaltensökonomik ist mittlerweile in fast jeden Bereich der Volkswirtschaftslehre gedrun-gen. TheoretikerInnen beobachten systematisch Abweichungen in dem von ihren Modellen vorhergesehenen Verhalten, welche außerhalb ihrer Erklärungsmodelle der Standardökonomie liegen. EmpirikerInnen nehmen neue Erkenntnisse aus der Verhaltensökonomik auf und testen diese in ökonomischen Experimenten. EntscheidungsträgerInnen in der Politik oder in Unternehmen berücksichtigen verhaltensökonomisches Wissen bei der Umsetzung von Maßnahmen. Ein Bereich allerdings, in die die Verhaltensökonomik bisher (!) noch vergleichsweise wenig vorgedrungen ist, ist der Bildungsbereich (Levitt et al., 2016).

4.1 Die Hemmfaktoren

In dieser Studie haben wir auf Basis von empirischer Evidenz und der verhaltensökonomischen Expertise des ForscherInnenteams folgende vier potenzielle Hemmfaktoren für nicht gezeigtes MINT-Interesse identifiziert: Vorherrschende Geschlechterstereotype, fehlendes Growth Mindset, fehlendes MINT-Selbstbewusstsein und niedrige Wettbewerbsneigung. Diese werden im Folgenden detailliert beschrieben und diskutiert.

4.1.1 Das Umfeld: Geschlechterstereotype, soziale Normen und soziale Identität

„Vielmehr bringen wir Buben und Mädchen durch die Verstärkung von geschlechtskonformem Verhalten dazu, dass sie [geschlechtsspezifische] Rollen im Sinne einer sich selbst erfüllenden Prophezeiung übernehmen. Grund dafür ist, dass wir in der Gesellschaft, zumeist unterbewusst, unterschiedliche Erwartungen gegenüber Buben und Mädchen haben [...]“ Dr. Dr. Christiane Spiel, Professorin

für Bildungspsychologie und Stellvertretende Institutsvorständin des Instituts für Psychologie an der Universität Wien (Der Standard, 2017)

Kinder im fortgeschrittenen Volksschulalter können bereits feste Vorstellungen davon haben, welche Berufe Frauen und welche Berufe Männer ergreifen. Um stereotype Rollenbilder zu messen, wird in der Psychologie oftmals eine Aufgabe namens ‚Draw-a-Scientist-Test‘ verwendet, bei der Kinder aufgefordert werden, einen Wissenschaftler zu malen. Ursprünglich stammt diese Aufgabe von Chambers (1983), der fand, dass SchülerInnen Wissenschaftler meist mit Laborkittel, Brille, Bart, Laborequipment und Büchern zeichneten – ein Bild, das sich in verschiedenen kulturellen Kontexten und über die Zeit oft wiederholte (Solberg, 2018). Kinder haben oft das Stereotyp von einem genialen Wissenschaftler wie Albert Einstein im Kopf, d. h. jemanden, der ein gottgegebenes Talent hat und für seinen Erfolg nicht hart arbeiten musste (Shin et al., 2016).

Wissenschaftler sehen aus wie Albert Einstein und Mädchen werden nicht Handwerker oder Pilot.

Obwohl der Anteil von Frauen in der Wissenschaft gestiegen ist, zeigt sich – insbesondere in Tests wie dem ‚Draw-a-Scientist-Test‘ – bis heute das stereotype Rollenbild in den Köpfen der Kinder, wie eine Meta-Analyse von Miller et al. (2018) zeigt. Ein Grund hierfür könnten unter anderem die mediale Darstellung von mehrheitlich Männern in Wissenschaftlerpositionen sein (Steinke et al., 2017; Lee-Cultura et al., 2018). Kinder assoziieren Männer und Frauen schon früh mit bestimmten Berufen und werden früh mit Rollenstereotypen in Medien, durch Spielzeug und ihr weiteres Umfeld konfrontiert. Wenn Kinder sich nicht frühzeitig mit einem Beruf oder einer Interessenrichtung identifizieren können, kann dies zu einem weniger ausgeprägten Interesse in diesen Bereichen führen. Eine Abweichung von einer Norm kann von dem Umfeld durch weniger Anerkennung abgestraft werden (Fehr & Schurtenberger, 2018).

Durch die vermehrte Aussetzung von geschlechtsspezifischen Rollenbildern entwickeln Mädchen und Buben den Rollenbildern entsprechende Interessen.

„Mädchen sind weniger talentiert in MINT-Fächern.“ Im Bildungskontext betreffen solche Vorbehalte gegenüber dem Geschlecht insbesondere Interessen, Fähigkeiten, Können und berufliche Eignung (Kollmayer et al., 2018). Geschlechterstereotype führen damit zu einer Wahrnehmungsverzerrung von Mädchen und Buben und beeinflussen, wie sich Erwachsene wie Eltern und LehrerInnen gegenüber Kindern verhalten. LehrerInnen (Tiedemann, 2000; Carlana, 2019) oder Eltern (Tenenbaum, 2009) tragen stereotype Vorstellungen an Kinder heran, die nicht zu der eigenen Identität und ihrem „Self-Image“, d. h. wie sie sich selbst sehen möchte, passen. Dies führt dazu, dass Kinder sich nicht frei entfalten, sondern sich bestehenden stereotypen Normen anpassen.

Eine Studie von Newall et al. (2018) zeigt, dass wenn LehrerInnen glauben, dass sie ein Mädchen in Physik unterrichten, sie weniger Zeit für die Erklärung des Inhalts aufwenden als für Buben und weniger daran glauben, dass das Kind den Inhalt verstehen wird. Es hat sich außerdem gezeigt, dass die Mädchen den Unterricht als weniger spannend empfunden haben, wenn der/die Lehrende wusste, dass ein Mädchen vor ihnen sitzt, als wenn der/die Lehrende das Geschlecht nicht kannte. Das heißt, wenn Mädchen unterrichtet werden, schlägt sich dies auch in der Qualität des Unterrichts nieder. Methodisch haben sie ein Online-Tool verwendet, in dem die/der Lehrende das zu unterrichtende Kind nicht sehen konnte. Hier zeigt sich, dass Geschlechterstereotype zu einer sich selbsterfüllenden Prophezeiung werden können (Jussim et al., 1996). Wenn Mädchen weniger Freude an einem Fach haben, entwickeln sie weniger Interesse und die Leistung und der Lernerfolg werden schlussendlich ausbleiben.

Vorurteile von LehrerInnen und Eltern gegenüber Mädchen und Buben können zur selbsterfüllenden Prophezeiung werden.

Dies bedeutet, dass Geschlechterstereotype zu Unterschieden bei Mädchen und Buben in der Schulleistung, der Motivation, den beruflichen Ambitionen und der Ausprägung des Interesses in bestimmten Fächern führen können (Kollmayer et al., 2018). Die Unterschiede in Interessen und Leistungen sind in den ersten Jahren der Schulzeit noch gering, werden aber mit der Zeit immer ausgeprägter (Retelsdorf et al., 2015). Das spricht dafür, dass das soziale Umfeld zu der Entwicklung von Geschlechterunterschieden stark beiträgt. Die Anpassung von Kindern an bestehende Rollenbilder und Geschlechterstereotype nennt man in der Psychologie „Gender Typing“. Gender Typing führt dazu, dass Kinder nicht ihrem Naturell entsprechend ihr volles Potenzial entwickeln können, sondern sich bestehenden Rollenbildern anpassen (Berenbaum et al., 2008).

Kinder können aufgrund von stark ausgeprägten geschlechterstereotypen Rollenbildern nicht ihr volles Potenzial entwickeln.

Ein Phänomen, welches aus bestehenden Stereotypen entstehen kann, ist der sogenannte „Stereotype Threat“ oder wörtlich übersetzt „Bedrohung durch Stereotype“. Diese Bedrohung der eigenen Person kann in einer Situation wahrgenommen werden, in der man aufgrund von bestehenden Stereotypen beurteilt wird. Dies resultiert in schlechteren Leistungen aufgrund des hohen Drucks, die bestehenden stereotypen Erwartungen nicht zu erfüllen. Spencer et al. (1999) sind diesem Phänomen auf den Grund gegangen. Sie studierten experimentell, welchen Effekt die vorherige Information über Geschlechterunterschiede auf die Leistung von Mädchen und Buben hatte. Sie fanden heraus, dass Mädchen signifikant schlechtere Leistungen erbrachten, wenn vorher kom-

muniziert wurde, dass Mädchen grundsätzlich schlechter in den bevorstehenden Matheaufgaben abgeschnitten haben. Es gab keinen Geschlechterunterschied, wenn vorher kommuniziert wurde, dass Mädchen wie Buben gleich gut in diesen Aufgaben sind.

„Stereotype Threat“, d. h. die Angst davor, bestehende Stereotype zu bestätigen, kann zu schlechteren schulischen Leistungen führen.

Das Geschlecht als Anknüpfungspunkt für die Ingroup ist für Kinder besonders salient und bestimmt die soziale Identität maßgeblich. Daher suchen Kinder aktiv in ihrem Umfeld nach Hinweisen, welches Verhalten für Buben und Mädchen angemessen ist (Bigler & Patterson, 2017). Das Umfeld, insbesondere Eltern, können dieses stereotype Verhalten noch unterstützen. Eine Studie von Freeman (2007) zeigt, dass Eltern für ihre Töchter Spielzeug bevorzugen, welches Eigenschaften von Attraktivität, Schönheit und Zuwendungsanspruch aufweist, während für Söhne Spielzeug bevorzugt wird, welches Wettbewerbs-, Aggressions- und Konstruktionseigenschaften besitzt.

Dies hat über die Manifestierung bestimmter Stereotype hinaus Implikationen: Wenn Buben mehr mit Spielzeug spielen, welches MINT-Fähigkeiten wie räumliches Vorstellungsvermögen oder analytische Fähigkeiten trainiert, machen sie positivere Lernerfahrungen, werden selbstbewusster, setzen sich höhere Ziele und zeigen später höheres Interesse für naturwissenschaftliche, technische oder mathematische Bereiche.

Eltern beeinflussen das Interesse und die Leistung ihrer Kinder in MINT-Fächern.

Wir assoziieren mit Mädchen und Buben oftmals unbewusst bestimmte Bilder, wie Mädchen und Buben sich verhalten sollten, welche Eigenschaften sie haben, was sie besonders gut können und wofür sie sich interessieren.

Eine Studie von Renninger (2009) zitiert illustrativ ein Mädchen aus der 8. Klasse, die die Frage, ob sie sich vorstellen könne, einen Beruf in der Wissenschaft auszuüben, wie folgt beantwortet: „Ich möchte mit Menschen arbeiten, kein Wissenschaftler werden.“ (Renninger 2009). Ihre Wahrnehmung des Berufs einer Wissenschaftlerin beziehungsweise eines Wissenschaftlers passt nicht mit ihren Wünschen und Motiven zusammen. Dies lässt auf ein gering ausgeprägtes Bewusstsein dafür schließen, dass Wissenschaft in den meisten Fällen etwas mit Menschen zu tun hat, von der Kollaboration innerhalb von Forschungsprojekten zur Kontribution zu gesellschaftlichen Themen – ein Topos, der in aggregierter Form auch im ROSE-Projekt (Sjoberg, 2010) stark aufscheint und hier qualitativ vernetzt wird. Mit anderen Worten: Bei dem Mädchen – und gerade in Österreich offenbar bei vielen Kindern und Jugendlichen – herrscht eine falsche, stereotype Vorstellung des Themenfelds vor, die zu einer impliziten Abwertung der möglichen Berufsoption Wissenschaft führt.

Kinder haben falsche Vorstellungen von bestimmten Berufsfeldern wie Wissenschaft. Diese verzerrte Wahrnehmung kann zu weniger ausgeprägtem Interesse führen.

4.1.2 Growth Mindset (oder der Glaube ans Lernen)

Growth Mindset ist der individuelle Glaube daran, dass man mittels seiner eigenen Fähigkeiten und Anstrengungen Aufgaben lösen und Ziele erreichen kann. Es bezeichnet die Erwartung einer Person, aufgrund eigener Kompetenzen gewünschte Handlungen erfolgreich selbst ausführen zu können. Der Begriff der Selbstwirksamkeit oder auch das verwandte Growth Mindset wurde maßgeblich von Alfred Bandura geprägt (Bandura, 1983). Ein breiter Kanon an Literatur der Psychologie und Bildungsökonomie zeigt, dass der Glaube von Schülern an sich selbst, hierzu gehört auch das Growth Mindset, zu mehr Durchhaltevermögen bei Fehlschlägen, zu dem Glauben daran, dass man gesetzte Ziele erreichen und zu höheren Leistungen führen kann (Schunk & Pajares 2002; Duckworth et al. 2012; Bettinger et al. 2018).

Im Gegensatz zum stereotypen Denken, bei dem es um das „Sein“ geht, welches das Selbstbild definiert, geht es bei dem Growth Mindset um den Glauben an das „Können“.

Dies bedeutet, dass Kinder mit geringem Growth Mindset, d. h. einem „Fixed Mindset“, bei Fehlschlägen denken, dass es ihnen an Fähigkeiten mangelt und es sich gewissermaßen für sie nicht lohnt, sich mehr anzustrengen. Bei positiven Lernerfolgen wird dementsprechend geglaubt, dass dies hauptsächlich glücklicher Fügung zuzuschreiben ist. Ziegler & Heller (2000) demonstrieren diesen Effekt bei SchülerInnen in der zweiten Sekundarstufe im Fach Physik. In ihrer Studie testeten sie ein „Reattribution Training“, d. h. SchülerInnen werden in einer Schulung dazu gebracht, den Grund für Fehlschläge und Erfolge nicht mehr in ihren Fähigkeiten zu suchen, sondern eher in der eigenen Leistung und Anstrengung. Dies führte zu einer signifikant besseren Leistung im Fach Physik.

Dieses Denken (oder auch „Mindset“) wirkt sich auf die Lernmotivation aus, welche wiederum die Leistung beeinträchtigt, einen negativen Lernerfolg nach sich zieht und damit zu weniger Interesse im entsprechenden Bereich führt (siehe hierzu auch Abbildung 1).

Wenn Kinder denken, dass sie trotz Zuhören im Unterricht, Hausarbeiten und weiteren Anstrengungen ihre Leistung nicht verbessern können, werden sie beim Lernen demotivierter sein und Fehlschläge nicht durch erhöhten Einsatz ausgleichen.

Trotz der hier aufgeführten Unterscheidung sind die beiden Konzepte der Stereotype und des Growth Mindsets nicht unabhängig voneinander zu verstehen. Stereotype Rollenbilder, die an Kinder herangetragen werden, spiegeln sich im Growth Mindset wider. Die Ausprägung des Growth Mindsets kann direkte Auswirkungen auf die Verfolgung von

schulischen oder beruflichen Entscheidungen bezüglich MINT-Bereichen haben. In neueren Forschungsarbeiten widmen sich etwa Güdel et al. (2018) oder Lin et al. (2018) dieser Fragestellung und zeigen, dass mit höherer Ausprägung des Growth Mindsets das Interesse einer Ausbildung im Technologiesektor und anderen MINT-Bereichen steigt. Auf indirektem Weg kann ein Growth Mindset über höhere Wettbewerbsfreude das MINT-Interesse steigern (Alan & Ertac, 2018).

4.1.3 MINT-Selbstbewusstsein

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Berufsfindung sind die Erfolgserwartungen, die man sich in dem jeweiligen Berufsfeld zuschreibt. Hierbei spielt die Selbsteinschätzung eine wichtige Rolle. Das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten beeinflusst auch, wie viel Energie für das Erlernen neuer Kompetenzen aufgewendet wird. Die Einstellung, dass man grundsätzlich gut in einem bestimmten Bereich – wie zum Beispiel Mathematik – ist, führt auch zu einer größeren Bereitschaft, mehr Zeit in das Bearbeiten neuer Problemstellungen zu investieren, weil man ex-ante davon ausgeht, dass es einem gelingen wird, die Problemstellung zu lösen (Lin-Siegler et al., 2016). In der Verhaltensökonomik bezeichnet man diesen Zusammenhang als „Motivation Value of Confidence“ (Bénabou & Tirole, 2002; Chen & Schildberg-Hörisch, 2018).

Erfolgserwartungen (Overconfidence/Underconfidence oder MINT-Selbstbewusstsein) sind entscheidend für die Lernmotivation. Underconfidence motiviert wenig, während Overconfidence motivierend wirken kann.

