

Der MINT-Fachkräftemangel in der Schweiz

Ausmass, Prognose, konjunkturelle Abhängigkeit, Ursachen und Auswirkungen des Fachkräftemangels in den Bereichen **M**athematik, **I**nformatik, **N**aturwissenschaften, **T**echnik

Zusammenfassung

Im Auftrag von:

Staatssekretariat für Bildung und Forschung SBF

Matthias Gehrig, Lucien Gardiol, Markus Schaerrer

Bern, August 2010

Zusammenfassung

Die Verfügbarkeit von technischem Humankapital ist für die Position einer exportorientierten kleinen Volkswirtschaft im globalen Standortwettbewerb der Wissensgesellschaften elementar. Zudem ist unbestritten, dass das technische Humankapital für das Produktivitätswachstum und damit für das Wirtschaftswachstum besonders relevant ist. In den letzten Jahren mehrten sich aber die Klagen der Schweizer Unternehmen über einen Fachkräftemangel im Bereich **Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik**, kurz **MINT**. In der Folge kam es zu mehreren parlamentarischen Vorstössen auf eidgenössischer Parlamentsebene. Diese drücken die politische Sorge um die negativen Auswirkungen eines Mangels an naturwissenschaftlichen und technischen Fachkräften auf die Schweizer Volkswirtschaft aus.

Der Bundesrat stellte einen Bericht in Aussicht, um die in den parlamentarischen Vorstössen aufgeworfenen Fragen zu beantworten. Vor diesem Hintergrund hat das SBF das Büro für arbeits- und sozialpolitische Studien BASS AG mandatiert, Ausmass, konjunkturelle Abhängigkeit, Auswirkungen und Ursachen des MINT-Fachkräftemangels im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie zu untersuchen. Der vorliegende Bericht soll zentrale Elemente liefern für den Bericht des Bundesrats zur Beantwortung der parlamentarischen Vorstösse.

Ausmass des MINT-Fachkräftemangels im März 2009

Unter der MINT-Fachkräftelücke zu einem bestimmten Zeitpunkt verstehen wir die Differenz zwischen der Nachfrage nach MINT-Fachkräften und dem inländischen Angebot an MINT-Fachkräften zu diesem Zeitpunkt. Die Nachfrage nach MINT-Fachkräften kann mit der Anzahl offener MINT-Stellen operationalisiert werden. Das Angebot an MINT-Fachkräften, die auf dem Schweizer Arbeitsmarkt kurzfristig verfügbar sind, hingegen mit der Anzahl stellensuchender MINT-Fachkräfte. Wenn die MINT-Fachkräftelücke positiv ist, bedeutet dies, dass es innerhalb der Schweiz einen Mangel an MINT-Fachkräften gibt. Ist sie hingegen negativ, dann gibt es auf dem Arbeitsmarkt einen Überschuss an MINT-Fachkräften.

Die Anzahl stellensuchender MINT-Fachkräfte kann auf monatlicher Basis der Arbeitsmarktstatistik des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO entnommen werden. Die Anzahl offener MINT-Stellen haben wir für den Monat März 2009 mittels einer repräsentativen Online-Unternehmensbefragung ermittelt. Im Rahmen einer dis-

proportional geschichteten Zufallsstichprobe, die aus dem Betriebs- und Unternehmensregister BUR gezogen wurde, wurden 3'815 Unternehmen der deutschen und französischen Schweiz zur Teilnahme an der Befragung eingeladen. Bei einem hohen Rücklauf von 41.6% konnten wir eine Untersuchungsstichprobe mit einem Umfang von N = 1'586 Unternehmen realisieren. Auf der Basis der Daten der Arbeitsmarktstatistik und der hochgerechneten Ergebnisse der Online-Unternehmensbefragung konnten wir für den Monat März 2009 die Fachkräftelücken bezüglich verschiedenen MINT-Kategorien (Elektrotechnik, Informatik, Chemieingenieurwesen, Mathematik etc.) berechnen. Die Lage auf dem MINT-Arbeitsmarkt im März 2009 kann folgendermassen beschrieben werden:

■ **Übersicht:** Im März 2009 betrug die MINT-Fachkräftelücke insgesamt 14'000 (fehlende) MINT-Fachkräfte. Es gab 16'100 offene MINT-Stellen und 2'000 stellensuchende MINT-Fachkräfte. Die Lücke kann als substantiell bezeichnet werden, da sie bei insgesamt 173'000 beschäftigten MINT-Fachkräften eine Vakanzquote von 8.5% impliziert. Dies bedeutet, dass fast jede 11. MINT-Stelle nicht besetzt ist. Die Arbeitslosenquote unter den MINT-Fachkräften betrug im März 2009 nur gerade 1.2%, während die Arbeitslosenquote aller Erwerbspersonen mit 3.4% dreimal so hoch war.

