

Geschlechtsspezifische Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen

Forschungsergebnisse und praktische Konsequenzen

von

Ralf Benölken, Münster

Kurzfassung: Obwohl grundsätzlicher wissenschaftlicher Konsens über gleiche Begabungspotenziale in allen akademischen Bereichen bei den Geschlechtern besteht, finden sich relational weniger Mädchen und Frauen in Ausbildungsgängen und Berufen des „MINT“-Bereichs. Dieses Phänomen tritt auch in Förderprogrammen für mathematisch begabte Grundschul Kinder auf. Aus begabungstheoretischer Perspektive ist daher die Bestimmung etwaiger Besonderheiten mathematisch begabter Mädchen von Interesse, deren Kenntnis für eine differenziertere Diagnostik und Förderung dienlich wäre. Die Herausstellung solcher Besonderheiten verlangt nach Ansicht des Verfassers einen ganzheitlichen und interdisziplinären Ansatz. Unter dieser Perspektive werden theoretisch-analytisch konstruierte und empirisch überprüfte „hypothetische Besonderheiten“ mathematisch begabter Mädchen und deren möglicher Beitrag zur Erklärung des Phänomens der Unterrepräsentanz aufgezeigt sowie praktische Konsequenzen für die Förderung von Mädchen und Jungen abgeleitet.

Abstract: Despite the scientific consensus about girls' and boys' equal potentials of giftedness across all academic domains, girls and women are in proportion decidedly underrepresented in both mathematical and natural-scientific education and corresponding occupational areas. This observation can already be made with primary school-children who take part in programmes that foster mathematical giftedness. From the perspective of giftedness-research, it is of interest to look for particularities that might make possible a more differentiated identification and support of mathematically gifted girls. From the author's point of view gender- and giftedness-specific researches into particularities in the development of mathematical giftedness are a question of widespread, complex and interdisciplinary approaches. In the following essay theoretically-analytically constructed and empirically proved "hypothetical particularities" of mathematically gifted girls and their possible conclusions in order to explain the mentioned phenomenon of underrepresentation will be described. Beyond that practical implications in order to foster girls and boys will be deduced.

1 Zur Relevanz des Forschungsgegenstandes

In Deutschland ist wie u.a. im übrigen West- und Nordeuropa in Bildungsgängen und Berufen des „MINT“-Bereichs im Gegensatz z.B. zu osteuropäischen und vie-

len arabischen Ländern insgesamt meist eine deutliche Unterrepräsentanz von Mädchen und Frauen festzustellen (z.B. Quaiser-Pohl 2012; Abele/Lenzner 2004). Dieses Phänomen existiert bereits im Grundschulalter in Projekten und Wettbewerben der Begabtenförderung (eine Übersicht gibt z.B. Benölken 2011). Dies steht im Kontrast zum wissenschaftlichen Konsens, wonach beide Geschlechter im Grundsatz über gleiche Begabungspotenziale in allen akademischen Bereichen verfügen (z.B. Endepohls-Ulpe 2012, S. 110; BMBF 2010, S. 13). Sozialökonomische Erklärungen für das Grundschulalter erscheinen unzureichend, da auf dieser Altersstufe im Gegensatz zum späteren Schulalter in der Regel keine geschlechtsspezifischen Kompetenzunterschiede in der Mathematik festgestellt werden (z.B. Lindberg et al. 2010). Aus begabungstheoretischer Perspektive steht deshalb die Erforschung eventueller Besonderheiten (unabhängig von deren Zustandekommen; vgl. Abschnitt 2.2) im Vordergrund, die für eine differenziertere Identifikation mathematisch begabter Mädchen zu berücksichtigen sind. Unter einer mathematischen Begabung verstehe ich dabei mit Fuchs/Käpnick (2009, S. 8) ein Potenzial, das sich dynamisch und individuell entwickelt, wobei es hinsichtlich der von Käpnick (1998) herausgestellten Begabungsmerkmale ein weit überdurchschnittliches Niveau aufweist und sich in Interdependenz zu begabungsstützenden bereichsspezifischen Persönlichkeitseigenschaften unter dem Einfluss inter- und intrapersonaler Katalysatoren entfaltet. Gemäß dieser Positionierung ist in diesem Beitrag „mathematisch potenziell begabt“ bzw. synonym dazu „mathematisch begabt“ zu verstehen, während durch „mathematisch nicht begabt“ die entsprechende Komplementärgruppe beschrieben wird, d.h. die Kinder, die nicht über ein überdurchschnittliches mathematisches Leistungspotenzial verfügen.

Das Ziel des vorliegenden Beitrags besteht darin, mögliche geschlechtsspezifische Besonderheiten mathematisch begabter Mädchen unter einer ganzheitlichen Sichtweise auf der Basis eines Gesamtüberblicks über die im Rahmen eines Promotionsvorhabens (Benölken 2011) erarbeiteten Ergebnisse zu präzisieren, die das o.g. Phänomen der Unterrepräsentanz zu erklären vermögen, und daraus Konsequenzen abzuleiten, die eine differenziertere Diagnostik und Förderung dieser Mädchen erlauben. Die Ergebnisse geben darüber hinaus u.a. Aufschlüsse über praktische Konsequenzen für eine differenziertere Förderung von Jungen, die ergänzend vorgestellt werden.

2 Überblick über die Ziele und die forschungsmethodologische Anlage der Untersuchungen

2.1 Zu den Hauptzielen der Untersuchung

Gegenstand der Untersuchungen sind geschlechts- und begabungsspezifische Besonderheiten mathematisch begabter Mädchen der dritten und vierten Klassenstufe.

Hieraus ergeben sich jeweils Vergleiche dieser Mädchen mit (a) mathematisch nicht begabten Mädchen, (b) mathematisch begabten Jungen und (c) mathematisch nicht begabten Jungen. Aus der in Abschnitt 1 skizzierten Problemlage ergab sich als erstes Hauptziel der Untersuchungen eine zusammenfassende Systematisierung und Wertung theoretischer Erklärungsansätze zu geschlechtsspezifischen Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen im Grundschulalter aus Mathematikdidaktik und Bezugsdisziplinen unter einer interdisziplinär-komplexen Sicht sowie die Herausstellung entsprechender wechselseitiger Zusammenhänge. Daran anknüpfend bestand das zweite Hauptziel in einer wissenschaftlich begründeten Bestimmung von Besonderheiten mathematisch begabter Mädchen im Vergleich zu den oben unter (a), (b) und (c) genannten Gruppen als Ergebnis theoretisch-analytischer und empirischer Untersuchungen. Darüber hinaus sollten aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen Orientierungshilfen für Lehrkräfte sowie Schlussfolgerungen für eine differenziertere Diagnostik und Förderung mathematisch begabter Mädchen abgeleitet werden.¹

2.2 Zu Grundpositionen hinsichtlich möglicher geschlechtsspezifischer Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen

Forschungsergebnisse zu eventuellen geschlechtsspezifischen Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen liegen in Mathematikdidaktik und in Bezugsdisziplinen in großer Vielfalt vor (vgl. den Überblick in Abschnitt 3.1). Vergleichsuntersuchungen, die seit mehreren Jahrzehnten geschlechtsbezogene Kompetenzunterschiede in der Mathematik untersuchen (z.B. Hyde et al. 2008), deuten ebenso wie die Ergebnisse jüngerer internationaler Vergleichsstudien wie TIMSS oder PISA (vgl. z.B. die Übersichten von Ma 2010; Hanna 2003) darauf hin, dass entweder keine solchen Unterschiede zwischen den Geschlechtern existieren oder sich diese im Laufe der letzten Jahrzehnte sehr stark nivelliert haben.² Mit Blick auf die in Abschnitt 1 präzisierte Sicht auf die Modellierung mathematischer Begabungen bildeten die folgenden Grundpositionen hinsichtlich geschlechtsspezifischer Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen den Ausgangspunkt für die Untersuchungen.³

¹ Zur Operationalisierung der Zielstellungen anhand leitender wissenschaftlicher Fragen siehe Benölken (2011, S. 30f.).

² Demgegenüber werden immer wieder eine Überlegenheit von Mädchen bei verbalen Fähigkeiten gegenüber Jungen (z.B. OECD 2010) und von Jungen bei räumlichen Fähigkeiten gegenüber Mädchen (z.B. Geary/DeSoto 2001) festgestellt, wobei die Relevanz des räumlichen Vorstellungsvermögens als Merkmal mathematischer Begabungen derzeit nicht hinreichend geklärt ist (vgl. Berlinger 2010, S. 140–142).

³ Zu weiteren Grundpositionen, z.B. hinsichtlich der Identifizierbarkeit mathematischer Begabungen im Grundschulalter, siehe Benölken (2011, S. 31f.).

- Es ist (derzeit) von der Existenz noch zu konkretisierender Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei im Sinne co-kognitiver Katalysatoren wirkenden Faktoren auszugehen, die sich auf die Entfaltung mathematischer Begabungen auswirken können.
- In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der meisten vorhandenen Studien ist davon auszugehen, dass im Durchschnitt keine wesentlichen Geschlechtsunterschiede bzgl. des mathematischen Fähigkeitspotenzials existieren. Dies schließt nicht aus, dass geschlechtsspezifisch variierende Schwerpunkte bei kognitiven Strukturen u.Ä. auftreten können.
- Darüber hinaus ist in Einklang mit der in Abschnitt 1 präzisierten Positionierung zum Begabungsbegriff die Entfaltung von Persönlichkeitseigenschaften und kognitiven Begabungen unter einem wesentlichen Einfluss des sozialen Umfeldes zu sehen, z.B. durch Bekräftigungseffekte.
- Die Gesamtheit der drei zuvor genannten Faktoren steht bereits im Grundschulalter in einem komplexen wechselseitigen Bedingungsgefüge.

Die wissenschaftlich begründete Herausstellung solcher Besonderheiten zum Zweck einer differenzierteren und damit effizienteren Diagnostik erfordert daher m.E. eine ganzheitlich-komplexe sowie interdisziplinäre Betrachtungsperspektive und damit die Vermeidung einseitiger Sichtweisen.

Der Ansatz integriert Aspekte der Frauen- und der Begabungsforschung. Dabei geht es nicht um die soziokulturelle Konstruktion von Geschlecht im Sinne der „Gender Studies“, sondern um eine Hypothesengenesse aus begabungstheoretischer Sicht auf der Basis eines theoretisch-analytischen Vorgehens mit dem Ziel, Aspekte aufzudecken, die für eine differenziertere Identifikation und Förderung mathematisch begabter Mädchen im Grundschulalter derzeit zu berücksichtigen sind.

2.3 Zur forschungsmethodologischen Anlage der Untersuchungen

Die angedeutete ganzheitliche Sichtweise spiegelt sich forschungsmethodologisch in einem komplexen Untersuchungsdesign wider bestehend aus einer Synthese theoretisch-analytischer sowie quantitativer und qualitativer empirischer Studien. Ausgehend von den in Abschnitt 2.2 dargestellten grundlegenden Positionen ergab sich für die Untersuchungen folgendes Vorgehen: Auf der Basis einer umfassenden Literaturanalyse zu Erkenntnissen hinsichtlich geschlechtsspezifischer Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen aus Mathematikdidaktik und Bezugsdisziplinen wurden theoretisch-analytisch verschiedenartige „hypothetische Besonderheiten“ mathematisch begabter Mädchen im Grundschulalter gegenüber gleichermaßen begabten Jungen sowie gegenüber mathematisch nicht begabten Kindern zusammengestellt (vgl. auch Abschnitt 3). Der Begriff „hypothetische Besonderheit“ (im Folgenden in allen obliquen Formen durch das Akronym „hB“ abgekürzt) ist dabei sehr weit gefasst: Einerseits bezieht er sich auf die mit

Blick auf empirische Untersuchungen im Sinne von Hypothesen formulierten Besonderheiten mathematisch begabter Mädchen. Andererseits soll er aber auch deutlich machen, dass es sich um Besonderheiten handelt, die sich bei vielen mathematisch begabten Mädchen finden bzw. die interpersonal relativ stabil, aber in ihrer spezifischen individuellen Ausprägung unterschiedlich auftreten können. Ferner wird der Begriff gleichermaßen für internale und externale Besonderheiten verwendet. Aufbauend auf die verschiedenen Wissenschaftsbereiche, die Hinweise auf geschlechtsspezifische Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen geben, und im Zuge einer Systematisierung unter mathematikdidaktischer Perspektive wurden die hB den Bereichen „Begabungspotenzial und Problemlösen“, „Sozialisation“, „Bearbeitung und Präsentation von Aufgaben“ sowie „Motivation“ in einem komplexen Wechselgefüge zugeordnet (vgl. auch Abschnitt 4.1). Alle hB wurden anschließend einerseits anhand der in Abschnitt 2.3.1 überblicksweise dargestellten quantitativen Untersuchungen verifiziert, falsifiziert, korrigiert und ergänzt sowie andererseits anhand der in Abschnitt 2.3.2 skizzierten qualitativen Studien exploriert und ihren Wirkungsweisen tiefgehender erkundet.

