Quellenzusammenfassung zum Thema Junge Frauen und Mathematik

Ella Stein[1]

Einleitung

„Ach, wieder eine Russin!“, rief der Mathematik-Fachdidaktiker aus, als er mich am Tag meiner Lehrdiplom-Prüfung sah. „Schon die zweite in diesem Monat und keine Schweizerinnen!“ Tatsächlich, auch in meinem Fachdidaktik-Kurs war ich die einzige Frau. Warum eigentlich? Warum sehe ich in meinen Kursen „Anwendungen der Mathematik“, die eine „höhere“ und kompliziertere gymnasiale Mathematik vermitteln, mehr junge Männer als junge Frauen, obwohl der Frauenanteil an der gymnasialen Gesamtpopulation deutlich höher liegt als Anteil der Männer (2011 bei 57% laut Bildungsbericht 2014[2]) und aus meiner Erfahrung mehr Schülerinnen als Schüler gute Noten in Mathematik haben? Ist es typisch? Ist es symptomatisch? Warum sind die Frauen in den PAM- und AM-Kursen, in mathematiknähen Studienrichtungen und in mathematikaffinen Berufen so untervertreten? Sind sie von Natur aus weniger dafür geeignet? Oder werden sie durch ihre Erziehung und ihre Umwelt davon abgehalten? Warum ist es in der Schweiz (in Europa allgemein, in den USA, ,..) so, und warum war es dann in der Sowjetunion anders? Zu diesem Thema wollte ich schon immer mehr erfahren. Die Gelegenheit bot sich in einem freien Semester, das ich an der ETH Zürich forschend verbrachte. Dabei ist dieser, sehr persönlicher, Bericht als Quellenzusammenfassung entstanden. Das ist nur eine kleine Auswahl aus der schier unendlichen Menge von Publikationen zum Thema. Die hier getroffene Auswahl wiederspiegelt meine subjektive Einschätzung.

In den 60’er und 70’er Jahren des 20. Jh. diente die Aussage, dass Frauen in der Mathematik stark untervertreten sind, obwohl ihre Intelligenz der Intelligenz der Männer absolut gleicht, als geläufiger Zugang zum Thema Frauen in der Mathematik. Das war der Ausdruck des zu dieser Zeit verbreiteten Feminismus-Empfinden. In den 80’ern und 90‘ern hat sich die Sichtweise geändert und die Feststellung wie „Frauen sind von Venus und Männer sind von Mars“[3] fand Gefallen und lieferte eine Erklärung und auch eine Ausrede zur Untervertretung der Frauen in der Mathematik. Das 21 Jh. wurde zum Jh. des Postfeminismus und die Aussagen wurden differenzierter. Keiner behauptete mehr, dass die Frauen den Männern gleich seien und auch nicht, dass sie grundverschieden seien. Das Problem ist allerdings das gleiche geblieben: Die Frauen sind in der Mathematik untervertreten. In diesem Zusammenhang wollte ich zuerst wissen, wie die „*Statistischen Daten“* zu Mädchen (Frauen) in Zusammenhang mit Mathematik (und mathematiknahen) Studienlehrgängen aussehen. Dann hat mich auch interessiert, was die Wissenschaft generell zum Thema „*Gender und Mathematikunterricht*“ meint. Da war der Weg zu den „*biologische Grundlagen zum Unterschied Mann / Frau*“ nicht mehr weit. Danach waren „*Intelligenz und (Hoch-) Begabung im Licht der Genderforschung*“ an der Reihe. „*Lerntypen und auf Frauen abgestimmte Lernstrategien*“ folgten. Es kündete sich an, dass die Unterschiede auf „*unterschiedlicher Risikobereitschaft der Frauen*“ basierten. Da bei allen Teilaspekten immer wieder die „*Bildung des Selbstkonzepts bei den Frauen*“ thematisiert wurde, habe ich auch einen Blick in diese Ecke geworfen und ihn dann in die Richtung „*Mathematik und Weiblichkeit*“ zu wenden und mit der eindrücklichen „*Geographie der Mathematik*“ abzuschliessen.

[1] *visitierend an der ETH Zürich.* (Oktober 2016 – Mai 2017)
[2] SKBF, Bildungsbericht Schweiz 2014
[3] Cris Evatt, *Opposite sides of the bed.1992*

Es muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass alle hier vorkommenden Ansichten, Methoden und Auffassungen (bis zu dem von der Autorin verfassten Einleitung, Einleitungspassagen, Zwischenzusammenfassungen *und dem* Fazit*) die Arbeit, die Methoden und die Meinungen der Quellenautoren wiederspiegeln, so wie sie in den Originalen zu finden sind. Diese Quellenzusammenfassungen sind in der Schriftart* Times New Roman *verfasst. Die Zusammenfassung jeder Quelle fängt bei dem Absatz mit dem Namen des jeweiligen Verfassers an und hört bei dem Absatz mit dem Namen des nächsten Verfassers auf.*

Das Fazit der Quellen-Zusammenfassung stellt eine Verbindung zwischen allen Teilthemen her und kommt zu einer persönlichen Schlussfolgerung. Das Quellenverzeichnis listet alle verwendeten Quellen alphabetisch auf.

Statistischen Daten

Die Statistische Daten bezüglich Mädchen / jungen Frauen in der Mathematik und anderen mathematiknahen Fächern machen die Gründe des Interesses der Autorin am Thema „Junge Frauen und Mathematik“ deutlich. In diesem Feld liefern die entwickelten Länder dieser Welt ähnliche statistische Resultate. Da die Autorin am Bildungsplatz Schweiz interessiert ist, wird da zuerst eine Schweizer Quelle zusammengefasst und dann kommen die Daten aus Europäischen OECD-Ländern und den USA. Leider können die Daten nicht immer direkt verglichen werden. Sie stammen aus verschiedenen (wenn auch zeitnahen) Jahren und ein Teil der Schweizer Daten beziehen sich auf die Maturanden, die zwar einen grossen Teil, aber sicher nicht alle, Universitätsstudenten und nicht alle Studenten der Ingenieurwissenschaften ausmachen. Ein Trend ist trotzdem ersichtlich.

Eine umfassende Quelle der Schweizer Bildungsstatistik ist der Bericht der Schweizerischen Koordinationsstelle für Bildungsforschung (SKBF, 2014). Die Statistiken zeigen eine interessante Entwicklung in der Mathematikleistungen abhängig vom Alter und Geschlecht der Schüler. Am Ende der Primarstufe können Leistungsunterschiede zw. Mädchen und Knaben in Bezug auf Mathematik und Sprache als niedrig bezeichnet werden.

Schon an der Sekundarstufe I zeigt sich bei den Mathematikleistungen ein unausgewogenes Bild: deutlich mehr Knaben demonstrieren einseitig gute Mathematikleistungen (12% der Knaben, 4% der Mädchen) und deutlich mehr Mädchen demonstrieren einseitig gute Sprachleistungen (24% der Mädchen, 8% der Knaben), wobei ausgewogen gute Leistungen liegen bei 25% der Knaben und Mädchen vor. Auf der Sekundarstufe II verdeutlicht sich das Bild: siehe die unterstehende Tabelle 1.

Tabelle 1: **Gymnasialer Schwerpunktfach und Studienrichtung (aus Sicht der Universitäten)**

Gruppe / Gymnasialer SPF	Frauen, die ein MINT-Studienfach gewählt haben	Frauen, die MINT oder Medizin/ Pharmazie gewählt haben	Männer, die ein MINT-Studienfach gewählt haben	Männer, die MINT oder Medizin/ Pharmazie gewählt haben
SPF Sprachen	16%	27%	27%	35%
SPF MINT	43%	74%	67%	82%
SPF Wirtschaft und Recht	11%	16%	17%	21%
SPF Künste	17%	24%	30%	37%

Die Schwerpunktfächer «alte Sprachen» und «eine moderne Sprache» wurden zu «Sprachen», «Physik und Anwendungen der Mathematik» mit «Biologie» und «Chemie» zu «MINT» und schliesslich «PPP», «bildnerisches Gestalten» und «Musik» zu «Künste» zusammengefasst.
Daten (SKBF, 2014), Berechnungen: SKBF, EST

Die Prozentzahl der MINT-wählenden Männer ist in jeder Konstellation um mind. 50% höher, als die Prozentzahl der MINT-wählenden Frauen. Eine Abmilderung schafft die Wahl der Medizin/Pharmazie.

Die allgemeine Genderstatistik in Bezug auf Studium und Studienwahl gestaltet sich in der Schweiz ähnlich zur Gymnasiasten-Statistik – sie ist nach wie vor sehr geschlechtsspezifisch: siehe die unterstehende Tabelle 2.

Tabelle 2.: **Universitäre Studienrichtung nach Geschlecht (Schweiz)**

Studienrichtung \ Geschlecht	weiblich	männlich
Geistes-/Sozialwissenschaften	72%	28%
Medizin / Pharmazie	62%	38%
Rechtswissenschaften	61%	39%
Technische Wissenschaften	29%	71%
Exakte und Naturwissenschaften (inkl. Biologie)	40%	60%
Wirtschaftswissenschaften	36%	64%

Daten (SKBF, 2014), Berechnungen EST

„Grosse Variationen im Frauenanteil sind zudem auch innerhalb der Fachbereichsgruppen festzustellen. So beträgt das Geschlechterverhältnis bspw. in den exakten Wissenschaften 1:5 und in den Naturwissenschaften 1:1.“ In den letzten 20 Jahren konnte die Gendersegregation nur geringfügig verbessert werden. Der Übertritt von Bachelor zum Master- und von Master zum Doktorat-Studium gestaltet sich in der Schweiz bei mathematiknahen Studienrichtungen fast unabhängig vom Geschlecht. Der Anteil der Professorinnen erreicht aber nur in Ausnahmefällen die vom Bund angestrebten 25%. Ähnlich sieht es bei mathematiknahen Studienrichtungen an den Fachhochschulen aus.

Die Europa-beschreibenden Daten kommen aus dem OECD-Bericht (OECD, 2014). Es wurden aus einer sehr grossen Datenmenge nur die Daten der Länder gewählt, die eine ähnliche Grosse wie die Schweiz aufweisen. Die Daten sind in der unterstehenden Tabelle 3. zu finden.

Tabelle 3.: **Anteil Frauen bei MINT-Studienrichtungen**

Land	Einwohnerzahl (Mio)	Bachelor (auf 0.5%)	Master (auf 0.5%)	Doktor (auf 0.5%)
Belgien	11.2	26.5%	37.0%	37.5%
Dänemark	5.6	37.5%	39.5%	36.0%
Finnland	5.5	38.5%	47.0%	45.5%
Griechenland	11.0	46.0%	47.5%	45.5%
Irland	4.6	37.0%	33.5%	44.5%
Israel	8.0	40.5%	47.5%	45.0%
Norwegen	5.0	29.5%	39.0%	38.0%
Österreich	8.5	38.5%	36.5%	33.5%
Portugal	10.0	55.0%	60.0%	54.5%
Schweden	9.5	42.0%	44.5%	36.5%
Schweiz	8.0	26.5%	36.0%	38.0%
Tschechische Republik	10.5	38.5%	38.5%	42.0%
Ungarn	9.9	43.0%	42.5%	40.0%

Daten (SKBF, 2014), Berechnungen EST

Die sehr inhomogenen Daten zeigen nichtdestotrotzt, dass der Anteil der Frauen bei den mathematiknahen Studiengängen normalerweise (viel) geringen ist als der Anteil der Männer. Lediglich Portugal bildet da eine Ausnahme.