■ **MINT-Kategorien:** Tabelle 1 zeigt die Fachkräftelücke der einzelnen MINT-Kategorien im März 2009. Sie macht deutlich, dass an absoluten Masstäben gemessen insbesondere Informatiker/innen (inkl. Software- & Informatikingenieure/innen), Elektro-, Maschinen- und Mikroingenieure/innen (inkl. Elektronikingenieuren/innen) und Bauingenieure/innen fehlten. In einer relativen Betrachtung, d.h. bezogen auf das Total der Stellen der entsprechenden MINT-Kategorie, war der Mangel auch in den Bereichen Biotechnologie, (Molecular) Life Sciences, Pharmatechnologie und Medizinaltechnologie besonders ausgeprägt.

■ **Unternehmensgrösse:** Die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit weniger als 250 Beschäftigten waren im März 2009 im Vergleich zu den grossen Unternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten überdurchschnittlich stark vom MINT-Fachkräftemangel betroffen. Dies kann zum einen darauf zurückgeführt werden, dass die Rezession, die im 4. Quartal 2008 von der Finanzmarktkrise ausgelöst wurde, die Nachfrage der grossen Unternehmen nach MINT-Fachkräften stärker gedämpft hat als dies bei den KMU der Fall war. Zum anderen ist nicht auszuschliessen, dass die grossen Unternehmen bei der Rekrutierung von MINT-Fachkräften ge-

genüber den KMUs Image- und Effektivitätsvorteile haben.

Tabelle 1: Die MINT-Fachkräftelücke im März 09

1 Informatik	3'688
MINT-Bereich Informatik	3'688
2 Elektroingenieurwesen	1'085
3 Maschineningenieurwesen	930
4 Mikroingenieurwesen	862
5 Wirtschaftsingenieurwesen	185
6 Restliches Ingenieurwesen	1'287
MINT-Bereich Technik	4'348
MINT-Oberbereich IT & Technik	8'036
7 Bauingenieurwesen	2'879
8 Planung und Vermessung	508
9 Architektur	784
MINT-Bereich Bauwesen	4'172
10 Chemie & Verfahrenstechnik	94
11 Biotechnologie & life sciences	374
12 Pharma- & Medizinaltechnologie	530
MINT-Bereich Chemie & life sciences	998
13 Geografie	-15
14 Exakte Wissenschaften	191
15 Andere MINT	691
MINT-Bereich Andere	882
MINT TOTAL	14'088

Quelle: eigene Berechnungen

■ **Branchen:** Die Unternehmen aus den Branchen «Bauwirtschaft» und «Telekommunikation & Informationstechnologie» waren im März 2009 vom MINT-Fachkräftemangel besonders stark betroffen. Bei der Bauwirtschaft ist dies darauf zurückzuführen, dass die Nachfrage nach MINT-Fachkräften dieser Branche von der Rezession bis im März 2009 noch nicht nachhaltig tangiert wurde. Demgegenüber waren die beiden Branchen «Elektroindustrie» und «Finanz- und Versicherungswesen» unterdurchschnittlich vom MINT-Fachkräftemangel betroffen. Wenn man unterstellt, dass die natürliche Vakanzquote bezüglich MINT-Stellen 2.5% beträgt, kann der Schluss gezogen werden, dass diese beiden Branchen im März 2009 von keinem MINT-Fachkräftemangel betroffen waren. Dieser Tatbestand ist darauf zurückzuführen, dass die Finanzmarktkrise die Finanz- und Versicherungsbranche unmittelbar und umfassender getroffen hat als andere Branchen. Auch die Elektroindustrie wurde von der globalen Rezession, die von der Finanzmarktkrise ausgelöst wurde, besonders rasch und stark tangiert, da diese stark exportorientiert ist.