Die Literatur zeigt, dass es im Bereich der Selbsteinschätzung gravierende Unterschiede zwischen Männern und Frauen gibt. Während Männer dazu neigen, sich zu überschätzen, sind Frauen in ihrer Selbsteinschätzung konservativer (Niederle & Vesterlund, 2007). Gerade im Bereich der MINT-Fächer wird diese Diskrepanz durch Geschlechterstereotype, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, noch verstärkt. Dies führt dazu, dass die Unterschiede in der Selbsteinschätzung in diesen Fachrichtungen besonders ausgeprägt sind. Dies zeigt zum Beispiel eine Studie von Dahlbom et al. (2011). In dieser wurden Mädchen und Buben im Alter von ca. 14 Jahren befragt, wie sie ihre Mathematiknote in der letzten Klausur einschätzen. Die Buben zeigten sich selbstbewusster, d. h. von einer stärkeren Overconfidence getrieben als die Mädchen und überschätzten ihre Leistung tendenziell, während Mädchen ihre Leistung schlechter einschätzten, als sie tatsächlich war.

Mädchen unterschätzen ihre Leistung tendenziell, während Buben ihre Leistung eher überschätzen. Dies kann die Zielsetzung und die Erfolgserwartungen und damit die Lernmotivation nachhaltig beeinflussen.

4.1.4 Wettbewerbspräferenzen

Wettbewerbspräferenzen beschreiben die Vorliebe von Menschen, in Konkurrenz mit anderen zu treten und sich mit anderen zu messen. Eine der ersten verhaltensökonomischen Studien in diesem Bereich von Gneezy und Rusticchini (2004) zeigt, dass Unterschiede bezüglich Wettbewerbspräferenzen und deren Auswirkungen auf Leistung schon im Kindesalter bestehen. Ein weiterer Meilenstein in der Forschung stammt von Niederle und Vesterlund (2007), die gezeigt haben, dass Frauen sich nur in 35 Prozent der Fälle Konkurrenz freiwillig aussetzen während 73 Prozent der Männer sich für einen Wettbewerb entscheiden, wenn sie die Wahl haben. Sutter und Glätzle-Rützler (2015) zeigen, dass Geschlechterunterschiede in Wettbewerbspräferenzen bereits im Kindergartenalter bestehen.

Burschen sind kompetitiver als Mädchen – und das gilt bereits im Kindergartenalter.

Diese Unterschiede vergrößern sich je älter Kinder werden – bei ca. dreijährigen Kindern gibt es keinen Unterschied in den Wettbewerbspräferenzen. Dies spricht dafür, dass Geschlechterunterschiede in Wettbewerbspräferenzen nicht angeboren sind, sondern aufgrund der Sozialisierung entstehen (siehe auch Abschnitt 3.2). Eine Studie aus Norwegen von Almas et al. (2017) weist ebenfalls darauf hin, dass Wettbewerbspräferenzen von außen beeinflusst werden können. Die AutorInnen analysieren den Einfluss des sozioökonomischen Status der Familie auf Wettbewerbspräferenzen von Jugendlichen. Sie zeigen, dass Jugendliche aus Familien mit niedrigerem sozioökonomischen Status allgemein weniger kompetitiv sind. Weiters finden sie, dass Geschlechterunterschiede nur für Familien mit einem höheren sozioökonomischen Status bestehen.

Das Zusammenspiel mit den beschriebenen stereotypischen Zuschreibungen belegen dabei Günther et al. (2010): Werden bestimmte Aufgaben von den Teilnehmenden als genuin ‚männlich‘ beschrieben – und dazu zählen in diesen Experimenten besonders häufig mathematisch-naturwissenschaftliche Aufgaben – sinkt die Wettbewerbsneigung der weiblichen Teilnehmerinnen weiter.

Wettbewerbspräferenzen werden gesellschaftlich geprägt.

Das Aufzeigen von Differenzen in der Bereitschaft, in einen Wettbewerb einzutreten, sowie von unterschiedlichen Reaktionen auf Wettbewerbssituationen ist ökonomisch hoch relevant, da es dabei hilft, geschlechterspezifische Unterschiede in Arbeitsmarktergebnissen zu erklären (Blau & Kahn, 2017). Die Vorliebe, in Konkurrenz zu anderen zu treten und in dieser kompetitiven Situation gute Leistung zu erbringen, ist hoch korreliert mit Karriereentscheidungen (Buser et al., 2014; Buser et al., 2017; Zawistowska et al., 2018). Buser et al. (2017) zeigen, dass Unterschiede in der Bereitschaft, in einen

Wettbewerb einzutreten, den Mangel an Frauen in MINT-Berufen erklären können. In dieser Studie mit ca. 1.500 SchülerInnen in der Schweiz zeigen die AutorInnen, dass die Wahrscheinlichkeit, sich im Bereich Physik und Mathematik zu spezialisieren, für SchülerInnen mit einer Affinität zu Wettbewerbssituationen höher ist als für SchülerInnen, die den Vergleich mit anderen scheuen.

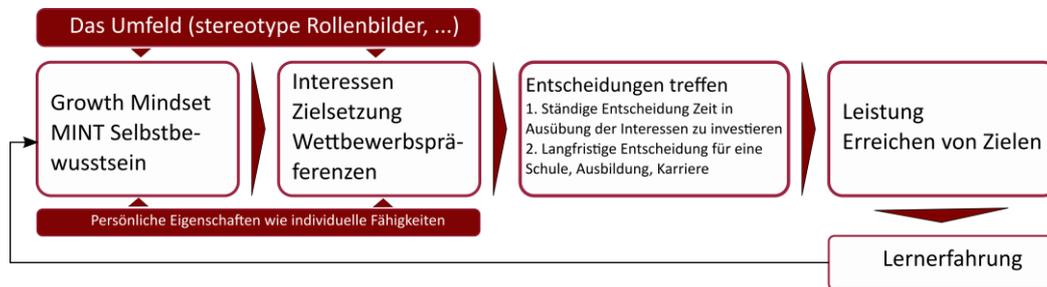
Weniger ausgeprägte Wettbewerbspräferenzen führen zu einer niedrigeren Wahrscheinlichkeit, sich später für einen MINT-Beruf zu entscheiden.

4.2 Der Versuch eines verhaltensökonomischen Karriere-modells

Wir unternehmen im Folgenden einen Versuch, den „Karrierewahlprozess“ aus der verhaltensökonomischen Perspektive, mithilfe der beschriebenen Hemmfaktoren aus dem vorangegangenen Kapitel, zu betrachten. Wie zu Beginn dieses Kapitel beschrieben, ist der Weg hin zu einer Berufsentscheidung kein geradliniger. Interessen können zufällig entstehen, zum Beispiel, wenn Kinder im nahen Umfeld ein Vorbild haben und an bestimmte Bereiche direkt herangeführt werden. Weiters werden durch das Umfeld stereotype Rollenbilder an Kinder vermittelt. Das Umfeld eines Kindes, d. h. insbesondere ausgeprägte Stereotype bei Eltern (Anaya et al., 2017), aber auch bei LehrerInnen (Tiedemann, 2000; Carlana, 2019), können daher eine wichtige Rolle in der Ausbildung von Interessen spielen. Dieser zirkuläre Prozess ist in Abbildung 5 illustriert und ist angelehnt an die „Social Cognitive Career Theory“ von Lent et al. (1994).

Persönliche Eigenschaften wie individuelle Begabungen in bestimmten Bereichen bestimmen außerdem das Interesse von Menschen. Das Umfeld sowie persönliche Eigenschaften beeinflussen weiters auch das Growth Mindset, d. h. wie sehr Menschen daran glauben, durch eigene Kraft und Arbeit ihre Ziele zu erreichen. Außerdem spielt das Selbstbewusstsein eine Rolle. Nur wenn Menschen sich MINT auch zutrauen, werden sie ein ernsthaftes Interesse ausbilden. Aus Gründen der Vereinfachung der Formulierung nennen wir diesen Verhaltenstreiber im Weiteren „MINT-Selbstbewusstsein“. Growth Mindset und MINT-Selbstbewusstsein sind durch verhaltensökonomisch etablierte und validierte Instrumente messbar und können durch bestimmte Interventionen wie Feedback nach einer Leistung oder der Aufklärung über Wachstumsprozesse im Gehirn („Growth Mindset“) gestärkt werden. Dies diskutieren wir detaillierter im Interventionsdesign an späterer Stelle dieses Berichts. Growth Mindset und MINT-Selbstbewusstsein wirken sich nicht nur allgemein auf Interessen aus, sondern auch auf individuelle Zielsetzung („Goal Setting“) und die Vorliebe für ein kompetitives Umfeld (Wettbewerbspräferenzen), welche wiederum maßgeblich für MINT-Karriereentscheidungen sein kann (Buser et al. 2014, Buser et al. 2017).

Abbildung 5: Darstellung der Einflussfaktoren auf Interessenausbildung und Entscheidungen für die Karriere



Quelle: angelehnt an die „Social Cognitive Career Theory“ von Lent et al. 1994.

Interessen, gesetzte Ziele und Wettbewerbspräferenzen wiederum wirken sich auf das Treffen von Entscheidungen aus. Dies können regelmäßige Entscheidungen sein, wie zum Beispiel das Besuchen von Workshops mit MINT-Bezug, das Kaufen von Büchern mit MINT-Bezug oder das einfache Investieren von Zeit in Aktivitäten, die das Ausüben von bestimmten Interessenbereichen begünstigen. Außerdem können langfristige Entscheidungen beeinflusst werden, wie die Wahl für eine Schule mit einer bestimmten Ausrichtung oder die Entscheidung für eine bestimmte Ausbildung oder ein Studium. Je mehr sich Menschen mit einem bestimmten Thema auseinandersetzen, desto höher wird die Leistung in diesem Themenbereich und desto eher werden gesetzte Ziele erreicht. Das wiederum wirkt sich positiv auf die Lernerfahrung aus. Die Lernerfahrung ist essenziell, damit Kinder in ihren Interessen bestätigt werden und motiviert am Ball bleiben. Sie lernen, dass sie durch ihre eigene Anstrengung ihre Leistung verbessern können, d. h. sie erhöhen ihr Growth Mindset. Außerdem kann eine positive Lernerfahrung zu höherem Selbstbewusstsein und besserem Einschätzen der eigenen Leistung führen. Dies wiederum begünstigt das Ausüben der Interessen, in denen positive Lernerfahrungen gemacht wurden. Es schließt sich gewissermaßen der Kreislauf.

5 Experimentelles Studiendesign

In diesem Kapitel wird die Intervention vorgestellt und das experimentelle Studiendesign beschrieben. Bei der Konzeptualisierung des Designs wurden höchste ökonomisch-wissenschaftliche Standards erfüllt. Dies wird unter anderem in folgenden Faktoren reflektiert:

- *Zufällige* Auswahl von teilnehmenden Schulen → Vermeidung von Selektionseffekten
- *Zufällige* Zuteilung von Schulen zur Treatment-Gruppe und zur Kontrollgruppe → erlaubt kausale Schlüsse über die Wirksamkeit der Intervention
- Anzahl der teilnehmenden Schulen (39 Schulen, 60 Klassen) → Vermeidung von zu geringer statistischer Power
- Einsatz von anreizkompatiblen Messinstrumenten für viele relevante Variablen → Sicherstellung einer hohen internen Validität
- Kontrollgruppe, in der Kinder ebenfalls ein digitales Lernspiel spielen und sich damit nur durch den Faktor „MINT“ und die Adressierung der Hemmfaktoren unterscheidet → Sicherstellung einer hohen externen Validität
- Sensible Kommunikation mit den TeilnehmerInnen, SchulleiterInnen, LehrerInnen, Eltern, indem zu jedem Zeitpunkt Studieninhalte kommuniziert wurden („vorurteilsfreies Lernen fördern“), aber kein direkter Bezug zu MINT hergestellt wurde → Vermeidung des Hawthorne-Effekts / Experimenter Demand Effektes, d. h. TeilnehmerInnen wissen, worum es in der Studie geht und was von ihnen erwartet wird und zeigen sozial erwünschtes Verhalten.

Im Folgenden wird die Intervention vorgestellt und die einzelnen Parameter des Studiendesigns werden detaillierter beschrieben. Im Anhang finden sich die Messinstrumente, d. h. Fragebögen und Experimentalanleitungen.

5.1 Die Versuchsgruppen

Digitale Spiele haben ein enormes Potenzial, viele Kinder mit unterschiedlichen Hintergründen und Lernfähigkeiten zu erreichen (Mayo, 2009). Weiters bietet eine Webplattform Möglichkeiten, pädagogische Prinzipien, die sich als sehr effektiv herausgestellt haben, umzusetzen. Hierzu gehören unter anderem kontinuierliches und sofortiges Feedback, welches das Selbstbewusstsein und das Growth Mindset stärken und in einem digitalen Spiel individueller als im Klassenzimmer erfolgen kann (Mayo, 2009). Berkowitz et al. (2015) haben mit einem digitalen Spiel für Eltern und Kinder gezeigt, dass sich durch eine erste kurzfristige Intervention langfristig positive Effekte auf MINT-Leistung erzielen lassen. Genauer gesagt, haben die AutorInnen die sogenannte „Bedtime-Math“-

App evaluiert, welche als Ziel hat, die Abneigung gegenüber Mathematik von Eltern und schlussendlich von Kindern mit einfachen digitalen Spielen zu reduzieren. Ähnlich wie diese „Bedtime-Math“-App kann die Webplattform individuell von den Kindern zu Hause verwendet werden, wobei die Verwendung grundsätzlich freiwillig ist. Die Webplattform zeigt täglich limitierte Inhalte, für die die Kinder etwa eine Spielzeit von zehn Minuten pro Tag benötigen. Hierbei wird versucht, einen Spannungsbogen aufzubauen, um die Aktivität möglichst hoch zu halten und eine Gewohnheit bei den Kindern zu etablieren. In jüngerer Vergangenheit zeigten insbesondere Interventionen, die regelmäßiges Engagement mit der jeweiligen Materie förderten, Erfolgspotenzial (z. B. Berkowitz, 2015).

Die Webplattform Robitopia (Treatmentgruppe)

Die von uns entwickelte Webplattform heißt *Robitopia* und stellt auf einer Reise durch vier verschiedene Fantasieplaneten fiktive und reale MINT-Berufstätige vor. Gemeinsam mit ihnen lösen die teilnehmenden Kinder jede Woche verschiedene gesellschaftliche Probleme. Es gibt beispielsweise einen Planeten mit sehr sauberer Luft, auf dem die Kinder zusammen mit WissenschaftlerInnen und anderen MINT-Fachkräften herausfinden, welche Technologien dort eingesetzt werden. Innerhalb der Geschichte sehen sich die Kinder Videos an, lesen Texte, spielen Spiele, treffen WissenschaftlerInnen und verdienen sich dabei als Anreiz Sterne und Abzeichen. Die vorgestellten Fachleute stammen aus verschiedenen Disziplinen und Ausbildungsstufen, von IngenieurInnen, ProgrammiererInnen bis hin zu technischen AssistentInnen.

Die Intervention ist eine digitale Webplattform, die anhand der Prinzipien des Behavioral Design gestaltet wurde. Wir adressieren in der Webplattform explizit die identifizierten Hemmfaktoren (Stereotype, Growth Mindset, MINT-Selbstbewusstsein, Wettbewerbspräferenzen). Das Ziel ist es, Hemmfaktoren, die das Interesse an MINT potenziell insbesondere bei Mädchen reduzieren, positiv zu beeinflussen, sodass Kinder ihre Interessen frei entfalten können. Die Intervention wurde mit einem experimentellen Ansatz, neuester Technologie und mit realen, persönlichen Eindrücken durch Anknüpfungsstellen an die analoge Welt angereichert, und kann nachhaltig nutzbar gemacht werden.

