

Laura Martignon

Mädchen und Mathematik

1. »Math is tough, let's rather go shopping« ?

Barbie, die Puppe, die im Jahr 2009 fünfzig Jahre alt wurde, sagte August 1992, als sie durch einen relativ einfachen Mechanismus ein Repertoire von 260 Sätzen aussprechen konnte: »Mathematik ist sehr schwierig; lass uns lieber einkaufen gehen« (»Math is tough, let's rather go shopping«). Daraufhin protestierte die *Gesellschaft der Akademikerinnen Amerikas* in aller Öffentlichkeit. Als Folge dieses Protests wurde dieser Satz aus dem Repertoire der Barbiepuppe eliminiert. Die Akademikerinnen Amerikas schrieben in ihrem Protest: »Weiblichkeit scheint dem Produzenten der Barbiepuppe dadurch charakterisiert, dass Mädchen sich so verhalten, als seien sie mathematisch inkompetent« und diese Aussage wurde in der New York Times veröffentlicht (1992). Die Vorstellungen von Mathematik und von Weiblichkeit schienen damals nicht nur in den USA, sondern auch in Europa, unvereinbar zu sein.

Glücklicherweise hat sich seit dem Jahr 1992 in diesem Kontext vieles geändert. Heute erscheint es nicht mehr verwunderlich, dass beispielsweise Deutschlands »nächstes Topmodel des Jahres 2007«, Barbara Meier, eine begeisterte Mathematikstudentin ist. Auch in Fernsehsendungen ist der Prototyp der Mathematiklehrerin nicht mehr die strenge Frau mit dicker Brille und grauem Kostüm.

Über die Beziehung von Mädchen zur Mathematik wird aber immer noch in der Öffentlichkeit leidenschaftlich diskutiert und zwar auf allen Ebenen, sei es bei Talkshows in Fernsehsendungen, sei es in wissenschaftlichen Abhandlungen. Die Diskussion beinhaltet zwei Ebenen, die zwar miteinander korrelieren, dennoch verschiedenen Problemen zuzuordnen sind: Einerseits wird die Unterrepräsentation von Frauen in denjenigen hohen Positionen, die eine gute mathematische Ausbildung verlangen, seit Jahrzehnten unter die Lupe genommen. Andererseits wird aber auch die Beziehung von Mädchen zur Mathematik untersucht, wobei man stets davon ausgeht, sie sei – im Durchschnitt – weniger positiv als die der Jungen. Dass diese zwei Ebenen verwandte Ansatzpunkte verlangen und dennoch getrennt betrachtet werden sollten, wurde bei der Debatte über die Aussagen von Larry Summers im Jahr 2005 klar, die im Folgenden kurz zusammengefasst werden.

Die Rede vom 14.1.2005 über die Unterrepräsentation von Frauen in hohen akademischen Positionen in Mathematik und den Naturwissenschaften, die Larry Summers, Wirtschaftswissenschaftler und damaliger Präsident der Harvard University, an seiner Universität hielt, hatte unmittelbare, wichtige Konsequenzen. Das

Thema seiner Rede lautete »Disparitäten zwischen den Geschlechtern«. Seine »möglichen Begründungen« dafür, dass Frauen in den Naturwissenschaften und Mathematik unterrepräsentiert seien, waren die folgenden:

- Frauen sind Opfer von Diskriminierung.
- Frauen sind weniger geneigt, die Opfer zu bringen, die hochrangige Jobs nun mal erfordern.
- Männer bringen mehr intrinsische Fähigkeiten für hoch entwickelte Naturwissenschaften und Mathematik mit.

Über die Glaubwürdigkeit der letzten Aussage entwickelte sich eine aufregende Debatte, und zwar nicht nur in Amerika, sondern in der ganzen Welt. Man ging implizit davon aus, und dies wird hier auch weiter ausgeführt werden, dass die ersten zwei Aussagen wenigstens partiell zutreffen. Öffentliche Diskussionen über die dritte Aussage fanden an Universitäten, Schulen, in Zeitungsartikeln und in Fernsehsendungen statt. Es blieb nämlich die nagende Frage: Was ist der letzte Stand der Wissenschaft hinsichtlich der Fähigkeiten von Männern und Frauen, mathematische oder naturwissenschaftliche Sachverhalte zu verstehen und dazu kreative Einfälle zu entwickeln? Zwei Kognitionspsychologen aus Harvard, Steven Pinker und Elisabeth Spelke, debattierten in der Öffentlichkeit über das Thema der Geschlechterunterschiede (Pinker/Spelke 2005) und gründeten dabei eine neue Disziplin mit dem Namen »The science of Gender in Science«. In den Artikeln, die daraufhin in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht wurden, betonten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Vorsicht, mit der neue empirische Arbeiten zu Geschlechterunterschieden im mathematisch-naturwissenschaftlichen Verständnis zu lesen sind. Statistische Aussagen über zum Teil nicht replizierbare Experimente zu Geschlechterunterschieden müssen, meinten renommierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, zunächst mit Skepsis aufgenommen werden. Die bis heute andauernde Aufregung um die Thematik der Geschlechterunterschiede unterstützt die Vermarktung von »halb-fertigen« Aussagen, deren statistische Aussagekraft selten zutrifft.