Die Untersuchungen zu begabten Kindern fanden überwiegend im Münsteraner Enrichmentprojekt „Mathe für kleine Asse“ zur Förderung mathematisch begabter Kinder statt (eine detaillierte Übersicht über das Konzept des Projekts gibt Käpnick 2008). Gemäß der in Abschnitt 1 präzisierten Sicht auf den Begabungsbegriff, welcher der Diagnostik und Förderung im Projekt zugrunde liegt, wird hier ein prozessorientiertes diagnostisches Stufenmodell bestehend aus nicht-standardisierten Verfahren wie dem Einsatz des Beobachtungsprotokolls von Fuchs (2006) und (halb-) standardisierten Verfahren wie Intelligenztests oder dem Indikatoraufgabentest von Käpnick (1998) eingesetzt. In wenigen Fällen stammt das Datenmaterial zu begabten Kindern aus ähnlich gearteten Projekten (vgl. die Übersichten bei Benölken 2011, S. 213; 219f.), die vergleichbare Identifikationsprozeduren einsetzen. Aufgrund der jeweils etablierten Diagnostik ist davon auszugehen, dass die als mathematisch begabt eingeschätzten Probanden dieses Kriterium tatsächlich erfüllen.

2.3.1 Überblick über die quantitativen Untersuchungen

Die postulierte ganzheitliche Sichtweise in Verbindung mit einer entsprechenden Komplexität der theoretisch-analytischen Ergebnisse erforderte eine Synthese verschiedener Untersuchungen, um die hB möglichst umfassend studieren zu können.⁴

- Vergleichende Analyse des Datenmaterials der von Käpnick (1998) im Rahmen der empirischen Überprüfung von Begabungsmerkmalen durchgeführten Indi-

⁴ Die statistischen Auswertungsprozeduren können hier nur angedeutet werden (Detailbeschreibungen finden sich jeweils bei Benölken 2011). Siehe auch das Beispiel in Abschnitt 3.2.

katoraufgabentests zur Erkundung und Herausstellung eventueller diesbezüglicher geschlechtsspezifischer Differenzen bei 127 mathematisch begabten Dritt- und Viertklässlern (78 Jungen und 49 Mädchen) anhand eines t-Tests.

- Vergleichende Analyse des Datenmaterials der von Fuchs (2006) im Rahmen der empirischen Untersuchung zur Typisierung spezifischer Problembearbeitungsstile durchgeführten Indikatoraufgabenstudien zur Erkundung und Herausstellung geschlechtsspezifischer Unterschiede bei der für die Bearbeitung von Problemaufgaben benötigten Zeit bei 73 mathematisch begabten Dritt- und Viertklässlern (51 Jungen und 22 Mädchen) mittels der Vergleiche von Mittelwerten und Standardabweichungen.
- Konstruktion und Einsatz eines Fragebogens für Kinder zur Überprüfung verschiedener hB mathematisch begabter Mädchen bei 69 mathematisch begabten Dritt- und Viertklässlern (44 Jungen und 25 Mädchen) sowie bei 71 mathematisch nicht begabten Kindern einer unausgelesenen Kontrollgruppe von Kindern gleichen Alters (40 Jungen und 31 Mädchen). Bei der Auswertung dieses Fragebogens kam analog zu den in den folgenden beiden Punkten angeführten Teiluntersuchungen eine Analyse anhand des Kontingenzkoeffizienten Cramers Index in Verbindung mit einer Signifikanzaussage des χ^2 -Unabhängigkeitstests bzw. des exakten Fisher-Yates-Tests zum Einsatz.
- Konstruktion und Einsatz eines Fragebogens für Eltern zur Überprüfung verschiedener hB mathematisch begabter Mädchen bei den Eltern von 40 mathematisch begabten Dritt- und Viertklässlern (28 Jungen und 12 Mädchen) sowie bei den Eltern von 47 mathematisch nicht begabten Kindern einer unausgelesenen Kontrollgruppe (21 Jungen und 26 Mädchen).
- Konstruktion und Einsatz eines Fragebogens zu Interessen bei 80 mathematisch begabten Dritt- und Viertklässlern (49 Jungen und 31 Mädchen) als konstruktive Ergänzung zu den unter den beiden vorigen Punkten genannten Fragebogenuntersuchungen bei Kindern und Eltern.

2.3.2 Überblick über die qualitativen Untersuchungen

Anhand von Einzelfallstudien sollten exemplarisch hB bei den jeweiligen Probanden analysiert und in ihren Wirkungsweisen exploriert werden. Neben der interpersonalen Stabilität dieser hB lag der Fokus besonders auf der Herausstellung potenzieller typprägender Zusammenhänge. Die hB wurden dazu ganzheitlich in einem Gefüge mit dem sozialen Hintergrund, der kognitiven und physischen Entwicklung sowie mit begabungsstützenden allgemeinen Persönlichkeitseigenschaften betrachtet. Die komplexen Einzelfallstudien umfassten in allen Fällen videodokumentierte Interpretationen, prozessorientierte Beobachtungen, halbstandardisierte Leitfadens-

interviews mit den Probanden, den Eltern und Mathematik- bzw. Klassenlehrern sowie Ergebnisanalysen aus Indikatoraufgaben- und Intelligenztests.⁵

Insgesamt entstanden zwölf Fallstudien zu mathematisch begabten Mädchen, drei zu mathematisch begabten Jungen sowie eine zu zweieiigen mathematisch begabten Zwillingen. Bei Benölken (2011) sind davon drei Fallstudien zu mathematisch begabten Mädchen als repräsentative Beispiele ergänzt durch Fallbeispiele zu ausgewählten Aspekten aus der Gesamtheit der Fallstudien dargestellt.

3 Zum Inhalt und zum Vorgehen der theoretisch-analytischen Untersuchungen

3.1 Ansätze aus verschiedenen Wissenschaften

Wie oben angedeutet lassen sich Positionen und Erklärungsansätze zu geschlechtsspezifischen Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen über die Mathematikdidaktik hinaus in Bezugsdisziplinen finden, genauer in Biologie und Neurowissenschaften, Sozialisationstheorien sowie in der Pädagogischen Psychologie und der Sozialpsychologie. Ergänzend gibt es integrative Ansätze (z.B. Trautner 2006), die die Komplexität des Problemkreises unterstreichen, indem sie verschiedene wissenschaftliche Perspektiven zu verbinden suchen, und die grundsätzlich im Einklang mit der vertretenen ganzheitlichen Sichtweise stehen. Im Folgenden wird ein exemplarischer Überblick über wichtige Ansätze gegeben, welche die theoretische Basis der konstruierten hB bilden.

Innerhalb der Mathematikdidaktik lässt sich eine grobe Dreiteilung der thematischen Beiträge vornehmen:⁶ Zunächst sind Ansätze zu Defiziten in der adäquaten Förderung von Jungen und Mädchen zu nennen, die Forschungen und Überlegungen zu Interaktionsprozessen im Unterricht (z.B. Niederdrenk-Felgner 1994), zum geschlechtergerechten Einsatz von Materialien im Mathematikunterricht sowie zur Koedukation umfassen (Übersichten jeweils bei Benölken 2011). Zweitens existie-

⁵ Die Anlage der Fallstudien kann hier wiederum nur grob überblicksweise dargestellt werden. Eine detaillierte Beschreibung findet sich bei Benölken (2011, S. 362f.).

⁶ Die Forschung zu Frauen und Mathematik hat in den letzten Dekaden stark zugenommen und umfasst viele weitere Aspekte, die sich über fachdidaktische Ansätze hinaus mit Blunck (2007, S. 121f.) differenzieren lassen in wissenschaftshistorische Forschungen, soziologische Forschungen zu den in der Mathematik tätigen Personen sowie wissenschaftskritische Forschungen zum Einfluss von Mathematik auf die Geschlechterkonstruktion (zu einer vergleichbaren Einteilung kommen unter internationaler Perspektive Rossi Becker et al. 2010). Der Überblick bezieht sich auf Ansätze, aus denen Einflüsse auf individuelle Entwicklungen von Begabungen im Sinne der in Abschnitt 1 getroffenen Positionierung zu entnehmen sind.

ren Forschungen zu eventuellen geschlechtsspezifischen Unterschieden beim Verstehen und Bearbeiten von Aufgaben, die sich z.B. auf häufig zu beobachtende geschlechtsspezifisch variierende kognitive Strukturen beziehen (z.B. Schwank 1992). Schließlich gibt es Ansätze zur besseren Förderung von Mädchen in der Mathematik, die z.T. aus den ersten beiden genannten Punkten abgeleitet werden und in die auch diese Forschungsarbeit einzuordnen ist.

Biologische und neurowissenschaftliche Ansätze umfassen einerseits Forschungen zu geschlechtsspezifischen Unterschieden in der Gehirnorganisation, genauer zum diesbzgl. Einfluss von Chromosomen und Hormonen, zu unterschiedlichen Lateralisierungen der Hirnhälften und entsprechend unterschiedlich induzierten Spezialisierungen (eine Übersicht geben z.B. Lautenbacher et al. 2007). Andererseits gibt es Ansätze, welche die biologische Reifung fokussieren (zusammenfassend Benöcken 2011, S. 113–115), sowie Ansätze, die evolutionstheoretische Annäherungen versuchen (z.B. Buss 2004).

Sozialisationstheoretische Ansätze lassen sich in klassische Lerntheorien (z.B. Imitations- und Bekräftigungsphänomene; vgl. überblicksweise Trautner 1991), kognitive Entwicklungstheorien (z.B. Kohlberg 1966) sowie sozialpsychologische Theorien (z.B. Eagly 1987) unterteilen.

Die Pädagogische Psychologie und die Sozialpsychologie richten das Augenmerk hauptsächlich auf Einflussfaktoren der Leistungsmotivation, darunter Kausalattributionen (z.B. Lenzner 2006), Interessen (z.B. Pruisken 2005), Selbstkonzepte (z.B. Pohlmann 2005) und Einstellungen (z.B. Piatek-Jimenez 2008).

Wie aus diesem groben Überblick ersichtlich ist, bietet die vorhandene wissenschaftliche Literatur eine Vielzahl von Annäherungen zu eventuellen geschlechtsspezifischen Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen. Diese differenzieren sich weiterhin in Beobachtungen, Meinungen und Studien. Um einerseits der komplexen Betrachtungsweise auf das Thema zu entsprechen und andererseits ein solides theoretisch-analytisches Fundament für die empirischen Untersuchungen zu erhalten, war es bei der Literaturanalyse notwendig, kritisch zu wichten und zu werten, welche Theorieansätze für die Herausstellung von Besonderheiten mathematisch begabter Mädchen von Bedeutung sind, welche Zusammenhänge oder Unterschiede in den Auffassungen der unterschiedlichen Annäherungen existieren, inwiefern es sich ggf. um subjektive Meinungen, um Gruppenmeinungen oder um empirisch überprüfte Ergebnisse handelt und in welchem Zusammenhang die Erklärungsansätze zur mathematischen Begabung stehen.