Entwicklung des MINT-Fachkräftemangels

Auf der Basis der Daten der Arbeitsmarktstatistik des SECO, des Stellenmarktmonitors der Universität Zürich und der Online-Unternehmensbefragung, die wir im März 2009 durchgeführt haben, konnten wir auch die historische Entwicklung des MINT-Arbeitsmarktes rekonstruieren.

Diese Entwicklung kann folgendermassen zusammengefasst werden:

■ **«skill-biased technological change»:** Seit 1950 hat sich die Anzahl offener MINT-Stellen fast verzehnfacht. Geht man davon aus, dass die natürliche MINT-Vakanzquote seit 1950 konstant bei 2.5% liegt, kann der Schluss gezogen werden, dass sich der Anteil der MINT-Fachkräfte am Total der Erwerbstätigen seit 1950 ebenfalls fast verzehnfacht hat. Diese Entwicklung reflektiert den tiefgreifenden Strukturwandel hin zu einer Technologie-affineren Wissensgesellschaft. Das Phänomen, dass sich die Produktionstechnologie dahingehend verändert hat, dass für den Produktionsprozess zunehmend mehr qualifizierte, insbesondere technisch qualifizierte und weniger unqualifizierte Arbeitskräfte benötigt werden, ist aus der ökonomischen Literatur bekannt und wird dort unter dem Stichwort «skill-biased technological change» diskutiert.

■ **Entwicklung der MINT-Fachkräftelücke seit 1993:** Die Entwicklung der MINT-Fachkräftelücke seit 1993 ist stark konjunkturell beeinflusst, wobei die MINT-Fachkräftelücke jeweils mit einer Verzögerung von rund einem Jahr auf die konjunkturellen Schwankungen reagiert. Grundsätzlich konnte für die ganze Periode zwischen 1993 und 2008 eine MINT-Fachkräftelücke festgestellt werden.

Im März 1993, am Ende der Rezession, die im 1. Quartal 1991 eingesetzt hatte, betrug die MINT-Fachkräftelücke rund 1'000 MINT-Fachkräfte. Angesichts der Existenz einer natürlichen Vakanzquote lässt sich festhalten, dass es zu diesem Zeitpunkt keinen MINT-Fachkräftemangel gab. Im Zuge des wirtschaftlichen Aufschwungs, der ab dem 4. Quartal 1993 einsetzte und bis ins 1. Quartal 2001 anhielt, kam es in der Folge zu einem kontinuierlichen Anstieg der MINT-Fachkräftelücke, die anfangs 2001 15'000 fehlende MINT-Fachkräfte betrug. Nach dem Platzen der «new economy bubble» setzte im 2. Quartal 2001 ein wirtschaftlicher Abschwung ein, der bis ins 3. Quartal 2003 anhielt. Als Konsequenz reduzierte sich die MINT-Fachkräftelücke in dieser Periode: Im Frühjahr 2004 betrug die Lücke nur noch 1'500 MINT-Fachkräfte. Mit einer zeitlichen Verzögerung zum konjunkturellen Aufschwung, der bereits im 4. Quartal 2003 einsetzte und bis ins 2. Quartal 2008 anhielt, kam es in der Folge zu einer kontinuierlichen Angebotsverknappung auf dem MINT-Arbeitsmarkt bis in den September 2007, als der Schweizer Wirtschaft mehr als 20'000 MINT-Fachkräfte fehlten. Die MINT-Arbeitslosigkeit betrug zu diesem Zeitpunkt nur gerade 0.9%. Zwischen September 2007 und Oktober 2008 stagnierte die MINT-Fachkräftelücke auf hohem

Niveau. Im Übergang vom Oktober 2008 zum November 2008 kam es dann im Zuge diverser Hiobsbotschaften bezüglich des Schweizer Finanzmarkts zu einem massiven Einbruch der offenen MINT-Stellen, so dass sich die MINT-Fachkräftelücke binnen Monatsfrist halbierte. Seitdem, d.h. zwischen November 2008 und März 2009, kann eine Stagnation der MINT-Fachkräftelücke beobachtet werden.