Eine Intention des vorliegenden Artikels ist es, diese Welle von Resultaten im speziellen Fall des mathematischen Verständnisses zu sichten und zu sortieren. Weiterhin sollen hier Ansätze für einen geschlechtersensitiven Mathematikunterricht präsentiert werden, deren Ziel es ist, einen großen Teil von Mädchen und Jungen für Mathematik zu begeistern; diese Zielsetzung ist damit zu begründen, dass Mathematik per se einen emanzipatorischen Charakter besitzt. Einige Zweige der Mathematik, wie beispielsweise die Statistik, die Modellbildung, die Datenanalyse und die Wahrscheinlichkeitstheorie, vermitteln eine aufgeklärte Haltung in einer technologischen, modernen Demokratie, die insbesondere für Frauen bei der Einschätzung von Risiken und bei gravierenden Entscheidungen unterstützend wirken kann. Damit soll auch eine Lanze für die frühe Förderung mathematischen Denkens gebrochen werden: In Vorschule und Grundschule liegt eine besondere Chance, bei Mäd-

chen eine Begeisterung für die mathematische Sichtweise zu fördern. An neuere Ergebnisse aus der kognitionswissenschaftlichen Forschung anknüpfend, geht es dabei um eine systematische Ausbildung des mathematischen Vorstellungsraumes, die ebenfalls thematisiert werden soll.

2. Die mathematische »Grundausrüstung« von Mädchen und Jungen

Ein gewisses mathematisches Wissen und eine Grundausrüstung für das mathematische Denken sind angeboren. Davon sind einige Kognitions- und Entwicklungspsychologen/innen fest überzeugt: allen voran Elisabeth Spelke, die führende Kognitionspsychologin und Babyforscherin aus Harvard. Spelke hat eine Reihe von Experimenten durchgeführt, die belegen, dass bei den Grundkompetenzen für mathematisches Denken keinerlei Geschlechterunterschiede bei kleinen Kindern existieren. Die Hauptthese von Spelke basiert auf dem Postulat, dass es fünf Grundsysteme im menschlichen Denken gibt, die eine mathematische Entwicklung ermöglichen: die ersten beiden sind numerisch (für die Unterscheidung kleiner Kardinalzahlen, wie 1, 2, 3 und für die Unterscheidung größerer Mengen), das dritte ist ein System von logischen Quantifikatoren, das vierte und fünfte sind für das Verständnis von Geometrie und für die Navigation im Raum zuständig (Spelke 2005).

Dieses Postulat basiert wiederum auf einer Reihe von Experimenten, die von ihr und anderen Kognitionspsychologen und Mathematikdidaktikern während der letzten zwanzig Jahre realisiert worden sind. Auch Entwicklungspsychologen belegen, dass Kinder vor dem zweiten Lebensjahr keinerlei Geschlechtsunterschiede in den Grundkompetenzen aufweisen, die für die spätere Entwicklung des mathematischen Denkens zuständig sind. Man muss also davon ausgehen, dass die Unterschiede, die später festgestellt werden, eher auf einer unterschiedlichen Sozialisierung von Jungen und Mädchen beruhen müssen, wie es so oft von Soziologen postuliert worden ist. Dennoch sind die späteren Unterschiede, sei es im mathematischen Verständnis oder in der Beziehung zur Mathematik, sehr ernst zu nehmen, und zwar immer dann, wenn sie signifikant sind.

Wie eng diese Unterschiede mit Typisierungen der Spielkulturen bei Jungen und Mädchen zusammenhängen, ist ein Thema neuerer Untersuchungen: Mädchen spielen eher mit Puppen und Jungen eher mit Bauklötzen. Es wird oft vermutet, dass Bauklötze besser auf die Ausbildung eines mathematischen Vorstellungsraumes vorbereiten als Puppen. Die Arbeiten von O'Neill, Pearce und Pick (2004) deuten aber darauf hin, dass auch das gute Nacherzählen von Bildergeschichten die Ausbildung mathematischer Kompetenzen fördert. Eine breit angelegte Studie von ihnen erwies, dass Kinder, die mit drei und vier Jahren Bildergeschichten gut nacherzählen können, d.h. die kausalen Zusammenhänge erkennen, die sequentiellen Abfolgen von Ereignissen korrekt wiedergeben und sich in die Akteure der Bildergeschichte hineinversetzen können, mit sechs und sieben Jahren in der Lage sind, ma-

thematische Aufgaben gut zu lösen. Die Aufgaben, die getestet wurden, waren beispielsweise:

- den kürzeren von zwei Gegenständen identifizieren
- Quadrate identifizieren
- die Zahl 7 als zwischen 6 und 8 liegend erkennen
- den Balken in einem Graphen identifizieren, der »die meisten« darstellt
- die Zahl 7 als Anzahl der Wochentage identifizieren
- $9 - 5 = ?$
- erkennen, dass 782 zwischen 728 und 836 liegt
- $(5 \times 10) + 4 = ?$

Keine der Aufgaben im Test von O'Neill et al. war strikt an guter Raumvorstellung gebunden, sondern an den so genannten Zahlensinn, eine Kompetenz, die der große Mathematikdidaktiker Dehaene postulierte (Dehaene 1999). Mathematik setzt sich aus sehr verschiedenen Kompetenzen zusammen, zu denen sicherlich auch eine gute Raumvorstellung gehört. Aber auch andere Kompetenzen sind nach Spelke (2005) für das mathematische Denken zentral, von denen nicht a priori klar ist, dass sie durch das Spielen mit Bauklötzchen gefördert werden.

3. Die erkennbaren Unterschiede im Erstrechnen von Mädchen und Jungen in den ersten zehn Lebensjahren

Amerikanische Untersuchungen von Carr und Jessup (1997) erweisen, dass zu Beginn des ersten Schuljahres Mädchen und Jungen bei ihren ersten Rechenaufgaben etwa gleich häufig en-aktive Strategien (»öffentliche«, Engl.: overt strategies) verwenden. En-aktive Strategie ist eine, bei der der ganze Körper, oder wenigstens die Hände, bei konkreten Aktionen mitbeteiligt werden (Bruner 1960). Im Verlauf des ersten Schuljahres nimmt jedoch der Gebrauch dieser Strategien bei Mädchen zu und bei Jungen ab. Geschlechtsunterschiede in den Rechenleistungen sind im Zusammenhang mit dem Strategiegebrauch zu beurteilen. Die Frage nach den Rechenstrategien von Kindern im ersten Schuljahr ist insofern von grundlegender Bedeutung, weil sie die Hypothese der Konstruktion von Geschlechtsunterschieden während der ersten Jahre unterstützt.

Kurz-Milcke und Pawelec (2007; Pawelec/Kurz-Milcke 2009) replizieren im Jahr 2006 die Experimente von Carr und Jessup und zwar anhand eines sehr genauen experimentellen Designs. Insgesamt wurden 173 Kinder an 14 Schulen in Baden-Württemberg jeweils in Einzelsitzungen befragt. Für die Befragung wurden die teilnehmenden Kinder zufällig aus 33 Schulklassen ausgewählt und nach ca. zwölf Monaten noch einmal befragt. Den Kindern wurden in jeder Sitzung Additions- und Subtraktionsaufgaben zur Lösung vorgelegt. Nach jeder Aufgabe sollten sie zudem

ihre Strategien nennen. Die Resultate dieser Studie belegen, dass sich Jungen im ersten Schuljahr in der Tendenz von den en-aktiven (d.h. mit den Fingern oder mit Klötzchen zählen) Strategien trennen, um wissensbasierte (d.h. mentale) Strategien zu verwenden, während Mädchen en-aktive Strategien über längere Zeitintervalle gebrauchen.

Eine Reihe von interessanten Beobachtungen entstanden aus dieser Studie, die erste Einblicke in die Schritte der »Konstruktion« dieser so frühen Geschlechterunterschiede im mathematischen Verhalten ermöglichen (Kurz-Milcke/Pawelec 2007; Pawelec/Kurz-Milcke 2009). Eine daraus resultierende Vermutung ist beispielsweise, dass Jungen immer noch ernsthafter genommen werden, wenn sie ernsthafte Fragen stellen. Aus den Interviews mit den Kindern entstand auch der Eindruck, dass die Rolle der Eltern sehr unterschiedlich wahrgenommen wird. Dies kann wiederum auch einen Einfluss auf die Wahrnehmung der eigenen Rollen von Jungen und Mädchen haben. Mütter sind – aus der Perspektive der Kinder – viel präsenter, weniger »rar« als Väter, wenn es um die Unterstützung bei den Hausaufgaben geht. Väter werden ernsthafter genommen, und dies kann, wegen der Geschlechtsidentifikation, das Selbstkonzept von Jungen und von Mädchen sehr früh mitprägen. Da ein starkes Selbstkonzept aufs engste mit einer guten Leistung in den MINT-Fächern korreliert (siehe Hannover in diesem Band), kann man einen Zusammenhang zwischen der frühkindlichen Wahrnehmung der eigenen Eltern und der eigenen, späteren Beziehung zu Mathematik herstellen.