Eine gute Quelle zu statistischen Daten in den USA ist die Webseite des National Girls Collaborative Project (NGC, 2017). Obwohl die Anzahl und die Leistungen der Mädchen in standardisierten Tests in Mathematik und Naturwissenschaften am Ende der Sekundarschule und am Ende der High-School-Zeit deren der Jungen gleichen, gibt es Unterschiede bei fortgeschrittenen Kursen der Mathematik, Physik und anderen MINT-Fächern, ausgenommen Biologie. Die Belegung der Kurse an der High-School sieht folgendermassen aus: 59% (Biologie), ca. 40% (Mathematik) und ca. 30% (Physik) der Plätze werden durch Mädchen belegt. Die Informatikkurse sind zu 19% durch Mädchen belegt. In die gleiche Richtung gehen auch die Zahlen, die die Situation nach Abschluss der Bachelor Stufe beschreiben: bei der Biologie machen die Frauen 50% der Absolventen aus, bei der Mathematik 43%, bei der Physik 39%, bei Ingenieurwissenschaften 19% und bei der Informatik 18%, das obwohl die Frauen ca. 57% aller Studenten ausmachen. Nur 11.6 % der Frauen insgesamt machen einen Bachelor in MINT oder Ingenieurswissenschaften, das sind ca. 32% aller Ingenieure und Naturwissenschaftler (inkl. Biologen und Umweltwissenschaftler, die zu ca. 50% weiblich sind). Und zum Schluss noch ein interessanter Datensatz: 20% der Frauen mit einem Doktortitel in einem der MINT-Fächer im Alter von 35 – 39 J. sind nicht erwerbstätig. (Nur 1.8% der Männer des gleichen Niveaus im gleichen Alter sind nicht erwerbstätig.)

Es ist nicht zu vermeiden, dass nicht alle statistischen Daten ausschliesslich in diesem Kapitel ihren Platz finden konnten. Weitere Statistiken befinden sich in folgenden Kapiteln und machen einen Teil der dort behandelten Themen aus.

Gender und Mathematikunterricht

Die Genderfragen im Mathematikunterricht interessieren und polarisieren. Diese Fragen sollen zuerst formuliert werden, bevor man über die Antworten und Lösungen nachdenken kann. Die dazugehörigen Zahlen sollen transparent werden. Der Ursprung der Untervertretung der Frauen in Mathematik-(MINT-) Studienfächer und -Karrieren gehört abgeklärt, und die Frage, ob die Bildungspolitik mitschuldig an dieser Untervertretung ist, gehört beantwortet.

B. Grevholm in *Gender and Mathematics* (Grevholm, 1997) geht dem Problem auf dem Grund und listet die gängigen (nicht die seinen) Meinungen auf: Die Frauen …

- können nicht logisch denken
- sind den Männern in Mathematik immer unterlegen, da sie weniger begabt sind,
- so von Natur aus gebaut sind, dass sie keinen Erfolg in Mathematik haben können,
- müssen sich nicht unbedingt mit Mathematik befassen, es gibt genug anderes zu tun.

Solche Aussagen, so ärgerlich sie auch sind, sind sehr verbreitet. Daran hat der Beschluss der International Commission on Mathematical Instruction, der festgelegt hat, dass „*es keine physischen oder intellektuellen Hürden gibt, die die Frauen vom Betreiben der Mathematik abhalten können*“ auch nichts geändert. Die obengenannten Meinungen halten sich hartnäckig, obwohl viel unternommen wird, um sie zu verändern. Das Problem (die niedrige Anzahl der Mathematikerinnen) konnte in der letzten Zeit nicht gelöst werden. In diesem Zusammenhang und im Zusammenhang mit der Schule, die einen Einfluss auf Meinungsbildung hat, kommen die folgenden Fragen auf:

- Was führt zu diesem Problem?
- Ab welchen Alter besteht das Problem?
- Können die Lehrer etwas tun, damit die Situation sich ändert? Spezifischer: Können die Mittelschullehrer da etwas ausrichten? Oder muss man schon früher anfangen?
- Greift eine Veränderung auf der universitären Stufe immer noch?

Die folgenden, auf fundierter Forschung basierenden (und zum Teil noch weiter unten diskutierten), Feststellungen helfen diese Fragen zu beantworten und die Zweifel im Voraus auszuräumen:

- Frauen können logisch denken. Obwohl die weiblichen Gehirne sich von den männlichen unterscheiden, beeinträchtigt das die Denkfähigkeiten von Frauen nicht!
- Es sind keine Gender-Unterschiede bekannt, die Frauen daran hindern können sich mit Mathematik zu befassen.
- Frauen haben einen anderen Zugang zur Mathematik als Männer, Frauen haben andere Präferenzen was ihre Karrieren angeht, darum sehen Lebenswege der Frauen anders als die der Männer.
- Es stimmt nicht ganz und nicht genau, dass Männer mehr in Mathematik erreichen als Frauen: es gibt mehrere Länder (leider nicht in Zentral-/Nord-Europa und nicht die USA) die diese Behauptung wiederlegen.

Was ist dann das Problem?, fragen sich die Autoren. Warum:

- Gibt es (im besten Fall) zweimal so viele Mathematiker als Mathematikerinnen (das sind die Zahlen für die „westliche“ Welt)?
- Gibt es so wenige Frauen, die in Mathematik doktorieren?
- Gibt es so wenige Mathematikerinnen, die eine akademische Karriere verfolgen?

Jetzt könnte man die Thesen aufstellen und überprüfen, ob die Underachievement von Frauen Tatsache ist, weil:

- Die Beurteilungen und die Prüfungen auf Männer ausgerichtet sind.
- Die Prägung durch (Lern-)Bucher und Vorbilder männlich ist.
- Die „neutralen/sterilen/lebensentrückten“ Lernbücher auf höheren Stufen die Frauen zu wenig ansprechen.
- Die Lehrpersonen die weiblichen Schüler weniger beachten und anders behandeln als die männlichen.
- Die Frauen nicht bereit sind das Risiko der mathematikbasierten Karriere auf sich zu nehmen.

Diese Thesen werden von anderen Quellen aufgegriffen. So diskutieren Joanne Rossi Becker, Helen Forgasz, Olof Bjorn Steinthorsdottir und Kyeong-Hwa Lee in den vier Teilen ihres Buchs *International Perspectives on Gender and Mathematics Education: an Overview* (Rossi Becker, et al., 2010) die historischen und ausserschulischen Faktoren, erklären den Stand der Dinge in der USA, bzw. international und bringen das Thema in Zusammenhang mit Hochbegabung. Dazu beleuchten sie auch die Studienrichtungs-Wahl der Uni-Studenten.

Die historische Perspektive auf Gender-Fragen in Mathematik im Einbezug der Einflüsse der Bildungspolitik und der ausserschulischen Faktoren zeigt, dass die Interesse der Frauen an Mathematik schon immer bestand und das es berühmte Mathematikerinnen (obwohl als Ausnahme) schon in der Antike gab. Die Mathematik-Wahrnehmung zwischen dem 7. und 18. Lebensjahr verändert sich stark und verschiebt sich immer mehr in Richtung männlich und einflussreich. Ausserschulische Mathe-Unterstützungs-Programme, inkl. Schülerinnen-zentrierten

Unterricht und Studium-/Karriereinformationen, die durch als Vorbild dienenden Frauen nur für Mädchen erteilt werden, können die Entwicklung eines positiven Selbstkonzepts in Bezug auf Mathematik bei diesen Mädchen begünstigen. Solche Kurse konnten die Leistung, die Selbsteinschätzung und -Sicherheit der Mädchen bezüglich Mathematik verbessern und ihre Karrierewahl in Richtung MINT verschieben. Die Autoren betonen, dass die Bestrebungen, die Mädchen im Mathematikunterricht zu unterstützen, dürfen nicht schwächer werden, sonst werden die negativen Auswirkungen schnell wieder sichtbar sein.

Die Autoren führen auch einen Vergleich von internationalen Messwerten bezüglich Mathematik-Leistungen bei Mädchen durch: eine Korrelation zw. niedrigen Mathe-Leistungen bei Mädchen und den Vorstellungen der Mädchen selber, der Jungen, der Eltern und der Lehrer über Mathe-Leistungen und Gender ist zu finden. Man findet auch, dass die Mädchen einen anderen Zugang zum Lösen mathematischer Probleme haben, der nicht den üblichen „männlichen“ Normen entspricht und nicht unbedingt honoriert wird. Anderseits, sogar in den Ländern mit dem grössten Gender-Gefälle, ist die Mathematik nicht mehr eine exklusive Männer-Domäne.

Die Autoren befassen sich auch mit dem Gender in Bezug auf Hochbegabung in Mathematik. Autoren aus Südkorea, USA und Australien berichten, dass die Hochbegabtensparte und dementsprechend auch die Hochbegabtenkurse und Programme in der Mathematik vorwiegend durch junge Männer besetzt sind. Die bei diesen Programmen zu findenden junge Frauen sind weniger selbstsicher als die jungen Männer und glauben mehr arbeiten zu müssen, um das Niveau zu halten. In der Regel sind ihre Leistungen schlechter als die Leistungen der Männer und keine von ihnen bezeichnet sich als Mathematikerin, das obwohl sie alle verstehen welche wichtige Rolle Mathematik in ihrem Leben und ihrer Karriere spielen kann.

Des Weiteren werden die Karrieren der Frauen bei tertiärer Bildung und Beruf beschrieben. Nur wenige Frauen wählen eine Ausbildung und Karriere, die Mathematik bezogen ist. Dies geschieht obwohl sie durch ihre Familien ermutigt werden, die Wahl in die mathematische Richtung zu treffen und durch ihre Peers nicht daran gehindert werden, nur weil ihre Selbstwahrnehmung in Bezug auf Mathematik für eine Karriere in diese Richtung nicht reicht. Die wenigen, die eine Mathematik-Karriere wählen, zeichnen sich durch Liebe zum Fach und Durchhaltevermögen und bezahlen dafür mit Erdulden von Ausgrenzung sogar durch ihre weiblichen Mathematikerin-Kollegen. Später wählen sie in der Regel die angewandte Mathematik als ihr Vertiefungsgebiet oder den Mathematik-Unterricht. Allerdings kann die Beziehung zur Mathematik durch Stützkurse und das blosse Ansprechen des Problems erheblich verbessert werden.