Die strukturelle MINT-Fachkräftelücke

Den Einfluss der Konjunktur auf den MINT-Arbeitsmarkt haben wir mittels multivariaten zeitreihenanalytischen Modellen untersucht. Dabei hat sich herausgestellt, dass die MINT-Fachkräftelücke stark von der Konjunktur abhängig ist. Auf der Basis des funktionalen Zusammenhangs zwischen der Konjunktur auf der einen Seite und der Anzahl offener MINT-Stellen und stellensuchender MINT-Fachkräfte auf der anderen Seite, konnten wir eine «strukturelle MINT-Fachkräftelücke» identifizieren. Diese beträgt rund 10'000 fehlende MINT-Fachkräfte, wenn man unterstellt, dass der langfristige Wachstumspfad der Schweizer Volkswirtschaft mit einem realen Wachstum des Bruttoinlandsprodukts in der Höhe von 1.7% bis 2.0% beschrieben werden kann. Daraus kann der Schluss abgeleitet werden, dass der MINT-Fachkräftemangel wieder zum Thema wird, sobald die aktuelle Rezession durchschritten ist und die Konjunktur wieder anzieht.

Die Einwanderung von ausländischen MINT-Fachkräften

Zusätzlich haben wir den Zusammenhang zwischen der Konjunktur, dem MINT-Fachkräftemangel und der Immigration von ausländischen MINT-Fachkräften untersucht. Dabei hat sich zum einen herausgestellt, dass die Einwanderung von MINT-Fachkräften mit der MINT-Fachkräftelücke hoch positiv korreliert ist: je höher die MINT-Fachkräftelücke, desto ausgeprägter die Immigration von MINT-Fachkräften. Zum anderen hat sich gezeigt, dass die Einwanderung von ausländischen MINT-Fachkräften für den Schweizer MINT-Arbeitsmarkt elementar ist. In den Jahren 2007 und 2008 sind jeweils über 10'000 MINT-Fachkräfte eingewandert, was rund zwei MINT-Absolventenjahrgängen an allen Schweizer Universitäten und Fachhochschulen entspricht. Dies macht deutlich, dass der Schweizer MINT-Arbeitsmarkt nicht wirklich als national abgrenzbarer Markt gesehen werden kann.

Marktversagen und Schweinezyklus?

Aus ökonomischer Sicht kommt der Verknappung des Angebots an MINT-Fachkräften, die umgangssprachlich als «Fachkräftemangel» bezeichnet wird, eine wichtige Funktion zu: Die durch die Angebotsverknappung induzierten Lohnsteigerungen fördern gemäss ökonomischer Lehre eine effiziente Faktorallokation, indem Arbeitskräfte aus weniger produktiven Verwendungen oder der Nichterwerbstätigkeit umgelenkt und mittel- bis langfristig aufgrund der höheren Bildungsrendite vermehrt Arbeitskräfte ausgebildet werden. Die Frage ist, ob dieser Marktmechanismus wirklich spielt. Wenn dies der Fall ist, würde man u.a. folgende Phänomene erwarten:

- Die Löhne der MINT-Fachkräfte weisen einen positiven Zusammenhang mit der MINT-Fachkräftelücke auf, konkret: sie steigen, wenn die MINT-Fachkräftelücke zunimmt.
- Jugendliche nehmen mittel- bis langfristig vermehrt MINT-Studiengänge auf, da die MINT-Löhne steigen und die MINT-Berufsaussichten attraktiver werden.

Daher haben wir die **Entwicklung der Reallöhne** der MINT-Fachkräfte zwischen 2004 und 2008 einer detaillierten Analyse unterzogen. Tatsächlich sind die Reallöhne der MINT-Fachkräfte seit 2004 viel stärker gestiegen als der Durchschnitt aller Löhne: Während das reale Lohnwachstum aller Erwerbstätigen zwischen 2004 und 2007 nur gerade 0.6% betrug, sind die Löhne der MINT-Fachkräfte mit 3.3% real fast sechsmal so stark gewachsen. Der MINT-Arbeitsmarkt hat also auf die Verknappung an verfügbaren MINT-Fachkräften mit substantiellen Lohnsteigerungen reagiert. Der Markt scheint in dieser Hinsicht zu spielen.