4. Die Unterschiede im Mathematikverständnis in der Sekundarstufe

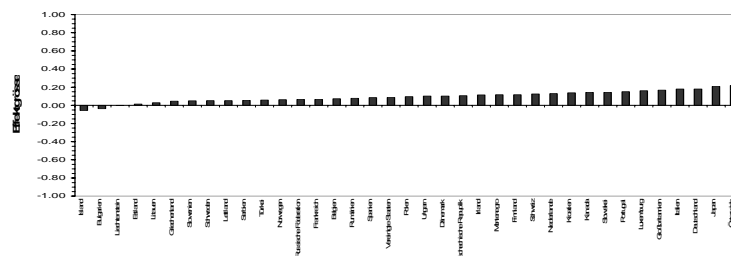
Die Option für Schulmädchen auf eine Teilhabe am mathematischen Unterricht besteht in Deutschland (siehe auch Jahnke-Klein in diesem Band) seit weniger als 100 Jahren. Die Vorurteile, die an diese späte Entwicklung gebunden sind, bestehen bis heute, wenn auch in milderer Form. Mädchen werden traditionellerweise als „für Mathematik weniger geeignet“ gehalten, und, wie wir im vorigen Abschnitt gesehen haben, wird dieser Unterschied sogar sehr früh tatsächlich »konstruiert«: die Eltern eines Kindes konstruieren, zum Teil unbewusst, die Unterschiede, wenn sie das Kind so betreuen, dass es Unterschiede in der Zuwendung des einen mit der des anderen Elternteils feststellen kann. Dies geschieht, wenn beispielsweise die Mutter viel öfter bei ihren Kindern ist als der Vater. Außerdem werden mathematisch begabte Mädchen leider immer noch als weniger weiblich stereotypisiert (siehe auch Jahnke-Klein in diesem Band).

Hierbei muss betont werden, dass die Geschlechtsunterschiede in der mathematischen Leistung von Land zu Land variieren, und dass diese Unterschiede stark an die gesellschaftliche Stellung der Frau (d. h. ihrer Emanzipation) in den jeweiligen Ländern gekoppelt sind. Die Ergebnisse der internationalen Vergleichsuntersuchun-

gen TIMSS¹, IGLU-E2, und PISA³ haben nämlich bestätigt, dass die Geschlechtsunterschiede in den mathematischen Kompetenzen in Deutschland immer noch vorhanden sind, und zwar mehr als in anderen westlichen Ländern. Diese Kompetenzunterschiede sind in einigen europäischen Ländern gar nicht vorhanden, wie in Finnland, oder fallen sogar zugunsten der Mädchen aus, wie in Island.

An dieser Stelle ist es angebracht, eine Studie zu nennen, die wichtige Erkenntnisse zur Ergründung der Unterschiede bietet. Die Studie von Guiso, Monte, Sapienza, und Zingales, die im Jahr 2008 in »Science« veröffentlicht wurde, hat die PISA-2003-Daten im Hinblick auf die Korrelation zwischen der Stellung der Frauen und den Leistungen der Schülerinnen und Schüler in den entsprechenden Ländern analysiert. Die Resultate dieser Studie waren verblüffend: die Geschlechtsunterschiede in der mathematischen Leistung von Schülerinnen und Schülern korrelieren mit den Messparametern bezüglich der emanzipierten Stellung der Frauen stark negativ. Dies heißt, dass in Ländern in denen Frauen tatsächlich gleichgestellt sind, die Unterschiede in der mathematischen Leistung minimal oder nicht existent sind. Entsprechend sind die Unterschiede in Ländern wie Finnland nicht vorhanden, während sie in Deutschland signifikant, und in Mexiko sehr groß sind. Die Konsequenzen aus dieser Studie sind klar: es besteht in Deutschland noch ein Handlungsbedarf und zwar auf verschiedenen Ebenen, die miteinander verbunden sind.

Je mehr Strukturen zur Unterstützung der Frau in ihrer beruflichen Entwicklung geschaffen werden und je stärker Frauen sich in Deutschland als gleichgestellt wahrnehmen können, desto kleiner werden auch die Unterschiede in der mathematischen Leistung zwischen Schülerinnen und Schülern auf Dauer sein. Unsere These ist aber auch, dass eine gute mathematische (Aus-)Bildung der Mädchen als Instrument von Emanzipation fungieren kann. Man muss sich dessen bewusst werden, sei es, dass man sich mit der Gleichstellung befasst – für die eine mathematische Grundausstattung heutzutage unentbehrlich ist – sei es, dass man sich mit der Problematik der Geschlechtsunterschiede in der mathematischen Leistung von Schülerinnen und Schülern auseinandersetzt. Das Diagramm stellt die Geschlechterunterschiede in Mathematik bei PISA 2006 dar:



Geschlechterunterschiede in Mathematik bei PISA 2006, zugunsten der Jungen im positiven Bereich und zugunsten der Mädchen im negativen Bereich (Prenzel, M. & PISA Konsortium 2006).

¹ Third International Mathematics and Science Study, 1994 - 1996

² Internationale Grundschul-Leseuntersuchung

³ Programme for International Student Assessment, durchgeführt 2000, 2003 und 2006

Es ist wichtig zu beobachten, dass die drei Jahre zwischen 2003 und 2006 keine deutliche Verbesserung der Geschlechtsunterschiede zugunsten der Mädchen in Mathematik hervorgebracht haben. Studien der OECD im Jahr 2009 belegen, dass Mädchen die Jungen im Kompetenzbereich „Problemlösen“ übertreffen, aber die Jungen weiterhin in Mathematik bessere Leistungen erbringen.