Die Ergebnisse der PISA-Studie aus dem Jahre 2015 (PISA, 2015) beleuchten den Schweizer Stand der Dinge:
Nur wenige CH-Schüler können sich vorstellen sich weiter in die MINT-Richtung zu entwickeln (gesamt 19.5%, J. 19.8%, M. 19.2%). Der Prozentsatz liegt weit unter dem OECD-Mittel (gesamt 24.5%, J. 25%, M. 23.9%), wobei die Bereitschaft der Jungen steht in beiden Fällen leicht über der Bereitschaft der Mädchen.

Biologische Grundlagen

Was ist der Ursprung der Gender-Unterschiede in der Bereitschaft von jungen Menschen sich mit Mathematik zu befassen? Hat dieser Unterschied organische Ursprünge? Diese Frage darf und muss in den 21 Jh. beantwortet werden.

Männer und Frauen sind gleichberechtigt, aber nicht gleich. Helmut Fink und Rainer Rosenzweig, die Herausgeber der Anthologie „*Mann, Frau, Gehirn*" (Fink, et al., 2011) bringen dieses Thema auf dem Punkt. Beim Umgang mit Geschlechtsunterschieden ist auf aller Ebenen Vorsicht geboten. Es ist nicht immer klar welche Rollenbilder auf welcher Grundlage angegriffen oder verteidigt werden. Und jeder scheint eine gemachte Meinung zum Thema zu haben.
Auf jeden Fall gilt es die Verschiedenartigkeit hinter der Gleichberechtigung zu erkennen.
Man darf nicht vergessen, dass statistische Studien zum Thema Geschlechterunterschiede oft eine grössere Streuung *innerhalb* als *zwischen* den Geschlechtern aufweisen. Dazu kommt, dass das Vorhandensein von Unterschieden noch keine Bewertung dieser Unterschiede liefert.

In seinem Beitrag *Gehirn und Geschlecht* (Güntürkün, 2011) erklärt der Biopsychologe Onur Güntürkün das Phänomen der Sexual-Dimorphismen.
Die Sexual-Dimorphismen finden bei Männer und Frauen auf verschiedenen Ebenen des Zentralnervensystems statt. Die für das Lernen wichtige Funktion der Gedächtnisbildung ist auf die Geschlechtsdifferenzen in der Amygdala zurückzuführen. Andere geschlechtsspezifische kognitive Differenzen scheinen im Neokortex ihren Ursprung zu nehmen. Zerebrale Asymmetrien werden wahrscheinlich durch die Konzentration von weiblichen Sexualhormonen beeinflusst und verändern somit die Lateralisationen und die kognitive Prozesse bei Frauen während des Monatszyklus. Allerdings täuscht der Eindruck, dass die Unterschiede zwischen den Geschlechtern gross sind oder sich deutlich nachweisen lassen. Die Unterschiede sind nur in einigen klar umrissenen Bereichen des Gehirns und folgend des Verhaltens zu finden. Und selbst dort sind die Unterschiede innerhalb eines Geschlechts grösser, als die Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Somit stammen Männer und Frauen ganz klar beide von der Erde (und nicht von Mars und Venus) und sind beide Vertreter des *Homo Sapiens* mit enormem kognitivem Potenzial.

Es gibt keine Geschlechtsunterschiede in Grösse (relativ zur Körpergrösse) oder Komplexität des Gehirns. Der Unterschied scheint allein in der Lateralisation oder Spezialisierung für kognitive Aufgaben zu liegen. Weibliche Gehirne sind symmetrischer, männliche mehr lateralisiert. So lehren uns die Forscher Karl Grammer, Elisabeth Oberzaucher, Iris J. Holzleitner und Beatrix Haslinger in ihrem Beitrag *Sexy Gehirne: Evolution, Hormone und Denken.* (Grammer, et al., 2011)
Da die verschiedenen Fähigkeiten um den physischen Platz im Gehirn konkurrieren, wird es z.B. angenommen, dass die räumliche Orientierung die sprachlichen Fähigkeiten verdrängt. Da die Frauen evolutionär mehr kommunizieren müssten, haben sie bessere sprachliche Fähigkeiten auf

Kosten von räumlichen Orientierung entwickelt. Allerdings, wird in der Regel das „männliche“ Orientierungsvermögen getestet. Dabei unterscheiden sich das „männliche“ und das „weibliche“ Orientierungsvermögen grundliegend: die Männer orientieren sich an den Himmelsrichtungen, die Frauen dagegen an Landzeichen.

Das „männliche“ Orientierungsvermögen schein vom Testosteronspiegel abhängig zu sein: Je höher das Niveau bei einer Frau und je niedriger bei einem Mann, desto besser das Orientierungsvermögen. Es scheint ein Optimum zu geben.

Hormone spielen eine Rolle auch bei der Denkleistung, so auch die weiblichen Hormone und ihr Niveau währen des weibliche Zyklus. Tatsächlich sind das Orientierungsvermögen während der Menstruation und die sprachlichen Fähigkeiten in der Mitte der Gelbkörper-Phase besser. Auch andere Fähigkeiten - Reaktionszeit, Aufmerksamkeit, Fähigkeit Doppelaufgaben zu lösen, Geschwindigkeit, Genauigkeit, Kurzzeitgedächtniskapazität – werden durch den weiblichen Zyklus beeinflusst.

Auch das Fehlermanagement (EMT – Error Management Theorie), basierend auf der Theorie zum asymmetrischen Minimalinvestment, wird von Frauen und Männer unterschiedlich betrieben. Männer überschätzen und Frauen unterschätzen ihre Fähigkeiten häufig. Dieses Verhalten steuert das Motivationssystem und die Risikobereitschaft.

Die vieldiskutierten Mathematik-relevanten Unterschiede werden durch Petra Jansen in Ihrem Beitrag *Zwischen Mythos und Realität. Geschlechtsunterschiede in der räumlichen Fähigkeiten* (Jansen, 2011) beschrieben. Die Autorin zeigt, dass falls die räumlichen Fähigkeiten mittels psychometrischen Verfahren um die mentale Rotation erhoben werden, Geschlechtsunterschiede zu beobachten sind. Das sind, laut der Untersuchung von Kirsten Jordan, Torsten Wüstenberg, Hans-Jochen Heinze, Michael Peters und Lutz Jäncke *Women and men exhibit different cortical activation patterns during mental rotation tasks* (Jordan, et al., 2002) auch die am stärksten ausgeprägte vorhandene kognitive Unterschiede. In einem Männergehirn werden bei Rotationen von dreidimensionalen Objekten andere Areale aktiviert als bei Frauen. Allerding sind die Resultate bei beiden Geschlechtern vergleichbar, obwohl verschiedene Strategien eingesetzt werden. In anderen räumlichen Bereichen sind keine konsistenten Unterschiede vorhanden. Von besonderer Relevanz ist dieses Thema, weil die räumlichen Fähigkeiten traditionell mit Erfolg in Mathematik verbunden werden. Ob dem so ist wurde aber noch nie untersucht.

In einem Interview berichtete Prof. Lutz Jäncke (Universität Zürich), dass die einzigen signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gehirnen Paarung, Partnerfindung und Nachkommenspflege betreffen.

Das menschliche Leben fängt (ohne in die Diskussion über Embryonenrechte einzusteigen) mit der Zeugung an, da dabei das Genom des Menschen festgelegt wird. Ferdinand Knaus in *Das Tabu der Gender-Theorie. Geisteswissenschaftliche Geschlechterforschung und die Biologie* (Knaus, 2011) bringt das Thema auf dem Punkt: Zur condicio humana, die Bedingtheit des

menschlichen Lebens, gehört auch die Möglichkeit das Leben weiterzugeben. Die Geschlechtlichkeit unabhängig von möglichen Beitrag zur Fortpflanzung zu diskutieren ist demnächst unmöglich. Dieser Gesichtspunkt darf nicht vergessen gehen, sonst riskieren wir Denkverbote und Sprachlosigkeit.
Die Zweigeschlechtlichkeit hat einen evolutionären Zweck, aber sie ist auch eine kulturelle Kategorie. Der Autor kommt zu originellem Schluss: Geschlechtsunterschiede sind zu 99% natürlich und zu 99% kulturell bedingt.

Die Geschlechtsunterschiede dürfen nicht unbedingt organischer Natur sein, aber sie vielfältiger, als wir normalerweise vermuten, und hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab. Die Psychologin Claudia Quaiser-Pohl in „*Psychologische Unterschiede zwischen Frauen und Männern*“ (Quaiser-Pohl, 2011) macht uns auf die komplexen Wechselwirkungen dieser Faktoren aufmerksam. Die machen aus einem Mädchen eine Frau und aus einem Jungen einen Mann. Nicht nur Gene und Hormonen, sondern auch das Leben in einer bestimmten Gesellschaft steuert als nicht-biologischer Faktor zur Entwicklung von Geschlechtsunterschieden bei.

Intelligenz und (Hoch-)Begabung

Kann die niedrige Beteiligung der jungen Frauen an MINT-bezogenen Studiengängen dem geringeren Anteil hochbegabter Frauen zugeschrieben werden? Und was sind Intelligenz, Begabung und Hochbegabung überhaupt?

Kann man die Intelligenz messen? Dieses Konzept wird von der Allgemeinheit und auch von Teilen der Wissenschaft bestritten. Elsbeth Stern und Aljoscha Neubauer setzen sich in ihrer Abhandlung *Intelligenz: kein Mythos, sondern Realität* (Stern, et al., 2016) mit dieser Frage auseinander. Das erste Problem dieser Messungen offenbart sich schon bei der Bestrebung die Intelligenz zu definieren. Da die allgemeinakzeptierte Definitionen auf dem vom Aristoteles genannten Prinzip „Genus proximum et differentia specifica“ (eine Definition erfolgt durch Angabe der Gattung und der spezifischen Art) basieren, fällt es schwer die Intelligenz überhaupt so zu definieren. Darum hat sich ja auch die (aus dem Kontext gerissene) Aussage von Edwin G. Boring (1886 – 1968) (Boring, 1923): „*Intelligenz ist was die Intelligenztests messen*“, so gut etabliert und der Intelligenzmessung zu einen Hauch von Scharlatanerie verholfen. Auch die umfassendere Definition von Gottfredson (Gottfredson, 1997) ist nicht eindeutig und genügt nicht den Aristoteles-Kriterien. Nichtdestotrotz beschreibt sie das, was allgemeingültig als Intelligenz gilt, viel genauer: „*Intelligenz ist eine sehr allgemeine geistige Kapazität, die – unter anderem – die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken, zum Planen, zur Problemlösung, zum abstrakten Denken, zum Verständnis komplexer Ideen, zum schnellen Lernen und zum Lernen aus Erfahrung umfasst.*“ Diese Definition ist nicht eindeutig, aber sie wird von Wissenschaftlern gebraucht, um zu erklären warum sich Menschen mit vergleichbaren Bildungsuntergrund und Erfahrungsschatz in Bewältigung von gestiegen Anforderungen unterscheiden. Diese Definition liegt den

neuentwickelten Intelligenz-Modell und Strukturkonzept CHC zu Grunde. Es wäre an der Zeit sich von der Boring-Aussage zu verabschieden. Die Psychologen wissen jetzt, also, was Intelligenz ist und wie sie zu messen wäre, obwohl immer mehr Intelligenz-Arten aufkommen. Die Entwicklung der letzten 20 – 30 Jahren hat die neurologischen und die kognitiven Grundlagen der Intelligenz liefern können und auch die passenden Tests dazu.