Auf der Basis einer solchen Bewertung erfolgte im Anschluss (siehe das Beispiel in Abschnitt 3.2) unter Einbeziehung und Wichtung evtl. vorhandener entsprechender Studien die theoretisch-analytische Konstruktion verschiedenartiger hB, die im folgenden Abschnitt anhand eines Beispiels konkretisiert wird.

3.2 Konkretisierung der theoretisch-analytischen Konstruktion von hB anhand des Beispiels „mathematisches Selbstkonzept“

Unter dem Konstrukt „Selbstkonzept“ ist mit Moschner/Dickhäuser (2006, S. 685) „das mentale Modell einer Person über ihre Fähigkeiten und Eigenschaften“ zu verstehen. Während die klassische Selbstkonzeptforschung meist von einem globalen Selbstkonzept ausging (z.B. Coopersmith 1967), besteht in neueren Ansätzen Konsens über eine Mehrdimensionalität anhand unterschiedlicher Teilkonzepte, die bereichsspezifisch unterschiedlich ausgeprägt sein können, aber nicht müssen (vgl. Laskowski 2000, S. 16). Als mehrheitlich akzeptiert gelten hierarchisch strukturierte Modellansätze (im Gegensatz z.B. zu Markus/Sentis 1982), für die das hierarchische Selbstkonzeptmodell nach Shavelson et al. (1976) ein repräsentatives Beispiel darstellt: Das generelle Selbstkonzept einer Person werde durch Erfahrungen mit der sozialen Umwelt geprägt, die insbesondere aus Rückmeldungen zu Leistungsergebnissen und damit verbundenen Ursachenzuschreibungen resultieren. Auf dieser Basis differenziere sich das Selbstkonzept in spezifischere Facetten aus, wozu im akademischen Bereich u.a. (das Schulfach) Mathematik zähle. Über diese kognitiv-evaluative Komponente hinaus enthält das Verständnis von Shavelson et al. zudem eine affektive (vgl. Pohlmann 2005, S. 16f.). Im Grundsatz wurde die Gültigkeit dieses Modells bestätigt (überblicksweise Pohlmann 2005, S. 20–22), so dass mit Shavelson et al. (1976) u.a. ein spezifisch-mathematisches Selbstkonzept anzusetzen ist. Selbstkonzepte stehen in einem Wechselgefüge mit anderen Faktoren der Leistungsmotivation wie Attributionen (vgl. Keller 1998, S. 21f.) oder Mathematikinteresse (vgl. Hellmich 2006, S. 81f.). Geschlechtsspezifische Unterschiede im mathematischen Selbstkonzept könnten die vergleichsweise seltene Identifikation mathematisch begabter Mädchen daher mit verursachen.

Selbstkonzepte sind bereits im Grundschulalter nachweisbar (z.B. Marsh et al. 1991; Harter 1982). Aus der psychologischen Intelligenzforschung gibt es Befunde, dass sich Hochbegabte und nicht Hochbegabte bereits im Grundschulalter sowohl im allgemeinen Selbstkonzept als auch hinsichtlich bereichsspezifischer Selbstkonzepte unterscheiden (z.B. Rost/Hanses 2000). Wegen der Komplexität mathematischer Begabungen sind solche Ergebnisse allerdings nicht automatisch auf mathematisch begabte Kinder übertragbar. Mehrere Studien deuten darauf hin, dass beim globalen Selbstkonzept keine geschlechtsbezogenen Unterschiede bestehen (zusammenfassend Rost/Hanses 2000, S. 234f.), wohl aber bei bereichsspezifischen Selbstkonzepten (z.B. Rustemeyer/Jubel 1996). Mädchen zeigen meist z.B. funktionalere Selbstkonzepte für soziale Fähigkeiten (z.B. Kasten 2003) oder im verbalen Bereich (z.B. Valtin/Wagner 2002), Jungen u.a. für Mathematik (zusammenfassend Pohlmann 2005, S. 22). Demgegenüber stellten Wiczerkowski/Jansen (1990, S. 138) theoretisch-konstruktiv heraus, geringe Leistungsbereitschaft von Mädchen im mathematischen Bereich sei u.a. auf ein dysfunktionales mathematisches Selbstkonzept zurückzuführen, was durch spätere Studien gestützt wurde

(z.B. Keller 1998; Rustemeyer/Jubel 1996; Hannover 1991), u.a. schon für Grundschul Kinder (z.B. Dickhäuser/Stiensmeier-Pelster 2003; Tiedemann/Faber 1995). Demgegenüber treten geschlechtsspezifische Unterschiede in der Ausprägung des mathematischen Selbstkonzepts zwischen als mathematisch begabt identifizierten Mädchen und Jungen offenbar nicht auf (z.B. Wiczerkowski/Jansen 1990).

Die Analyse der angesprochenen Untersuchungsergebnisse⁷ erlaubt m.E. die Ableitung der folgenden „hypothetischen Besonderheiten“:

- Mathematisch begabte Mädchen besitzen im Vergleich zu mathematisch nicht begabten Mädchen ein positiveres mathematisches Selbstkonzept.
- Das mathematische Selbstkonzept mathematisch begabter Mädchen ist ähnlich positiv ausgeprägt wie bei mathematisch begabten und nicht begabten Jungen.

Im Anschluss an die theoretisch-analytische Konstruktion dieser hB erfolgte deren empirische Überprüfung, die hier grob als Exkurs skizziert sei. In der Fragebogenstudie bei Kindern sollten die Probanden aus einem geschlossenen vierstufigen Antwortformat („stimmt gar nicht“, „stimmt fast nicht“, „stimmt fast“, „stimmt ganz“; außerdem konnte „weiß ich nicht“ angekreuzt werden) zu der Frage „Kreuze an, wie sehr die Aussage für Dich stimmt: In Mathematik bin ich sehr gut.“ eine Option markieren. Als statistisches Verfahren diente der χ^2 -Unabhängigkeitstest (bzw., falls dessen Voraussetzungen nicht erfüllt waren, der exakte Fisher-Yates-Test) in Verbindung mit dem Kontingenzkoeffizienten Cramers Index. Dessen Wertebereich liegt zwischen 0 und 1 – je näher die Werte an 1 liegen, desto stärker ist der Zusammenhang hinsichtlich der Zugehörigkeit zu einer der verglichenen Gruppen bei dem betrachteten Item (die Sternchen in der Tab. 1 markieren ein Signifikanzniveau von .01). Zur Interpretation der Richtung festgestellter Zusammenhänge wurde die relative Häufigkeitsverteilung herangezogen.

mb M / mb J	mb M / mnb J	mb M / mnb M	mnb M / mnb J	mb J / mnb J	mb J / mnb M
(0,201)	(0,150)	0,585**	0,562**	(0,243)	0,696**

Tabelle 1: Cramers Indices beim mathematischen Selbstkonzept
(M steht für „Mädchen“, J für „Jungen“, mb für „mathematisch begabt“
und mnb für „mathematisch nicht begabt“).

Die festgestellten Zusammenhänge (Tab. 1) belegen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, die auf die Gültigkeit der oben konstruierten hB hindeuten: So besteht etwa ein Zusammenhang hinsichtlich der Zugehörigkeit zur Gruppe der

⁷ Hier kann nur ein grober Überblick erfolgen (ausführlich Benölken 2011).

mathematisch begabten oder nicht begabten Mädchen im Hinblick auf die Ausprägung des mathematischen Selbstkonzepts. Die Analyse der Häufigkeitsverteilung (ausführlich dargestellt bei Benölken 2011, S. 260f.) erklärt dessen Richtung in dem Sinne, dass die mathematisch begabten Mädchen hier ausschließlich positive Antworttendenzen aufwiesen, während fast die Hälfte der mathematisch nicht begabten Mädchen negativ antwortete, sich funktionale Selbstkonzepte also signifikant häufiger bei mathematisch begabten Mädchen finden. Weitere Zusammenhänge bestehen hinsichtlich der Gruppenzugehörigkeiten bei den mathematisch nicht begabten Kindern hinsichtlich des Geschlechts sowie zwischen den mathematisch begabten Jungen und den mathematisch nicht begabten Mädchen. Die Häufigkeitsverteilungen sind hier dahingehend interpretierbar, dass sowohl mathematisch begabte Jungen als auch mathematisch nicht begabte Jungen signifikant häufiger funktionalere mathematische Selbstkonzepte als mathematisch nicht begabte Mädchen besitzen (so wiesen die mathematisch begabten Jungen wie die mathematisch begabten Mädchen ausschließlich positive Antworttendenzen auf und die mathematisch nicht begabten Jungen zu über 90%, während wie schon angedeutet nur etwa der Hälfte der mathematisch nicht begabten Mädchen positiv antwortete). Kein Zusammenhang wird hingegen im Vergleich der mathematisch begabten Kinder hinsichtlich der Geschlechtszugehörigkeit festgestellt, was darauf hindeutet, dass die mathematischen Selbstkonzepte bei beiden Gruppen ähnlich ausgeprägt sind (und zwar funktional, wie man wiederum der Häufigkeitsverteilung anhand des Vergleichs der bereits dargestellten positiven Antworttendenzen der Gruppen entnimmt). Die Interpretationen zu den anderen Gruppenvergleichen, bei denen keine Zusammenhänge ausgewiesen werden, verlaufen analog.

In den Fallstudien wurden wechselseitig u.a. individuelle Wirkungsweisen der Selbstkonzepte anhand von Leitfadeninterviews mit den Probanden sowie deren Eltern und Lehrkräften tiefgehender erkundet, wobei sich herausstellte, dass sich viele Jungen aufgrund positiver Selbstkonzepte verstärkt der Mathematik zuwenden, während dies bei Mädchen häufig nicht der Fall ist und sie positivere Selbstkonzepte erst nach der Identifikation ihres Begabungspotenzials entwickeln. Auf diese Weise lässt sich die Stärkung motivationaler Faktoren ausgehend von als mathematisch begabt identifizierten Mädchen als wichtige Komponente einer differenzierteren Diagnostik und Förderung benennen.

4 Zentrale Ergebnisse der Studie

4.1 Das komplexe Gefüge „hypothetischer Besonderheiten“

Als Ergebnis der theoretisch-analytischen Studien zu geschlechtsspezifischen Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen wurden gemäß dem ersten in Abschnitt 2.1 präzisierten Hauptziel hB mathematisch begabter Mädchen

abgeleitet und bewertet, so dass sich als Grundlage der empirischen Studien ein komplexes Gefüge verschiedenartiger hB ergab. Die quantitativen Studien ermöglichen entsprechend dem zweiten Hauptziel deren Verifikation, Korrektur und Falsifikation. In Tab. 2 ist eine Übersicht der auf diese Weise belegten hB dargestellt.

Nr.	hB
hB bzgl. des Begabungspotenzials und des Problemlösens	
1	Mathematisch begabte Mädchen weisen in ihren mathematikspezifischen Begabungsmerkmalen gemäß dem Merkmalssystem von Käpnick (1998) im Durchschnitt keine signifikanten Unterschiede zu mathematisch begabten Jungen gleichen Alters auf.
2	Mathematisch begabte Mädchen benötigen tendenziell häufiger mehr Zeit beim Bearbeiten mathematischer Problemaufgaben als mathematisch begabte Jungen.
Sozialisatorische hB	
3	Mathematisch begabte Mädchen äußern häufiger als mathematisch nicht begabte Mädchen Berufswünsche im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich.
4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mathematisch begabte Jungen weisen im Vergleich zu mathematisch begabten Mädchen, mathematisch nicht begabten Mädchen und mathematisch nicht begabten Jungen tendenziell ein größeres Maß an Konkurrenz- und Wettbewerbsdenken bei der Beschäftigung mit Mathematik auf. Mathematisch begabte Mädchen besitzen derartiges Denken in der Mathematik tendenziell häufiger als mathematisch nicht begabte Mädchen. 2. Mathematisch begabte Mädchen sind im Vergleich zu beiden Jungengruppen und im Vergleich zu den mathematisch nicht begabten Mädchen tendenziell häufiger dominant während der Beschäftigung mit Mathematik. Tendenziell ähneln sich eher die Mädchengruppen und die Jungengruppen untereinander.
5	Mathematisch begabte Mädchen haben öfter als nicht begabte Mädchen und die Jungengruppen weibliche Vorbilder aus dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich.
6	Das soziale Umfeld besitzt motivationsförderlichere Attributionsmuster für mathematikspezifische Leistungen bei mathematisch begabten Mädchen denn bei mathematisch nicht begabten Mädchen.
Motivationale hB	
7	<p>Insgesamt ähneln mathematisch begabte Mädchen in ihren Attributionsmustern für Mathematikleistungen eher den Jungen (beider Gruppen), d.h.</p> <ul style="list-style-type: none"> – mathematisch begabte Mädchen besitzen im Vergleich zu mathematisch nicht begabten Mädchen motivationsförderlichere Attributionsmuster, – mathematisch begabte Mädchen besitzen im Vergleich zu mathematisch begabten Jungen leicht motivationsabträglichere Attributionsmuster.