Die Treatment-Plattform adressiert die Hemmfaktoren

Die Webplattform befasst sich auch mit den oben genannten Hemmfaktoren. Zur Förderung des Growth Mindsets der Kinder gibt es zu Beginn der Geschichte eine Erklärung darüber, wie jedes Mal, wenn sie im *Robitopia*-Universum etwas lernen, Verbindungen und Vernetzungen zwischen ihren Gehirnzellen entstehen. Außerdem wurde versucht,

das Selbstvertrauen der Kinder zu stärken, indem sie für richtig gelöste Aufgaben mit Bonus-Sternen belohnt wurden. Darüber hinaus erhielten die Kinder Abzeichen, wie beispielsweise das Mathematik- oder Naturwissenschaftsabzeichen, wenn sie ein entsprechendes Rätsel gelöst haben, um ihr Vertrauen in MINT-Fächer zu fördern. Um stereotypes Denken in Bezug auf MINT-Fähigkeiten zu verringern, zeigte die Webplattform gemischtgeschlechtliche Gruppen und Videos, in denen sich junge weibliche MINT-Fachkräfte vorstellen, um als potenzielle Vorbilder zu dienen (Porter et al., 2019; Breda, 2020). Für weitere Informationen über die Treatment-Plattform kontaktieren Sie gerne die AutorInnen.

Die Kontrollgruppe

Um auszuschließen, dass sich unabhängig vom Inhalt der Webplattform, allein durch die Auseinandersetzung der Kinder mit Laptops und Computern, das MINT-Interesse erhöht, wurde eine sogenannte Kontrollgruppe mit einer anderen Lernplattform konfrontiert. Dazu diente eine bestehende Lernplattform namens *Anton*, die von der Europäischen Union finanziell unterstützt wird und kostenlos zugänglich ist. Die Kontrollplattform hat keinen direkten MINT-Bezug und bietet allgemeine Übungen für Deutsch und Mathematik für verschiedene Klassenstufen an, die von den KlassenlehrerInnen vorgeschlagen werden können. Innerhalb der Plattform wurde für jede Klasse eine Gruppe gebildet und täglich Übungen vorgeschlagen, deren Bearbeitung ca. zehn Minuten benötigt – also ganz ähnlich wie in der Treatment-Plattform. Dadurch sollten die Kinder der Kontrollgruppe motiviert werden, die Lernplattform genauso oft zu verwenden wie die Kinder der *Treatment*-Plattform. Bei beiden Plattformen wurden für jedes Kind individuelle Anmeldecodes erstellt, um die Aktivitäten anonymisiert verfolgen zu können.

Die Elternbroschüre (Subtreatment)

Harackiewicz et al. (2012) zeigen, dass eine Elterninformation über die Wichtigkeit von MINT für den Alltag, potenzielle Berufsaussichten und die Information über weitere MINT-Angebote in der Nähe helfen kann, das Interesse bei Kindern für MINT zu steigern. Daher wurde auf der Individualebene die Stärke der Elterneinbindung variiert, indem ein Teil der Eltern mit zusätzlichen Informationen in Form einer Elternbroschüre versorgt wurde.

5.2 Zusammenfassung der Hypothesen und des Interventionsdesigns

Die interaktive Webplattform bringt Buben und Mädchen MINT-Inhalte, Anwendungen von MINT im Alltag beziehungsweise im Berufsleben und MINT-Berufe nah. Es wird da-

her ein direkter Effekt der Treatment-Plattform auf das MINT-Interesse erwartet. Zusätzlich werden die identifizierten Hemmfaktoren aus Kapitel 4 in der Intervention adressiert. Hier werden „indirekte“ Effekte der Treatment-Plattform erwartet. In nachfolgender Übersicht stellen wir Hemmfaktoren und deren Haupt-Hypothese sowie die Interventionsansätze, um diese Hemmfaktoren abzubauen, basierend auf dem vorangegangenen Kapitel dar.

Tabelle 1: Hemmfaktoren, Hypothesen und Interventionsansätze

Hemmfaktor und Haupt-Hypothese	Interventionsansätze
<p>Stereotype:</p> <p><i>Stereotype (Rollen-) Bilder führen dazu, dass insbesondere Mädchen den MINT-Bereich als wenig attraktiv empfinden.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Videos, Texte und Spiele, in denen MINT-Anwendungsbereiche vorgestellt werden, die für Mädchen und Buben interessant sind (z. B. MINT im Medizin-, Umwelt-, Sport- oder Modebereich) • Vorstellung von jungen und dynamischen MINT-Berufstätigen, die nicht dem klassischen Rollenbild entsprechen • Darstellung von Menschen in MINT-Berufen, die in (internationalen) Teams arbeiten
<p>Growth Mindset:</p> <p><i>Kinder, die nicht daran glauben, dass sie mit einer Steigerung der eigenen Anstrengungen ihre Leistung verbessern können, schließen bei Fehlschlägen darauf, dass es ihnen an angeborenen Fähigkeiten mangelt, interessieren sich weniger für MINT.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung des „Growth Mindsets“ (Gehirn wächst mit jeder Übung; in jedem Bereich können Menschen lernen, unabhängig von inhärenten Fähigkeiten) mithilfe von Texten und Bildern • MINT-Aufgaben werden designt, in denen Kinder Punkte erhalten und ihr grafisches Gehirn mitwächst, nicht nur mit der individuellen Leistung, sondern es wird explizit auch individuelle Anstrengung belohnt. • Verwendete Sprache/Redewendungen (Beispiele): Kein „Viel Glück“ vor einer Aufgabe wünschen, sondern „Gib Dein Bestes“, „Versuch es noch einmal! Das ist Übungssache!“
<p>MINT-Selbstbewusstsein:</p> <p><i>Selbstbewusstsein/ Overconfidence wirkt sich positiv auf das MINT-Interesse aus</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kinder werden nach Selbsteinschätzung vor Aufgaben gefragt und erhalten Extrapunkte, wenn sie sich richtig einschätzen

Wettbewerbspräferenzen:

Mädchen haben weniger starke Wettbewerbspräferenzen als Buben. Generell führen Wettbewerbspräferenzen zu stärker ausgeprägtem MINT-Interesse.

- Steigerung des Selbstbewusstseins und Demonstration der Gewinnchancen durch relatives Feedback in MINT-Aufgaben
- Steigerung der Growth Mindsets (siehe oben)

5.3 Experimentelles Design zur Messung der Effekte

Was ist ein Feldexperiment / Randomized Controlled Trial?

Die Methode des Experiments ist ein Meilenstein in der Geschichte der Wissenschaft. Der Ursprung von Experimenten liegt in der medizinischen Forschung, in der zufällig aus einer erkrankten Gruppe ein Teil ein Placebo-Medikament und eine weitere Gruppe die richtige Medizin erhält. In kontrollierten Experimenten werden alle Faktoren konstant gehalten außer einem einzigen Faktor, der in der Studie untersucht wird. Dies ist in der medizinischen Forschung relativ einfach zu gewährleisten. In der ökonomischen Forschung ist es jedoch oftmals eine Herausforderung, nur einen einzigen Faktor für eine Gruppe in einer Stichprobe zu verändern. Daher werden ökonomische Experimente mit größeren Stichproben durchgeführt und Menschen innerhalb einer Stichprobe randomisiert der sogenannten Treatment- beziehungsweise Kontrollgruppe zugeordnet. Nur mithilfe einer ausreichend großen Stichprobe sowie einer randomisierten Zuordnung des Treatments können am Ende wertvolle Erkenntnisse über Kausalbeziehungen gewonnen werden.

Feldexperiment wird mit Laborexperimenten und Fragebögen kombiniert

Aufgrund von Datenschutzaufgaben und ethischen Überlegungen sowie der Umsetzbarkeit wurde für das Testen der Intervention ein „*framed*“ Feldexperiment angewandt (List, 2011). Komplementär dazu wurden Instrumente aus Laborexperimenten zur Messung einer Veränderung zwischen Treatment- und Kontrollgruppe verwendet. Diese Vorgehensweise wird auch *Randomized Controlled Trial (RCT)* genannt und wird häufig als Goldstandard für den Beleg der Wirksamkeit einer Intervention bezeichnet.

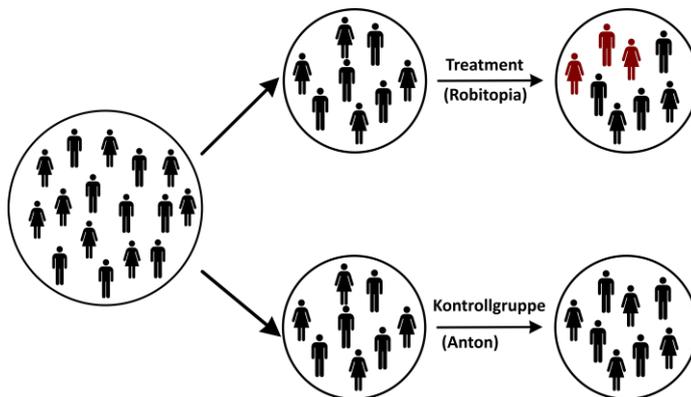
Die vier Stärken unserer Vorgehensweise: Es können a) Schlüsselvariablen gemessen werden, die auf einem theoretischen Modell basieren. Dies bietet die Möglichkeit, Wirkmechanismen zu untersuchen. Wenn diese Theorie nicht mit den Beobachtungen im Feld bestätigt werden kann, können zukünftige Interventionen gezielter auf die entscheidenden Hemmfaktoren abgestellt werden. Wir

kombinieren b) ein „framed“ Experiment mit einer relativ hohen externen Validität, d. h. wir untersuchen das Verhalten von Kindern in ihrem natürlichen Umfeld, mit Instrumenten von Laborexperimenten mit einer hohen internen Validität für die Null- und End-Messung. Durch die Interventionseinführung in Schulen können c) unterschiedliche SchülerInnen mit verschiedensten Hintergründen erreicht werden. Weiters können d) die Erkenntnisse dieser Studie von EntscheidungsträgerInnen in der Politik und von Schulen genutzt werden.

5.3.1 Auswahl und Randomisierung der Schulen

In Abbildung 6 wird die Randomisierung, d. h. die zufällige Zuordnung zu Treatment- und Kontrollgruppe, grafisch dargestellt. Die Klassen werden zunächst zufällig der Treatment- (*Robitopia*) oder Kontrollgruppe (*Anton*) zugeteilt. Das Subtreatment (*Elternbrochüre*) erhalten die Hälfte der Kinder aus der Treatmentgruppe und die Hälfte der Kinder aus der Kontrollgruppe, sodass ausgeschlossen werden kann, dass die Elternbrochüre nur in Interaktion mit dem Treatment funktioniert (oder nicht funktioniert).

Abbildung 6: Randomisierung in Treatment- und Kontrollgruppe



Quelle: Eigene Illustration.

Zur Messung der Auswirkungen in verschiedenen Regionen wurden für die Studie 39 Volksschulen sowohl in städtischen als auch in ländlichen Gebieten ausgewählt. Die städtischen Gebiete sind Wien und Linz, als ländliches Gebiet dient das in Oberösterreich. Für die Auswahl der Schulen wurde eine Auflistung aller Schulen in Wien, Linz und dem Mühlviertel verwendet. Die Schulverwaltung unterstützte die Rekrutierung durch ein Empfehlungsschreiben (in Wien) und durch Telefonate (in Oberösterreich). Die Teilnahme war für die Schulen freiwillig, d. h. die Schulen konnten nicht zur Teilnahme an der Studie gezwungen werden. Die Ressourcen waren begrenzt auf die Datenerhebung

von maximal zwei Klassen innerhalb einer Schule. Wenn eine ausgewählte Schule, die mit der Teilnahme einverstanden war, mehr als zwei dritte Klassen hatte, entschieden wir uns nach dem Zufallsprinzip für die zwei Klassen mit der niedrigsten Raumnummer.

Rekrutierung in Wien und Linz/Mühlviertel

In Wien konzentrierte sich die Rekrutierung aus logistischen Gründen auf die zentralen Bezirke zwei bis neun. Da es potenzielle soziodemografische Unterschiede zwischen Kindern aus diesen verschiedenen Bezirken geben könnte, wurde die Rekrutierung nach Bezirken stratifiziert, d. h. der tatsächliche Anteil an Schulen pro Bezirk wurde in der Stichprobe berücksichtigt. Insgesamt wurden nach dem Zufallsprinzip zehn Schulen aus einer Liste von 61 Schulen ausgewählt. Für diese zehn Schulen wurde jeweils die nächstliegende Volksschule für die Kontrollgruppe ermittelt. Da nicht alle Schulen teilnehmen wollten, wurden in Summe 35 Schulen kontaktiert, von denen schlussendlich 19 an der Studie teilnahmen.² In Linz und im Mühlviertel wurden alle Schulen nach Postleitzahlen sortiert. Anschließend wurden 10 Schulen nach dem Zufallsprinzip aus insgesamt 131 Schulen ausgewählt. Für diese zehn Schulen wurde wieder nacheinander die nächstgelegene Schule identifiziert. Schließlich wurden 27 Schulen kontaktiert, von denen 20 Schulen über eine ausreichende Klassengröße verfügten und sich bereit erklärten, an der Studie teilzunehmen.³

5.3.2 Messung von MINT-Interesse

Da es nach unserer Kenntnis bisher keine standardisierten Methoden zur zuverlässigen Messung von MINT-Interesse gibt, wurden zwei Messinstrumente (Variablen) von uns selbst entwickelt.

Messung durch die Vorstellung von Berufen

Zunächst wurden den Kindern verschiedene Berufe mündlich vorgestellt, von denen die eine Hälfte einen MINT-Bezug (Ingenieurwesen, Informatik, Mathematik) und die andere Hälfte keinen direkten MINT-Bezug hat (Sozialarbeit, Sprache & Kultur, Kunst/Design/Gestaltung). Nach jeder Beschreibung wählten die Kinder auf einer Likert-Skala von eins bis fünf, wie stark sie an den vorgestellten Berufen interessiert sind. Um eine Indexergebnisvariable für unsere Analyse zu erhalten, wurde die Summe der Bewertungen

² Von den 16 Schulen, die kontaktiert wurden, aber nicht an der Studie teilnahmen, mussten wir eine Schule bei der Einführung unserer Kontrollplattform ausschließen, da die Klasse die Plattform bereits nutzte und der Schulleiter keine Informationen darüber hatte. Die Mehrheit der anderen 15 Schulleiter hat uns keinen Grund genannt, einige gaben an, dass sie keine Zeit haben, dass sie zu viele SchülerInnen haben, die kein Deutsch sprechen, oder dass sie schlechte Erfahrungen mit anderen Studien gemacht haben (z. B., dass sie nicht über Ergebnisse informiert wurden).

³ Von den acht nicht berücksichtigten Schulen hatten drei Schulen weniger als 14 SchülerInnen in der dritten Klasse, drei Schulen haben keine Gründe genannt und in einer Schule entschieden sich die Eltern gegen eine Teilnahme.

für MINT-bezogene Berufe durch die Summe aller Bewertungen geteilt. Die dadurch erzeugte Kennzahl gibt das Interesse der Kinder für MINT-Berufe relativ zum Interesse für Nicht-MINT-Berufe an. Liegt der Index bei 50 Prozent beziehungsweise 0,5, gibt es keinen Unterschied in den Interessen zwischen MINT- und Nicht-MINT-Berufen. Liegt er darüber, interessiert sich das Kind mehr für MINT-Berufe und liegt er darunter, gibt es ein größeres Interesse für Nicht-MINT-Berufe.

Messung durch die Auswahl eines Buchs

Für die zweite Variable wurden den Kindern am Ende des Projekts verschiedene Bücher zur Auswahl angeboten. Zwei der Bücher hatten einen MINT-Bezug („Erstaunliche Technik“, „Die Erde“) und die anderen beiden hatten keinen MINT-Bezug („Dinosaurier“, „Streiten und Vertragen“). Die TeilnehmerInnen entschieden sich für jeweils ein Buch. Die Ergebnisvariable ist eins, wenn sich ein Kind für eines der MINT-bezogenen Bücher entschieden hat und ansonsten null.

5.3.3 Messung der Hemmfaktoren

Zur Messung der Wirkung der Intervention, d. h. der sogenannten Treatment-Effekte, auf die verschiedenen Hemmfaktoren wurden folgende Methoden verwendet.

Growth Mindset

Für die Messung des Growth Mindsets wurde die etablierte Methode von Blackwell et al. (2007) verwendet. Dabei wird vom Studienleiter eine Situation vorgelesen, in der ein Kind in der Schule eine Prüfung in einem neuen Fach schreibt und eine schlechte Note erhält. Es gibt vier verschiedene Aussagen über die Gründe für die schlechte Note, die entweder einen Bezug zu angeborener Intelligenz (Fixed Mindset) oder fehlender Anstrengung (Growth Mindset) haben. Die Kinder bewerten die Aussagen auf einer Skala von „Ich stimme überhaupt nicht zu“ bis „Ich stimme völlig zu“. Aus den Antworten wurde ein Index zwischen minus zwei und plus zwei erstellt, wobei höhere Indexwerte auf ein ausgeprägteres Growth Mindset hindeuten.