Der Begriff Intelligenz schein abschreckend zu wirken, demnach ist die verbreitete Meinung nachvollziehbar, dass Intelligenz, so wie sie in den Intelligenz-Tests gemessen wird, nichts mit den Kompetenzen im wahren Leben, den schulischen oder den beruflichen Erfolg zu tun hat. Zahlreiche (Meta-) Studien haben jedoch eindeutig bewiesen, dass die gemessene Intelligenz nicht nur mit den obengenannten Erfolgen, sondern sogar auch mit besserer Gesundheit korreliert. Die Ergebnisse der Intelligenztests sind die besten Prädikatoren für den Erfolg im Leben.
Neuere evolutionspsychologische Erklärungen der Intelligenz zeigen, dass sie für den Menschen schon immer relevant gewesen war, obwohl sie vor 100 000 Jahren noch ganz andere als heute fürs Überleben wichtige Tätigkeiten gesichert hat.
Jedoch ist es allgemein akzeptiert, dass hohe Intelligenz kein Selbstläufer ist und dazu da ist um Lernerfolge wahrscheinlicher zu machen.

Ist die Intelligenz nur eingeboren? Hat die Umwelt überhaupt einen Einfluss? Steuern wir nicht einer allgemeinen Verdummung entgegen, da die weniger intelligenten Eltern generell mehr Nachkommen zeugen als die Intelligenten?
Kurz zusammengefasst heisst es: in einer extrem egalitären Gesellschaft (absolut gleiche Ausbildung für alle) wären die Intelligenzunterschiede zu 100% genetisch bedingt. In einer Gesellschaft mit absoluter Inhomogenität bei Bildungschancen, wäre die Intelligenz zu 100% umweltbedingt. Jetzt liegt es an uns unsere Gesellschaft zu klassifizieren und entsprechend zu gestalten. Die Umwelteinflusse können den Mittelwert eines Merkmalls verschieben, während die Gene für die Steuerung um den Mittelwert verantwortlich sind. Bei den entwickelten westlichen Kulturen sind die Gene bei den Kindern für 20% bei den Heranwachsenden für 40%, bei Erwachsenen für 60% und bei älteren erwachsenen für 80% der Intelligenz verantwortlich.

Die Intelligenz und ihre Messung sind also nicht obsolet und liefern ein diagnosekräftiges Instrument für die Vorhersage der Lern- und Bildungs-Fähigkeiten. Ihre Genauigkeit ist durchaus mit der Genauigkeit von medizinischen Test vergleichbar.

In ihrer Anthologie *Excellence* fassen Albert Ziegler und Christoph Perleth (Ziegler, et al., 2011) mehrere Beiträge zum Thema Hochbegabung und ihre Förderung zusammen. Darunter auch Beiträge zu hochbegabten Frauen.

Albert Ziegler in *The Hector Seminar: A Beacon for High-School Talent development in STEM School Subjects* (Ziegler, 2011) erklärt die statistischen Daten zur Hochbegabung: Wenn man die Begabung an den Errungenschaften des Individuums misst, dann ist sie nicht - wie es zu erwarten wäre – normal verteilt, nein, die Hochbegabten erbringen einen überproportionalen Anteil an

Errungenschaften und daher ist es so wichtig und ökonomisch richtig die Hochbegabung zu fördern. Die Massenförderung vermag nicht den gleichen Effekt zu erzeugen. Dies ist speziell in Bezug auf die MINT-Fächer richtig. Der Blick auf die Situation der hochbegabten Frauen in Zentraleuropa zeigt, dass nach 10 Jahren extensiver Forschung und Bemühungen zur Erhöhung der Anzahl der Frauen bei MINT-Studiengängen, ist diese Anzahl noch zurückgegangen, von allem bei hochbegabten Frauen. All das, obwohl die akademischen Erfolge der Mädchen in den MINT-Fächern an den Mittelschulen sich noch verbessert haben. Dieses Problem ist und bleibt, so drucken das die Autoren aus, das hartnäckigste Bildungs-Problem überhaupt. Die Forschung zeigt, dass die Geschlecht-basierte Ungleichheit bei den MINT-Fächern steigt mit dem Alter des Mädchens. „Kein Unterschied“ zu den männlichen Kollegen bei kleinen Mädchen wird zu „grossen Unterschied“ bei jungen Frauen. Die Autoren vermuten, dass die Umwelteinflusse die diese Kluft verursachen, zu wenig beachtet werden oder zu wenig beeinflusst werden können. Der Mythos von „rationaler Männlichkeit“ und „gefühlsbetonter Weiblichkeit“ hält sich zu hartnäckig.

Jenifer N. Fiebig in ihren Beitrag *Gifted Girls: Education and Career. Where will Their Education and Career Path Take Them?* (Fiebig, 2011) fasst die aktuelle Situation in Bezug auf Frauen-Beteiligung an MINT-Karrieren in der USA zusammen. Obwohl die Situation sich da sehr gebessert hat und der Anteil von Frauen in MINT-Berufen von $\frac{1}{13}$ vor 30 J. auf $\frac{1}{3}$ in 2010 gestiegen ist, ist es auch bei diesem Anteil geblieben. Nur 20% der Bachelor-Studenten in MINT-Fächer sind Frauen und dieser Anteil sinkt bei den folgenden Stufen. Es wurde diskutiert, dass niedrige Zahlen eher das Resultat von MINT-fernen Interessen der Frauen und nicht von fehlender MINT-Begabung sind.
Die Mädchen sind subtiler Gehirnwäsche in Bezug auf ihre Rolle durch soziale Umwelt, die Familie und die Medien ausgesetzt. Diese Botschaften kommen bei den Mädchen an und verändern ihre Ansichten bezüglich ihren Fähigkeiten in Mathematik und MINT. Begabte Mädchen unterschätzen ihre MINT-Fähigkeiten und sehen die MINT-Fächer als Männer-Domäne an. Manchmal ist wenig nötig, um ein begabtes Mädchen davon abzubringen sich mit MINT zu befassen. Mädchen, die an eine angeborene Begabung glauben, sind leichter zu beeinflussen. Mädchen, die an eine sich entwickelnde Begabung glauben und eine Ausbildung geniessen dürfen, die diese Ansicht unterstützt, bleiben bei MINT, und entwickeln trotz Schwierigkeiten ein höheres Selbstkonzept. Hohes Selbstkonzept ist ein Grund für Frauen sich für eine MINT-Karriere zu entscheiden. Trotzdem reicht das Selbstkonzept dieser Frauen nicht, um sich selbst auf das gleiche Niveau wie die Männer mit vergleichbaren Resultaten zu heben. Das Resultat ist Abzweigungen Richtung Unterrichts-Karriere und generell das Erreichen von einer tieferen Stufe in der Akademie.

Der Einfluss der Familie und vor allem der Mutter auf die Wahl der Tochter und ihre Selbst-Einschätzung ist entscheidend. Töchter von nicht-traditionellen Müttern waren sicherer in ihren Selbstkonzepten und tendierten mehr zu MINT-Karrieren. Die begabten Mädchen avisieren maskulinere Karriere-Ziele, als weniger begabte Mädchen. Sie waren auch eher bereit hart für ihre Karriere zu arbeiten.

Wie Unterstützt man das Durchhaltevermögen von MINT-interessierten Mädchen? Die durchgeführten Studien zeigen, dass unterstützende Lern-Umwelt, einladende Atmosphäre, soziale Events und sogar angenehme Aufenthaltsräume dazu persönliche Beziehung zu den Unterrichtenden – alle wichtig sind, um die begabten Mädchen bei MINT zu behalten.

Ralph Benölken in *Begabung, Geschlecht und Motivation* (Benölken, 2014) untersucht die Selbstkonzepte hochbegabter und nicht hochbegabter Schüler beider Geschlechts. Die Hochbegabten, unabhängig vom Geschlecht, entsprechen der gängigen Meinung in Bezug auf ihr funktionales Selbstkonzept in Verbindung mit Mathe. Die Begabten allgemein begründen ihre Erfolge in Mathematik internal und ihre Misserfolge external. In der Gruppe der mathematisch „Unbegabten“ schrieben die Jungen ihre Erfolge sich selbst zu und ihre Misserfolge externen Faktoren, genauso, wie es die Begabten taten. Die „unbegabten“ Mädchen hingegen begründeten ihre Erfolge oft external und ihre Misserfolge oft internal. Eine noch nicht bewiesene Deutung bietet sich an: nicht alle begabten Mädchen wurden als solche identifiziert und das wegen ihrer niedrigen Selbsteinschätzung.

David Pomeroy untersucht in *Interpreting unproblematic high achievement in mathematics: toward theoretical reflexivity* (Pomeroy, 2016) die Erbringer höher Leistungen. Die Abhandlung befasst sich mit 6 Studenten und sondiert im Dialog die Beweggründe zur Wahl ihrer Studienfächer. Wie gern wird ein Schüler/Student als “Streber” bezeichnet? Ist es eine positive oder eine negative Bezeichnung. Auf jedem Fall ist es eine, die als Attribut der Gattung Mathematiker dient. Wird dieses Attribut gleichermassen von Männer und Frauen goutiert? Was bedeutet es ein Junge, ein Mädchen, ein Mathematiker zu sein? Antworten auf diese Fragen können vielleicht die Aversion der Mädchen bezüglich Mathematik erklären. Obwohl die Konnotation von Streber nicht unbedingt negativ ist, ist sie immer negativ, wenn es um eine Streberin geht. Demzufolge ist das Wort Mathematikerin nicht sexy. Dazu noch werden mathematiktreibende Frauen als weniger geschickt beurteilt. Der Diskurs aktiv/passiv, Vernunft/Emotion, Begabung / harte Arbeit fängt an die Züge einer Genderpolemik anzunehmen. Die These des Autors besagt, dass die Mathematik von begabten Frauen abgewählt wird nicht weil sie als zu schwierig / komplex oder ungeeignet betrachten wird, sondern aus absolut anderen Gründen: die Mathematik ist nicht sexy!

Lerntypen und Lernstrategien

Die Mädchen wenden sich von der Mathematik ab, obwohl die Mathematikbegabung der Mädchen sich der Mathematik-begabung der Jungen gleicht. Vielleicht muss man sie anders unterrichten? Vielleicht gehören sie zu einem anderen Lerntyp und brauchen demzufolge einen anderen Unterrichtstyp? Auch dieser Frage wollte ich nachgehen und zuerst abklären was die Lerntypen sind.