5. Die Förderung von mathematischen Kompetenzen als Instrument von Emanzipation

Die PISA-Resultate 2003 für den mathematischen Teilbereich „Unsicherheit“ lassen Anstrengungen in Richtung einer stochastischen Ausbildung als sehr notwendig erscheinen. Eine Ausbildung, insbesondere in den Zweigen der Mathematik, die sich mit dem Erfassen und Modellieren von Daten befassen, ist, wie bereits betont, ein Instrument der emanzipierten, mündigen Bürgerin. Emanzipation bezieht sich nämlich auf Situationen ungleicher Verteilung und ungleicher Zugänge zu Ressourcen und Aufgaben. Emanzipation ist deshalb immer schon aufs Engste mit mathematischen Überlegungen und Einsichten verknüpft. Auch für die Mathematik der aufgeklärten Entscheidungsfindung gilt, dass die meisten Bürger/innen in Deutschland einen sehr rudimentären Zugang zu dieser Wissenschaft haben.

Ein erfolgreicher Mathematikunterricht sollte eine mathematische Grundbildung vermitteln, die auch modellbildende und statistische Grundkenntnisse als Teil des verbindlichen Bildungskanons enthält, und zwar für alle, Männer wie Frauen. Der Genderaspekt wird hier besonders wichtig im Zusammenhang mit der Feststellung, dass statistische Informationen bei Frauen und Mädchen in Deutschland in der Tendenz auf größere Ablehnung stoßen (Martignon 2007). Um Grundkenntnisse im stochastischen (d. h. probabilistischen und statistischen) und modellbildenden Denken aufzubauen, sind die Leitideen »Daten«, »Zufall« und »Modellbildung« in den Bildungsplänen verankert. Es gibt hier wichtige Anknüpfungspunkte zum Konzept der statistical literacy, das über Kenntnisse des Problemlösens im engeren Sinne hinausgeht und ein Lebensgefühl beinhaltet: Ein Zuhause sein im Umgang mit statistischen Repräsentationen, um Entscheidungen in unseren Lebenswelten zu treffen und zu kommunizieren. Dieses besondere Lebensgefühl sollte gerade auch in der Sozialisation von Mädchen gefördert werden.

6. Förderungsansätze zur Vermittlung einer mathematischen Grundbildung in der Sozialisation von Mädchen

Das Problem der Unterrepräsentation von Frauen in beruflichen Positionen, die implizit oder explizit eine solide mathematische Bildung verlangen, beinhaltet zwei Perspektiven: einerseits soll Schule diese Grundbildung vermitteln, andererseits soll

aber auch die Freiheit der Berufswahl als fundamental gesehen werden. Es ist denkbar, dass Frauen – statistisch gesehen – tatsächlich eher Biologinnen als Mathematikerinnen werden wollen. Das ist deshalb plausibel, weil das Argument der Empathie als Merkmal, das bei Frauen stärker vorhanden ist als bei Männern, nicht ganz ohne weiteres wegzudenken ist. Man muss die Möglichkeit berücksichtigen, dass auch in einem Szenario der absoluten Gleichstellung manche Aktivitäten für Frauen attraktiver als andere sein werden, ohne dass man dabei an Effekte des geringeren Prestiges denkt. Diese Aussage muss zwar als Zukunftsperspektive betrachtet werden, weil die absolute Gleichstellung nirgends auf der Welt – nicht einmal in Island – erreicht worden ist. Es wäre aber eine dogmatische Verkrampfung, die absolute Gleichheit der Bedürfnisse von Frauen und Männer vorauszusetzen. Das Problem der Unterrepräsentation muss also verschoben werden. Wichtig ist jetzt, im Sinne einer Gleichstellung zu agieren, die später eine tatsächliche Freiheit der Wahl ermöglichen kann. Und gerade im Sinne der Gleichstellung ist die Förderung von mathematischen Kompetenzen von Mädchen ein wesentlicher Schritt.

Der Beitrag von Jahnke-Klein (in diesem Band) enthält wichtige Einsichten zur Begründung mancher Phänomene, die für das Mädchenverhalten in der Beziehung zu den MINT-Fächern typisch sind. Mathematik ist nicht nur eines von diesen Fächern, sondern instrumental in all diesen Fächern. Die entscheidende Rolle bei der Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten spielen, wie Jahnke-Klein bemerkt, neben dem Interesse und der Freude am Fach, auch die Überzeugung vom Nutzen der Inhalte für die weitere Entwicklung. Es ist auffällig, und die Begründung dieses Phänomens könnte direkt oder indirekt mit der behaupteten größeren Empathie von Mädchen für Mitmenschen und Umwelt zusammenhängen, dass Mädchen Mathematik gerne im Kontext sehen wollen, und zwar in einem geschichtlichen und in einem instrumentellen: Wozu ist welche Mathematik wann entstanden? Welche Rolle spielt(e) Mathematik in den verschiedenen Zeiten und Kontexten?