Stereotype

Im Feldexperiment werden sowohl unterbewusstes (implizites) stereotypes Denken als auch bewusstes (explizites) stereotypes Denken gemessen. Zur Messung impliziter Geschlechterstereotype wird der in der Sozialpsychologie entwickelte Implicit Association Test (IAT) (Greenwald et al., 1998) verwendet. Dabei greifen wir insbesondere auf eine modifizierte Version von Cvencek et al. (2011) zurück, um implizite Stereotype in Deutsch und Mathematik bei Kindern zu messen. Im Test müssen die Kinder verschiedene Wörter kategorisieren, indem sie sie auf dem Tablet einer von zwei Kategorien zuordnen. Es erscheint jeweils ein Wort auf dem Bildschirm. Die erste Runde besteht aus

Vornamen, die den Kategorien „Frau“ oder „Mann“ zugeordnet werden müssen. Die zweite Runde enthält Wörter aus den Schulfächern Mathematik und Deutsch (z. B. „Plus und Minus“, „Buch“), die von den Kindern als „Mathe“ oder „Deutsch“ kategorisiert werden. In den folgenden zwei Runden werden diese beiden Kategorien kombiniert, in der dritten Runde entsprechen die Kategorien möglichen Geschlechterstereotypen (Deutsch/weiblich, Mathe/männlich) und in der vierten Runde sind sie entgegengesetzt (Deutsch/männlich, Mathe/weiblich). Die Kinder werden gebeten, in allen vier Runden so schnell wie möglich zu antworten. Um zu vermeiden, dass sie nach dem Zufallsprinzip antworten, erhalten sie in den ersten beiden Proberunden Fehlermeldungen, wenn sie die Begriffe falsch zugeordnet haben. Der IAT berechnet sich schließlich, indem die Summe der Antwortzeiten aus Runde drei von der Summe der Antwortzeiten in Runde vier abgezogen wird.

Um explizite Stereotype zu messen, verwenden wir sechs Fragen wie z. B. „Wer ist begabter in Mathematik?“. Die TeilnehmerInnen können auf einer 5-Punkte-Skala von „Mädchen sind begabter“ (Wert 0) über „Beide gleich“ (0,5) bis hin zu „Buben sind begabter“ (1) antworten. Anschließend wird für jedes Kind der Durchschnitt über alle sechs Fragen gebildet.

Wettbewerbspräferenzen

Wettbewerbspräferenzen werden mit einer modifizierten Version der Methode von Niederle und Vesterlund (2011) gemessen. Aus Zeitgründen wurden lediglich zwei Runden durchgeführt. In der ersten Runde bearbeiten die Kinder eine Minute lang Matheaufgaben. Jede Matheaufgabe besteht aus vier Zahlen, die addiert werden müssen. Die Versuchspersonen müssen im Multiple-Choice-Stil zwischen drei möglichen Antworten wählen. Für jede richtig gewählte Antwort erhalten sie einen Punkt. Vor Beginn der zweiten Runde können die Kinder entscheiden, ob sie an einem Wettbewerb teilnehmen oder, ähnlich wie in der ersten Runde, individuell Punkte sammeln möchten. Wenn sie sich für den Wettbewerb entscheiden, werden die Leistungen anonym und zufällig mit denen einer Mitschülerin oder eines Mitschülers verglichen. Diejenigen, die mehr Fragen beantwortet haben, werden mit zwei Punkten pro richtiger Antwort belohnt, während die VerliererInnen lediglich einen halben Punkt pro richtiger Antwort erhalten.

Selbstbewusstsein/Overconfidence

Zur Messung des Selbstbewusstseins in Mathe/MINT werden die TeilnehmerInnen nach einer Einschätzung gefragt, ob sie in bestimmten Bereichen begabt wären. Drei der Bereiche sind MINT-Berufe (z. B. Ingenieurwesen), dazu kommen drei Berufe, die keinen MINT-Bezug aufweisen (z. B. Sprache und Kultur). Die Kinder können auf einer 5-Punkte-Skala von „Nein, gar nicht“ bis „Ja, sehr“ antworten. Für die Analyse wird ein relatives

Maß des MINT-Selbstbewusstseins verwendet. Analog zum Vorgehen beim MINT-Interesse, wird eine Indexergebnisvariable gebildet, indem die Summe der Bewertungen für MINT-bezogene Berufe durch die Summe aller Bewertungen geteilt wird. Dadurch wird die Variable so skaliert, dass ein Wert von eins einem sehr hohen Selbstbewusstsein in MINT-Berufen entspricht, während man einen Wert von null als relativ niedriges MINT-Selbstbewusstsein interpretieren kann.

5.4 Studienablauf

In Abbildung 7 ist der zeitliche Ablauf der Studie dargestellt. Zu Beginn wurde mit den SchulleiterInnen und LehrerInnen Kontakt aufgenommen. Nachdem mit jeder Klasse Termine vereinbart wurden, begann im Oktober 2019 die Datenerhebung (Nullmessung). Für die 39 Schulen dauerte die erste Datenerhebung insgesamt zwei Wochen. Der Interventionszeitraum, also der Zeitraum, in dem die Kinder die Webplattform verwendeten, begann jeweils am Montag nach der Nullmessung, d. h. eine Gruppe von Schulen begann eine Woche früher mit der Intervention als die andere. Der Interventionszeitraum für die zweite Gruppe endete kurz vor den Weihnachtsferien. Am letzten Tag der Intervention verteilten die LehrerInnen die Elternbroschüren. Im Januar, etwa drei Wochen nach dem Ende der Interventionsphase, wurde die Endmessung an den Schulen durchgeführt.

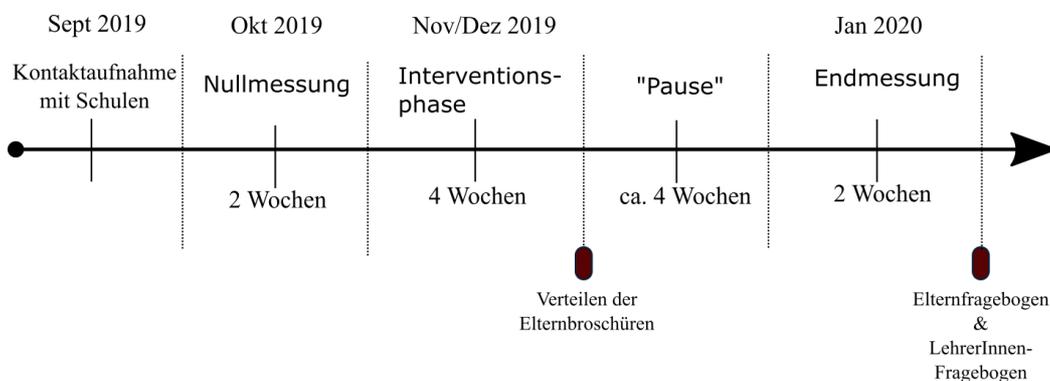


Abbildung 7: Studienablauf

Null- und Endmessung

Um unsere Hypothesen zu testen, wurden eine Nullmessung und eine Endmessung durchgeführt. Die Nullmessung wurde zu Beginn der Studie, vor der Einführung der Intervention, abgehalten. Die Endmessung erfolgte am Ende der Studie, nach der vierwöchigen Interventionsphase. Neben den oben genannten Variablen zu MINT-Interessen

und Hemmfaktoren wurden auch soziodemografische Charakteristika der Kinder erhoben. Die entsprechenden Fragen und Anleitungen finden sich im Anhang dieses Berichts. Die Anfangsmessung erlaubt es, für mögliche Unterschiede zwischen der Treatment- und Kontrollgruppe zu kontrollieren. Die Endmessung dient dazu, die Wirksamkeit der Intervention (Treatment-Plattform) zu testen.

Weitere Aspekte der Messungen

Die Null- und Endmessungen wurden direkt in den Schulen in einer Schulstunde durchgeführt. Die Erhebung erfolgte mit einem mobilen Labor, d. h. mit Tablet-Computern und der Software oTree (Chen et al., 2016), die speziell für verhaltensökonomische Experimente entwickelt wurde. Die Messungen innerhalb der Klasse dauerten etwa 60 Minuten und die Kinder wurden in Form von Geschenken im Wert von durchschnittlich € 1,50 vergütet. Das Experiment wurde beim AEA RCT-Register registriert und erhielt die Freigabe durch die Ethikkommission des Instituts für Höhere Studien.⁴

Der Ablauf der Messungen

Für die Null- und Endmessung wurden jeweils zwei ForschungsassistentInnen mit dem mobilen Labor in die Klassen geschickt. Um sicherzustellen, dass die Kinder ihre Entscheidungen alleine treffen, wurden Trennwände zwischen den Kindern errichtet (siehe Abbildung 8).

⁴ Der Link zum Register ist <https://doi.org/10.1257/rct.5014-1.1>. Für weitere Dokumente zur ethischen Genehmigung wenden Sie sich bitte an die AutorInnen.



Abbildung 8: Datenerhebung in einer Klasse

Die ForschungsassistentInnen lasen die Anweisungen für jede Aufgabe laut vor. Bei einigen Aufgaben gab es vor der eigentlichen Übung kurze Rätsel- und Kontrollfragen auf dem Tablet, um sicherzustellen, dass die Kinder die Aufgaben richtig verstanden haben. Wie oben beschrieben, wurden bei der Null- und Endmessung sowohl Umfrage- als auch experimentelle Labormethoden verwendet, um die Variablen zu erheben. Für die experimentellen Messungen erhielten die Kinder am Ende der Sitzung Belohnungen in Form von Geschenksackerln. Die Kinder wurden gleich zu Beginn der Stunde darauf aufmerksam gemacht, dass sie in verschiedenen Aufgaben/Spielen Punkte sammeln können. Am Ende erhielten sie je nach Anzahl der gesammelten Punkte ihre Geschenke. Das obere Drittel der Klasse erhielt Sackerl mit drei Geschenken, das mittlere Drittel erhielt zwei Geschenke und das untere Drittel ein Geschenk. Als Geschenke dienten beispielsweise kleine Spielzeuge, Aufkleber und Schulsachen wie Kugelschreiber. Eine Auswahl an Geschenken wurde den Kindern bereits im Voraus gezeigt, um ihre Motivation, überlegte und sorgfältige Entscheidungen zu treffen, zu erhöhen.⁵

Die Vorstellung der Intervention

Die Intervention, d. h. die digitale Lernplattform, wurde den Kindern am Ende der Nullmessung im Unterricht vorgestellt. In Schulen der Treatment-Gruppe wurde die Plattform *Robitopia* beschrieben, bei Schulen der Kontrollgruppe die Plattform *Anton*. Bei der Vorstellung der Plattformen wurde darauf geachtet, den gleichen Wortlaut zu verwenden.

⁵ Die vollständigen Instruktionen für die StudienassistentInnen finden Sie auf der Webseite des Autors <https://sites.google.com/view/kerstin-grosch/research>.

den, um sicherzustellen, dass die Kinder unabhängig von Treatment- oder Kontrollgruppe die Plattformen verwenden wollten. Nach der Vorstellung der Lernplattform wurden die Geschenksackerl und Briefe an die Eltern verteilt.

Erklärung und Motivation zur Verwendung der Webplattform

In den Briefen wurde die Plattform erklärt, wie oft sie genutzt werden sollte und wie sich die Kinder mit ihrem persönlichen Code einloggen können. Der persönliche Code war nötig, damit die Log-in-Daten aus den Plattformen mit den Daten auf individueller Ebene aus der Null- und Endmessung verknüpft werden konnten. Um möglichst viele Kinder zur Teilnahme an der Intervention zu bewegen (Verwendung der Webplattform) und die Anwendungsdauer zu erhöhen, wurden wöchentliche Erinnerungen an die LehrerInnen geschickt. Darüber hinaus wurde ein Wettbewerb zwischen den Klassen initiiert, bei dem die drei Klassen mit der höchsten Aktivität € 100 gewinnen konnten.

6 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Feldexperiments, der begleitenden Laborexperimente und Fragebögen der Kinder und die der Eltern und LehrerInnen vorgestellt. Es wird mit der Evaluierung von generellen Geschlechterunterschieden in der Erstmessung begonnen. Dann werden die Effekte der Treatment-Plattform analysiert und abschließend die Auswertungen der LehrerInnen- und Elternfragebögen präsentiert. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass unter anderem die Analyse der Transmission von Präferenzen von Eltern auf Kinder noch mehr Zeit in Anspruch nimmt und in zukünftigen Papieren/Berichten rigoroser unter die Lupe genommen wird. In diesem Bericht liegt der Fokus auf der Erklärung des MINT-Interesses von Buben und Mädchen.

6.1 Geschlechterunterschiede (Erstmessung)

Eine anschauliche Übersicht über die Ergebnisse der Erstmessung findet sich auch auf der Webseite zu diesem Projekt: <https://www.digitales-lernprojekt.at/ergebnis.php>. Im Folgenden werden diese Ergebnisse kurz zusammengefasst und um statistische Ergebnisse aus nicht-parametrischen Tests ergänzt.

Unterschiede bei stereotypem Rollendenken und dem Growth Mindset

Wie erwartet zeigen die Ergebnisse aus der Datenerhebung geschlechterspezifische Unterschiede bei den Hemmfaktoren. Buben verfügen über ein signifikant stärker ausgeprägtes stereotypes Denken als Mädchen (Mädchen: 0,53 und Buben: 0,55, $p = 0,011$; Wilcoxon-Mann-Whitney-Test). Außerdem ist das Growth Mindset bei den Mädchen in unserer Stichprobe ausgeprägter als bei den Buben (Mädchen: 0,59 und Buben 0,56, $p = 0,030$; Wilcoxon-Mann-Whitney-Test).

Unterschiede bei Wettbewerbspräferenzen und Selbstvertrauen

In Übereinstimmung mit der Literatur (Buser, 2014) zeigen sich auch geschlechtsspezifische Unterschiede bei den Wettbewerbspräferenzen. Während etwa 66 Prozent der Buben bereit sind, an einem Mathematikwettbewerb teilzunehmen, haben nur 47 Prozent der Mädchen eine Präferenz für einen Wettbewerb ($p < 0,001$, Test of Proportions). Mädchen sind in stereotyp männlichen Aufgaben überwiegend weniger selbstbewusst und weniger wettbewerbsfreudig als Buben (Dahlbom, (2011); Dreber et al., (2014); Sutter & Glätzle-Rützler, (2015)). Als Proxy für das Selbstvertrauen wurden die Kinder im Experiment um eine Einschätzung zur Anzahl der richtig gelösten Aufgaben im Mathebereich gebeten. Während die tatsächliche Leistung von Buben und Mädchen bei durchschnittlich sieben richtig gelösten Aufgaben liegt, überschätzten die Buben ihre Leistung

um etwa sieben und die Mädchen um etwa fünf Aufgaben ($p < 0,001$; Wilcoxon-Mann-Whitney-Test).

Unterschiede im MINT-Interesse

Darüber hinaus haben Mädchen im Vergleich zu Buben möglicherweise ein geringeres Interesse an MINT im Allgemeinen. Um dies zu überprüfen, hilft ein Blick auf die Unterschiede im MINT-Interesse in der Kontrollgruppe. Es zeigt sich, dass Mädchen tatsächlich seltener ein MINT-Buch wählen (Mädchen: 0,57 und Buben: 0,66, $p = 0,011$; Test of Proportions) und ein geringeres relatives MINT-Interesse aufweisen (Mädchen: 0,44 und Buben: 0,60, $p < 0,001$; Wilcoxon-Mann-Whitney-Test). Die Unterschiede im MINT-Interesse von Buben und Mädchen lassen mehr Raum für Mädchen, das MINT-Interesse *direkt* zu steigern, indem die Treatment-Plattform die MINT-Themen spannend und spielerisch präsentiert.