Entgegen der verbreiteten Meinung existiert so etwas wie Lerntyp wahrscheinlich gar nicht. Das wird von Neubauer und Stern in *Lernen macht intelligent* (Stern, et al., 2013) und von Elsbeth Stern *in Jenseits von Lerntypen: Unterschiede als Herausforderung - wie kann Differenzierung aussehen?* (Stern, 2012) auf sehr eindrückliche Art und Weise erklärt. Die Art des Unterrichts sollte sich am Lerninhalt - und nicht am Lerntyp – orientieren. Obwohl es Präferenzen seitens der Lernenden in Bezug auf den Unterrichtsstil durchaus gibt, haben die wenig bis keine Auswirkungen auf die Quantität / Qualität des Gelernten. Es existiert keine Studie, die die Korrelation zw. dem Präferenz-Lerntyp und dem Unterrichtsstil hergestellt hätte. Es existieren sehr wohl Studien, die zeigen, dass bessere SuS von vom weniger strukturierten Unterricht mit mehr Selbstständigkeit und schlechtere SuS vom strukturierten Unterricht mehr profitieren.
Im Mathematikunterricht beispielsweise müssen die Schülerinnen und Schüler sprachliche, räumliche und numerische Informationen integrieren können. Das stellt eine grosse Herausforderung her. Ein weiteres Beispiel ist das Lernen aus einem Textbuch: da können die guten SuS, die eine Struktur herstellen können, viel mehr lernen, als solche SuS, die mit dem Strukturieren Mühe haben.

Sind Lernerfolge eine Folge der der Unterrichtsmethode (**e**xternale Kontrolle) oder die Folge des Lernverhaltens des Lernenden (internale Kontrolle)? Es gibt bescheidene Beweise dafür, dass SuS mit starken internalen Kontrolle profitieren von einem unstrukturierten Unterricht. SuS mit externalen Kontrolle profitieren von strukturierten Unterricht.

Die optimale Unterrichtsmethode variiert nicht nach Lerntyp des Schülers, sondern nach dem zu behandelnden Thema oder Fach. Es ist auch klar, dass ein bestimmtes Individuum von einen bestimmten Zugang zu einen bestimmten Thema mehr profitieren kann als von einen anderen Zugang. Damit ist aber nicht bewiesen, dass die Unterrichtsmethode sich nach dem Lerntyp zu richten hat. Dabei darf man sich in keinem Fall beim Bestimmen des Lerntypen auf die Selbsterkenntnisse des Individuums verlassen.
Ein anderer Faktor ist der Kostenfaktor: kann das Geld im Bildungssystem nicht besser investiert werden, als für den unterschiedlichen Unterricht für unterschiedliche Lerntypen? Dabei muss man auch die Langlebigkeit des erworbenen Wissens berücksichtigen: Nicht alles was schnell gelernt wurde bleibt auch bestehen.
Die Qualität des Lernens kann mit Bekannten (und kostengünstigeren) Methoden (z.B. häufiges Prüfen) gesteigert werden.

Es konnten keine Gender-bezogene Zugänge zu diesem Thema gefunden werden. Das Thema „Lerntypen und Strategien“ scheint geschlechtsneutral zu sein. Was ja auch nachvollziehbar wäre: wo es keine besonderen Typen und Strategien gibt, gibt es auch keine geschlechtsspezifischen Typen und Strategien.

Gender und Risikobereitschaft

Offenbar fällt es den jungen Frauen schwer aus der für sie von der Gesellschaft vorgesehenen Rolle auszubrechen. Trägt die fehlende Risikobereitschaft der Frauen die Schuld? Wie steht es mit der Risikobereitschaft der Frauen?

Die Risikobereitschaftsforscher Renate Schubert, Matthias Gysler, Martin Brown und Hans-Wolfgang Brachinger in *Gender Specific Attitudes Towards Risk and Ambiguity: An Experimental Investigation* (Schubert, et al., 2000) untersuchen die Risikobereitschaft bei Finanzmärkten und haben eine Erklärung.

Einerseits zeigen die empirischen Beweise in Bezug auf Finanzmärkte, dass Frauen zur mehr Risikoaversion neigen als Männer. Anderseits gibt es experimentelle Beweise dafür, dass der Kontext bei Risikoentscheidungen relevant ist. Im Kontext von Anlagen und Versicherungen (mit ihren ungefähr bekannten Risiken) z.B. demonstrieren Frauen und Männer ähnliche Risikoaversion. In lebensbezogenen Zusammenhängen, wo die Risiken nicht so eindeutig sind, zeigt sich, dass auch die „Verpackung“ dieser Risiken eine Rolle spielen kann.

Von den gleichen Autoren kommt auch der Artikel *Financial Decision-Making: Are Women Really More Risk-Averse?* (Schubert, et al., 1999) Es bekräftigt die vorhandene Forschung und fügt hinzu, dass die Risikoaversion der Frauen die (statistisch erwiesene) Diskriminierung der Frauen im Finanzwesen und schlechtere Investitionsstrategien in Finanzmarkt für Frauen als Kunden mit sich bringt.

Da könnte eine Parallele zur Bildungswelt bestehen, die zum Weiterlesen des Artikels anregt.

Die Risiko-Aversion der Frauen wird oft mit der fehlenden Bereitschaft zum Glücksspielen-Spielen in Verbindung gebracht. Jedoch ist es denkbar, dass die Angebote für Frauen unvergleichbar schlechter ausfallen, als die Angebote für Männer und die fehlende Bereitschaft zu Spielen nicht mit der Risikobereitschaft im Finanzmarkt in Verbindung steht. Die zwei Arten der Risikobereitschaft - die Risikobereitschaft der Frauen im Finanzmarkt und die Risikobereitschaft der Frauen bei Glücksspielen – wurden separat überprüft. Die Resultate zeigen, dass das Verhalten der Frauen in Bezug auf echte Risiken sich nicht vom Verhalten der Männer unterscheidet. Allerdings, im Fall von abstrakten Risiken (so wie beim Glücksspielen) zeigen die Frauen ein zu Männer umgekehrtes Verhaltensmuster. Also, hängt die Risikobereitschaft der Frauen mit dem Rahmen, in dem Risiken angegangen werden, zusammen.

Diese Resultate werden noch von der Studie von Matthias Gysler, Jamie Brown Kruse und Renate Schubert *Ambiguity and Gender Differences in Financial Decision Making: An Experimental Examination of Competence and Confidence Effects* (Gysler, et al., 2002)

unterstrichen. In einem Versuch, der die psychologischen Aspekte von Kompetenz und Selbstüberschätzung mit ökonomischen Massstäben der individuellen Einschätzung von Unsicherheiten zusammenbringt hat sich die grosse Diskrepanz im Risokoverhalten von Frauen und Männer herauskristallisiert. Bei Männern besteht eine signifikante Abnahme der Bereitschaft in risikoreiche Lotterien zu investieren in Abhängigkeit zu Kompetenz und Selbstüberschätzung: Je kompetenter (oder selbstüberschätzender), desto risikoscheuer. Bei Frauen sind die Resultate fast umgekehrt. Je kompetenter sie sind (oder sich einschätzen), desto mehr sind sie bereit in Risikofällen zu investieren.

Man könnte also sagen, so wie Renate Schubert in *Analyzing and Managing Risks – on the Importance of Gender Differences in Risk Attitudes* (Schubert, 2006), dass der Generalverdacht gegenüber Frauen, dass sie Risiko-aversiver sind als Männer, kaum Halt hat. Frauen sind weniger für profitable Gelegenheiten und mehr für die Verlust-Möglichkeiten empfindlich.

Eine in die Bildungslandschaft passende Strategie wird von Helga Fehr-Duda, Thomas Epper, Adrian Bruhin und Renate Schubert in *Risk and rationality: The effects of mood and decision rules on probability weighting* (Fehr-Duda, et al., 2011) beschrieben. Die Feldexperimente zeigen, dass bei Frauen eine gute bereits existierende Stimmung eine entscheidende Rolle in der Gewichtung der Wahrscheinlichkeiten spielen kann: Frauen in guter Stimmung bewerten die Wahrscheinlichkeiten optimistischer als normal. Die Männer aber scheinen in Bezug auf die Stimmung immun zu sein.

Wiederspiegeln die Stereotypen der Frauen als risikoscheue Wesen das tatsächliche Verhalten? Dieser Frage gehen Helga Fehr-Duda, Manuele de Gennaro und Renate Schubert mittels Laborversuchen in *Gender, Financial Risk, and Probability Weights* (Fehr-Duda, et al., 2006) nach. Genderunterschiede bei der Risikobereitschaft könnten auf unterschiedlicher Verarbeitung von den zu erwartenden Resultaten beruhen, man beobachtet aber keine solche Unterschiede. Dafür tendieren die Frauen weniger empfindlich auf Wahrscheinlichkeits-veränderungen zu reagieren und die Wahrscheinlichkeit von hohen Gewinnen herunterzuspielen. Das heisst, dass die Frauen pessimistischer gegenüber Gewinne sind. Das Resultat ist eine kleinere Risikobereitschaft.

Könnte der Schlüssel zur Frauenintegration in den MINT-Berufen eine bessere Aufklärung und das Schaffen einer guten Stimmung sein?

Bildung des Selbstkonzepts bei den Frauen

Immer wieder ist es von dem Umwelteinfluss auf die (jungen) Frauen und ihre Entscheidungen zu lesen. Dies wurde schon im Kapitel „Intelligenz und (Hoch)-begabung thematisiert. Wie viel weicht die Selbsteinschätzung der jungen Frauen von den Fremdeinschätzungen ab? Und wird diese (Selbst- und Fremd-einschätzung) von der Bildungssituation beeinflusst?

Amber Simpson, S. Megan Che und William C. Bridges Jr. in *Girls´ and Boys´ Academic Self-Concept in Single-Sex and Coeducational Classes* (Simpson, et al., 2016) gehen dieser Frage nach. Die MANOVA-Studie findet, dass Mädchen sich besser selbst-einschätzen, als sie von Jungen eingeschätzt werden. Mädchen akzeptieren die Feststellung, dass sie weniger für MINT-Fächer geeignet sind, nicht. Auch die Jungen akzeptieren sie nicht, nur weniger ausgeprägt. Die Selbst-Einschätzung von Mädchen ist in rein-mädchen-Klassen besser, als in gemischten Klassen. Das gilt auch, falls nur die MINT-Fächer getrennt unterrichtet werden.

Päivi H. Taskinen, Kerstin Schütte und Manfred Prenzel in *Adolescents' motivation to select an academic science-related career: the role of school factors, individual interest, and science self-concept* (Taskinen, et al., 2013) finden, dass das fehlende Interesse der Schüler an MINT-Karrieren auf dem Glaube beruht, dass Naturwissenschaften arbeitsintensiv sind. Dabei spielt Interesse, Selbst-Einschätzung und die Aufklärung an der Schule eine wichtige Rolle bei der kritischen Frage der Karriere-Wahl. Bei der Untersuchung der von der Schule abhängigen Faktoren kam heraus, dass die Anzahl von zusätzlichen naturwissenschaftlichen Aktivitäten an der Schule und Anzahl Realität-bezogener Aufgaben im Klassenzimmer (während des MINT-Unterrichts) Interesse am MINT-Fächern und die Selbst-Einschätzung in diesen Fächern steigern. Die wiederum beeinflussten die Schüler-Entscheidungen bezüglich MINT-Karrieren. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der Rolle der Schule bei der Karriere-Wahl und beim Erwecken des Interesses für MINT-Karrieren. Und das von männlichen und weiblichen Schülern.