8	<p>1. Mathematisch begabte Mädchen besitzen ein breiteres Interessenspektrum als mathematisch begabte Jungen.</p> <p>2. Im Hinblick auf die Mathematik</p> <p>a) weisen mathematisch begabte Mädchen ein höheres Interesse an der Mathematik auf als mathematisch nicht begabte Mädchen,</p> <p>b) ist das Interesse mathematisch begabter Mädchen an der Mathematik etwa genauso groß wie das der Jungen (beider Gruppen),</p> <p>c) ähneln mathematisch begabte Mädchen in ihren mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Interessen mathematisch begabten Jungen, besitzen andererseits aber auch ausgeprägte sprachlich-literarische Interessenschwerpunkte. Mathematisch begabte Jungen zeigen umgekehrt eher weniger Interesse am sprachlich-literarischen Bereich.</p>
9	<p>Mathematisch begabte Mädchen besitzen im Vergleich zu mathematisch nicht begabten Mädchen ein positiveres mathematikspezifisches Selbstkonzept, nämlich ein ähnlich positives wie dasjenige mathematisch begabter und nicht begabter Jungen.</p>
10	<p>Mathematisch begabte Mädchen und mathematisch begabte Jungen unterscheiden sich in ihrer subjektiven Schwierigkeitseinschätzung bzgl. der Mathematik von den mathematisch nicht begabten Kindern und halten Mathematik jeweils für eher nicht schwierig.</p>
11	<p>Mathematisch begabte Mädchen schreiben der Mathematik z.T. einen höheren intrinsischen Wert zu als mathematisch nicht begabte Mädchen und ähneln hier eher den Jungen beider Gruppen: Mathematisch begabte Mädchen haben mehr Spaß an der Beschäftigung mit mathematischen Problemen als mathematisch nicht begabte Mädchen.</p>
hB bzgl. der Bearbeitung und Präsentation von Aufgaben	
12	<p>Mathematisch begabte Mädchen lehnen Zeitdruck wie mathematisch nicht begabte Kinder tendenziell häufiger ab als mathematisch begabte Jungen.</p>
13	<p>Für mathematisch begabte Mädchen ist die Kontrolle ihrer Lösungen tendenziell ebenso wichtig wie für mathematisch nicht begabte Mädchen (hier unterscheiden sich die Mädchen von den Jungen beider Gruppen, für welche die Lösungskontrolle tendenziell weniger Bedeutung besitzt).</p>
14	<p>Mathematisch begabte Mädchen wünschen sich wie mathematisch begabte und mathematisch nicht begabte Jungen häufiger mathematische Herausforderungen als mathematisch nicht begabte Mädchen. Tendenziell wünschen sie sich aber auch häufiger als mathematisch begabte Jungen Gewissheit, Lösungen zu Aufgaben zu finden, besitzen also tendenziell ein größeres Sicherheitsdenken.</p>
15	<p>Mathematisch begabte Mädchen tendieren mehr als mathematisch begabte Jungen zu eher „visuell-attraktiven“ und eher anschaulichen Lösungen als mathematisch begabte Jungen, die eher zu „schlichten“, „technischen“ und eher abstrakten Lösungen tendieren.</p> <p>In Bezug auf mathematisch begabte Mädchen bedeutet dies,</p> <p>1. sie stellen ihre Lösungen häufiger als mathematisch begabte Jungen mithilfe von Farben dar und neigen häufiger zu Zeichnungen, Skizzen u.Ä.,</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 2. sie formulieren aber auch häufiger als mathematisch begabte Jungen Lösungstexte und 3. sie achten mehr auf saubere, ordentliche und übersichtliche Lösungen als mathematisch begabte Jungen.
16	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mathematisch begabte Mädchen tendieren eher als mathematisch begabte Jungen zu kooperativem Arbeiten, geben Hilfestellungen und fordern diese auch selbst ein. Andererseits arbeiten mathematisch begabte Mädchen aber auch z.T. gerne alleine. 2. Insbesondere bei der Lösungserarbeitung arbeiten mathematisch begabte Mädchen eher als mathematisch begabte Jungen kooperativ, die Lösungsdarstellung wird anschließend aber eher individuell vorgenommen (gemäß dem in der Gruppe vereinbarten Lösungsplan). 3. Bei der Präsentation von Lösungen bevorzugen mathematisch begabte Mädchen tendenziell mehr als mathematisch begabte Jungen das „Auftreten“ innerhalb einer (Klein-)Gruppe.
17	Mathematisch begabte Mädchen bevorzugen mehr als mathematisch begabte Jungen mathematische Aufgaben, die einen künstlerisch-ästhetischen Aspekt beinhalten.

Tabelle 2: Das Gefüge von „hB“ nach Benölken (2011)

Ebenso wie die quantitativen Ergebnisse belegen die als Fallstudien durchgeführten qualitativen Untersuchungen gemäß dem zweiten Hauptziel (Abschnitt 2.1) überzeugend die Existenz der theoretisch-analytisch abgeleiteten hB und deren Einfluss auf die individuelle Entwicklung mathematischer Begabungen. Im Ergebnis aller quantitativen und qualitativen Studien ergibt sich ferner eine relative interpersonale und zeitliche Stabilität der hB, wobei die qualitativen Studien thesenhaft Aufschluss über deren Zusammenhänge und Ausprägungen geben (siehe Abschnitt 4.2).

4.2 Mögliche Typen mathematisch begabter Mädchen

Die durchgeführten Fallstudien belegen über die o.g. Aspekte hinaus zudem exemplarisch, dass die hB einerseits in einem komplexen Wechselgefüge untereinander stehen und andererseits Wechselwirkungen mit der allgemeinen Persönlichkeitsentwicklung, sozialisatorischen Faktoren, begabungsstützenden Persönlichkeitseigenschaften und dem mathematischen Begabungsprofil erkennbar sind. Ein Vergleich aller Fallstudien zu mathematisch begabten Mädchen erlaubte diesbzgl. eine grobe Einteilung in drei Typen als vorläufiges Resümee (Tab. 3).

Typprägende Besonderheiten in Bezug auf die allgemeine Persönlichkeitsentwicklung und das soziale Umfeld		
Typ I (Nina)	Typ II (Inga)	Typ III (Emma)
<ul style="list-style-type: none"> – Eher kleiner Freundeskreis, keine sehr engen Freundschaften, – i.Allg. eher mittelmäßig kreativ, – sehr zügige kognitive Entwicklung, – eher ein „typisches“ Mädchen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Großer Freundeskreis, wenige enge Freundschaften, – i.Allg. sehr kreativ, – eher unauffällige kognitive Entwicklung, – eher kein „typisches“ Mädchen aufgrund eher „jungentypischer“ Eigenschaften und Interessen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Relativ großer, ausschließlich aus Mädchen bestehender Freundeskreis geprägt durch sehr enge Freundschaften („Clique“), insbesondere große Bedeutung der „besten“ Freundin, – i.Allg. sehr kreativ (Präferenzen für Malen, Basteln, Schreiben u.Ä.), – eher unauffällige kognitive Entwicklung, – eher ein „typisches“ Mädchen
Typprägende Besonderheiten in Bezug auf das individuelle Begabungsprofil und allgemeine begabungsstützende Persönlichkeitseigenschaften		
Typ I (Nina)	Typ II (Inga)	Typ III (Emma)
<ul style="list-style-type: none"> – Überdurchschnittliches mathematikspezifisches Begabungspotenzial, – Begabungsmerkmale sind auf hohem Niveau ausgeprägt, jedoch relativ geringer Ausprägungsgrad der mathematischen Kreativität, – Probleme bzgl. der Sozialkompetenzen, – sozialer Stil gekennzeichnet durch ruhiges, zurückhaltendes, nicht dominantes, „einzelgängerisches“ Verhalten, – Probleme bzgl. der emotionalen Selbstregulation. 	<ul style="list-style-type: none"> – Überdurchschnittliches mathematikspezifisches Begabungspotenzial, – jedoch sind nicht alle Begabungsmerkmale auf hohem Niveau ausgeprägt, insbesondere aber hohes Maß an mathematischer Fantasie, – gut ausgeprägte Sozialkompetenzen, – sozialer Stil gekennzeichnet durch offenes, freundliches, geselliges, gerechtes, nicht dominantes Verhalten, – positive emotionale Selbstregulation. 	<ul style="list-style-type: none"> – Die Begabungsmerkmale sind überwiegend auf eher durchschnittlichem Niveau ausgeprägt, – auffällig ist v.a. das überdurchschnittlich hohe Maß an mathematischer Kreativität, Fantasie und Sensibilität sowie eine hohes Maß an Anstrengungsbereitschaft (diese Faktoren determinieren ein spezifisch ausgeprägtes weit überdurchschnittliches mathematisches Fähigkeitsprofil), – gut ausgeprägte Sozialkompetenzen, – sozialer Stil gekennzeichnet durch ruhiges und zurückhaltendes Verhalten in Großgruppen und z.T. ausgelassenes Verhalten in Kleingruppen und ver-

		trauten Gruppen, – emotionale Selbstregulation stabil, aber „unauffällig“.
Typprägende individuelle Ausprägungen der durch die quantitativen Untersuchungen gestützten hB		
1. Sozialisatorische hB		
Typ I (Nina)	Typ II (Inga)	Typ III (Emma)
<ul style="list-style-type: none"> – Kein Berufswunsch im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich, – weibliche Vorbilder aus dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich, – subtile Formen von Konkurrenz- und Wettbewerbsdenken bei der Bearbeitung mathematischer Aufgaben. 	<ul style="list-style-type: none"> – Z.T. Berufswunsch im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich, – überwiegend männliche Vorbilder aus dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich, – i.Allg. keine Formen von Konkurrenz- oder Wettbewerbsdenken bei der Beschäftigung mit Mathematik. 	<ul style="list-style-type: none"> – Kein Berufswunsch, – keine besonderen intellektuellen Vorbilder, – i.Allg. keine Formen von Konkurrenz- oder Wettbewerbsdenken bei der Beschäftigung mit Mathematik.
2. Motivationale hB		
Typ I (Nina)	Typ II (Inga)	Typ III (Emma)
<ul style="list-style-type: none"> – Breites Interessenspektrum, das neben Mathematik v.a. eher „mädchentypische“ und intellektuelle Aktivitäten umfasst, – motivationale Faktoren positiv ausgeprägt, z.B. positives mathematikspezifisches Selbstkonzept und motivationsförderliche Attributionen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Breites Interessenspektrum, z.T. Affinität zu eher „jungentypischen“ Aktivitäten, außer einem hohen Mathematikinteresse wenig oder gar keine weiteren intellektuellen Interessen, – motivationale Faktoren wie Attributionen sind einerseits eher positiv ausgeprägt, andererseits veranlasst z.B. das „unproblematisch“ und „unauffällig“ ausgeprägte mathematische Selbstkonzept eher nicht zu einer besonderen Zuwendung zur Mathematik. 	<ul style="list-style-type: none"> – Eher wenige Interessen, die jeweils als eher kindgemäß und „mädchentypisch“ einzuschätzen sind, neben der Mathematik, die einen hohen intrinsischen Wert besitzt, keine intellektuellen Interessen, – motivationale Faktoren sind nicht durchgehend günstig ausgeprägt, so ist z.B. das mathematische Selbstkonzept eher positiv, aber „unauffällig“, die Attributionenmuster z.T. eher dysfunktional.