Zusammenfassung der Geschlechterunterschiede

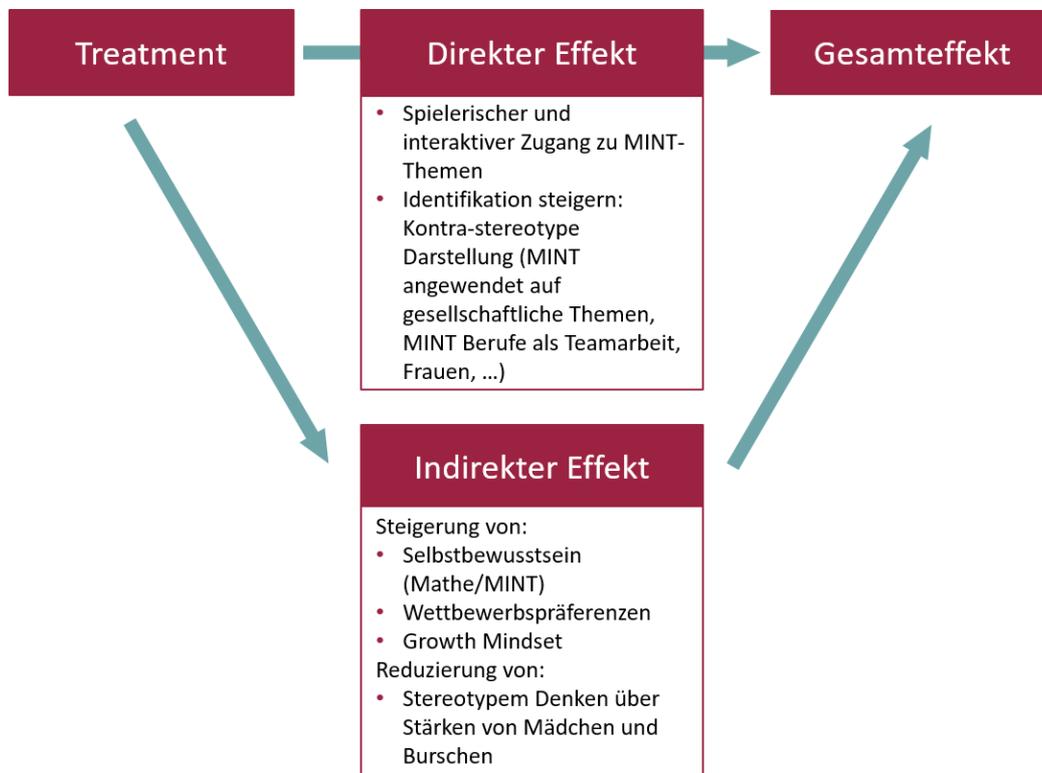
Bei den Hemmfaktoren zeigt sich, dass die absoluten Unterschiede in der Ausprägung des Growth Mindsets und des stereotypen Denkens zwischen Buben und Mädchen eher gering sind. Allerdings haben Mädchen ein wesentlich schwächeres Selbstvertrauen in Mathematik/MINT und schwächer ausgeprägte Wettbewerbspräferenzen als Buben. Diese Unterschiede lassen Spielraum für Mädchen, ihr MINT-Interesse auf indirektem Weg zu steigern, indem die Webplattform ihre Hemmfaktoren so beeinflusst, dass sich dadurch letztendlich das MINT-Interesse erhöht.

Um mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede zu untersuchen, führen wir die folgende Analyse der Treatment-Effekte getrennt für Buben und Mädchen durch.

6.2 Treatment-Effekte

Abbildung 9 gibt einen Überblick über die im Experiment gemessenen Effekte des Treatments auf das MINT-Interesse. Dabei wird zwischen einem direkten und einem indirekten Effekt unterschieden. Der direkte Effekt verstärkt das MINT-Interesse durch einen spielerischen Zugang der Treatment-Plattform und die damit verbundene Steigerung der Identifikation der Kinder mit den Themen. Der indirekte Effekt erhöht das MINT-Interesse über eine Beeinflussung der Hemmfaktoren, wie beispielsweise eine Steigerung des MINT-Selbstbewusstseins und eine Reduzierung des stereotypen Denkens bei Mädchen. Im Folgenden wird zunächst der Gesamteffekt betrachtet, d. h., es wird getestet, wie sich das Treatment insgesamt auf das MINT-Interesse auswirkt, inklusive der indirekten Effekte über die Hemmfaktoren (Tabelle 2). Anschließend wird der Effekt des Treatments auf die Hemmfaktoren (Tabelle 3) analysiert und der alleinige Anteil der Hemmfaktoren am Gesamteffekt dargelegt.

Abbildung 9: Direkter und indirekter Effekt des Treatments



6.2.1 Gesamteffekt

Wie in Abschnitt 5.3.2 ausführlicher erklärt, verwendet die Studie die zwei Variablen *MINT-Interesse* und *MINT-Buch* zur Untersuchung des Treatment-Effekts auf das MINT-Interesse. Das *MINT-Interesse* ist definiert als das Interesse an den drei MINT-Berufen IngenieurIn, ProgrammiererIn, MathematikerIn im Verhältnis zum Gesamtinteresse, also dem Interesse für die drei MINT-Berufe und drei weitere Nicht-MINT-Berufe. Das MINT-Interesse ist 0, wenn ein Kind kein Interesse an allen drei MINT-Berufen angegeben hat und kann maximal 1 sein, wenn Kinder nur Interesse an den MINT-Berufen, aber kein Interesse an den Nicht-MINT-Berufen angegeben haben. Folglich zeigt ein Wert von 0,5 ein gleiches Interesse für MINT- und Nicht-MINT-Berufe an. Insgesamt sind Kinder etwas interessierter an MINT-Berufen. Der Durchschnittswert für das MINT-Interesse liegt bei 0,52 und ist damit signifikant höher als 0,5 ($p = 0,002$, Vorzeichentest). Die Variable *MINT-Buch* ist eine binäre Variable mit dem Wert 1, wenn ein Kind ein MINT-Buch gewählt hat und 0, wenn das Kind kein MINT-Buch (sondern ein anderes Buch) gewählt hat. Insgesamt 61 Prozent der Kinder wählten ein MINT-Buch, was signifikant höher als 50 Prozent ist ($p < 0,001$, test of proportions).

Tabelle 2: Direkte Treatment-Effekte

Abhängige Variable: MINT-Interesse						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Gesamt	Gesamt	Mäd- chen	Mädchen	Buben	Buben
<i>Treatment</i>	0.016 (0.015) [0.505]	0.017 (0.013) [0.327]	0.042** (0.016) [0.030]	0.042** (0.016) [0.030]	-0.012 (0.020) [0.525]	-0.013 (0.017) [0.455]
<i>Mädchen</i>	-	-0.164*** (0.012)	-	-	-	-
<i>Konstante</i>	0.513*** (0.009)	0.635*** (0.064)	0.417*** (0.010)	0.446*** (0.098)	0.611*** (0.014)	0.695*** (0.065)
<i>Beobachtungen</i>	962	962	481	481	481	481
<i>R²</i>	0.001	0.225	0.020	0.025	0.004	0.045
<i>Kontrollvariablen</i>	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
<i>Geschlechter- unterschiede</i>	-	(3)-(5)	0.054*** (0.022)	-	(4)-(6)	0.059*** (0.022)
Abhängige Variable: MINT-Buch						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Gesamt	Gesamt	Mäd- chen	Mädchen	Buben	Buben
<i>Treatment</i>	0.892 (0.164) [0.534]	0.898 (0.160) [0.485]	1.090 (0.240) [0.673]	1.083 (0.236) [0.762]	0.710 (0.184) [0.347]	0.691 (0.168) [0.277]
<i>Mädchen</i>	-	0.705** (0.120)	-	-	-	-
<i>Konstante</i>	1.708*** (0.202)	4.149 (3.702)	1.283 (0.198)	3.101 (3.766)	2.339*** (0.358)	4.865 (6.122)
<i>Beobachtungen</i>	962	962	481	481	481	481
<i>Kontrollvariablen</i>	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
<i>Geschlechter- unterschiede</i>	-	(3)-(5)	1.536 (0.473)	-	(4)-(6)	1.566 (0.481)

Anmerkungen: Die obere Tabelle zeigt OLS-Regressionen mit robusten Standardfehlern (geclustert auf Schulebene) und MINT-Interesse als abhängiger Variable. Die untere Tabelle zeigt Odds-Ratios aus logistischen Regressionen mit robusten Standardfehlern (geclustert auf Schulebene) und der Entscheidung für ein MINT-Buch als abhängiger Variable. Zu den Kontrollvariablen gehören das Alter, die Sprache, die zu Hause gesprochen wird, der Urbanisierungsgrad und ein Proxy für den sozioökonomischen Status. Zahlen in runden Klammern zeigen Standardfehler an. Die Zahlen in eckigen Klammern

sind Romano-Wolf-p-Werte, die für die Prüfung einer Hypothese bei mehr als einer möglichen abhängigen Variable kontrollieren. * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

Treatment-Effekte bei Verwendung der Variable *MINT-Interesse*

In Tabelle 2 untersuchen wir den Treatment-Effekt auf beide Messgrößen des MINT-Interesses. Für die Regressionen werden zwei Hauptspezifikationen verwendet. Zunächst wird ein Modell ohne Kontrollvariablen geschätzt, anschließend werden die Kontrollvariablen für das Alter, die Sprache, den Urbanisierungsgrad der Region und den sozioökonomischen Status der Kinder ergänzt. Die obere Hälfte von Tabelle 2 zeigt den Gesamteffekt des Treatments auf die Variable *MINT-Interesse*. Es zeigt sich, dass Buben im Durchschnitt mehr an MINT-Berufen interessiert sind als Mädchen. Das relative Interesse an MINT ist bei Mädchen um 17 Prozent geringer als bei Buben (siehe Variable *Mädchen* in Spalte (2)). Für die gesamte Stichprobe (Mädchen und Buben) und für die Buben alleine wird kein signifikanter Treatment-Effekt gefunden (siehe Variable *Treatment* in den Spalten (1), (2), (5) und (6)). Allerdings nimmt das MINT-Interesse der Mädchen bei Vergleich von Treatment- und Kontrollgruppe signifikant zu (siehe Variable *Treatment* in den Spalten (3) und (4)). Darüber hinaus ist der Treatment-Effekt bei Mädchen signifikant größer als bei Buben (siehe Wald-Tests in der letzten Zeile der oberen Tabelle). Insgesamt hat die Treatment-Plattform den Gender-Gap in MINT-Interesse von ca. 19,5 auf 14 Prozent, d. h. um 5,5 Prozentpunkte (entspricht ca. 28 Prozent) reduziert.

Ergebnis 1: Mädchen sind im Allgemeinen weniger an MINT interessiert als Buben. Die Treatment-Plattform steigert das MINT-Interesse der Mädchen, nicht aber das der Buben im Vergleich zur Kontroll-Plattform.

Treatment-Effekte bei Verwendung der Variable *MINT-Buch*

Die untere Hälfte von Tabelle 2 zeigt das Chancenverhältnis (Odds-Ratio) aus einer logistischen Regression unter Verwendung der Entscheidung für ein MINT-Buch als abhängige Variable. Es zeigt sich, dass Buben im Allgemeinen mehr Interesse an den MINT-Büchern haben als Mädchen. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Mädchen sich für ein MINT-Buch entscheidet, ist lediglich 0,7 Mal so hoch wie die Wahrscheinlichkeit, dass ein Bub sich für ein MINT-Buch entscheidet (siehe Variable *Mädchen* in Spalte (2)). Insgesamt lassen die Ergebnisse keine signifikanten Treatment-Effekte (siehe Variable *Treatment*) für die Buchwahl erkennen. Lediglich in der Spezifikation ohne Kontrollvariablen zeigt sich, dass Buben in der Treatment-Gruppe seltener MINT-Bücher wählen als in der Kontrollgruppe (siehe Spalte (5)). Die Ergebnisse machen sichtbar, dass das Treatment keinen Einfluss auf die Buchwahl der Kinder hatte. Deshalb konzentrieren sich die folgenden Analysen auf die Erklärung des Treatment-Effekts unter Verwendung der Variable *MINT-Interesse*.

Tabelle 3: Effekte des Treatments auf die Hemmfaktoren nach Geschlecht

	Mädchen					Buben				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Expl. Stereotypen	IAT	Growth Mindset	Wettbewerb	MINT-Selbstbewusstsein	Expl. Stereotypen	IAT	Growth Mindset	Wettbewerb	MINT-Selbstbewusstsein
Treatment	-0.006 (0.006)	0.149 (0.658)	0.024** (0.010)	0.475** (0.195)	0.033** (0.014)	-0.015* (0.009)	-0.239 (0.628)	0.004 (0.012)	0.018 (0.191)	-0.028* (0.014)
Matheleistung	-	-	-	0.065* (0.036)	-	-	-	-	0.043 (0.029)	-
Explizite Stereotypen	0.045 (0.046)	-	-	-	-	0.101** (0.048)	-	-	-	-
Growth Mindset	-	-	0.259*** (0.040)	-	-	-	-	0.304*** (0.047)	-	-
Wettbewerb	-	-	-	1.833*** (0.247)	-	-	-	-	1.859*** (0.196)	-
Konstante	0.389*** (0.050)	1.763 (2.147)	0.376*** (0.094)	-4.882*** (1.355)	0.470*** (0.079)	0.540*** (0.046)	5.756* (3.026)	0.385*** (0.100)	-2.646* (1.490)	0.701*** (0.089)
Beobachtungen	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481
R²	0.044	0.009	0.096		0.017	0.026	0.005	0.113		0.045

Anmerkungen: Kontrollvariablen sind das Alter, die zu Hause gesprochene Sprache, der Urbanisierungsgrad der Schule und ein Proxy für den sozioökonomischen Status. Die unabhängigen Variablen beziehen sich auf die Erstmessung. Zahlen in Klammern sind Standardfehler, die nach Schulen geclustert sind. * p < 0,1; ** p < 0,05; *** p < 0,01

6.2.2 Indirekter Effekt

Auswirkungen des Treatments auf die Hemmfaktoren

Die Webplattform wurde so konzipiert, dass sie die vier identifizierten Hemmfaktoren adressiert, die für die Entwicklung des Interesses an MINT entscheidend sein können. Im Folgenden wird untersucht, ob das Treatment erfolgreich war, diese Hemmfaktoren bei den Kindern zu verändern. Dabei wird für das Alter, den sozioökonomischen Status und die Sprachfähigkeiten der Kinder sowie den Urbanisierungsgrad der Schule kontrolliert. In manchen Fällen wird zusätzlich für das Ausgangsniveau der Hemmfaktoren kontrolliert. Tabelle 3 präsentiert die Ergebnisse.

Einfluss des Treatments auf Stereotype

In den Spalten (1)–(2) und (6)–(7) werden die Effekte des Treatments auf das stereotype Denken untersucht. Es wird zwischen expliziten Stereotypen (Spalte (1) und Spalte (6)) und den mit dem IAT gemessenen impliziten Stereotypen (Spalte (2) und Spalte (7)) unterschieden. Während explizite Stereotypen in der gesamten Stichprobe abnehmen, zeigt Tabelle 3, dass dieser Treatment-Effekt nur für Buben (Spalte (6)), nicht aber für Mädchen (Spalte (1)) signifikant ist. Es finden sich keine Hinweise darauf, dass die Intervention unbewusstes stereotypes Denken reduziert, da sich der IAT-Score zwischen der Kontroll- und der Treatmentgruppe für beide Untergruppen nicht signifikant unterscheidet.

Ergebnis 2: Insgesamt nimmt stereotypes Denken durch das Treatment ab.

Einfluss des Treatments auf das Growth Mindset

In den Spalten (3) und (8) wird untersucht, ob die Intervention das Growth Mindset der Kinder verbessert hat. Es zeigt sich, dass das Treatment das Growth Mindset bei Mädchen signifikant erhöht. Bei Buben gibt es keinen signifikanten Effekt. Der Effekt für Mädchen ist darüber hinaus deutlich größer als der Effekt bei den Buben.

Ergebnis 3: Das Growth Mindset der Mädchen wird durch das Treatment gestärkt.

Einfluss des Treatments auf Wettbewerbspräferenzen

Die Spalten (4) und (9) zeigen logistische Regressionen über die Entscheidung, am Mathematikwettbewerb teilzunehmen. Es zeigt sich, dass die Wahrscheinlichkeit, dass Kinder einen Wettbewerb wählen, in der Kontrollgruppe 42 Prozent und in der Treatmentgruppe 47 Prozent in der gesamten Stichprobe beträgt. In den nach Geschlechtern getrennten Stichproben sieht man auch bei den Hemmfaktoren, dass der Treatment-Effekt von Mädchen getrieben wird. Während die Wahrscheinlichkeit, dass

ein Mädchen an einem Wettbewerb teilnimmt, in der Kontrollgruppe 30 Prozent beträgt, steigt sie in der Treatment-Gruppe auf 41 Prozent ($p=0,014$, Wald-Test). Bei den Buben findet sich kein signifikanter Effekt.