Den Zusammenhang zwischen der MINT-Fachkräftelücke und den **Einritten in MINT-Studiengänge an Universitären Hochschulen und Fachhochschulen** haben wir mit zeitreihenanalytischen Methoden auf der Basis der empirischen Daten der Jahre 1993 bis und mit 2008 untersucht. Dabei konnten wir keinen statistisch signifikanten Einfluss der MINT-Fachkräftelücke auf die Anzahl MINT-Studien-eintritte nachweisen. Dieses Ergebnis ist zum einen mit den Ergebnissen der Forschung zum Studienfachentscheid konsistent. Diese besagen, dass Arbeitsmarktüberlegungen beim Studienfachentscheid nur eine untergeordnete Rolle spielen. Zum anderen sind unsere Ergebnisse nicht mit der aus der ökonomischen Literatur bekannten Argumentationsfigur des «Schweinezyklus» konsistent. Wir fanden also keine empirische Evidenz dafür, dass sich eine Knappheit des MINT-Angebots auf dem Arbeitsmarkt kurz-

bis mittelfristig auf den Studienfachentscheid auswirkt. Ob dieses Ergebnis auch in einer langfristigen Betrachtung gilt, konnten wir auf der Grundlage der uns zur Verfügung stehender Daten jedoch nicht beurteilen.

Prognose des MINT-Fachkräftemangels

Auf der Basis der funktionalen Zusammenhänge zwischen Konjunktur, offenen MINT-Stellen, MINT-Stellensuchenden und MINT-Einwanderung und auf der Basis der Prognosen des SECO zum realen Wirtschaftswachstum in den Jahren 2009 und 2010, konnten wir für die Jahre 2010 und 2011 eine Prognose der MINT-Fachkräftelücke erstellen. Die Ergebnisse lauten dahingehend, dass die MINT-Fachkräftelücke, die für den März 2009 noch besteht, im weiteren Verlauf des Jahres 2009 konjunkturbedingt weiter reduziert wird, so dass die MINT-Fachkräftelücke im Frühjahr 2010 kaum mehr bestehen wird oder gar von einem leichten Überangebot abgelöst wird. Im Jahr 2011 wird die Lücke konjunkturbedingt wieder etwas zunehmen – allerdings nicht in einem Ausmass, das man als wirklichen MINT-Fachkräftemangel interpretieren könnte. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es in den Jahren 2010 und 2011 konjunkturbedingt weder einen MINT-Fachkräftemangel noch einen substantielle Angebotüberschuss an MINT-Fachkräften geben wird. Langfristig wird der MINT-Fachkräftemangel jedoch wieder zu einem Thema werden – spätestens, wenn die Schweizer Volkswirtschaft auf ihren langfristigen Wachstumspfad zurückkehrt. Dann nämlich wird der strukturelle MINT-Fachkräftemangel im Umfang von rund 10'000 fehlenden MINT-Fachkräften wieder sichtbar werden.

Auswirkungen des MINT-Fachkräftemangels

Auf **mikroökonomischer Ebene** kann ein Mangel an qualifizierten MINT-Fachkräften negative Auswirkungen auf die einzelnen Unternehmen haben, die zur Güter- und Dienstleistungsproduktion MINT-Fachkräfte benötigen. Konkret kann der MINT-Fachkräftemangel zu höheren Personalkosten führen: Erstens müssen mehr Ressourcen für die Rekrutierung eingesetzt werden – unter anderem aufgrund einer erhöhten Fluktuation von MINT-Fachkräften. Zweitens steigen die Lohnkosten, weil die Reallöhne aufgrund der Faktorverknappung steigen. Drittens können die Kosten der Einarbeitung und Weiterbildung von MINT-Fachkräften steigen, da aufgrund des Mangels MINT-Fachkräfte eingestellt werden müssen, welche die erforderlichen Qualifikationen nicht vollständig mitbringen, so

dass sie entsprechend nachqualifiziert werden müssen. Erhöhte Kosten aufgrund eines MINT-Fachkräftemangels können als **Produktivitätsverlust** interpretiert werden: Um den gleichen Waren- oder Dienstleistungsoutput zu generieren, müssen mehr Ressourcen eingesetzt werden.