3. hB bzgl. der Bearbeitung von Aufgaben		
Typ I (Nina)	Typ II (Inga)	Typ III (Emma)
<ul style="list-style-type: none"> – I.d.R. keine Lösungskontrolle, – benötigt gleichermaßen mathematische Herausforderungen wie Aufgaben, bei denen Gewissheit besteht, Lösungen zu finden, – lehnt Lösungsdarstellungen ab, bevorzugt die formal-symbolische Ebene in Form knapper Antwortsätze, Lösungsdarstellungen, Farbverwendung u.Ä. erfolgen i.d.R. funktional und ökonomisch, die dargestellten Lösungen sind gut nachvollziehbar, jedoch eher nicht ordentlich, – präferiert Einzelarbeit bei der Bearbeitung mathematischer Aufgaben, Kooperation bedeutet eher „Hilfe zur Selbsthilfe“, – geringer Zeitbedarf. 	<ul style="list-style-type: none"> – Eher keine Lösungskontrolle, z.T. aber anerzogenes Kontrollverhalten, – benötigt zwar mathematische Herausforderungen, besitzt aber größere Präferenzen für Aufgaben, bei denen Gewissheit besteht, Lösungen zu finden, – keine Präferenzen bzgl. einer Darstellungsebene, i.d.R. sind die Lösungen altersgemäß sauber, übersichtlich und nachvollziehbar, – präferiert gleichermaßen Einzel- und Partnerarbeit bei der Bearbeitung mathematischer Aufgaben, evtl. in Abhängigkeit des Könnensstandes des Knobelpartners, nimmt gerne Hilfen in Anspruch und gibt diese wechselseitig anderen Kindern, – weder überdurchschnittlich hoher noch niedriger Zeitbedarf. 	<ul style="list-style-type: none"> – Tendiert bei mathematischen Problemaufgaben überwiegend zu Lösungskontrollen, – zeigt grundsätzlich keine besonderen Präferenzen für mathematische Herausforderungen, eher für Aufgaben, die dem Sicherheitsdenken entsprechen, – präferiert Aufgaben, welche künstlerisch-gestalterische Elemente stark akzentuieren, bei mathematischen Problemaufgaben beliebiger Inhalte zudem Erstellung von Skizzen, Zeichnungen u.Ä., die i.d.R. ordentlich und nachvollziehbar sind, – präferiert Partnerarbeit bei der Bearbeitung mathematischer Aufgaben, sucht intensiv Kommunikation und Kooperation von Beginn eines Bearbeitungsprozesses an, – relativ großer Zeitbedarf für den Gesamtbearbeitungsprozess einer Aufgabe.

Tabelle 3: Mögliche Typen mathematisch begabter Mädchen nach Benölken (2011).

Zusammengefasst lassen sich die wesentlichen typdifferenzierenden Aspekte wie folgt charakterisieren: Typ I repräsentiert einen Typ Mädchen, der eher als „typisches“ Mädchen eingeschätzt wird, kontrastierend dazu jedoch viele für die Entfaltung mathematischer Begabungen günstige Eigenschaften aufweist, die meist eher Jungen zugeschrieben werden, und über ein sehr hohes mathematisches Potenzial verfügt. Typ II charakterisiert einen Typ Mädchen, der als eher „jungentypisch“ gesehen wird, kontrastierend dazu aber viele eher „mädchentypische“ Eigenschaften

ten aufweist, und über ein überdurchschnittliches mathematisches Potenzial verfügt, wobei nicht alle Begabungsmerkmale auf hohem Niveau ausgeprägt sind. Damit nähmen diese Typen insofern eine „Zwischenstellung“ zwischen mathematisch nicht begabten Mädchen sowie mathematisch begabten und mathematisch nicht begabten Jungen ein, als dass sich vorhandene eher „jungentypische“ Eigenschaften günstig für die Entfaltung mathematischer Begabungen auswirken könnten. Die Beobachtungen stehen in Einklang mit Einschätzungen verschiedener Autoren, die hochbegabten Mädchen eine „Zwischenstellung“ zwischen hochbegabten Jungen und durchschnittlich begabten Mädchen zuschreiben (z.B. Stapf 2006, S. 80f.).

Typ III nimmt demgegenüber keine solche „Zwischenstellung“ ein, sondern entspricht eher den vermeintlich für Mädchen „typischen“ Orientierungen. In der Ausprägung der Begabungsmerkmale unterscheidet er sich überwiegend eher nicht von weniger begabten Kindern, jedoch konstituieren besonders ein hohes Maß an mathematischer Kreativität, Fantasie und Sensibilität sowie ein sehr hohes Maß an Anstrengungsbereitschaft ein überdurchschnittliches mathematisches Potenzial. Diese Faktoren differenzieren diesen Typus ebenso wie die große Freude und der hohe subjektive intrinsische Wert bzgl. der Beschäftigung mit Mathematik von weniger begabten Kindern. Evtl. könnte dieser Typ III wegen der schwierigen Diagnostizierbarkeit seiner Begabungsausprägungen das Phänomen der Unterrepräsentanz von Mädchen in Projekten zur Förderung mathematisch begabter Kinder erklären, da er sich zumindest unter den Mädchen des Projekts „Mathe für kleine Asse“, aus dem die mathematisch begabten Probanden weit überwiegend stammten, relativ selten fand.⁸

4.3 Praktische Konsequenzen der empirischen Ergebnisse für die Diagnostik und Förderung mathematisch begabter Mädchen

Die im Zuge der empirischen Studien theoriebasiert konzipierten sowie erprobten Fragebögen und Interviewleitfäden (jeweils zu finden bei Benölken 2011) eignen sich als Diagnosehilfen in der Praxis, da sie Lehrkräften die Möglichkeit bieten, zielgerichtet Erkenntnisse zu den hB zu erlangen. Insbesondere können mithilfe der Fragebögen Defizite aufgedeckt werden: Sind etwa dysfunktionale Attributionen festzustellen, so liefern z.B. Reattributionstrainings (dazu z.B. Finsterwald et al. 2012) Ansatzpunkte für eine adäquate Förderung.

Weiterhin liefert das in Abschnitt 4.1 vorgestellte Gefüge von hB viele Ansatzpunkte für konkrete Konsequenzen hinsichtlich der spezifischen Förderung mathematisch begabter Mädchen im Grundschulalter. Zu beachten ist hier stets, dass

⁸ Benölken (2011) exemplarisiert diese Typisierung anhand der Anbindung an drei Fallstudien zu den Mädchen Nina, Inga und Emma. Detailliertere Anmerkungen zu typprägenden Momenten finden sich bei Benölken (2011, S. 462–467).

die präzisierten hB zwar aus der Sicht mathematisch begabter Mädchen formuliert, jedoch mehrdimensional lesbar sind, so dass gleichzeitig Ansätze zur differenzierteren Förderung mathematisch begabter Jungen bzw. mathematisch nicht begabter Mädchen und Jungen ableitbar sind. Im Zuge der Untersuchungen ergaben sich zudem Hinweise für Materialien zur spezifischen Förderung von Mädchen, auf deren Basis innerhalb einer monoedukativen Fördergruppe für Mädchen entsprechende Problemfelder entwickelt und erprobt wurden.

5 Schlussfolgerungen für die Praxis

5.1 Beispiele für Konsequenzen hinsichtlich der Förderung von Mädchen

Die folgenden auf unterschiedlichen hB basierenden Konsequenzen geben Empfehlungen, um Bedürfnisse vieler Mädchen im Mathematikunterricht aufzunehmen und auf diese Weise die Entfaltung deren individueller Begabungspotenziale differenzierter zu unterstützen (siehe auch Benölken 2012a).

Viele Mädchen brauchen Zeit (zu den hB 4, 12 und 15): Mädchen tendieren vergleichsweise häufig zu vollständigen, oft relativ elaborierten und sorgsam ausgearbeiteten Lösungsdarstellungen. Jungen sind demgegenüber häufig mit der kurzen Notiz zentraler Lösungsideen zufrieden, deren Darstellungen im Vergleich zu den Mädchen weniger Zeit erfordern. Ferner scheinen viele Mädchen weniger gut mit Zeit- und Konkurrenzdruck umgehen zu können – z.B. in (Einzel-) Testsituationen.

Mädchen sollten die Möglichkeit haben, Ergebnisse gemeinsam zu präsentieren (zur hB 16.3): Während Jungen häufig regelrecht wetteifern, Lösungsideen im Plenum zu präsentieren, verhalten sich Mädchen hier oft eher zurückhaltend. Nach Erfahrungen im Projekt „Mathe für kleine Asse“ ist es aus Gründen der Motivation sowie der Berücksichtigung von Sicherheitsdenken, das viele Mädchen aufweisen (vgl. etwa auch Jahnke-Klein 2001, S. 137), ratsam, Mädchen die gemeinsame Lösungspräsentation anzubieten. Dies stellt zudem eine folgerichtige Konsequenz aus häufig zu beobachtenden Kommunikationsstrukturen dar – z.B. aus dem Phänomen, dass sich Mädchen bei der Bearbeitung mathematischer (Problem-) Aufgaben häufiger als Jungen zu Gruppen zusammenschließen.

Nicht vorschnell über kognitive Neigungen von Mädchen urteilen, denn sie haben häufig deutlich mehr Interessen als Jungen (zur hB 8): Viele Mädchen besitzen ein breites Interessenspektrum, das verschiedene kognitive und nicht-kognitive Schwerpunkte umfasst. Kontrastierend haben Jungen häufig eher wenige Interessen, insbesondere meist nur einen kognitiven Schwerpunkt. Mädchen wenden sich u.U. daher trotz eines hohen mathematischen Begabungspotenzials eher als Jungen einem anderen Interessenschwerpunkt zu, was die Diagnostik erschweren kann.

Leistungsmotivationale Positiva sind für viele Mädchen im Hinblick auf die Beschäftigung mit Mathematik sehr wichtig (zu den hB 7 bis 11): Mädchen weisen u.a. vergleichsweise häufig dysfunktionale mathematische Selbstkonzepte (vgl. Abschnitt 3.2) und Attributionen auf. Dies kann dazu führen, dass sie sich der Mathematik nicht als einem Bereich nähern, in dem sie das Gefühl haben, besondere Leistungen erbringen zu können. Große Bedeutung kommt deshalb der Sensibilität der Lehrkräfte für die individuelle Leistungsmotivationsförderung zu – z.B. anhand positiver, authentischer Rückmeldungen (siehe z.B. auch O'Mara et al. 2006).

Spielerische, künstlerisch-kreative Zugänge eignen sich besonders zur Förderung von Mädchen (zur hB 17): Regelmäßig-abstrakte und direktive Zugänge zur Mathematik scheinen bei vielen Mädchen eher Desinteresse zu begünstigen, während es sich bei Jungen häufig durchaus umgekehrt verhält. Sowohl im regulären Unterricht als auch in besonderen Arbeitsgemeinschaften bieten sich daher kreativere Zugänge an – z.B. Spiele oder offene Problemaufgaben, welche insbesondere Raum für verschiedene und kreative Lösungsdarstellungen und -wege lassen.