Mathematik und Weiblichkeit

Der fehlende Zusammenhang zwischen der Mathematik und der Weiblichkeit taucht in mehreren Quellen auf. Das führt dazu, dass diese Perspektive in dieser Arbeit ein separates Kapitel bekommen hat. Die folgende Studien ergründen, warum junge Frauen nicht in die Mathematikrichtung gehen und auch warum sie unterwegs aussteigen.

M. Gail Leedy, Donna LaLonde und Kristen Runk (Leedy, et al., 2003) befassen sich in *Gender Equity in Mathematics: Beliefs of Students, Parents, and Teachers* mit dieser Thematik.

Sie beschreiben und analysieren den Standpunkt (die Haltung) der der Teilnehmer eines regionalen Wettbewerbs (Mädchen und Jungen) und deren Eltern, Lehrer und Mathe-Betreuer. Es werden quantitative Daten zur Mathematik als Männerdomäne, zur Bedeutung der Mathematik, zur Selbstsicherheit in Mathematiktreiben, zur Kompetenzmotivation und der Nützlichkeit der Mathematik erhoben. Man findet, dass die traditionelle Sicht auf die Mathematik und das Mathematiktreiben sogar in diesen mathematisch-gehobenen Kreisen vorherrscht. Die Antworten der Eltern bezüglich der Rolle der Mathematik zeigen, dass die Mütter die Mathematikrolle in Rechnen sahen und die Väter ihre Rolle in den Wissenschaften oder als Sprache. Die Jungen, die Väter, die Eltern von Söhnen und einige Lehrer halten immer noch an alten Stereotypen von der männlichen Überlegenheit in Mathematik. Die Mädchen, die Mütter, die Eltern von Mädchen und die Betreuer sind da anderer Meinung. Nicht alle Resultate, die sich an der Oberfläche egalitär zeigen, sind auch so. Die SchülerInnen, die Lehrer und die Eltern müssen sich unbedingt weg vom Konzept der Mathematik als Rechnen bewegen. Alle Beteiligten müssen die Natur der Mathematik überdenken, verstehen und neu positionieren. Das Loben der korrekten Konzepte (in Vergleich zu korrekten Antworten) muss Überhand gewinnen.

Elisabeth de Freitas. in ihrem Artikel *Mathematics and its other: (dis)locating the feminine* (de Freitas, 2008) setzt sich mit dem Thema vorzeitiger Ausstieg auseinander. Warum BA ja, aber Professur nein? Sie beschreibt eine Geschichte des Mathematikbetreibens als Mathematik in Geschichtsform, eine Art Paramathematik in einer Story platziert und berichtet unter anderem über das individuelle Scheitern vom Lernen, abhängig von der Gesellschaft.
Es wird zu einer Geschichte über eine Mathematikstudierende. Die Geschichte ist relevant, weil Mathematikstudieren als unvereinbar mit der Weiblichkeit gilt, aber durch das Studieren von Mathematik wird einer Frau ihr Gender erst bewusst.
Warum kommen die Frauen in der Mathematik so hoch, aber nicht höher? Das Betreiben von Mathematik ist oft eine masochistisch angehauchte Tätigkeit, die absolut logische Methoden bemüht, um zu abstrakten Resultaten zu kommen. Die Befriedigung (und die Anziehungskraft der Mathematik auf manche Frauen) entsteht durch die Gewissheit die absolute und einzige Wahrheit gefunden zu haben. Diese Befriedigung ist spätestens beim Studieren von Gödels Unvollständigkeitssatz dahin und muss einem anderen Konzept weichen. Nicht allen Frauen in der höheren Mathematik bekommt dieser Paradigmenwechsel.

Yvette Solomon, Darinka Radovic und Laura Black in ihrer Abhandlung *"I can actually be very feminine here": contradiction and hybridity in becoming a female mathematician* (Solomon, et al., 2016) setzen sich mit den Wiedersprüchen auseinander, die das Mathematikerin-werden mit sich bringt. Das positive an dieser Handlung wäre das Überwinden von Schwierigkeiten – es stärkt den Charakter und strukturiert den Gender. Die individuelle Herausforderung dieser Strukturierung und ihre Auswirkungen auf die Wahl zu Gunsten von Mathematik sind mit der Fähigkeit verbunden die Kreuzung (Mischbildung) des Weiblichen und des Mathematischen zu schaffen.
Diese Untersuchung wurde in Grossbritannien gemacht. Man merkt schnell, dass noch mit 16 J, am Ende der obligatorischen Schulzeit, ist die Prozentzahl der Mädchen und der Jungen, die in Mathematik Erfolg haben, gleich ist. Mit 18 J. machen die Mädchen nur noch 40% der derjenigen aus, die Mathematik, und 30% derjenigen, die Fortgeschrittene Mathematik gewählt haben aus. Auch im Studium zeichnet sich ein ähnliches Bild. Am Ende der Skala angelangt, sind nur noch

6% der Mathematikprofessoren im Vereinigten Königreich Mathematikprofessorinnen. Nur 13% der MINT-Stellen dort sind durch Frauen besetzt. Jetzt kann man über die Ursachen streiten. Man kann behaupten, dass den Frauen der Raum für Betreiben der Mathematik fehlt. Die gut-sein/schlecht-sein-in-Mathematik-Grenze überlappt sich mit Mann-/Frau-sein-Grenze. Die Folge ist, dass die Frau, die Mathematikbetreiben will, muss sich „unsichtbar“ machen oder bereitsein ihre Gender-Zugehörigkeit zu kompromittieren. Oder das es in der Mathematik selber eine Gender-Trennung gibt.

Wie kann eine Frau zwischen ihrer individuellen Identität als Mathematikerin und der sozialen Abweichung von ihrem Gender verbinden. Kann das geschehen, weil die Frau eine Führungspersönlichkeit besitzt, einen besonders starken Beweggrund, einem vorgezeichneten Lebensweg oder muss es durch Verzicht auf gewisse soziale Stellung durch Erschaffen einer neuen Welt geschehen oder durch die Fähigkeit das Unvereinbare zu vereinbaren? Diese Möglichkeiten haben sich im Laufe der Forschung herauskristallisiert. Jede der Möglichkeiten stellt Herausforderungen dar und wahrscheinlich keine existiert in ihrer Reinform. Es sind Mischformen zu erwarten und zu beobachten.

Zusammenfassend kann man behaupten, dass die Schwierigkeiten die Frauen Richtung Mathematik zu bewegen ihrem Ursprung in dem gelebten Widerspruch zwischen Mathematik und Weiblichkeit haben. Meiste Frauen nehmen diesem Wiederspruch als Hindernis und nicht als Herausforderung wahr. Die Lösung könnte die Mischbildung, die Hybridisierung des Weiblichen mit dem Mathematischen sein und nicht unbedingt die Verweiblichung der Mathematik oder die Vermännlichung der Mathematikerinnen. Die Hybridisierung kann durch das blosse Wissen um die Rolle und die Wichtigkeit der Mathematik in der Gesellschaft beschleunigt werden. Macht sich da eine Bresche auf in die die Schule springen könnte?

Geographie der Mathematik

Die Welt kommt ins Klassenzimmer und hinterlässt ihre Spuren. Und obwohl die Mathematik das Mathematikunterricht und die MINT-bezogenen Berufe universal sein dürften, hat die Umwelt (unter anderem die Geographie) einen Einfluss auf die Mathematik-Affinität der jungen Frauen.

Das ist auch die Botschaft von Renuka VithalI in *'Plumber-girl , it s a boy's job': the gendering of measurement activities in school mathematics* (VithalI, 2011): Das Leben bleibt nicht hinter der geschlossenen Türen des Klassenzimmers, bzw. nicht anders wird, wenn der Matheunterricht losgeht. Alle Konzepte (auch falsche), Probleme, Vorurteile, die es draussen gibt, gibt es auch drinnen und sie beeinflussen den Unterricht der Mädchen und der Jungen in Echtzeit. Auch die Karriere-Entscheidungen der Mädchen bleiben nicht verschont. Auch eine Mathe-Stunde ist eine Stunde in Sozialkunde.

Die so oft bemühten Begriffe “Gleichheit”, “Diversität”, genauso wie Rasse, Ethnie, soziale Klasse, Gender und auch „guter Mathe-Schüler“ und „schlechter Mathe-Schüler“ werden ohne genauer Definition und nur „nach Gefühl“ gebraucht. Marco Shappeck, Gwendolyn Johnson und Ali Shalaih. im *Book review: Understanding culture and social identity as the key to success in mathematics* (Shappeck, et al., 2012) berichten, dass die Verwendung von modernen soziologischen und anthropologischen Methodenbei der Gestaltung des Mathe-Unterrichts in einer heterogenen Klasse in besseren und nachhaltigeren Resultaten mundet. Dazu müsste man die soziale-kulturelle Perspektive beachten und die soziale Identität in das Lernen integrieren. Um die sozialen Aspekte zu integrieren und nicht zu ignorieren bräuchte man die Einführung einer neuen wissenschaftlichen Terminologie.

Eine Entdeckung wartet auf den Leser des Berichts *Who likes math where? Gender differences in eighth-graders’ attitudes around the world* (2014): Die männliche Dominanz in den MINT-Berufen ist erstaunlicherweise in wohlhabenden Gesellschaften viel starker als in armen Gesellschaften ausgeprägt. Eine Analyse der Mathematik-bezogenen Berufe in 53 Länder zeigt, dass die in den Einstellungen verankerte Gender-Kluft in den wohlhabenden „postmaterialistischen“ Ländern viel grösser ist. Mehr als das: Mädchen und Jungen in diesen Gesellschaften sehen die Mathematik in negativeren Licht. Was wahrscheinlich mit den grösseren Möglichkeiten zur existenziell gesicherten Selbst-Behauptung in diesen Gesellschaften zu tun hat. Diese existenzielle Sicherheit bekräftigt die Notwendigkeit Berufe zu ergreifen, die eintragsreicher, aber auch scheinbar ärmer an Selbst-Verwirklichungsmöglichkeiten sind. Mädchen sind von diesem Phänomen am meisten betroffen, was mit ihrem Verstehen von innerem authentischem Selbst zu tun hat, das keine Mathematik zulässt.