Der MINT-Fachkräftemangel kann sich jedoch nicht nur auf die Produktivität, sondern auch auf das Produktionsvolumen der Unternehmen auswirken. Wenn es lange Vakanzen gibt oder MINT-Stellen überhaupt nicht besetzt werden können, produziert das betroffene Unternehmen unterhalb des Outputs, der möglich wäre, wenn es keinen Mangel an MINT-Fachkräften geben würde (**Output-Gap**). Dies kann sich konkret darin bemerkbar machen, dass auf Aufträge verzichtet werden muss und/oder Aufträge nur verzögert verarbeitet werden können, dass auf Produktinnovationen verzichtet wird oder solche verschoben werden oder dass Unternehmensleistungen, die von MINT-Fachkräften erarbeitet werden müssen, ausgelagert werden – allenfalls ins Ausland.

Wenn Unternehmen nicht auf ihrem Potentialoutputniveau produzieren können, dann resultiert letztlich ein **makroökonomischer Wohlfahrtsverlust**. Diesen konnten wir für das Jahr 2008 quantitativ abschätzen. Der Wohlfahrtsverlust infolge des MINT-Fachkräftemangels betrug im Jahr 2008 rund 2 Milliarden Schweizer Franken, ein substantieller Betrag, der immerhin 0.4% des Bruttoinlandsprodukts der Schweiz entspricht.

Ursachen der MINT-Fachkräftelücke

Auf einer rein phänomenologischen Ebene kann festgehalten werden, dass die strukturelle MINT-Fachkräftelücke darauf zurückzuführen ist, dass das Angebot an MINT-Fachkräften nicht mit der Ausdehnung der Nachfrage nach MINT-Fachkräfte seit 1950 Schritt gehalten hat. Die Frage nach der Ursache des strukturellen MINT-Fachkräftemangels hat damit mit der Frage zu tun, warum nicht mehr angehende Studierende aus der Schweiz ein MINT-Studium an den Universitäten und Fachhochschulen absolvieren. Diese Frage führt direkt zur nachgelagerten Fragestellung, welche Faktoren die Wahrscheinlichkeit eines Individuums, ein MINT-Studium zu absolvieren, positiv oder negativ beeinflussen.

Gemäss der einschlägigen Literatur steht die weitere Bildungsbiografie eines Individuums nach dem 1. Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I bereits in hohem Grade fest. Vor diesem Hintergrund haben wir auf der Basis von personenindividuellen Paneldaten (TREE-Daten) untersucht, welche Eigenschaften der 15-

jährigen Schüler und Schülerinnen, die im Jahr 2000 an der PISA-Untersuchung teilgenommen haben, die Wahrscheinlichkeit tangieren, später eine MINT-Fachkraft zu werden.

Die Ergebnisse der durchgeführten deskriptiven Analyse und der vorgenommenen multivariaten Logit-Modellierung der TREE-Daten können folgendermassen zusammengefasst werden:

■ Bedeutung und Persistenz des Interesses:

Die multivariate Logit-Modellierung hat gezeigt, dass der Berufswunsch im Alter von 15 Jahren, eine MINT-Fachkraft zu werden, und das Interesse für Mathematik die Wahrscheinlichkeit, eine MINT-Fachkraft zu werden, sehr stark positiv beeinflussen. Dieses Ergebnis kann dahingehend interpretiert werden, dass die Interessen im Alter von 15 Jahren bereits hochgradig feststehen, was mit der Forschung zur Entstehung und Entwicklung der Interessen konsistent ist. Zusammen mit dem 1. Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I (der auch hochgradig Interessegetrieben ist) legt das stabile Interesse im Alter von 15 Jahren die weitere Bildungsbiografie schon fast deterministisch fest. Die Persistenz und Determination wird dabei durch informelle und formelle Zugangsbarrieren beim Übergang von der Sekundarstufe II in die Tertiärstufe verstärkt, so dass eine sehr starke Koppelung zwischen dem 1. Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe I und dem 2. Bildungsentscheid am Ende der Sekundarstufe II entsteht.