Ergebnis 4: Das Treatment erhöht die Wettbewerbsfreude der Mädchen.

Einfluss des Treatments auf das MINT-Selbstvertrauen

Schließlich untersuchen die Spalten (5) und (10) die Treatment-Effekte auf das MINT-Selbstvertrauen der Kinder. Das MINT-Selbstvertrauen der Mädchen nimmt in der Treatment-Gruppe signifikant zu, und dieser Effekt ist signifikant größer als der Effekt bei den Buben. Interessanterweise findet sich ein geringfügig signifikanter negativer Effekt auf das MINT-Selbstvertrauen der Buben. Zu beachten ist dabei, dass das MINT-Selbstvertrauen ein relatives Maß für das Vertrauen in MINT-Bereiche, gemessen am gesamten Selbstvertrauen für MINT- und Nicht-MINT-Bereiche darstellt. Der negative Effekt könnte entstanden sein, indem das Treatment das Selbstvertrauen der Buben in Berufe mit sozialem Schwerpunkt erhöht, und nicht indem es ihr Selbstvertrauen in MINT-Bereiche verringert hat. Um MINT für Mädchen attraktiver zu machen, wurden in der Webplattform MINT-Berufe im Zusammenhang mit dem Beitrag zur Gesellschaft, der Hilfe für andere Menschen und der Zusammenarbeit mit KollegInnen eingeführt. Die Analyse bestätigt diese Argumentationslinie, während Buben in der Treatment-Gruppe mehr Vertrauen in Nicht-MINT-Berufe und soziale Berufe gewinnen.

Ergebnis 5: Das Treatment erhöht das MINT-Selbstbewusstsein der Mädchen.

Hemmfaktoren erklären circa 75 Prozent des Treatment-Effekts

Wie in Abbildung 9 gezeigt, wird zwischen einem direkten und einem indirekten Effekt über die Hemmfaktoren unterschieden. Um zu bestimmen, wie viel Erklärungsgehalt die Hemmfaktoren am Gesamteffekt haben, wurde eine Mediationsanalyse nach Imai et al. (2010) angewendet. Bei dieser wird auf die signifikanten Ergebnisse der vorhergehenden Analysen fokussiert, d. h. es wird analysiert, wie stark Wettbewerbspräferenzen und MINT-Selbstbewusstsein den Gesamt-Treatmenteffekt bei den Mädchen erklären. Das Ergebnis der Mediationsanalyse ist, dass das MINT-Selbstbewusstsein 68 Prozent des Gesamteffekts auf das MINT-Interesse von Mädchen übermittelt. Die Wettbewerbspräferenzen erklären 8 Prozent des Treatment-Effekts für Mädchen.

Ergebnis 6: Die Steigerung des MINT-Selbstbewusstseins und der Wettbewerbsfähigkeit von Mädchen kann einen großen Teil des Treatment-Effekts auf das MINT-Interesse von Mädchen erklären.

6.3 Einstellungen und Einfluss von Eltern und LehrerInnen

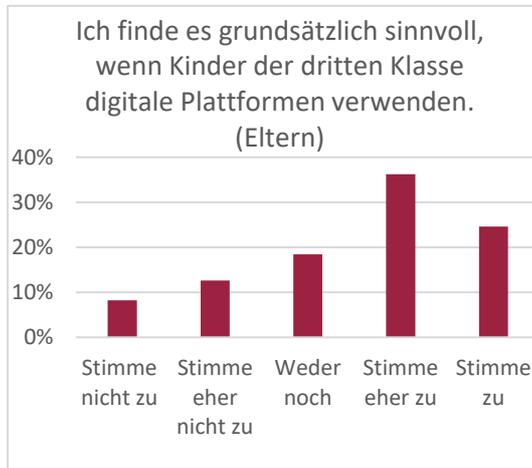
Die Stichprobe

Insgesamt 56 LehrerInnen-Fragebögen konnten mit den Daten der Kinder verknüpft werden. Obwohl 60 Klassen teilgenommen haben, haben zwei LehrerInnen den Fragebogen nicht ausgefüllt und zwei Klassen hatten keinen festen Klassenlehrer beziehungsweise keine feste Klassenlehrerin. Fünf von 56 VolksschullehrerInnen sind männlich. Da der Anteil der männlichen VolksschullehrerInnen sehr gering ist, werden wir keine Analysen nach Geschlecht der LehrerInnen durchführen.

Es haben 579 Eltern die Fragebögen retourniert. Das entspricht einem Anteil von ca. 60 Prozent der teilnehmenden Kinder. Verglichen mit standardisierten Tests wie PISA ist das ein sehr hoher Wert. In ca. 75 Prozent hat die Mutter den Fragebogen ausgefüllt, in ca. 24 Prozent der Vater und mit ca. einem Prozent jemand anderes, der im Haushalt lebt. Bei der Frage nach der Berufstätigkeit und den Arbeitsstunden haben wir direkt die ausfüllende Person des Fragebogens gefragt und die gleichen Fragen für den anderen Elternteil gestellt. Die Berufe haben wir mithilfe eines Berufs-Klassifizierungssystems (ILO ISCO-08) der International Labour Organization (ILO) klassifiziert. Hierbei wird unterschieden zwischen MINT-Berufen mit eindeutigem Mangel an Frauen (Ingenieurwesen, Programmieren ...) und MINT-bezogenen Berufen wie medizinische Berufe oder Architektur. Aufgrund der ländlichen Region unterscheiden wir zusätzlich Agrarberufe. Alle anderen Berufe ordnen wir der Kategorie ohne MINT-Bezug zu. Von den Müttern (N=466) arbeiten nur ca. 7 Prozent in MINT-Berufen und ebenso viele in Berufen mit MINT-Bezug. Bei den Vätern (N=421) arbeiten ca. 31 Prozent in einem MINT-Beruf und ca. 3 Prozent in einem Beruf mit MINT-Bezug. Ca. vier bis fünf Prozent der Väter und Mütter sind im Agrarbereich beschäftigt. Es sind ca. 30 Prozent der Mütter und 11 Prozent der Väter zu Hause (Angaben der Kinder). Die Väter arbeiten im Durchschnitt Vollzeit etwas über 40 Stunden, wohingegen die Mütter ca. 29 Stunden im Schnitt arbeiten (Angaben aus dem Elternfragebogen).

Einstellung der Eltern zu digitalen Plattformen

Die Eltern haben grundsätzlich eine eher positive Einstellung zu dem Einsatz von digitalen Plattformen in der dritten Klasse.



Über die Hälfte der Eltern gibt an, dass sie den Einsatz von digitalen Plattformen zumindest eher sinnvoll finden. Etwa 18 Prozent der Eltern sind weder dafür noch dagegen. Etwa 20 Prozent ist digitalen Maßnahmen dieser Art gegenüber eher negativ eingestellt.

Interesse der Eltern an Natur- und Geistes-/Sozialwissenschaften

Abbildung 10: Akzeptanz der Eltern gegenüber digitalen Plattformen

Eltern interessieren sich im Durchschnitt mehr für Geistes- und Sozialwissenschaften als für Naturwissenschaften. Während in den Naturwissenschaften

61 Prozent der Eltern sagen, dass sie sich gerne in diesem Bereich neues Wissen aneignen,

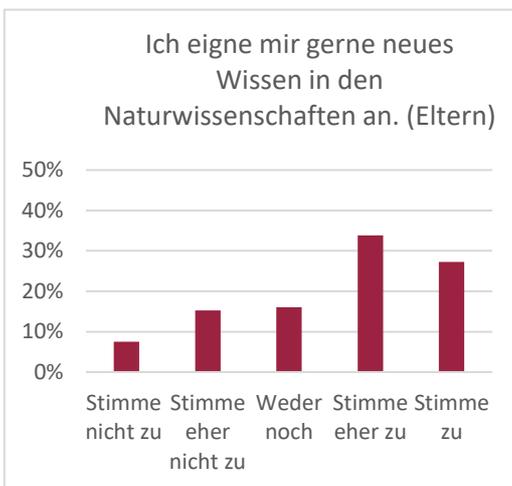


Abbildung 11: Interesse der Eltern an Natur- und Geisteswissenschaften

nen, geben 76 Prozent der Eltern an, sich gerne mit Geistes- und Sozialwissenschaften zu beschäftigen. Die Väter, die den Elternfragebogen ausgefüllt und retourniert haben (N=145) haben ein sehr ähnlich ausgeprägtes Interesse für Naturwissenschaften (ca. 79 Prozent) und Geistes- und Sozialwissenschaften (ca. 80 Prozent).

Interesse der LehrerInnen an Geistes- und Naturwissenschaften

Die befragten VolksschullehrerInnen geben ein höheres Interesse an Geistes- und Sozialwissenschaften an, verglichen mit den befragten Eltern. Ebenso wie die Eltern zeigen LehrerInnen höheres Interesse an Geistes- und Sozialwissenschaften im Vergleich mit Naturwissenschaften.

Stereotypes Rollendenken bei LehrerInnen und Eltern

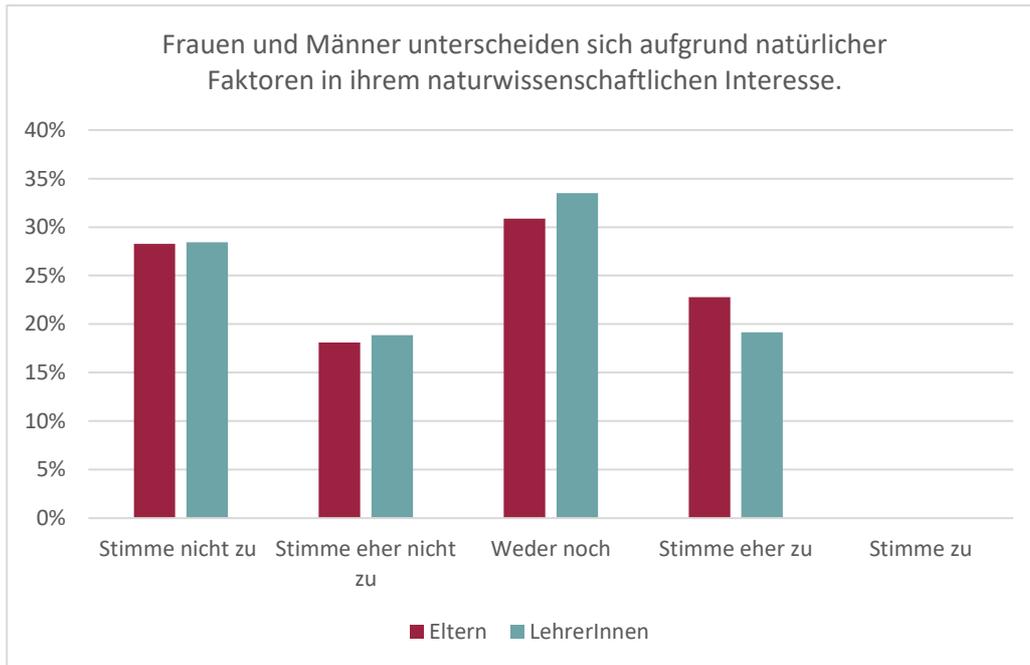


Abbildung 12: Stereotypes Rollendenken bei Eltern und LehrerInnen

Eltern und LehrerInnen wurden in einem Fragebogen über Gründe für den Gender-Pay-Gap beziehungsweise den Gender-Gap in MINT befragt. Der Gender-Gap zwischen Männern und Frauen ist empirischer Fakt. Welche Begründungen hierfür mehr oder weniger wichtig sind, ist jedoch unklar. Es wurden sechs verschiedene Aussagen von den Befragten nach ihrer Wichtigkeit beurteilt. Drei Aussagen beziehen sich dabei auf sozial-normative Gründe wie Chancenungleichheit durch Diskriminierung auf dem Arbeitsmarkt. Je höher die Zustimmung zu diesen Gründen, desto geringer fällt der Index aus und desto geringer ist das stereotype Rollendenken. Die anderen drei Gründe beziehen sich auf Geschlechterunterschiede in angeborenen Präferenzen, Interessen und Vorlieben. Je höher die Zustimmung für diese Gründe, desto stärker ausgeprägt kann das stereotype Rollendenken angesehen werden und desto höher ist der Index. Der Index geht von 0 bis 1, wobei ein Index über 0,5 auf eher stereotypes Rollendenken schließen lässt und ein Index unter 0,5 auf weniger stereotypes Rollendenken. Ein Beispiel findet sich in Abbildung 12. Immerhin stimmen um die 20 Prozent der Eltern und LehrerInnen eher der

Aussage „Frauen und Männer unterscheiden sich aufgrund natürlicher Faktoren in ihrem naturwissenschaftlichen Interesse“ zu, was eher auf stereotypes Denken zurückschließen lässt. Insgesamt kann festgehalten werden, dass ca. 15 Prozent der Eltern und LehrerInnen eher stereotyp denken. Obwohl in dieser Studie Anonymität gewährleistet wurde, sollten die Daten aus dem Fragebogen mit Vorsicht interpretiert werden, da hier recht wahrscheinlich soziale Erwünschtheit die Antworten verzerrt. Daher kann vermutet werden, dass tatsächliches stereotypes Denken eher stärker ausgeprägt ist als das Antwortverhalten in diesem Fragebogen zeigt.

Growth Mindset von LehrerInnen und Eltern

Auch die Eltern und LehrerInnen befragen wir nach ihrem Growth Mindset, d. h. wie stark sie daran glauben, dass Intelligenz veränderbar und nicht angeboren ist. Ähnlich wie bei stereotypem Rollendenken wurden verschiedene Fragen gestellt, ausgewertet und ein Index erstellt, der von 0 bis 1 rangiert. Hierbei bedeutet 0 ein stark ausgeprägtes Fixed Mindset und 1 ein stark ausgeprägtes Growth Mindset. Werte über 0,5 weisen eher auf ein Growth Mindset hin und Werte unter 0,5 eher auf ein Fixed Mindset.

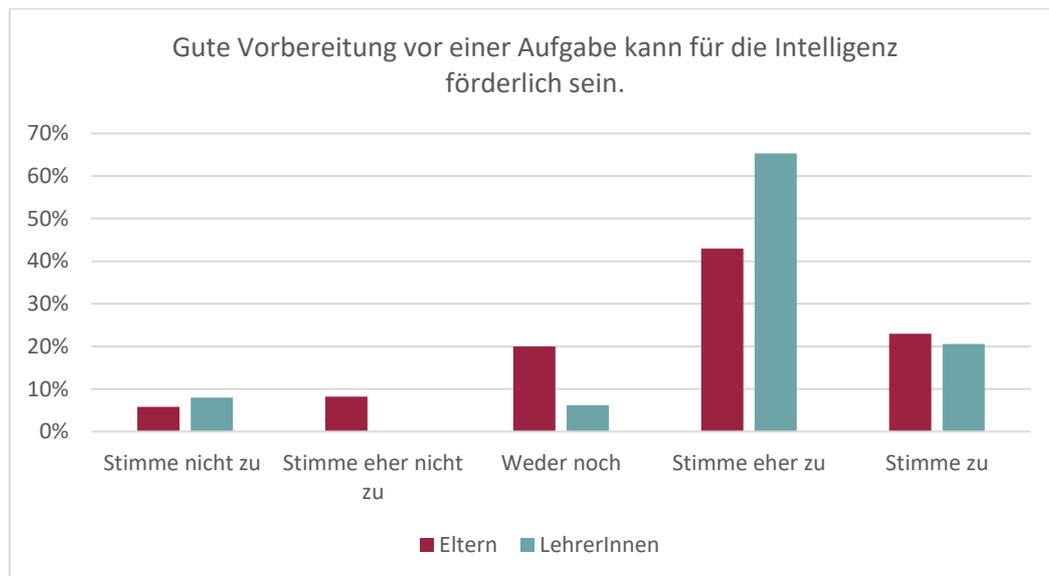


Abbildung 13: Growth Mindset von Eltern und LehrerInnen

In Abbildung 13 sind die Antworthäufigkeiten zu einer Aussage der sieben Growth-Mindset-Fragen dargestellt. Die teilnehmenden LehrerInnen stimmen überwiegend zu, dass Intelligenz veränderbar ist unter anderem durch die gute Vorbereitung vor einer Aufgabe. Bei den Eltern ist ein weniger starkes Growth Mindset beobachtbar. Hier denken immerhin ca. 35 Prozent, dass es keinen Unterschied macht.