In diesem Zusammenhang ist es besonders interessant die Situation der Frauen-Bildung in der Sowjetunion unter die Lupe zu nehmen. In ihrem *Russian History Blog* fasst Roshanna Sylvester (Sylvester, 2017) zusammen:

“Statistics offer compelling evidence about female desire and ability to advance in the realms of Soviet science and technology. They also demonstrate that something went right in the Soviet 1960s that enabled girls to move ahead in their pursuit of scientific knowledge and associated careers. Analysis of pedagogical journals suggests that girls’ quest for advancement in the 1960s was aided by the USSR’s standard school curriculum, which privileged the study of math and the hard sciences. There are also hints that girls benefited from generalized efforts by science and math educators to identify and mentor talented students as well as to improve the overall quality of instruction in those fields. As far as influences beyond the school room, sociological studies … offer support for the notion that parents played key roles in shaping daughters’ aspirations. But those results also suggest that girls’ ideas about occupational prestige both reflected contemporary stereotypes about ‘women’s work’ and offered up challenges to male domination in science and technology fields.”

Also, die Wichtigkeit und die Prestige, die den MINT-bezogenen Fächern beigemessen wurde, die extensive Förderung talentierter Mädchen, die Unterstützung der Lehrer und der Eltern und die exzellenten Vorbilder (wie die Kosmonautin Valentina Tereschkova) in einer bekräftigenden kulturellen Umwelt haben das Wunder der Frauenbeteiligung an den MINT-Berufen vollbracht.

Ein weiteres Beispiel kommt aus den Orient. In *Wo viele Tech-Nerds Kopftuch tragen* beschreibt Katharina Bracher (Bracher, 2017) die MINT-Affinität der Iranischen Frauen. „*Hier wundert sich niemand, wenn eine Frau Ingenieurin wird.*“ Wo sich die jungen Iranischen Männer lieber freiberuflich oder in staatlichen Institutionen betätigen, stehen diese Optionen den Iranischen Frauen nicht offen. Da das Finden einer bezahlten Stelle für Frauen schwierig sei, suchen sie nach Wegen sich zu profilieren und der Weg führt durch hervorragende Leistungen in MINT-Fächern / Berufen. 70% der Studenten in Mathematik-affinen Berufen sind weiblich (Guttman, 2015). Die kürzlich vorgenommene Berufung einer Frau und zweifacher Mutter zum neuen Chef der Iran Air bestätigt die Berufswahl der jungen Iranerinnen. Der glorreiche Werdegang der Iranischen Mathematikerin und erster (und bis jetzt einzigen) weiblicher Laureatin der Fields-Medaille Maryam Mirzakhani (Mackenzie, 2014) zeigt die möglichen Perspektiven auf.

Fazit

- Im 20. Jh. war es üblich zu behaupten, dass zwischen Frauen und Männer keine organischen Differenzen in Bezug auf Intelligenz bestehen und dass die Minderleistungen der Frauen in Mathematik und anderen MINT-Fächern allein der Umwelt zuzuschreiben wären. In den 21 Jh. ist man differenzierter geworden und gibt zu, dass es organische Differenzen durchaus gibt, sie aber die Frauen nicht daran hindern sollten Mathematik zu betreiben.
- Die Statistischen Daten aus der Schweiz, aus OECD-Länder, aus nicht-OECD-Länder und aus den USA zeigen, dass der Anteil der Frauen bei den Mathematik-affinen Studiengängen (viel) geringer ist als der Anteil der Männer in diesen Studiengängen. Das obwohl die Schweizer und die Amerikanischen Daten zeigen, dass die Mathematikleistungen der Mädchen an der Primarschule den Leistungen der Knaben ähnlich sind. Mit fortschreitenden Alter geht die Schere auseinander bis an der sehr geringen Anzahl von Professorinnen gipfelt.
- Die sexual-bedingten Unterschiede findet man bei Männer und Frauen auf verschiedenen Ebenen des Zentralnervensystems. Auch bei der Gedächtnisbildung und anderen kognitiven Fähigkeiten gibt es Geschlechtsdifferenzen. Die Gehirn-Lateralisation von Männer und Frauen ist unterschiedlich, Frauengehirne sind symmetrischer. Die zerebralen Asymmetrien werden wahrscheinlich durch die Konzentration von weiblichen Sexualhormonen beeinflusst und verändern somit die Lateralisationen und die kognitive Prozesse bei Frauen während des Monatszyklus. Die räumliche Orientierung ist bei den Männern auf Kosten von sprachlichen Fähigkeiten anders entwickelt. Allerdings sind die Unterschiede zwischen den Geschlechtern klein und undeutlich. Die Unterschiede sind nur in einigen klar umrissenen Bereichen des Gehirns und folgend des Verhaltens zu finden. Sie beziehen sich auf Partnerfindung, Paarung und Nachkommenspflege. Und selbst dort sind die Unterschiede innerhalb eines Geschlechts grösser, als die Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Somit stammen Männer und Frauen ganz klar beide von der Erde (und nicht von Mars und Venus) und sind beide Vertreter des *Homo Sapiens* mit enormem kognitivem Potenzial, der genutzt werden will.
- Die nicht kognitiven Unterschiede zwischen Männer und Frauen dürfen nicht unter den Teppich gekehrt werden. Sie müssen untersucht und angegangen werden, damit keine Potenzialverschwendung in der Bildung Platz hat. Das bedingt ein Umdenken, sogar eine Bildungsreform, die Strategien entwickelt, um statt gleiche Chancen eine (Gender-)gerechte Bildung zu ermöglichen. Obwohl die Mädchen dazu tendieren Regeln zu befolgen und nach Schema zu arbeiten, darf man diese Arbeitsweise nicht unterstützen, da sie auf Dauer die Mädchen daran hindert die in der Mathematik nötige **Denkflexibilität** zu entwickeln und Risiken anzugehen. Der Beitrag der Eltern (und vor allem der Mütter) wäre sich weg von Mathematik als Rechnen zu bewegen und die Natur der Mathematik kennenzulernen.
- Die gewöhnliche Beurteilung der Mathematikbegabung beruht zum Teil auf der Beurteilung der räumlichen Fähigkeiten. Diese Herangehensweise ist nicht stimmig, da die räumlichen Fähigkeiten der Frauen und der Männer sich organisch unterscheiden und obwohl es nie bewiesen wurde, dass die männliche Art der räumlichen Fähigkeiten besser für die Mathematik wäre als die weibliche, wird ausgerechnet sie gemessen. So wird schon generationenlang den Frauen weisgemacht, dass sie für die Mathematik ungeeignet sind.
- Es gibt eine Anzahl Mythen, welche die Mathematik prägen, z.B. der Mythos vom verrückten Mathematikgenie oder der Mythos der hartarbeitenden aber eigentlich unbegabten Mathematikerin. Beide Mythen sind falsch: weder sind Mathematikgenies verrückter als die Normalbevölkerung noch sind die Frauen weniger begabt für Mathematik. Was aber stimmt ist, dass Frauen das Gefühl haben härter arbeiten zu müssen, um in der Mathematik Erfolg zu haben. Dieses Gefühl wird den Frauen durch ihre Biologie aufgezwungen und durch die Umwelt verstärkt.
- Leider konnte die gängige Meinung über die Existenz von Lerntypen nie bewiesen werden. Umgekehrt wurde bewiesen, dass es vielleicht gewisse Lernpräferenzen, aber keine Lerntypen

gibt. Weder bei Schüler, noch bei Schülerinnen! Es existiert keine Studie, die die Korrelation zw. dem Präferenz-Lerntyp und dem Unterrichtsstil hergestellt hätte. Es existieren sehr wohl Studien, die zeigen, dass bessere SuS von vom weniger strukturierten Unterricht mit mehr Selbstständigkeit und schlechtere SuS vom strukturierten Unterricht mehr profitieren. Also kann kein Typ-angepasster Unterricht frauengerechter sein. Ein alter guter Unterricht, gespickt mit Vorbildern ist immer noch vorteilhaftesten, sowohl für junge Frauen als auch für junge Männer.

- Frauen sind weniger risikofreudig (auch risikofreudig wird auf männliche Art und Weise definiert) und dies weil Frauen, biologisch bedingt, ein anderes Fehlermanagement betreiben als Männer.
- Die Frauen (Mädchen) zeigen eine grössere Risikoaversion bei unklar umrissenen Risiken in unbekanntem, abstraktem Terrain. Ihre Risikobereitschaft steigt mit der steigenden Kompetenz und Wissen. Frauen können durch gute Laune zu mehr Risiko bewegt werden. Frauen sind weniger für günstige Gelegenheiten und mehr für die Verlust-Möglichkeiten empfindlich. Zusammengefasst zeigt es, dass gutes und positives Informieren die Frauen zu mehr Risiken bewegen könnte.
- Es gibt Differenzen in der Selbsteinschätzung von Frauen und von Männer bezüglich Mathematik und MINT überhaupt. Frauen schätzen sich schlechter als Männer ein und glauben für die gleichen Resultate mehr arbeiten zu müssen.
- Das Fehlermanagement (EMT – Error Management Theorie), basierend auf der Theorie zum asymmetrischen Minimalinvestment, wird von Frauen und Männer unterschiedlich betrieben. Männer überschätzen und Frauen unterschätzen ihre Fähigkeiten häufig. Dieses Verhalten steuert das Motivationssystem und die Risikobereitschaft! Könnte man diese Verhaltensweisen nutzen, um Junge Frauen Richtung MINT zu bewegen?
- Die Bezeichnung „Streber“ ist ein bekanntes Attribut der Mathematiker und die Mathematiker stören sich in der Regel nicht daran. Anders die Mathematikerinnen. Das ist vielleicht der einer der Ursprünge der Aversion der Mädchen gegenüber der Mathematik. Obwohl die Konnotation von Streber nicht unbedingt negativ ist, ist sie immer negativ, wenn es um eine Streberin geht. Die logische Schlussfolgerung ist: Das Wort Mathematikerin ist nicht sexy. Dazu kommt, dass seine fehlende Sexiness sich den Mädchen in einem Alter offenbart in dem Sexiness das Mass aller Dinge ist.
- Die Schwierigkeiten die jungen Frauen Richtung Mathematik zu bewegen nehmen ihrem Ursprung in dem gelebten Widerspruch zwischen Mathematik und Weiblichkeit. Meiste Frauen nehmen diesen Wiederspruch als Hindernis und nicht als Herausforderung wahr. Die Lösung könnte die Mischbildung, die Hybridisierung des Weiblichen mit dem Mathematischen sein und nicht unbedingt die Verweiblichung der Mathematik oder die Vermännlichung der Mathematikerinnen. Eine Frau, die Mathematik betreibt, ist mit einem Hybridauto zu vergleichen: Sie ist eine Frau und eine Mathematikerin. Und genau wie das Hybridauto soll das Mathematikerin-werden und sein begehrenswert erscheinen.
- Die grösseren Möglichkeiten zur existenziell gesicherten Selbstbehauptung in wohlhabenden Gesellschaften unterdrücken die Notwendigkeit Berufe zu ergreifen, die eintragsreicher, aber auch scheinbar ärmer an Selbst-Verwirklichungsmöglichkeiten sind. Die Mädchen scheinen von diesem Phänomen am meisten betroffen zu sein, ohne dabei zu verstehen, dass die MINT-Berufe die grösste Mobilität in der globalen Weltwirtschaft gewährleisten.