■ Selektierende Funktion der Mathematik:

Die deskriptive und multivariate Analyse der TREE-Daten haben gezeigt, dass die Leistungsfähigkeit in und das Interesse für Mathematik im Alter von 15 Jahren die Wahrscheinlichkeit, später eine MINT-Fachkraft zu werden, stark positiv beeinflussen. Dass die «Ich-Kann-Variable», d.h. die Leistungsfähigkeit in Mathematik im Alter von 15 Jahren den später zu treffenden Studienfachentscheid derart stark beeinflusst, zeigt wiederum, dass der Studienfachentscheid pro oder contra MINT etwas mit Leistungsfähigkeit zu tun hat. Interessant ist dabei die Beobachtung, dass nicht die Leistungsfähigkeit in den Naturwissenschaften entscheidend ist, sondern diejenige in der Mathematik. Auch das Interesse für Naturwissenschaften ist bezüglich dem Studienfachentscheid pro oder contra MINT offenbar irrelevant. Bezüglich dem Studienfachentscheid kommt der Mathematik also nicht nur in den Exakten Wissenschaften, sondern auch in den eher praktisch ausgerichteten Ingenieurwissenschaften eine selektierende Funktion zu.

■ Werte der «MINT-Welt»: Leistungsfähigkeit, Wettbewerb, Fleiss und Ehrgeiz

Die Affinität von angehenden MINT-Fachkräften zu kompetitivem Lernen ist überdurchschnittlich

hoch. Bezüglich dem kooperativen Lernen lässt sich ein gegenteiliger Zusammenhang beobachten. Mit der Logit-Modellierung der TREE-Daten konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass ein hoher sozioökonomischer Status, der dem Berufswunsch der 15-jährigen PISA-Schüler/innen inhärent ist, die Wahrscheinlichkeit erhöht, später eine MINT-Fachkraft zu werden. Der sozioökonomische Status des Berufswunsches kann dabei als Indikator des Ehrgeizes im Alter von 15 Jahren interpretiert werden. Zum anderen hat sich herausgestellt, dass der Fleiss der 15-Jährigen, operationalisiert mit dem Zeitaufwand, der für das Erledigen von Hausaufgaben eingesetzt wird, die Wahrscheinlichkeit, eine MINT-Fachkraft zu werden, positiv beeinflusst. Zusammengefasst ergibt sich so ein Bild der «MINT-Welt», die in einem gewissen Sinne als elitär bezeichnet werden kann – zumindest aber kann festgestellt werden, dass Leistungsfähigkeit, Kompetitivität, Ehrgeiz und Fleiss Werte sind, die für eine MINT-Affinität wichtig sind.

■ Ausgeprägter Geschlechterbias

Das Geschlecht beeinflusst die Wahrscheinlichkeit, eine MINT-Fachkraft zu werden, ausserordentlich stark. Die Wahrscheinlichkeit eines 15-jährigen Schülers, eine MINT-Fachkraft zu werden, ist fünfmal höher als diejenige einer 15-jährigen Schülerin. 60% des Unterschieds kann damit erklärt werden, dass die Schülerinnen sich bezüglich Interesse für Mathematik, Leistung in Mathematik, Berufswunsch und sozioökonomischem Status, der diesem Berufswunsch inhärent ist, bezüglich Affinität zum kooperativen Lernen und bezüglich Zeitaufwand für Hausaufgaben von den männlichen Schulkollegen unterscheiden. Sie interessieren sich weniger für Mathematik, haben schlechtere PISA-Mathematikleistungen, haben weniger den Berufswunsch, eine MINT-Fachkraft zu werden, sind eher dem kooperativen Lernen zugetan und hegen Berufswünsche, die weniger ehrgeizig sind. Die restlichen 40% des Unterschieds sind nicht durch andere Faktoren als das Geschlecht erklärbar. Die Wirkung des Geschlechts auf die Wahrscheinlichkeit, eine MINT-Fachkraft zu werden, kann mit dem Gedankenexperiment einer «Geschlechtsumwandlung» illustriert werden: Würde eine 15-jährigen Schülerin des PISA-Jahrgangs 2000 sozusagen «über Nacht» das Geschlecht wechseln, während die restlichen Eigenschaften dieser Schülerin konstant bleiben würden, würde sich die Wahrscheinlichkeit, eine MINT-Fachkraft zu werden, für dieses Individuum sozusagen «über Nacht» verdreifachen.