7. Methoden zur Förderung der emotionalen Bindung an Mathematik

Große Blockaden werden oft als Gründe für die allgemeine Einstellung zum Fach Mathematik genannt. Diese zeigt, vor allem in den höheren Klassenstufen, eine extreme Polarisierung auf: Man hasst das Fach Mathematik («in Mathe war ich immer schlecht») oder man liebt es. Eine wichtige Aufgabe besteht deshalb darin, Methoden zu entwickeln, die die Einstellung zum Fach Mathematik langfristig positiv bestimmen bzw. imstande sind, die positive Einstellung zu erhalten und damit eine Leistungssteigerung hervorzubringen. In diesem Abschnitt werden konkrete Vorschläge diskutiert, um die »Panik« vor Mathematik, die so oft als wichtiger Faktor der Schulzeit besonders von Mädchen erlebt wird, zu reduzieren, wenn nicht sogar ganz zu beseitigen.

7.1. Heftführung und dialogischer Unterricht

Seit 2005 wird im Schulkontext auch in Deutschland diskutiert, wie sich die Gestaltung von Begleitmaterial auf die emotionale und somit kognitive Teilnahme von Schülerinnen und Schülern am Mathematikunterricht auswirkt. Verantwortlich für die ersten Entwicklungen in diese Richtung waren Peter Gallin und Urs Ruf, die das Heft in der Rolle als Dialogmedium zwischen Schülern und Lehrern aufwerteten (Ruf/Gallin 1999). Diese Ideen wurden in Baden-Württemberg in dem Arbeitskreis »Dialogisches Lernen im Mathematikunterricht« konkret an Beispielen umgesetzt. Eine konsequente Verwirklichung dieser Paradigmen hat eine definitive Änderung des Unterrichtsstils zur Folge. Voraussetzung für die Implementierung ist eine hohe Selbstständigkeit der Schüler, denn die eigenständige Arbeitsleistung wird zur Grundlage. Die Durchsetzung kann durch Motivation über die Note geschehen, oder, was besser, aber schwieriger ist, über die Einsicht auf langfristigen Erfolg, der aber trotzdem über Reglementierung von Seite der Lehrperson (z. B. Deadline-setzung und Feedback) etabliert wird. Durch die Aufwertung des Heftaufschriebes als singulären Aspekt wird der Schüler bereits in der Unterstufe schrittweise an eine eigenständigere Arbeitsweise herangeführt. Diese Vorgehensweise wurde in einer langjährigen Studie an einer Stuttgarter Schule empirisch untersucht (Zwölfer, 2006). Es ergaben sich zwei Effekte:

- Die Begeisterung auch anderer Mathematiklehrer/innen an einigen Schulen Baden-Württembergs für diese Methodologie
- Die Begeisterung der Schülerinnen und Schüler, Mathematik als kreatives Fach zu erfahren: Mathematik wird selbst bei schwachen Schülerinnen und Schülern nicht mehr als ‚Panikfach‘ angesehen.

Abschließende Tests zeigten, dass sich die Rechenfertigkeit im Vergleich zu vorangegangenen Jahrgängen nicht gesteigert hat. Die positive Auswirkung wurde bei komplexeren Aufgabenstellungen deutlich: Die Schülerinnen und Schüler probieren mehr aus und zeigen eine höhere Selbstständigkeit und Motivation, diese Aufgaben zu bearbeiten. Dies führt nicht nur bei den leistungsstarken Schüler/innen zu einer erheblichen weiteren Verbesserung. Die Fähigkeit, mathematische Situationen darzustellen hat sich durch diese Methode deutlich verbessert. Wie sehen die typischen Hefte von Mädchen und die typischen Hefte von Jungen aus?

In der Studie wurde beobachtet, dass die Jungen in der Heftführung eine größere Varianz aufzeigen. Es gibt die herausragenden Jungen, die ihr Heft mit dem Computer sehr sorgfältig gestalten und die »faulen« Jungen, die unvollständige, unordentliche Hefte führen. Die Mädchen sind in der Heftführung homogener. Mädchen malen Herzchen und kleben Fotos ein, Jungen sind oft minimalistisch. Manche Jungen verwenden auch den Computer und zwar bereits in der fünften Klasse. Der

wichtige Aspekt ist hier die Bindung an Inhalten und Methoden durch die Freiheit der Gestaltung.