Einfluss der Einstellungen von Eltern/LehrerInnen auf die Kinder

Korrelationsanalysen zeigen, dass Töchter sich mehr für MINT interessieren, wenn auch die Eltern oder LehrerInnen ein Interesse an Naturwissenschaften haben. Das heißt, mit steigendem Interesse an Naturwissenschaften von erwachsenen Bezugspersonen steigt das MINT-Interesse der Kinder, zumindest das der Mädchen.

Ähnlich wie bei Carlana (2019), zeigt der Datensatz, dass mit stärker ausgeprägtem Rollenendenken der LehrerInnen das MINT-Selbstbewusstsein der Mädchen sinkt.

Die Elternbroschüre hat weder einen signifikanten Effekt auf die Präferenzen der Eltern noch auf die der Kinder. Es können weiters keine Korrelationen zwischen den Einstellungen oder den Berufen der Eltern und dem MINT-Interesse gefunden werden. Dies heißt nicht, dass sich der Beruf oder Einstellungen nicht tatsächlich auf das MINT-Interesse niederschlagen. Der Effekt ist vielleicht relativ klein, sodass wir in unserer Stichprobe keine signifikanten Zusammenhänge finden oder die Varianz ist hoch, d. h. möglicherweise gibt es Zusammenhänge, aber nur für eine bestimmte Gruppe (z. B. relativ niedriger soziodemografischer Status, Vater-Sohn-Effekt vs. Vater-Tochter-Effekt etc.). Bei der Elternbroschüre ist unklar, warum diese nicht gewirkt hat. Ein Grund könnte die ungünstige Ausgabe kurz vor Weihnachten gewesen sein, wodurch diese vielleicht im Trubel des Alltags untergegangen ist. Ein anderer Grund könnte sein, dass es nicht ausreichend ist, Eltern über die Vorteile und spannende Anwendungsfelder von MINT zu informieren. Möglicherweise braucht es hier mehr als schriftliche Information, um Eltern zu einem anderen Handeln zu bewegen.

6.4 Wahrnehmung der Web-Plattformen und Aktivität

Insgesamt ist die Gesamtspielzeit auf der Kontroll-Plattform Anton und der Treatment-Plattform Robitopia ähnlich und nicht signifikant unterschiedlich. Dies erhöht die Validität des gefundenen Treatment-Effekts in Abschnitt 6.2. Die teilnehmenden Kinder haben sich jedoch zu 25 Prozent häufiger in die Treatment-Plattform als in die Kontroll-Plattform eingeloggt. Dies kann möglicherweise dadurch erklärt werden, dass in der Treatment-Plattform nur Aufgaben für ca. zehn Minuten pro Tag freigeschaltet wurden. In der Kontrollgruppe wurde zwar empfohlen, nur etwa zehn Minuten pro Tag zu arbeiten, aber Kinder haben die Plattform teilweise länger verwendet. Die höhere Log-in-Quote in der Treatment-Plattform kann durch eingebaute Cliffhanger und insgesamt die wöchentliche Geschichte erklärt werden, in der die Neugier der Kinder täglich geweckt wurde.

Die Kinder wurden in der Endmessung zu ihrer Wahrnehmung der Webplattform befragt. Die Ergebnisse sind folgende:

- Die Treatment-Plattform hat den Kindern signifikant mehr Spaß gebracht als die Kontroll-Plattform.
- Auf der Kontroll-Plattform brauchten die Kinder mehr Hilfe von ihren Eltern als auf der Treatment-Plattform.
- Schwierigkeit und empfundener Druck, alle Aufgaben richtig zu lösen, wurde auf den beide Plattformen ähnlich empfunden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Motivation der Studie

Diese Studie hat zum Ziel, die zugrundeliegenden Einstellungen und Präferenzen, die den Gender-Gap in MINT befeuern, zu identifizieren. Hierfür wurde auf Basis bestehender verhaltensökonomischer und psychologischer Forschung deduktiv abgeleitet, welche Faktoren potenziell zum Gender-Gap beitragen. Diese „Hemmfaktoren“ wurden mithilfe einer digitalen Webplattform adressiert. In einem Feldexperiment wurde evaluiert, ob diese Treatment-Plattform das MINT-Interesse erhöht und den Gender-Gap in MINT potenziell verringert und welche Faktoren hierfür verantwortlich sind.

Design der Studie

Das Experimentaldesign ermöglicht es, Erkenntnisse u. a. zu bestehenden Stereotypen bei Kindern, Eltern und LehrerInnen in der Nullmessung zu analysieren. Weiters ermöglicht die Kombination aus Feldexperiment und Messungen aus dem ökonomischen Experimentallabor eine valide Datenbasis, mit der nicht nur direkte Effekte der Intervention gemessen werden können, sondern auch Wirkmechanismen beispielsweise über erhöhte Wettbewerbspräferenzen ausgemacht werden können.

Zusammenfassung der Ergebnisse der Studie

Die Ergebnisse des Feldexperiments zeigen, dass die Treatment-Plattform das MINT-Interesse von Mädchen erhöht, während das MINT-Interesse von Buben unberührt bleibt. Das Grundniveau des MINT-Interesses ist bei Mädchen niedriger als bei Buben. Mädchen haben damit mehr Raum, ihr MINT-Interesse zu erhöhen. Die Treatment-Plattform wirkt sich direkt auf das MINT-Interesse von Mädchen aus, indem sie sie auf unterhaltsame und interaktive Weise MINT-Themen aussetzt. Darüber hinaus adressiert die Treatment-Plattform Hemmfaktoren wie mangelndes MINT-Selbstbewusstsein und mangelnde Wettbewerbsfähigkeit, was indirekt das MINT-Interesse erhöht. Diese Hemmfaktoren sind bei Mädchen weniger stark ausgeprägt als bei Buben, d. h. Mädchen haben weniger (MINT-) Selbstbewusstsein und weniger stark ausgeprägte Präferenzen für Wettbewerb. Die Stärkung dieser Faktoren kann einen Großteil des Treatment-Effekts erklären. Insgesamt hat die Treatment-Plattform trotz der vergleichsweise kurzen Interventionszeit den

Gender-Gap in MINT-Interesse von ca. 19,5 auf 14 Prozent, d. h. um 5,5 Prozentpunkte (entspricht ca. 28 Prozent) reduziert.

Ein weiterer Erkenntnisgewinn liegt im Einfluss, den Eltern oder LehrerInnen auf die Kinder haben. Hier ist es wichtig, dass stereotypes Denken reduziert wird und dass Interesse an Naturwissenschaften und MINT-Fächern allgemein auch bei LehrerInnen und Eltern geweckt wird, um eine „Ansteckung“ auf die Kinder zu ermöglichen.

Die Ergebnisse unserer Studie validieren die Hypothese nicht, dass stereotypes Denken und ein Growth Mindset mit dem Interesse an MINT signifikant assoziiert sind. Dies kann unterschiedliche Gründe haben, muss aber nicht bedeuten, dass diese Faktoren tatsächlich keine Rolle für das MINT-Interesse spielen.

Weitere Literatur zu digitalen Interventionen und MINT

Es gibt bereits einige erfolgreiche Apps für Volksschulkinder, die positive Effekte auf das MINT-Interesse erzielen konnten, wie zum Beispiel die bereits angesprochene Bedtime-Math-App. Ziel dieser App ist es, durch das gemeinsame Lösen von Aufgaben von Eltern und Kindern vor dem Zubettgehen die Angst vor Mathematik auch bei den Eltern zu senken. Berkowitz et al. (2015) hat Langzeiteffekte dieser App überprüft und konnte zeigen, dass die Angst vor Mathematik in der Treatment-Gruppe, d. h. innerhalb der Familien, die diese App verwendeten, tatsächlich auch nach zwei Jahren noch nachweisbar schwächer war. Da die Angst der Eltern sich nachweislich auf das Kind überträgt, ist dies ein bemerkenswertes Ergebnis, welches sich auch in messbar verbesserter Schulleistung im Fach Mathematik bei den Kindern widergespiegelt hat.

Anwendung der Verhaltensökonomik in der Bildungsforschung: Das Potenzial

Es gibt bereits einige wissenschaftliche Evidenz zu der Ausprägung bestimmter Präferenzen wie Wettbewerbspräferenzen und sozialer Präferenzen und wie sich diese zwischen Kindern und Erwachsenen unterscheiden. Sutter et al. (2019) bietet einen Überblick über die verhaltensökonomischen Erkenntnisse in diesem Bereich. Die Verhaltensökonomik hat relativ lange im Bildungsbereich eine untergeordnete Rolle gespielt, sodass relativ wenig ökonomisch-experimentelle Evidenz von Interventionen in Schulen vorliegt (Levitt et al., 2016). Die wenige Evidenz ist aber sehr vielversprechend und zeigt, dass man verhaltensökonomische Verhaltenstreiber mit Interventionen erfolgreich adressieren kann und so mögliche Entscheidungsfehler von Kindern oder Jugendlichen reduzieren kann. In diesen vielversprechenden Studien wurde unter anderem gezeigt, dass Mentoring-Programme das Sozialverhalten stärken können, regelmäßige Konzentrationsübungen am Computer das Durchhaltevermögen erhöhen und Workshops in Schulen die Geduld/Zeitpräferenzen von SchülerInnen beeinflussen können (Alan et al., 2016; Alan & Ertac, 2018; Kosse et al., 2020). Unsere Studie verwendet einen sehr ähnlichen

Forschungsansatz im Bildungsbereich, in dem wir zunächst mögliche Hemmfaktoren für im Durchschnitt schwach ausgeprägtes Interesse an den MINT-Fächern identifiziert haben und diese in der Intervention, der Webplattform, adressieren und damit die Kinder unterstützen, die Interessen unabhängig von stereotypen Rollenbildern und beispielsweise fehlendem Growth Mindset zu entwickeln. Das heißt, unsere Studie zielt nur indirekt auf die Steigerung der Leistung in Fächern wie Mathematik oder Sachkunde ab. Die Intervention der Webplattform soll Kindern falsche Vorstellungen von MINT-Bereichen nehmen und durch die Stärkung von individuellen nicht-kognitiven Fähigkeiten wie dem Growth Mindset mehr Zutrauen gewinnen, sich mit MINT-Inhalten langfristig zu beschäftigen. Selbstverständlich können dieses stärkere Growth Mindset oder die stärker ausgeprägten Wettbewerbspräferenzen auch für andere Karriereoptionen außerhalb des MINT-Bereichs genutzt werden.

Die Vorteile einer digitalen Intervention

Die Webplattform bietet viele Vorteile gegenüber analogen Interventionen wie MINT-Workshops. Sie ist leicht implementierbar, kostengünstig in der Breite ausrollbar, erreicht Kinder mit unterschiedlichen soziodemografischen Hintergründen und ist relativ einfach anpassbar. Es besteht ein vielversprechendes Erweiterungspotenzial in Hinsicht auf Integration in den Unterricht und Lehrstoff, der spielerisch in der Webplattform gefestigt werden könnte. Es ist auch denkbar, weitere Module anzubieten und die Webplattform auf weitere Themenbereiche auszuweiten.

Weitere Bausteine notwendig, um Nachfrage nach MINT-Fachkräften zu decken

Die Intervention setzt in einem frühen Kindesalter an, um frühzeitig Hemmfaktoren für das Ausleben von bestimmten Interessen auszuschalten beziehungsweise zumindest deren Einfluss zu reduzieren. Im weiteren Verlauf bis zum Berufseinstieg müssen die Rahmenbedingungen so geschaffen werden, dass MINT-Berufe attraktiv für Mädchen und Buben bleiben. Ebenfalls müssen Ausbildungsinhalte und Studienprogramme so gestaltet sein, dass Mädchen und Buben mit Begeisterung lernen. Weiters zeigen Befragungen, dass Unternehmen oftmals nicht-kognitive Fähigkeiten wie Teamfähigkeit oder Durchhaltevermögen bei den AbsolventInnen vermissen – auch wenn sie die entsprechenden kognitiven Fähigkeiten und MINT-Wissen mitbringen. Das heißt, dass in der Schule und in der weiterführenden Ausbildung diese Fähigkeiten explizit durch entsprechende Gestaltung der Ausbildung gefördert werden sollten, um Arbeitsmarktchancen zu erhöhen. Selbstverständlich ersetzt die Intervention auch keine Maßnahmen, die zum Beispiel im Rahmen der MINT-Studien gesetzt werden müssen, um sie vor allem für weibliche Studierende attraktiver zu machen. Das Gleiche gilt für die Attraktivität von Arbeitsplätzen (z. B. Vereinbarkeit von Beruf und Familie).

8 Verzeichnisse

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: HochschulabsolventInnen in Mathematik, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Produktion und Bauwesen für Männer und Frauen im Alter von 20–29 Jahren	12
Abbildung 2: HochschulabsolventInnen in MINT im Jahr 2018	13
Abbildung 3: Schulbesuch an berufsbildenden Schulen nach Fachrichtungen und Geschlecht im Schuljahr 2018/2019	14
Abbildung 4: Ambitionen für eine MINT-Karriere von Mädchen und Buben in unterschiedlichen Ländern	22
Abbildung 5: Darstellung der Einflussfaktoren auf Interessenauswahl und Entscheidungen für die Karriere	37
Abbildung 6: Randomisierung in Treatment- und Kontrollgruppe	43
Abbildung 7: Studienablauf	47
Abbildung 8: Datenerhebung in einer Klasse.....	49
Abbildung 9: Direkter und indirekter Effekt des Treatments	53
Abbildung 10: Akzeptanz der Eltern gegenüber digitalen Plattformen	60
Abbildung 11: Interesse der Eltern an Natur- und Geisteswissenschaften	60
Abbildung 12: Stereotypes Rollendenken bei Eltern und LehrerInnen	61
Abbildung 13: Growth Mindset von Eltern und LehrerInnen	62

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hemmfaktoren, Hypothesen und Interventionsansätze.....	41
Tabelle 2: Direkte Treatment-Effekte	54
Tabelle 3: Effekte des Treatments auf die Hemmfaktoren nach Geschlecht	56

9 Literaturverzeichnis

Alan, S., Boneva, T., & Ertac, S. (2016). *Ever failed, try again, succeed better: Results from a randomized educational intervention on grit (March 9, 2016)*. HCEO Working Paper.

Alan, S., & Ertac, S. (2018). Fostering patience in the classroom: Results from randomized educational intervention. *Journal of Political Economy*, 126(5), 1865-1911.

Almås, I., Cappelen, A. W., Salvanes, K. G., Sørensen, E. Ø., & Tungodden, B. (2016). Willingness to compete: Family matters. *Management Science*, 62(8), 2149-2162.

Almlund, M., Duckworth, A. L., Heckman, J., & Kautz, T. (2011). Personality psychology and economics. In *Handbook of the Economics of Education* (Vol. 4, pp. 1-181). Elsevier.

Anaya, L., Stafford, F. P., & Zamarro, G. (2017). Gender gaps in math performance, perceived mathematical ability and college stem education: The role of parental occupation. *EDRE Working Paper No. 2017-21*

Bandura, A., & Cervone, D. (1983). Self-evaluative and self-efficacy mechanisms governing the motivational effects of goal systems. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(5), 1017.

Baruch, Yehuda; Budhwar, Pawan S.; Khatri, Naresh (2007): Brain drain: Inclination to stay abroad after studies. In: *Journal of World Business* 42 (1), S. 99–112. DOI: 10.1016/j.jwb.2006.11.004.

Bénabou, R., & Tirole, J. (2002). Self-confidence and personal motivation. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(3), 871-915.

Berenbaum, S. A., Martin, C. L., Hanish, L. D., Briggs, P. T., & Fabes, R. A. (2008). Sex differences in children's play. *Sex differences in the brain: From genes to behavior*, 275, 290.

Berkowitz, T., Schaeffer, M. W., Maloney, E. A., Peterson, L., Gregor, C., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Math at home adds up to achievement in school. *Science*, 350(6257), 196-198.

Bettinger, E., Ludvigsen, S., Rege, M., Solli, I. F., & Yeager, D. (2018). Increasing perseverance in math: Evidence from a field experiment in Norway. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 146, 1-15.

Bian, Lin; Leslie, Sarah-Jane; Cimpian, Andrei (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355 (6323), S. 389–391. DOI: 10.1126/science.aah6524.