■ Bedeutung des Elternhauses: Die Ergebnisse bezüglich dem Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Hintergrund des Elternhauses und der Wahrscheinlichkeit, eine MINT-

Fachkraft zu werden, deuten in eine Richtung, die mit zwei Argumentationsfiguren konsistent sind, die aus der Literatur zum Studienfachentscheid bekannt sind. Die **Argumentationsfigur der «success expectancy»** besagt, dass angehende Studierende aus tieferen sozialen Schichten ihnen weniger ehrgeizig erscheinende Studiengänge wählen, da sie bezüglich einem allfälligen unfreiwilligen Studienabbruch aufgrund ungenügender Leistungen risikoaverser sind als Studierende aus sozial höheren Schichten. Die **Argumentationsfigur der «Einkommensinduzierten Selbstselektion»** stellt in den Vordergrund, dass der zeitliche Aufwand für die erfolgreiche Bewältigung eines MINT-Studiums signifikant höher ist als derjenige für alternative Studiengänge, was die Möglichkeiten schmälert, nebenbei ein Erwerbseinkommen zu erzielen. Dies führt dazu, dass die angehenden Studierenden aus sozial tieferen Schichten, die nur in vermindertem Umfang von der Familie finanziell unterstützt werden können, sich nicht für MINT-Studiengänge, sondern für Studiengänge entscheiden, die weniger aufwändig sind.

Schlussfolgerungen

Vor dem Hintergrund der Erkenntnisse, die wir im Rahmen dieser Studie gewinnen konnten, können wir bezüglich allfälligen politischen Massnahmen, welche die strukturelle MINT-Fachkräftelücke reduzieren sollen, vier Ansätze deduzieren:

■ **Erhöhung des Interesses für Mathematik und Technik:** Eine nachhaltige Erhöhung des Anteils von MINT-Studiengängen an der Anzahl tertiärer Studieneintritte kann nur gelingen, wenn das Interesse für Mathematik und Technik, das gegen Ende der Sekundarstufe I bei den Schweizer Schülerinnen und Schüler vorliegt, erhöht werden kann. Massnahmen zur Steigerung dieser Interessen sollten dabei idealerweise bereits auf der Primarstufe oder sogar im Vorschulalter eingesetzt werden. Dabei kann allenfalls an das bekanntlich hohe Interesse von Kindern und Jugendlichen für Computer, Internet, Handys, Games etc. angeknüpft werden. Ein besonderer Fokus sollte darauf gerichtet werden, die geschlechterspezifische Interessenssozialisation zu durchbrechen. Diesbezüglich ist eine Sensibilisierung von Betreuungs- und Lehrkräften wünschenswert, die in Kindertagesstätten, der Primarschule oder der Sekundarstufe I tätig sind.

■ **Erhöhung der Leistungsfähigkeit in Mathematik:** Der Mathematik kommt beim Entscheid, eine MINT-Fachkraft zu werden, eine selektierende Filterfunktion zu. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass durch eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler

in Mathematik, die Wahrscheinlichkeit, dass diese später MINT-Fachkräfte werden, erhöht werden kann. Denn wenn die angehenden Studierenden eine höhere Leistungsfähigkeit in Mathematik haben, erscheinen ihnen die MINT-Studiengänge weniger schwierig («success expectancy»).

■ **Förderung der Immigration von MINT-Fachkräften und MINT-Bildungsausländer/innen:** Bereits heute ist die Immigration von MINT-Fachkräften für die Deckung des Arbeitskräftebedarfs der Schweizer Unternehmen elementar. Durch entsprechende Massnahmen sollte es möglich sein, den ausländischen Pool bestehend aus MINT-Fachkräften und angehenden MINT-Studierenden noch stärker zu nutzen.

■ **Erhöhung der relativen Bildungsrenditen von MINT-Studiengängen:** Es sind Massnahmen denkbar, welche die Kosten, die Studierende von MINT-Studiengängen zu tragen haben, reduzieren, so dass die Bildungsrendite von MINT-Studiengängen gegenüber konkurrierenden Studiengängen steigt. Diese Kosten bestehen aus Immatrikulationskosten, Kosten für Materialien, die im Rahmen des MINT-Studiums benötigt werden (Computer etc.) und aus den Opportunitätskosten im Sinne entgangener Einkommen aus bezahlter Erwerbsarbeit. Insbesondere die letztgenannten Kosten dürften bei angehenden Studierenden aus sozial tieferen Schichten den Entscheid, einen MINT-Studiengang zu wählen, negativ tangieren.