Das Mathematiklernbuch eines leistungsstarken Mädchens und das Mathematiklernbuch eines leistungsstarken Jungen

7. 2 Mathematik im Kontext lebensnaher Aufgaben

Mathematik kann abstrakt und lebensfern erscheinen, oder für den Alltag und den Umgang mit der Natur instrumental und notwendig. Berühmte Biologinnen, wie Rita Levi Montalcini, erzählen, dass sie sehr früh die Nützlichkeit der Mathematik erkannten und das Fach deshalb liebten. Eine Studie zu Nachhaltigkeitsfragen im schulischen Kontext zeigte, dass das Interesse für Umwelt und Nachhaltigkeitsfragen die Begeisterung für »nützliche« Mathematik bei Mädchen wecken kann. Mädchen, entwickeln mehr als Jungen eine Empathie für die zukünftigen Generationen. Deutlich mehr Mädchen beschäftigen sich mit der Frage, welche Verantwortung unsere Generation gegenüber denjenigen trägt, die nach uns kommen werden. Diese Aussage belegte eine empirische Studie (Martignon/Sander 2009; De Haan et al. 2008): In Schulinterventionen in zehn zehnten Klassen (vier Realschulen, sechs Gymnasien) im Raum Stuttgart und in Berlin ging es um die Einführung (oder Wiederholung) von elementaren Methoden der explorativen Datenanalyse für konkrete Fragen der Nachhaltigkeitsdebatte. Diese Einführung wurde durch die Präsentation des Films »Eine unbequeme Wahrheit« und des im gewissen Sinne dazu komplementären Films »Jurassic Park« von Steven Spielberg motiviert. Es wurde als erstes interessantes Phänomen beobachtet, dass viel mehr Mädchen als Jungen den Film von Al Gore (»Eine unbequeme Wahrheit«) wählten. Und es waren viel mehr Mädchen als Jungen, die ohne die Aussicht auf eine Anerkennung ihrer Anstrengungen durch Noten, sich freiwillig mit Elementen der explorativen Datenanalyse beschäftigten, sie erwarben und erfolgreich anwenden konnten.

Das Interesse von Mädchen an Mathematik als Instrument für die Untersuchung konkreter Probleme von Umwelt und Natur wird heute als Tatsache angesehen und diese Tatsache ist für die Förderung von mathematischen Kompetenzen von Bedeu-

tung. Ein geschlechtersensitiver Unterricht muss sich heute stärker mit der Frage befassen, in welchem Kontext mathematische Konzepte motiviert und präsentiert werden.

7.3 Förderung der frühkindlichen Beschäftigung mit mathematischen Fragen

Raumvorstellung kann gefördert werden. Nicht nur Bauklötzchen, sondern vor allem Bewegung und Navigation im Raum fördern gute Raum- und Orientierungskompetenzen. Landkartenlesen kann gefördert werden. Mütter und Erzieherinnen können anhand solcher Bilder, wie wir sie hier zeigen, die mentale Raumnavigation von Mädchen »extra« früh fördern.



Ein solches Bild kann zur Förderung von Raumvorstellung und Orientierungskompetenz verwendet werden. Fragen wie »Wie kommt das Kind vor dem schwarzen Auto am schnellsten zum Pferd hinter dem roten Haus?« schärfen Raum- und Orientierungssinn.

Das Bauen mit Klötzen (z. B. im Kindergarten auf dem Bauteppich) wird selten bei Mädchen gefördert (siehe Wyrobnik in diesem Band). Man kann sogar sagen, dass die Spielindustrie die Geschlechterunterschiede stark unterstützt, denn Spielzeug wird, ganz besonders in den westlichen Ländern sehr differenziert produziert. Es verlangt eine bewusste Entscheidung von Eltern und Erzieher/innen, sich oft gegen den Trend von Werbung und Fernseher zu setzen und Mädchen dazu ermuntern, sich mit Spielzeug zu beschäftigen, das speziell für Jungen vorgesehen wird.

7.4. Förderung des mathematischen Selbstkonzepts

Wie stärkt man das Selbstkonzept von Mädchen im mathematischen Denken? Eine partielle Antwort ist: Man muss sie ernst nehmen, und zwar in ihrem Denken. Diese Aussage ist trivial und dennoch ist die ernsthafte Haltung gegenüber dem »fragenden« Mädchen noch nicht genug verbreitet. Auch erwachsene Frauen klagen oft darüber, dass sie nicht ernst genommen werden, und zwar nicht nur von ihren männlichen Kollegen, sondern auch von ihren Kolleginnen und Freundinnen. Viele

Studien zeigen, dass Mädchen und erwachsene Frauen erst durch eine eher strenge, manchmal sogar durch eine ihnen künstlich erscheinende Haltung sich die Anerkennung ihrer Arbeitsgruppe verschaffen. Respekt und Anerkennung sind aber die Basis für die Bildung eines guten Selbstkonzepts. Das Selbstkonzept eines Mädchens wird konstruiert, darüber muss man sich im Klaren sein. Und die Konstruktion eines starken Selbstkonzepts fängt dann an, wenn man von den eigenen Eltern als denkendes Wesen angenommen wird. Die allerwichtigste Empfehlung, die man Eltern machen kann, damit sie das Selbstkonzept ihrer Töchter adäquat stärken, ist »Nehmt sie ernst! «.