Über diese exemplarisch ausgewählten Konsequenzen hinaus sind in Einklang mit Forschungsergebnissen zur monoedukativen Bildung von Mädchen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich (eine ältere Übersicht findet sich bei Heinbokel 2001, S. 120) Potenziale spezifischer Förderangebote und -materialien für Mädchen zu betonen. Im Rahmen der Studien von Benölken (2011) wurde beispielsweise im Rahmen des Projekts „Mathe für kleine Asse“ eine Fördergruppe für mathematisch begabte Mädchen an einer Grundschule etabliert, die u.a. eine Stärkung deren mathematischer Selbstkonzepte intendierte (das Konzept beschreibt Benölken 2012b). Die Lehrkräfte berichteten hier über sehr positive motivationale Effekte im regulären Mathematikunterricht. In diesem Rahmen wurden auf der Grundlage der Ergebnisse von Benölken (2011) verschiedene Aufgabenfelder zur speziellen Förderung von Mädchen entwickelt und erprobt. Solche Materialien könnten demnach eine oder mehrere Perspektiven der folgenden „Denkrichtungen“ aufnehmen (vgl. auch Benölken 2012a):

- Mischung aus herausfordernden Aufgaben und Aufgaben, die in besonderer Weise dem Sicherheitsdenken entsprechen, das sich bei vielen Mädchen findet.
- Berücksichtigung besonderer Präferenzen bei der Lösungsdarstellung im Hinblick auf vielfältige und kreative Möglichkeiten.
- Besondere Angebote kooperativen Arbeitens, d.h. viele Gelegenheiten zum gedanklichen Austausch und zum gemeinsamen Knobeln.
- Angebote an Aufgaben künstlerisch-kreativen Inhalts, an „echten“ Rechenaufgaben, an Aufgaben zur Logik und Mustererkennung, für die Mädchen jeweils häufig besondere Vorlieben äußern.

- Günstige „Stützfaktoren“ bestehen zudem ggf. in der Akzentuierung von bei Mädchen beliebten Themen (hier ist jedoch eine hohe Sensibilität der Lehrkraft gefragt, um motivierende Aspekte zu nutzen, ohne Geschlechterstereotype zu festigen), in positiven Identifikationsangeboten sowie im Einbringen „außermathematischer“, z.B. sprachlich-literarischer Stärken.

Hinzu kommen Kriterien, die generell an Aufgaben und Problemfelder für die Förderung mathematisch begabter Kinder zu stellen sind (z.B. reichhaltige mathematische Substanz oder Offenheit für verschiedene Lösungswege und -darstellungen; siehe dazu und zur Gestaltung solcher Problemfelder als Gelegenheiten für Kinder zum forschenden Tätigsein z.B. Fritzljar 2006; Käpnick 2001).

Ein Beispiel für ein solches Problemfeld stellt das Thema „Landkarten und Farben“ dar, das auf dem bekannten „Vier-Farben-Theorem“ basiert (siehe auch Benölken 2012b). Die Kinder erkunden in einer ersten Forscherphase aus mehreren Feldern bestehende Mauern unterschiedlicher Größen mit dem Forschungsauftrag, herauszufinden, wie viele Farben ausreichen, um benachbarte Felder unterschiedlich zu färben (vgl. Abb. 1). Erfahrungsgemäß gelangen die Kinder schnell zu der Erkenntnis, dass vier Farben genügen, sind aber gleichzeitig stark motiviert, die Kontraposition einzunehmen und (z.B. durch das Finden eines Gegenbeispiels) nachzuweisen, dass auch mehr oder weniger Farben genügen bzw. nötig sind.

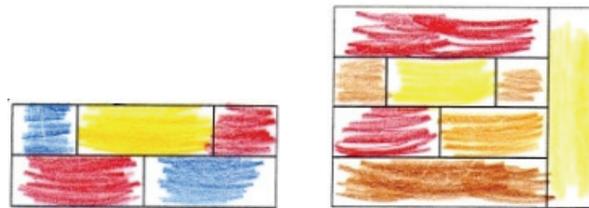


Abbildung 1: Eigenproduktionen zum Färben von Mauern

In einer zweiten offenen Arbeitsphase soll eine eigene Landkarte unter Beachtung der gleichen Regeln und unter dem gleichen Forschungsauftrag wie beim Färben der Mauern frei gestaltet werden, die unterschiedlich gefärbte Länder enthält (Abb. 2). Viele Mädchen schlossen sich hierzu in Gruppen zusammen, versahen Landkarten mit Applikationen wie Schlössern oder Figuren, erfanden ergänzende Geschichten oder verbanden die Färbungsidee mit der Gestaltung anderer Bilder. Von den o.g. Denkrichtungen finden sich hier (insbesondere durch die Gestaltung der zweiten Arbeitsphase) die Berücksichtigung vielfältiger kreativer Möglichkeiten der Lösungsdarstellung, der künstlerisch-kreative Charakter des Problemfeldes, vielfältige Möglichkeiten der Kooperation und Kommunikation sowie die Mög-

lichkeit, über die Mathematik hinaus weitere Interessen und Stärken einzubringen (wie das Schreiben von Geschichten zu den Bildern).



Abbildung 2: Eigenproduktionen zu „Landkarten und Farben“.

Weitere erprobte Beispiele für Problemfelder zur Förderung von Mädchen sind „Nonogramme“ und „Mathematische Bewegungsspiele“ (Benölken 2010a; 2010b). Sie eignen sich nach unseren Erfahrungen besonders zur Förderung von Mädchen, jedoch empfinden alle Kinder – also auch Jungen oder mathematisch nicht begabte Mädchen – die Beschäftigung damit als Freude und Herausforderung.

5.2 Beispiele für Konsequenzen hinsichtlich der Förderung von Jungen

Die im Folgenden dargestellten beispielhaften Konsequenzen basieren wiederum auf verschiedenen hB und sind verbunden durch die Grundidee, Mathematik als kognitiven Bereich, in dem sich viele Jungen fähig fühlen, als Ausgangspunkt zu nutzen, um übergreifende Fähigkeiten zu fördern und Jungen in ihrer gesamten Persönlichkeitsentwicklung zu unterstützen (siehe auch Benölken 2013).

Berücksichtigung von und angemessener Umgang mit Konkurrenz- und Wettbewerbsdenken (zur hB 4): Viele Jungen zeigen Affinitäten zu Konkurrenz- und Wettbewerbssituationen, denen neben anderen Bedürfnissen neueren wissenschaft-

lichen Ansätzen zufolge im Unterricht explizit Raum gegeben werden sollte (z.B. Hoffmann 2009, S. 164–167). Jedoch ist die Sensibilität der Lehrkraft gefordert, das motivationale Potenzial zu nutzen, ohne Kommunikationskulturen zu vernachlässigen bzw. gleichzeitig entsprechende Situationen als Gelegenheiten zum sozialen Lernen wahrzunehmen.

Förderung vielfältiger Interessen (zur hB 8): Viele Jungen fokussieren sich sehr auf die Mathematik als kognitives Interesse und zeigen gleichzeitig verhältnismäßig wenig Interesse an anderen Bereichen. Als mögliche Konsequenz ergibt sich, das Interesse an anderen kognitiven Bereichen zu fördern, also beispielsweise am sprachlichen Bereich, indem die Mathematik als Ausgangspunkt gewählt wird (z.B. anhand einer „mathematischen Schreibwerkstatt“).

Jungen sollten zu Lösungskontrollen angeregt werden (zur hB 13): Viele Jungen verzichten auf Lösungskontrollen, so dass Flüchtigkeitsfehler oder Argumentationsschwächen unreflektiert verbleiben. Zur Förderung gründlichen Denkens sowie zur Förderung von Fähigkeiten im logischen Schließen und Begründen empfiehlt es sich somit, Jungen den Sinn von Lösungskontrollen transparent zu erklären und sie dazu zu ermutigen, ohne dabei Zwang- oder Schemaverhalten zu begünstigen.

Jungen sollten angeregt werden, Lösungen zu verbalisieren bzw. anschaulich darzustellen (zur hB 15): Jungen sind häufig mit spontanen Lösungsideen oder sehr kurzen, oft wenig nachvollziehbaren Lösungsdarstellungen zufrieden. Zur Förderung von Fähigkeiten im schlüssigen Darstellen und Begründen eigener Ideen sollten Jungen daher angeregt werden, nachvollziehbare Lösungsdarstellungen zu erstellen und die Vielfalt und Sinnhaftigkeit entsprechender Möglichkeiten kennenzulernen und zu reflektieren.

Jungen sollten zur Kommunikation und Kooperation angeregt werden (zur hB 16): Viele Jungen tendieren zur Einzelarbeit. Daher empfiehlt sich die Schaffung von Gelegenheiten zur Förderung von Fähigkeiten hinsichtlich Kommunikation und Kooperation anhand ausgewählter Situationen, die Zusammenarbeit akzentuieren, ohne die Möglichkeit zum eigenständigen Arbeiten völlig auszuklammern und auf diese Weise die Präferenzen vieler Jungen zu unterdrücken.

Ein Beispiel, wie sich die Förderung von Jungen und Mädchen unter besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse vieler Jungen verbinden lässt, sind m.E. Gruppenwettbewerbe, die erfahrungsgemäß beispielsweise folgende Vorteile bieten:

- Gegenseitige Motivation und nachhaltige Beschäftigung mit Problemaufgaben (u.a. in Situationen, in denen Kinder sich in einer „Sackgasse“ befinden).
- Leistungs- und Konkurrenzdruck für den Einzelnen werden minimiert, ohne dass die motivierende Komponente des Wettbewerbs verloren geht.
- Die Anlage als Gruppenwettbewerb impliziert Kooperation sowie Kommunikation und damit die Förderung entsprechender Fähigkeiten.

- Aufgrund von Gelegenheiten, kleine Gruppen gezielt zu beobachten, ergibt sich ein großes diagnostisches Potenzial.

Solche Gruppenwettbewerbe können verschieden gestaltet werden und z.B. Phasen oder Teilwettbewerbe enthalten, in denen Jungen gemäß ihrer Bedürfnisse alleine knobeln können. Beispielhafte erprobte Ideen für Organisationsformen, z.T. in Anlehnung an bekannte Fernsehshows oder Gesellschaftsspiele, sind:

- Ein Stationenlauf zu geometrischen, arithmetischen, stochastischen Inhalten bzw. zum Schätzen und Messen oder z.B. zu Fermiaufgaben, wobei von Kleingruppen an jeder Station Punkte zu sammeln sind (innerhalb des Projekts „Mathe für kleine Asse“ z.B. entwickelt und erprobt von Jansing 2009).
- Spiele wie „MathTabu“ oder „Mathivity“, für die Spielkarten (z.B. zu mathematischen Begriffen) zunächst selbst gestaltet werden können und in denen diese Karten anschließend ausgetauscht und beschrieben (im MathTabu ist die Nennung vorher bestimmter Begriffe dabei verboten; vgl. Abb. 3 links), gemalt oder pantomimisch dargestellt werden sollen. Hier können jeweils zwei oder mehr größere Gruppen gegeneinander antreten, wobei die Gruppe mit der höchsten Anzahl richtig erratener Begriffe gewinnt.



Abbildung 3: Karte des „MathTabu“ (links) und Auswahltafel des mathematischen „Jeopardy“ (rechts) als Beispiele aus Gruppenwettbewerben.

- Mathematisches „Jeopardy“. Die Kinder können aus verschiedenen Kategorien Problemstellungen wählen und lösen diese anschließend alleine oder in zuvor formierten Kleingruppen um die Wette, wobei für jede Aufgabe je nach Schwierigkeitsgrad Punkte zu vergeben sind (vgl. Abb. 3 rechts).
- Verschiedene Varianten eines Wettbewerbs in Anlehnung an die Fernsehshow „Schlag den Raab“ (siehe auch Benölken 2013), in dem unterschiedliche Problemaufgaben als Spiele aufeinander folgen, wobei für jedes folgende Spiel ein Punkt mehr als für das vorhergehende vergeben wird. Statt gegen eine ausgewählte Einzelperson anzutreten, können zwei große Gruppen (z.B. die Hälften einer Klasse) gegeneinander spielen. Je nach Gestaltung der einzelnen Spie-

le treten die Gruppen entweder im Ganzen gegeneinander an oder entsenden einen (oder mehr) Vertreter, die sich nach eigenem Belieben mit ihrer Gruppe austauschen können.

Über den Einsatz in Förderprojekten hinaus können solche Wettbewerbe zudem im regulären Unterricht beispielsweise in Sicherungsphasen oder zur substanziellen Auflockerung des Unterrichts eingesetzt werden.