BIFIE (2018). Das Schulsystem im Spiegel von Daten und Indikatoren. Oberwimmer K. et al., unter: https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2019/04/NBB_2018_Band1_v3_final.pdf

BIFIE (2015). Das Schulsystem im Spiegel von Daten und Indikatoren unter. Bruneforth M. et al., unter: https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2019/09/NBB_2015_Band1_v4_final_WEB.pdf

Bigler, R. S., & Patterson, M. M. (2017). Social stereotyping and prejudice in children: Insights from novel group studies. *Group processes in children and adolescents*, 184-202.

Binder, D.; Thaler, B.; Unger, M.; Ecker, B.; Mathä, P.; Zaussinger, S. (2017): MINT an öffentlichen Universitäten, Fachhochschulen sowie am Arbeitsmarkt ; Eine Bestandsaufnahme ; Endbericht. unter: <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/4284/>.

Blau, F. D.; Kahn, L. M. (2000): Gender Differences in Pay. In: *Journal of Economic Perspectives* 14 (4), S. 75–99. DOI: 10.1257/jep.14.4.75.

Blau, F. D., & Kahn, L. M. (2017). The gender wage gap: Extent, trends, and explanations. *Journal of Economic Literature*, 55(3), 789-865.

Breda, T., & Hillion, M. (2016). Teaching accreditation exams reveal grading biases favor women in male-dominated disciplines in France. *Science*, 353(6298), 474-478

Breda, T., & Napp, C. (2019). Girls' comparative advantage in reading can largely explain the gender gap in math-related fields. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(31), 15435-15440.

Breda, T., Grenet, J., Monnet, M., & Van Effenterre, C. (2020). *Do Female Role Models Reduce the Gender Gap in Science? Evidence from French High Schools* (No. 13163). Institute of Labor Economics (IZA).

Buser, T., Niederle, M., & Oosterbeek, H. (2014). Gender, competitiveness, and career choices. *The Quarterly Journal of Economics*, 129(3), 1409-1447.

Buser, T., Peter, N., & Wolter, S. C. (2017). Gender, competitiveness, and study choices in high school: Evidence from Switzerland. *American Economic Review*, 107(5), 125-30.

Cappelen, A., List, J., Samek, A., & Tungodden, B. (2020). The Effect of Early-Childhood Education on Social Preferences. *Journal of Political Economy*, 128(7), 000-000.

Carlana, M. (2019). Implicit stereotypes: Evidence from teachers' gender bias. *The Quarterly Journal of Economics*, 134(3), 1163-1224.

Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). STEM: Science Technology Engineering Mathematics. *Georgetown University Center on Education and the Workforce*.

Cedefop. (2015). Skills, Qualifications and Jobs in the EU: The Making of a Perfect Match? Evidence from Cedefop's European Skills and Jobs Survey.

Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265.

Chen, S., & Schildberg-Hörisch, H. (2018). Looking at the bright side: The motivation value of overconfidence.

Chen, D. L., Schonger, M., & Wickens, C. (2016). oTree—An open-source platform for laboratory, online, and field experiments. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 9, 88-97.

Currie, J. (2001). Early childhood education programs. *Journal of Economic perspectives*, 15(2), 213-238.

Cvencek, D., Meltzoff, A. N., & Greenwald, A. G. (2011). Math-gender stereotypes in elementary school children. *Child Development*, 82(3), 766-779.

Dahlbom, L., Jakobsson, A., Jakobsson, N., & Kotsadam, A. (2011). Gender and overconfidence: are girls really overconfident?. *Applied Economics Letters*, 18(4), 325-327.

Datta, S., & Mullainathan, S. (2014). Behavioral design: a new approach to development policy. *Review of Income and Wealth*, 60(1), 7-35.

Deming, David J. (2017). The Growing Importance of Social Skills in the Labor Market. In: *Quarterly Journal of Economics* 132 (4), S. 1593–1640.

Der Standard (2008). Mädchen lesen besser - Burschen rechnen besser. unter: <https://www.derstandard.at/story/1196091184212/maedchen-lesen-besser---burschen-rechnen-besser>

Der Standard (2017). Spiel, C.: Geschlechterstereotype: Fatale Folgen für Buben. Spiel, C., unter: <https://www.derstandard.at/story/2000062545673/geschlechterstereotype-fatale-folgen-fuer-buben>

Der Standard (2019). Frauen in MINT-Studien: Viel erreicht, noch viel zu tun. Fassmann, H., unter: <https://www.derstandard.at/story/2000101186949/frauen-in-mint-studien-viel-erreicht-noch-viel-zu-tun>

Dreber, A., von Essen, E., & Ranehill, E. (2014). Gender and competition in adolescence: task matters. *Experimental Economics*, 17(1), 154-172.

Drescher, K., Häckl, S., & Schmieder, J. (2020). STEM Careers: Workshops Using Role Model Can Reduce Gender Stereotypes. *DIW Weekly Report*, 10(13), 163-172.

Duckworth, A. L., Quinn, P. D., & Tsukayama, E. (2012). What No Child Left Behind leaves behind: The roles of IQ and self-control in predicting standardized achievement test scores and report card grades. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 439.

Europäische Kommission (2015). Does the EU need more STEM graduates? Brussels: European Commission.

Eurostat (2018). Graduates in tertiary education, in science, math., computing, engineering, manufacturing, construction, by sex - per 1000 of population aged 20-29, unter https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/product?code=educ_uae_grad04

Falk, A., & Hermle, J. (2018). Relationship of gender differences in preferences to economic development and gender equality. *Science*, 362(6412).

Fehr, E., & Schurtenberger, I. (2018). Normative foundations of human cooperation. *Nature Human Behaviour*, 2(7), 458-468.

Freeman, N. K. (2007). Preschoolers' perceptions of gender appropriate toys and their parents' beliefs about gendered behaviors: Miscommunication, mixed messages, or hidden truths?. *Early Childhood Education Journal*, 34(5), 357-366.

Gneezy, U., & Rustichini, A. (2004). Gender and competition at a young age. *American Economic Review*, 94(2), 377-381.

Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: the implicit association test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(6), 1464.

Good, C., Rattan, A., & Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women's representation in mathematics. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102(4), 700.

Güdel, K., Heitzmann, A., & Müller, A. (2019). Self-efficacy and (vocational) interest in technology and design: an empirical study in seventh and eighth-grade classrooms. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(5), 1053-1081.

Günther, C., Ekinci, N. A., Schwieren, C., & Strobel, M. (2010). Women can't jump?—An experiment on competitive attitudes and stereotype threat. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 75(3), 395-401.

Hanushek, Eric A.; Woessmann, Ludger (2008). The Role of Cognitive Skills in Economic Development. In: *Journal of Economic Literature* 46 (3), S. 607–668. DOI: 10.1257/jel.46.3.607.

Harackiewicz, J. M., Rozek, C. S., Hulleman, C. S., & Hyde, J. S. (2012). Helping parents to motivate adolescents in mathematics and science: An experimental test of a utility-value intervention. *Psychological Science*, 23(8), 899-906.

Heckman, J. J., Moon, S. H., Pinto, R., Savelyev, P. A., & Yavitz, A. (2010). The rate of return to the HighScope Perry Preschool Program. *Journal of Public Economics*, 94(1-2), 114-128.

Imai, Kosuke, Luke Keele and Dustin Tingley (2010). A General Approach to Causal Mediation Analysis, *Psychological Methods* 15(4) pp. 309-334.

Industriellenvereinigung (2018). MINT-Factsheet 2017/18. unter: https://www.iv.at/media/filer_public/e6/29/e6293e07-147d-4e06-952a-743f3ca051cd/mint-factsheet_201718_032018.pdf

Jussim, L., Eccles, J., & Madon, S. (1996). Social perception, social stereotypes, and teacher expectations: Accuracy and the quest for the powerful self-fulfilling prophecy. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Vol. 28 (p. 281–388). Academic Press

Kautz, T., Heckman, J. J., Diris, R., Ter Weel, B., & Borghans, L. (2014). *Fostering and measuring skills: Improving cognitive and non-cognitive skills to promote lifetime success*. National Bureau of Economic Research (No. w20749).

Kollmayer, M., Schober, B., & Spiel, C. (2018). Gender stereotypes in education: Development, consequences, and interventions. *European Journal of Developmental Psychology*, 15(4), 361-377.

Köller, O., Daniels, Z., Schnabel, K. U., & Baumert, J. (2000). Kurswahlen von Mädchen und Jungen im Fach Mathematik: Zur Rolle von fachspezifischem Selbstkonzept und Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie/German Journal of Educational Psychology*.

Kosse, F., Deckers, T., Pinger, P., Schildberg-Hörisch, H., & Falk, A. (2020). The formation of prosociality: causal evidence on the role of social environment. *Journal of Political Economy*, 128(2), 434-467.

Kurier (2015). Buben rechnen, Mädchen lesen besser. unter: <https://kurier.at/politik/inland/oecd-studie-oesterreichs-buben-werden-in-mathe-besser-maedchen-schlechter/117.729.732>

Lamminmäki, A., Hines, M., Kuiri-Hänninen, T., Kilpeläinen, L., Dunkel, L., & Sankilampi, U. (2012). Testosterone measured in infancy predicts subsequent sex-typed behavior in boys and in girls. *Hormones and Behavior*, 61(4), 611-616.

Lee-Cultura, S., Mangaroska, K., & Sharma, K. (2018, September). Adult Perception of Gender-Based Toys and Their Influence on Girls' Careers in STEM. In *International Conference on Entertainment Computing* (pp. 407-410). Springer, Cham.

Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122.

Levitt, S. D., List, J. A., Neckermann, S., & Sadoff, S. (2016). The behavioralist goes to school: Leveraging behavioral economics to improve educational performance. *American Economic Journal: Economic Policy*, 8(4), 183-219.

Lin, L., Lee, T., & Snyder, L. A. (2018). Math self-efficacy and STEM intentions: a person-centered approach. *Frontiers in Psychology*, 9, 2033.

Lin-Siegler, X., Ahn, J. N., Chen, J., Fang, F. F. A., & Luna-Lucero, M. (2016). Even Einstein struggled: Effects of learning about great scientists' struggles on high school students' motivation to learn science. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 314.

List, J. A. (2011). Why economists should conduct field experiments and 14 tips for pulling one off. *Journal of Economic Perspectives*, 25(3), 3-16.

List, J. A., & Price, M. K. (2013). *Using field experiments in environmental and resource economics*. National Bureau of Economic Research (No. w19289).

Mayo, M. J. (2009). Video games: A route to large-scale STEM education?. *Science*, 323(5910), 79-82.

Miller, D. I., Nolla, K. M., Eagly, A. H., & Uttal, D. H. (2018). The development of children's gender-science stereotypes: A meta-analysis of 5 decades of US Draw-a-Scientist studies. *Child Development*, 89(6), 1943-1955.

Nathan, Max; Lee, Neil (2013). Cultural Diversity, Innovation, and Entrepreneurship: Firm-level Evidence from London. In: *Economic Geography* 89 (4), S. 367–394. DOI: 10.1111/ecge.12016.

Newall, C., Gonsalkorale, K., Walker, E., Forbes, G. A., Highfield, K., & Sweller, N. (2018). Science education: Adult biases because of the child's gender and gender stereotypicality. *Contemporary Educational Psychology*, 55, 30-41.

New York Academy of Sciences (2014). The Global MINT Paradox. unter <https://www.nyas.org/press-releases/new-york-academy-of-sciences-launches-new-report-on-the-global-stem-paradox/>

Niederle, M., & Vesterlund, L. (2007). Do women shy away from competition? Do men compete too much?. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(3), 1067-1101.

Niederle, M., & Vesterlund, L. (2011). Gender and competition. *Annu. Rev. Econ.*, 3(1), 601-630.

OECD (2017). OECD Economic Surveys: Austria 2017, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/eco_surveys-aut-2017-en.

OECD (2018). Empowering Women in the Digital Age: Where do We Stand. Paris. unter <https://www.oecd.org/social/empowering-women-in-the-digital-age-brochure.pdf>.

Peneder, M., Bock-Schappelwein, J., Firgo, M., Fritz, O., Streicher, G., (2016). Österreich im Wandel der Digitalisierung. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. Vienna. unter <http://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/58979>.

PISA Studie (2015). unter: https://www.oecd.org/berlin/themen/pisa-studie/PISA_2015_Zusammenfassung.pdf

Porter, C., & Serra, D. (2019). Gender differences in the choice of major: The importance of female role models. *American Economic Journal: Applied Economics*.

Retelsdorf, J., Schwartz, K., & Asbrock, F. (2015). "Michael can't read!" Teachers' gender stereotypes and boys' reading self-concept. *Journal of Educational Psychology*, 107(1), 186.

Richard, O. C. (2000). Racial diversity, business strategy, and firm performance: A resource-based view. *Academy of Management Journal*, 43(2), 164-177.

Schmid, K., Winkler, B., Gruber, B., (2016). Skills for Today. Aktueller Qualifizierungsbedarf und Rekrutierungsschwierigkeiten. Analysen und Befunde auf Basis der IV-Qualifikationserhebung 2016. unter: <https://ibw.at/resource/download/296/ibw-forschungsbericht-185.pdf>.

Schunk, D. H., & Pajares, F. (2002). The development of academic self-efficacy. In *Development of Achievement Motivation* (pp. 15-31). Academic Press.

Shin, J. E. L., Levy, S. R., & London, B. (2016). Effects of role model exposure on STEM and non-STEM student engagement. *Journal of Applied Social Psychology*, 46(7), 410-427.

Sjøberg, Svein; Schreiner, Camilla (2010). The ROSE project: An overview and key findings. University of Oslo. Oslo.

Solberg, M. (2018). Can the implementation of aerospace science in elementary school help girls maintain their confidence and engagement in science as they transition to middle school?. *Acta Astronautica*, 147, 462-472.

Spencer, S. J., Steele, C. M., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 35(1), 4-28.

Statistik Austria (2018/19). Schülerinnen und Schüler 2018/19 nach detaillierten Ausbildungsarten und Geschlecht unter: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung/schulen/schulbesuch/index.html

Statistik Austria (2017/18). Schülerinnen und Schüler an öffentlichen und privaten Schulen 1923/24 bis 2018/19 (alle Jahre). unter: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung/schulen/schulbesuch/index.html

Steinke, J. (2017). Adolescent girls' STEM identity formation and media images of STEM professionals: Considering the influence of contextual cues. *Frontiers in Psychology*, 8, 716.

Stoet, G., & Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. *Psychological Science*, 29(4), 581-593.

Sutter, M., & Glätzle-Rützler, D. (2015). Gender differences in the willingness to compete emerge early in life and persist. *Management Science*, 61(10), 2339-2354.

Sutter, M., Zoller, C., & Glätzle-Rützler, D. (2019). Economic behavior of children and adolescents—A first survey of experimental economics results. *European Economic Review*, 111, 98-121.

Tenenbaum, H. R. (2009). 'You'd Be Good at That': Gender Patterns in Parent-Child Talk about Courses. *Social Development*, 18(2), 447-463.

Tiedemann, J. (2000). Gender-related beliefs of teachers in elementary school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 41(2), 191-207.

Weinberger, C. J. (1999). Mathematical college majors and the gender gap in wages. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 38(3), 407-413

Wiener Zeitung (2018). Kandidaten für "Wort des Jahres" stehen fest. unter: <https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/chronik/oesterreich/999308-Kandidaten-fuer-Wort-des-Jahres-stehen-fest.html>.

World Bank (2014). Improving the quality of engineering education and training in Africa (The World Bank, 86062). unter: <http://documents.worldbank.org/curated/en/773831468007776683/Improving-the-quality-of-engineering-education-and-training-in-Africa>.

World Economic Forum (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. unter: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>, zuletzt geprüft am 07.04.2020.

World Economic Forum (2019). A Framework for Developing a National Artificial Intelligence Strategy. unter: http://www3.weforum.org/docs/WEF_National_AI_Strategy.pdf

Zawistowska, A., & Sadowski, I. (2019). Filtered Out, but Not by Skill: The Gender Gap in Pursing Mathematics at a High-Stakes Exam. *Sex Roles*, 80(11-12), 724-734.

Zeit (2017). Lasst die Mädchen doch mit Mathe in Ruhe. Binswanger, M., unter: <https://www.zeit.de/2017/05/pisa-studie-mathematik-naturwissenschaften-maedchen>
Ziegler, A., & Heller, K. A. (2000). Effects of an attribution retraining with female students gifted in physics. *Journal for the Education of the Gifted*, 23(2), 217-243.