8. Ausblick

Das Thema »Monoedukation« wurde in diesem Artikel bewusst ausgeklammert. Obschon so viele Beispiele berühmter Frauen darauf hindeuten, dass Mädchenschulen das Selbstkonzept von Mädchen in Mathematik stärken, sind die letzten Arbeiten von Faulstich-Wieland über die Gesamtergebnisse einer solchen Praxis inzwischen eher skeptisch (Faulstich-Wieland et al. 2004). Viel wichtiger ist es, bei Eltern, Erzieher/innen und Lehrkräften den Blick für eine geschlechtersensitive Behandlung von Jungen und Mädchen bereits ab der frühen Kindheit zu schärfen. Ein geschlechtersensitiver Mathematikunterricht sollte ein Desiderat einer jeder Mathematikdidaktik sein. Dafür sollten auch die entsprechenden Veranstaltungen eine obligatorische Komponente der Lehrerbildung werden.

Heutzutage erleben wir in Deutschland ein anderes Phänomen, das große Aufmerksamkeit verlangt, nämlich, dass leistungsschwache Jungen einen einsamen Weg gehen und sich selbst kontinuierlich als »Aussteiger« konstruieren (Budde 2008). In diesem Artikel wurde dieses neue Symptom nicht angesprochen. Dennoch ist die Gesamtproblematik des Geschlechts im Hinblick auf moderne Schulbildung in der Pädagogik und in der Didaktik zentral. Als allgemeine Maxime können wir den Wunsch formulieren, dass kleinere Klassen und aufmerksame Lehrerinnen und Lehrer Mädchen und Jungen eine Umgebung bieten, die sie in ihrer mathematischen Leistung, die als Aufklärungs- und Emanzipationsinstrument gesehen werden sollte, gezielt und differenziert stärkt.

Literatur

- Company News: Mattel Says it Erred; Teen Talk Barbie Turns Silent on Math, New York Times. 21. 10.1992.
- Faulstich-Wieland, H./Weber, M./Willems, K. (2004): Doing Gender im heutigen Schulalltag. Empirische Studien zur sozialen Konstruktion von Geschlecht in schulischen Interaktionen. Weinheim: Juventa.
- Guiso, L./Monte, F./Sapienza, P./Zingales, L. (2008) Diversity: Culture, Gender and Math. Science, Vol.: 320, no. 5880, S. 1164-1165.
- Haan, G. de/Kamp, G./Lerch, A./Martignon, L./Müller-Christ, G./Nutzinger, H. (2008): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Hannover, B. (2010): Lernen Mädchen anders? (in diesem Buch).
- Jahnke-Klein, S. (2010): Mädchen und Naturwissenschaften. (in diesem Buch).
- Kurz-Milcke, E./Pawelec, B. (2007). Gibt es Geschlechterunterschiede beim Erstrechnen? Tagungsband der Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik, Berlin.
- Martignon, L. (2007): Bericht des Projektes Mathematik mit einem Schwerpunkt in der Geschlechterforschung, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Ludwigsburg Baden-Württemberg.
- Martignon, L./Sander, W. (2009) Der Weg zu einer Nachhaltigkeitskultur in der Schule: Zwei empirische Studien. Bonn Ahrweiler: Graue Reihe der Europäischen Akademie, 48 (März 2009).
- O' Neill, D., Pearce, M. & Pick, J. (2004). Preschool Children's Narratives and Performance on the Peabody Individualized Achievement Test - Revised: Evidence of a Relation between Early Narrative and Later Mathematical Ability. *First Language* 24 (2), 149–183.
- Pawelec, B./Kurz-Milcke, E. (2009). Gender Differences in early Mathematics Strategy Use. European Conference in Child Development, Vilnius.
- Pinker, S./Spelke, E. (2005): The science of Gender in Science: a debate, Edge Foundation.
- Prenzel, M. (Hrsg.) (2007): PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie. Münster/New York/München/Berlin: Waxmann.
- Ruf, U./Gallin, P. (1999): Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik. Band 2: Spuren legen - Spuren lesen. Unterricht mit Kernideen und Reisetagebüchern (Verfasserin: Berger-Kündig, P.), Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Soja, N./Carey, S./Spelke, E. S. (1991): Ontological categories guide young children's inductions of word meaning: Object terms and substance terms. *Cognition*, 38(2), 179–211.
- Spelke, E. S. (2005): Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science. A critical review. *American Psychologist*, 60, 950–958.
- Wyrobnik, I. (2010): Mädchen im Kindergarten. Pädagogische Konzepte, Alltag, Fördermöglichkeiten (in diesem Band).
- Zwölfer, A. (2006): Heftaufschrieb und Lernbuch – zwei Lernmethoden mit überraschenden Genderaspekten. In: Martignon, L./Niederdrenk-Felgner, C./Vogel, R. (Hrsg.): *Mathematik und Gender*, Hildesheim/Berlin: Franzbecker, S. 65-83.