6 Diskussion

Gemäß dem in Abschnitt 1 formulierten Ziel wurde in diesem Beitrag ein Gesamtüberblick über die Forschungsergebnisse von Benölken (2011) gegeben. Vor dem Hintergrund einer groben Übersicht über die forschungsmethodologische Anlage der Studien wurde zunächst ein Überblick über wichtige wissenschaftliche Beiträge gegeben, die Hinweise auf geschlechtsspezifische Besonderheiten in der Entwicklung mathematischer Begabungen liefern, um das Vorgehen der theoretisch-analytischen Untersuchungen zu explizieren, insbesondere konkretisiert am Beispiel der theoretisch-analytischen Konstruktion von hB zum mathematischen Selbstkonzept inklusive einer groben Skizze der empirischen Überprüfung. Es folgte die Darstellung der zentralen Ergebnisse der Studien, d.h. des komplexen Gefüges „hypothetischer Besonderheiten“ sowie der thesehaft zu verstehenden Typisierung mathematisch begabter Mädchen, die vermöge der vergleichsweise seltenen Identifikation des Typs III einen Ansatzpunkt zur Erklärung liefern könnte, wieso Mädchen vergleichsweise selten als mathematisch begabt identifiziert werden. Im Anschluss wurden exemplarisch Konsequenzen für eine differenziertere Diagnostik und Förderung mathematisch begabter Mädchen und Jungen abgeleitet, die u.a. Vorschläge bzw. Beispiele entsprechender Materialien und Gestaltungsmöglichkeiten für die Unterrichtspraxis liefern.

Der hohen Komplexität der Thematik in den empirischen Untersuchungen zu entsprechen, erwies sich im Ganzen als schwierig. Das Bestreben, der ganzheitlichen Sichtweise zu genügen, soweit dies unter den verfügbaren zeitlichen und örtlichen Dispositionen möglich war, erforderte einerseits eine komplexe Anlage sich wechselseitig ergänzender Studien und brachte andererseits an einigen Stellen den Verzicht auf die vollständige Absicherung der Ergebnisse mit sich, z.B. bei der als thesehaft zu verstehenden Modellierung der drei Typen mathematisch begabter Mädchen. Die für die quantitativen Auswertungen gewählten statistischen Verfahren erwiesen sich im Sinne der jeweiligen Zielstellungen grundsätzlich jedoch als geeignet. Nicht unproblematisch sind die Ungleichverteilung weiblicher und männlicher Probanden sowie die z.T. relativ geringen Stichprobenumfänge – in Anschlussuntersuchungen sind hier jeweils möglichst eine Gleichverteilung sowie eine Erhöhung der Stichprobenumfänge anzustreben, was sich vor dem Hintergrund des in Abschnitt 1 berichteten Phänomens der Unterrepräsentanz und dem zugrun-

de liegenden prozessorientierten diagnostischen Ansatz (dazu Abschnitte 1 und 2.3) hier nicht realisieren ließ. Aus ganzheitlicher Sicht ist festzuhalten, dass quantitative Studien zwar ein hohes Maß an Vergleichbarkeit herzustellen vermögen, der Zusammenhang zu individuellen Persönlichkeitseigenschaften u.Ä. aber nicht darstellbar ist. Ausgewählte Fallstudien dienen daher dazu, die Wirkungsweise der vorgestellten quantitativen Ergebnisse tiefergehend, insbesondere hinsichtlich innerer Wechselwirkungen und hinsichtlich von Zusammenhängen zu begabungsstützenden Persönlichkeitseigenschaften und der gesamten Persönlichkeitsentwicklung, zu erkunden und zu illustrieren. Die quantitativen und qualitativen Analysen sind als sich wechselseitig beeinflussende Einheit anzusehen: So konnten anhand der quantitativen Studien viele der theoretisch-analytisch konstruierten und in Fallstudien illustrierten bzw. explorierten hB signifikant abgesichert oder zumindest tendenziell belegt werden. Umgekehrt trugen die Fallstudien dazu bei, dass die statistischen Untersuchungen umfassend analysiert und interpretiert bzw. anhand von Fallbeispielen tiefergehend erkundet werden konnten. Grundsätzlich erwiesen sich die eingesetzten qualitativen Methoden damit ebenfalls als geeignet für die Realisierung der Zielstellungen.⁹

In diesem Kontext ist darauf hinzuweisen, dass sich die in diesem Beitrag dargestellten Ergebnisse auf als „mathematisch begabt“ identifizierte Kinder beziehen, d.h. auf Kinder, welche anhand einer langfristigen prozessorientierten Diagnostik identifiziert wurden. Gegenüber Mädchen, deren hohes Begabungspotenzial (noch) nicht identifiziert wurde, darf dies nicht zu einer verengenden Sichtweise führen. Innerhalb der Studien wurde der Problematik, die Wirkungsweisen der hB angemessen interpretieren zu können, durch die Analyse von Fallstudien entsprochen, die z.B. die Verbesserung motivationaler Faktoren im Zuge der Förderung innerhalb des Projekts „Mathe für kleine Asse“ exemplarisch belegen. Die Ergebnisse deuten insofern auf die zentrale Bedeutung der hB hin, die sich insgesamt für eine bessere Identifikation und Förderung mathematisch begabter Mädchen aus den Erkenntnissen über bereits identifizierte Mädchen ergibt. Gerade für die quantitativen Studien ist die Unterscheidung der Gruppen allerdings m.E. eine notwendige Konvention. Die thesenhafte Typisierung auf der Basis qualitativer Studien zeigt in diesem Zusammenhang übergreifende Ansatzpunkte hinsichtlich der Diagnostik mathematisch begabter, jedoch selten identifizierter Mädchen anhand des Typs III auf.

Damit stellen die als Resultat der quantitativen und qualitativen Analysen herausgestellten Besonderheiten mathematisch begabter Mädchen in Form von hB sowie die vorgenommene Typisierung m.E. eine wertvolle Grundlage für die weitere Er-

⁹ Ausführliche methodenkritische Bemerkungen zu den einzelnen quantitativen Untersuchungen, zu den qualitativen Untersuchungen sowie deren gesamter Synthese finden sich bei Benölken (2011).

forschung geschlechtsspezifischer Besonderheiten mathematisch begabter Kinder und einen wichtigen Baustein für differenzierte Einblicke in individuelle Entwicklungen mathematischer Begabungen im Grundschulalter dar. Die aus dem Gefüge der hB abgeleiteten praktischen Konsequenzen zeigen Potenziale der theoretischen Erkenntnisse zu geschlechtsspezifischen Besonderheiten auf hinsichtlich einer den Bedürfnissen vieler Mädchen entsprechenden Förderung im Alltag des Mathematikunterrichts und einer den Bedürfnissen vieler Jungen entsprechenden Förderung, welche zugleich übergreifende Fähigkeiten fokussiert. Die Anregungen zu Fördermaterialien für Mädchen sind nicht misszuverstehen als Beitrag zur Verfestigung von Geschlechterstereotypen, sondern zeigen Möglichkeiten auf, Mädchen die Mathematik gemäß ihren häufig aktuell feststellbaren Interessen und Neigungen nahe zu bringen, ohne Jungen auszuschließen. Unsere Erfahrungen mit dem Einsatz dieser Materialien sind bisher durchweg positiv. Gleiches gilt für die Durchführung von Gruppenwettbewerben, die neben dem diagnostischen Potenzial insbesondere Vorlieben von Jungen Rechnung tragen, ohne Bedürfnisse von Mädchen zu vernachlässigen, da insbesondere Kommunikation und Kooperation für ein erfolgreiches Abschneiden notwendig sind. Damit ergeben sich abschließend auf Basis der theoretischen Grundlagen und der darauf aufbauenden praktischen Konsequenzen die folgenden Thesen, die in einen Unterricht, der beiden Geschlechtern gerecht wird, einfließen könnten:

- Mädchen des Typs III, d.h. Mädchen, die u.a. eines kreativen Zugangs zur Mathematik mit wenigen Formalismen bedürfen und die dysfunktionale motivationale Faktoren aufweisen, werden selten als mathematisch begabt identifiziert, so dass Lehrkräfte entsprechend ihren diagnostischen Blick weiten und adäquate Situationen im Unterricht schaffen sollten.
- Da sich viele Jungen im Fach Mathematik fähig fühlen, ist die Mathematik als Ausgangspunkt nutzbar, um ihre Persönlichkeitsentwicklung, das Interesse an anderen kognitiven Bereichen oder soziale Fähigkeiten zu fördern, wobei Bedürfnisse von Jungen wie z.B. Situationen, in denen sie die Affinität zu Wettbewerbsdenken ausleben können, dabei nicht unterdrückt werden sollten.
- Materialien, die Bedürfnisse eines Geschlechts besonders aufnehmen, ohne das andere auszuschließen, besitzen ein großes Potenzial, um jedes Kind gemäß seiner Bedürfnisse zu fördern und differenziertere Einblicke in die Diagnose mathematischer Begabungen zu erlangen. Dabei ist darauf zu achten, solche Materialien ausgewogen einzusetzen und Stereotypisierungen zu vermeiden.

Literatur

- Abele, A. E.; Lenzner, A. (2004): Frauen heute im Mathematikstudium international. In: Abele, A. E.; Neunzert, H.; Tobies, R. (Hrsg.): *Traumjob Mathematik. Berufswege von Frauen und Männern in der Mathematik*. Basel u.a.: Birkhäuser, S. 147–157.
- Benölken, R. (2013): Mathematische Begabung und Geschlecht: Theoretische Befunde und praktische Hinweise. In: Fritzlar, T.; Käpnick, F. (Hrsg.): *Mathematische Begabungen – Denkansätze zu einem komplexen Themenfeld aus verschiedenen Perspektiven*. Münster: WTM (in Vorbereitung).
- Benölken, R. (2012a): Mathematical Giftedness, Gender and Creativity. In: *Proceedings of the 7th Mathematical Creativity and Giftedness International Conference in Busan, Republic of Korea* (by the International Group for Mathematical Creativity and Giftedness), S. 121–128.
- Benölken, R. (2012b): „Mathe für kleine Asse“ (für Mädchen!) – Über eine Gruppe des Münsteraner Förderprojekts für mathematisch begabte Kinder an einer Grundschule. In: Fischer, C.; Fischer-Ontrup, C.; Käpnick, F.; Mönks, F.-J.; Scheerer, H.; Solzbacher, C. (Hrsg.): *Individuelle Förderung multipler Begabungen. Fachbezogene Förder- und Förderkonzepte*. Berlin: Lit Verlag, S. 87–94.
- Benölken, R. (2011): *Mathematisch begabte Mädchen. Untersuchungen zu geschlechts- und begabungsspezifischen Besonderheiten im Grundschulalter*. Münster: WTM.
- Benölken, R. (2010a): Begabungs- und geschlechtsspezifische Besonderheiten bei mathematischen Selbstkonzepten. In: Fritzlar, T.; Heinrich, F. (Hrsg.): *Kompetenzen mathematisch begabter Kinder erkunden und fördern*. Offenburg: Mildenerger, S. 95–110.
- Benölken, R. (2010b): Anspruchsvolle mathematische Bewegungsspiele – auch und gerade für Mädchen. In: *MNU Primar* 3, S. 95–98.
- Berlinger, N. (2010): Räumliches Vorstellungsvermögen – wichtig oder wesentlich für die mathematische Begabungsentwicklung im Grundschulalter? In: Käpnick, F. (Hrsg.): *Das Münsteraner Projekt „Mathe für kleine Asse“. Perspektiven von Kindern, Studierenden und Wissenschaftlern*. Münster: WTM, S. 138–149.
- Blunck, A. (2007): Das Geschlecht der Mathematik. In: Cederbaum, C.; Homeyer, P. von (Hrsg.): *Ein Moment für Mensch und Mathematik*. Freiburg i. Br.: Freiburger Verlag, S. 115–124.
- BMBF [Bundesministerium für Bildung und Forschung] (Hrsg., 2010): *Begabte Kinder finden und fördern. Ein Ratgeber für Eltern, Erzieherinnen und Erzieher, Lehrerinnen und Lehrer*. Bonn und Berlin.
- Buss, D. M. (2004): *Evolutionäre Psychologie* (2., aktualisierte Auflage). München u.a.: Pearson Studium.
- Coopersmith, S. A. (1967): *The Antecedents of Self-Esteem*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Dickhäuser, O.; Stiensmeier-Pelster, J. (2003): Wahrgenommene Lehrereinschätzungen und das Fähigkeitsselbstkonzept von Jungen und Mädchen in der Grundschule. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 50(2), S. 182–190.
- Eagly, A. H. (1987): *Sex Differences in Social Behavior: A Social-Role Interpretation*. Hillsdale u.a.: Lawrence Erlbaum.
- Endepohls-Ulpe, M. (2012): Begabte Mädchen und Frauen. In: Stöger, H.; Ziegler, A.; Heilemann, M. (Hrsg.): *Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. Berlin: Lit Verlag, S. 103–132.
- Finsterwald, M.; Schober, B.; Jöstl, G.; Spiel, C. (2012): Motivation und Attributionen: Geschlechtsunterschiede und Interventionsmöglichkeiten. In: Stöger, H.; Ziegler, A.;