Und zum Schluss noch ein paar Vorschläge:

- Die Volksvertreter, als prominente Repräsentanten der Gesellschaft, die Lehrerschaft, als Experten für die Bildungsfragen und die ganze Gesellschaft sollten alles daran setzen die vorherrschenden Stereotypen zu stürzen und neue, MINT-orientierte, frauenbejaendere Atmosphäre zu schaffen.

- Die Skills der Mädchen in Bezug auf Mathematik müssen unterstützt und trainiert werden.
- Das Interesse der Mädchen und der jungen Frauen an Mathematik muss kultiviert werden. Unter anderem durch Informationen über die Errungenschaften der Frauen in Mathematik und Technik.
- Die Mädchen / junge Frauen sollen darin bestärkt werden MINT-affine Fächer an der Schule zu wählen.
- Der Mathematikaufklärung in Bezug auf Frauen, inkl. Vorbilder muss mehr Aufmerksamkeit beigemessen werden.
- Im Klassenzimmer und im Vorlesungsraum muss eine (Frauen-)freundliche und persönliche Atmosphäre herrschen.
- Der Mobilitätsfaktor der MINT-bezogenen Berufe muss in dem Kontext der globalen Wirtschaft betont werden.
- Das Risiko-Verhalten der Mädchen (Frauen) in Bezug auf Mathematik und die Wahl der Studien- / Karriere-richtung muss erforscht werden.

Wäre dann die richtige Vorgehensweise bei Mathematikunterricht an Frauen nicht:

Gute Atmosphäre und gute Informationsgrundlage im Klassenzimmer während des Mathematikunterrichts ➔ Gute Stimmung der Schülerinnen ➔ Mehr Bereitschaft Risiken einzugehen ➔ Wahl der Mathematik als Studien- / Karriere-Richtung.

Manche Lehrer wählen diese Strategie ganz intuitiv. Dabei darf nicht vergessen gehen, dass Frauen und Männer zwar biologisch nicht gleich aber gleichwertig sind und müssen so unterrichtet werden, dass ihr mathematischer Verstand eine Chance hat sich zu entwickeln.

Let’s make math sexy!

An dieser Stelle: Ein Dank gebührt Frau Prof. Elsbeth Stern (ETHZ) für die kurze Einführung in das Thema und Frau Prof. Renate Schubert (ETHZ) für die wertvolle Zeit, die sie mir gewidmet hat. Besten Dank an Meike Akveld (ETHZ) für die nette Ermunterung. Und ganz speziell: Vielen Dank an Herrn Prof. Norbert Hungerbühler (ETHZ) für seine tatkräftige Unterstützung!

Quellenverzeichnis

Benölken, Ralph. 2014. Begabung, Geschlecht und Motivation. *Journal für Mathematik-Didaktik.* 2014, Bd. 35, S. 129-158.

Boring, Edwin, G. 1923. Intelligence as the Tests Test It. *New Republic.* 1923, Bd. 36, S. 35-37.

Bracher, Katharina. 2017. Wo viele Tech-Nerds Kopftuch tragen. *NZZ am Sonntag.* 30. Juli 2017, S. 4.

de Freitas, Elisabeth. 2008. Mathematics and its other: (dis)locating the feminine. *Gender and education.* 2008, Bd. 20 (3), S. 281-290.

Fehr-Duda, Helga, de Gennaro, Manuele und Schubert, Renate. 2006. Gender, Financial Risk and Probability Weights. *Theory and Decision.* 2006, Bd. 60, S. 283-313.

Fehr-Duda, Helga, et al. 2011. Risk and rationality: The effects of mood and decision rules on probability weighting. *Journal of Economic Behavior & Organization.* 2011, Bd. 78, S. 14-24.

Fiebig, Jenifer N. 2011. Gifted Girls: Education and Career. Where will Their Education and Career Path Take Them? [Hrsg.] Albert Ziegler und Perleth Christoph. *Excellence, Essays in Honor of Kurt Heller.* 2011. S. 116–124.

Fink, Helmut und Rosenzweig, Rainer. 2011. *Mann, Frau, Gehirn. Geschlechterdifferenz und Neirowissenschaft.* Padeborn : mentis Verlag GmbH, 2011.

Gottfredson, Linda, F. 1997. Mainstream Science on Intelligence: An Editorial with 52 Signatories, History and Bibliography. *Intelligence.* 1997, Bd. 24 (1), S. 13-23.

Grammer, Karl, et al. 2011. Sexy Gehirne: Evolution, Hormone und Denken. [Hrsg.] Helmut Fink und Rosenzweig Rainer. *Mann, Frau, Gehirn.* 2011. S. 33-50.

Grevholm, B. 1997. Gender and Mathematiks. *Nonlinear Analysis, Theory Methods and Applications.* 1997, Bd. Vol. 30, No. 8.

Güntürkün, Onur. 2011. Gehirn und Geschlecht. [Hrsg.] Helmut Fink und Rainer Rosenzweig. *Mann, Frau, Gehirn.* 2011. S. 15-32.

Guttman, Ami. 2015. Set To Take Over Tech: 70% Of Iran's Science And Engineering Students Are Women. *FORBES.com.* [Online] 07. Dezember 2015.

Gysler, Matthias, Brown Kruse, Jamie und Schubert, Renate. 2002. Ambiguity and Gender Differences in Financial Decision Making: An Experimental Examination of Competence and Confidence Effects. s.l. : CER-ETH Economics working paper series, 2002. Bd. 02/23.

Jansen, Petra. 2011. Zwischen Mythos und Realität. Geschlechtsunterschiede in der räumlichen Fähigkeiten. [Hrsg.] Helmut Fink und Rosenzweig Rainer. *Mann, Frau, Gehirn.* 2011. S. 101-114.

Jordan, Kirsten, et al. 2002. Women and men exhibit different cortical activation patterns during mental rotation tasks. *Neuropsychologia.* 2002, Bd. 40, 13, S. 2397-2408.

Knaus, Ferdinand. 2011. Das Tabu der Gender-Theorie. Geisteswissenschaftliche Geschlechterforschung und die Biologie. [Hrsg.] Helmut Fink und Rosenzweig Rainer. *Mann, Frau, Gehirn.* 2011. S. 115-132.

Leedy, M., Gail, LaLonde, Donna und Runk, Kristen. 2003. Gender Equity in Mathematics: Beliefs of Students, Parents, and Teachers. *School, Science and Mathematics.* 2003, Bd. 103 (6), S. 285 – 292.

Mackenzie, Dana. 2014. Iranian woman wins maths' top prize, the Fields medal. *NewScientist.com.* [Online] 12. August 2014.

NGC. 2017. State of Girls and Women in STEM. *National Girls Collaborative Project.* [Online] 2017. https://ngcproject.org/statistics.

OECD. 2014. *OECD Statistics: Education and Skills.* 2014.

PISA. 2015. *Ergebnisse im Fokus. S. 7, Überblick über Überzeugungen, Engagement und Motivation der Schüler in Naturwissenschaften.* 2015.

Pomeroy, David. 2016. Interpreting unproblematic high achievement in mathematics: toward theoretical reflexivity. *Gender and Education.* 2016, S. 1 – 16.

Quaiser-Pohl, Claudia. 2011. Psychologische Unterschiede zwischen Frauen und Männern. [Hrsg.] Helmut Fink und Rosenzweig Rainer. *Mann, Frau, Gehirn.* 2011. S. 77-100.

Rossi Becker, Joanne, et al. 2010. *International Perspectives on Gender and Mathematics Education: an Overview. A Volume in: Cognition, Equity & Society: International Perspectives.* University of Montana : IAP Book Series, 2010.

Schubert, Renate. 2006. Analyzing and Managing Risks – on the Importance of Gender Differences in Risk Attitudes. *Managerial Finance.* 2006, Bd. 32 (9), S. 706-715.

Schubert, Renate, et al. 1999. Financial Decision-Making: Are Women Really More Risk-Averse? *Gender and Economic Transactions. .* s.l. : AEA Papers and Proceedings, 1999.

Schubert, Renate, et al. 2000. Gender Specific Attitudes Towards Risk and Ambiguity: An Experimental Investigation. s.l. : Institut für Wirtschaftsforschung, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 2000. Bd. 17.

Shappeck, Marco, Johnson, Gwendolyn und Shalaih, Ali. 2012. Book review: Understanding culture and social identity as the key to success in mathematics. [Hrsg.] Teachers College Press. *(2007) Improving access to mathematics: diversity and equity in the classroom. By Na'ilah Suad Nasir and Paul Cobb.* 2012.

Simpson, Amber, Che, S., Megan und Bridges Jr., William, C. 2016. Girls´ and Boys´ Academic Self-Concept in Single-Sex and Coeducational Classes. *International Journal of Science and Mathematical Education.* 2016, Bd. 14 (8), S. 1407-1418.

SKBF. 2014. *Bildungsbericht Schweiz 2014.* Aarau : Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung, 2014.

Solomon, Yvette, Radovic, Darinka und Black, Laura. 2016. "I can actually be very feminine here": contradiction and hybridity in becoming a female mathematician. *Educational Studies in Mathematics.* 2016, Bd. 91 (1), S. 55-71.

Stern, Elsbeth. 2012. Jenseits von Lerntypen: Unterschiede als Herausforderung - wie kann Differenzierung aussehen? [Hrsg.] Th. Hellbrügge und B. Schneeweiss. *Kinder im Schulalter. Verhaltensstörungen - Lernprobleme - Normabweichungen.* Stuttgart : Klett-Cotta, 2012. S. 25-35.

Stern, Elsbeth und Neubauer, Aljoscha. 2016. Intelligenz: kein Mythos, sondern Realität. *Psychologische Rundschau.* 2016.

—. 2013. *Lernen macht intelligent.* s.l. : DVA, 2013.

Sylvester, Roshana. 2017. *Russian History Blog.* 2017.

Taskinen, Päivi, H., Schütte, Kerstin und Manfred Prenzel, Manfred. 2013. Adolescents' motivation to select an academic science-related career: the role of school factors, individual interest, and science self-concept. *Educational Research and Evaluation> An International Journal on Theory and Practice.* 2013, Bd. 19 (8), S. 717-733.

Vithall, Renuka. 2011. “Plumber-girl , it´s a boy's job”: the gendering of measurement activities in school mathematics. *Taylor and Francis online.* 2011, S. 113 - 120.

2014. Who likes math where? Gender differences in eighth-graders’ attitudes around the world. *International Studies in Sociology of Education.* 2014, Bd. 24 (1), S. 85-112.

Ziegler, Albert. 2011. The Hector Seminar: A Beacon for High-School Talent development in STEM School Subjects. [Hrsg.] Albert Ziegler und Christoph Perleth. *Excellence, Essays in Honor of Kurt Heller.* 2011. S. 47-57.

Ziegler, Albert und Perleth, Christoph. 2011. *Excellence. Essays in Honour of Kurt A. Heller (Anthologie).* s.l. : LIT Verlag, 2011.