- Heilemann, M. (Hrsg.): *Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. Berlin: Lit Verlag, S. 193–212.
- Fritzlar, T. (2006): Die „Matheasse“ in Jena – ein Projekt zur Förderung mathematisch interessierter und (potenziell) begabter Grundschüler. In: Bauersfeld, H.; Kießwetter, K. (Hrsg.): *Wie fördert man mathematisch besonders befähigte Kinder. Ein Buch aus der Praxis für die Praxis*. Offenburg: Mildenerger, S. 27–36.
- Fuchs, M. (2006): *Vorgehensweisen mathematisch potentiell begabter Dritt- und Viertklässler beim Problemlösen. Empirische Untersuchungen zur Typisierung spezifischer Problembearbeitungsstile*. Münster: Lit Verlag.
- Fuchs, M.; Käpnick, F. (2009): *Mathe für kleine Asse. Empfehlungen zur Förderung mathematisch interessierter und begabter Kinder im 3. und 4. Schuljahr* (Band 2). Berlin: Cornelsen.
- Geary, D. C.; DeSoto, M. C. (2001): Sex Differences in Spatial Abilities Among Adults from the United States and China. Implications for Evolutionary Theory. In: *Evolution and Cognition* 7(2), S. 172–177.
- Hanna, G. (2003): Reaching Gender Equity in Mathematics Education. In: *Educational Forum* 67, S. 203–214.
- Hannover, B. (1991): Zur Unterrepräsentanz von Mädchen in Naturwissenschaften und Technik: Psychologische Prädiktoren der Fach- und Berufswahl. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 5(3), S. 169–186.
- Harter, S. (1982): The Perceived Competence Scale for Children. In: *Child Development* 53, S. 87–97.
- Heinbokel, A. (2001): *Hochbegabte. Erkennen, Probleme, Lösungswege*. Münster u.a.: Lit Verlag.
- Hellmich, F. (2006): *Interessen, Selbstkonzepte und Kompetenzen. Untersuchungen zum Lernen von Mathematik bei Grundschulkindern*. Oldenburg: Didaktisches Zentrum Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.
- Hoffmann, A. (2009): *Rettet unsere Söhne. Wie den Jungs die Zukunft verbaut wird und was wir dagegen tun können*. München und Zürich: Pendo.
- Hyde, J. S.; Lindberg, S. M.; Linn, M. C.; Ellis, A. B.; Williams, C. C. (2008): Gender Similarities Characterize Math Performance. In: *Science* 321, S. 494–495.
- Jahnke-Klein, S. (2001): *Sinnstiftender Mathematikunterricht für Mädchen und Jungen*. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- Jansing, S. (2009): *Entwicklung eines Teamwettbewerbs für kleine Matheasse in der 3. und 4. Klasse*. Schriftliche Hausarbeit zur Erlangung des Mastergrades: Universität Münster.
- Käpnick, F. (2008): „Mathe für kleine Asse“ – Das Münsteraner Konzept zur Förderung mathematisch begabter Kinder. In: Fuchs, M.; Käpnick, F. (Hrsg.): *Mathematisch begabte Kinder. Eine Herausforderung für Schule und Wissenschaft*. Berlin: Lit Verlag, S. 138–148.
- Käpnick, F. (2001): *Mathe für kleine Asse. Empfehlungen zur Förderung mathematisch interessierter und begabter Kinder im 3. und 4. Schuljahr*. Berlin: Volk und Wissen.
- Käpnick, F. (1998): *Mathematisch begabte Kinder*. Frankfurt am Main u.a.: Peter Lang.
- Kasten, H. (2003): *Weiblich – Männlich: Geschlechterrollen durchschauen* (2., überarbeitete Auflage). München: Ernst Reinhardt Verlag.

- Keller, C. (1998): *Geschlechterdifferenzen in der Mathematik: Prüfung von Erklärungsansätzen. Eine mehrbenenanalytische Untersuchung im Rahmen der 'Third International Mathematics and Science Study'*. Zürich: Zentralstelle der Studentenschaft.
- Kohlberg, L. (1966): A Cognitive-Developmental Analysis of Children's Sex-Role Concepts and Attitudes. In: Maccoby, E. E. (Hrsg.): *The Development of Sex Differences*. Stanford: Stanford University Press, S. 82–173.
- Laskowski, A. (2000): *Was den Menschen antreibt. Entstehung und Beeinflussung des Selbstkonzepts*. Frankfurt am Main u.a.: Campus Verlag.
- Lautenbacher, S.; Güntürkün, O.; Hausmann, M. (Hrsg., 2007): *Gehirn und Geschlecht. Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann*. Heidelberg: Springer Medizin.
- Lenzner, A. (2006): *Women in Mathematics. A Cross-Cultural Comparison*. Münster u.a.: Waxmann.
- Lindberg, S. M.; Hyde, J. S.; Petersen, J. L.; Linn, M. C. (2010): New Trends in Gender and Mathematics Performance: A Meta-Analysis. In: *Psychological Bulletin* 136, S. 1123–1135.
- Ma, X. (2010): Gender Differences in Mathematics Achievement. Evidence from Regional and International Student Assessments. In: Forgasz, H. J.; Rossi Becker, J.; Lee, K.-H.; Steinthorsdottir, O. B. (Hrsg.): *International Perspectives on Gender and Mathematics Education*. Charlotte, NC: Information Age Publishing, S. 225–248.
- Markus, H.; Sentis, K. (1982): The Self in Social Information Processing. In: Suls, J. (Hrsg.): *Psychological Perspectives on the Self* (Vol. 1). Hillsdale, N. J.: Erlbaum, S. 41–70.
- Marsh, H. W.; Craven, R. G.; Debus, R. (1991): Self-concepts of Young Children 5 to 8 Years of Age: Measurement and Multidimensional Structure. In: *Journal of Educational Psychology* 83, S. 377–392.
- Moschner, B.; Dickhäuser, O. (2006): Selbstkonzept. In: Rost, D. H. (Hrsg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (3., überarbeitete und erweiterte Auflage). Weinheim u.a.: Beltz, S. 685–692.
- Niederrenk-Felgner, C. (1994): Mathematikunterricht für Mädchen – Was kann das sein? In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 26(2), S. 57–62.
- OECD (2010): PISA 2009 Ergebnisse. Was Schülerinnen und Schüler wissen und können (Band I, Zusammenfassung). <http://www.oecd.org/berlin/46579420.pdf> (zuletzt abgerufen am 21.08.2012).
- O'Mara, A. J.; Marsh, H. W.; Craven, R. G.; Debus, R. (2006): Do Self-concept Interventions Make a Difference? A Synergetic Blend of Construct Validation and Meta-analysis. In: *Educational Psychologist* 41, S. 181–206.
- Piatek-Jimenez, K. (2008): Images of Mathematicians: A New Perspective on the Shortage of Women in Mathematical Careers. In: *ZDM. The International Journal on Mathematics Education* 40(4), S. 633–646.
- Pohlmann, B. (2005): *Konsequenzen dimensionaler Vergleiche*. Münster u.a.: Waxmann.
- Pruisken, C. (2005): *Interessen und Hobbys hochbegabter Grundschul Kinder. Formeln statt Fußball?* Münster u.a.: Waxmann.
- Quaiser-Pohl, C. (2012): Mädchen und Frauen in MINT: Ein Überblick. In: Stöger, H.; Ziegler, A.; Heilemann, M. (Hrsg.): *Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten*. Berlin: Lit Verlag, S. 13–39.

- Rossi Becker, J.; Forgasz, H.; Steinhorsdottir, O. B.; Lee, K.-H. (2010): International Perspectives on Gender and Mathematics Education: An Overview. In: Forgasz, H. J.; Rossi Becker, J.; Lee, K.-H.; Steinhorsdottir, O. B. (Hrsg.): *International Perspectives on Gender and Mathematics Education*. Charlotte, NC: Information Age Publishing, S. 1–11.
- Rost, D. H.; Hanses, P. (2000): Selbstkonzept. In: Rost, D. H. (Hrsg.): *Hochbegabte und hochleistende Jugendliche. Neue Ergebnisse aus dem Marburger Hochbegabtenprojekt*. Münster u.a.: Waxmann, S. 211–278.
- Rustemeyer, R.; Jubel, A. (1996): Geschlechtsspezifische Unterschiede im Unterrichtsfach Mathematik hinsichtlich der Fähigkeitseinschätzung, Leistungserwartung, Attribution sowie im Lernaufwand und im Interesse. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 10, S. 13–25.
- Schwank, I. (1992): Untersuchungen algorithmischer Denkprozesse von Mädchen. In: Grabosch, A.; Zwölfer, A. (Hrsg.): *Frauen und Mathematik. Die allmähliche Rückeroberung der Normalität?* Tübingen: Attempto Verlag, S. 68–90.
- Shavelson, R. J.; Hubner, J. J.; Stanton, G. C. (1976): Self-concept: Validation of Construct Interpretations. In: *Review of Educational Research* 46, S. 407–441.
- Stapf, A. (2006): *Hochbegabte Kinder. Persönlichkeit, Entwicklung, Förderung* (3., aktualisierte Auflage). München: Verlag C. H. Beck.
- Tiedemann, J.; Faber, G. (1995): Mädchen im Mathematikunterricht: Selbstkonzept und Kausalattribution im Grundschulalter. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 27(1), S. 61–71.
- Trautner, H. M. (2006): Sozialisation und Geschlecht. Die entwicklungspsychologische Perspektive. In: Bilden, H.; Dausien, B. (Hrsg.): *Sozialisation und Geschlecht. Theoretische und methodologische Aspekte*. Opladen u.a.: Verlag Barbara Budrich, S. 103–120.
- Trautner, H. M. (1991): *Lehrbuch der Entwicklungspsychologie* (Band 2: Theorien und Befunde). Göttingen u.a.: Hogrefe.
- Valtin, R.; Wagner, C. (2002): Wie wirken sich Notengebung und verbale Beurteilung auf die leistungsbezogene Persönlichkeitsentwicklung aus? In: Valtin, R. (Hrsg.): *Was ist ein gutes Zeugnis? Noten und verbale Beurteilungen auf dem Prüfstand*. Weinheim: Juventa, S. 113–137.
- Wieczerkowski, W.; Jansen, J. (1990): Mädchen und Mathematik: Geschlechtsunterschiede in Leistung und Wahlverhalten. In: Wieczerkowski, W., Prado, T. (Hrsg.): *Hochbegabte Mädchen*. Bad Honnef: Verlag Karl Heinrich Bock, S. 134–151.

Anschrift des Verfassers

Dr. Ralf Benölken
 Westfälische Wilhelms-Universität Münster
 Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik
 Fliegerstr. 21, 48149 Münster
 rben@math.uni-muenster.de

Eingang Manuskript: 13.12.2013
 Eingang überarbeitetes Manuskript: 12.02.2013
 Online verfügbar: 04.03.2013