

**Wissenschaftliche Begleitung des
Mathematikunterrichts in Hamburg**

Bericht der Mathematik-Expertenkommission

Hamburg, den 3.12.2018

Wissenschaftliche Begleitung des Mathematikunterrichts in Hamburg

Bericht der Mathematik-Expertenkommission

Hamburg, den 3.12.2018

Mitglieder der Expertenkommission

Leitung:

Prof. Dr. Olaf Köller, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) an der Universität Kiel, Email: koeller@ipn.uni-kiel.de

Weitere Mitglieder (in alphabetischer Reihenfolge)

Prof. Dr. Regina Bruder, Technische Universität Darmstadt, Arbeitsgruppe Mathematikdidaktik, Fachbereich Mathematik, Email: bruder@mathematik.tu-darmstadt.de

Prof. Dr. Hedwig Gasteiger, Universität Oldenburg, Arbeitsgruppe Mathematikdidaktik, Institut für Mathematik, Email: hedwig.gasteiger@uni-osnabrueck.de

Prof. Dr. Gabriele Kaiser, Universität Hamburg, Arbeitsgruppe Didaktik der Mathematik, Fakultät für Erziehungswissenschaft, Email: gabriele.kaiser@uni-hamburg.de

Prof. Dr. Dominik Leiß, Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Mathematik und ihre Didaktik, Email: leiss@leuphana.de

Prof. Dr. Frank Lipowsky, Universität Kassel, Empirische Schul- und Unterrichtsforschung, Email: lipowsky@uni-kassel.de

Prof. Dr. Susanne Prediger, Technische Universität Dortmund, Institut für Erforschung und Entwicklung des Mathematikunterrichts, Fakultät für Mathematik, Email: prediger@math.uni-dortmund.de

Beratendes Mitglied und Moderator der Expertenkommission:

Staatssekretär a. D. Burkhard Jungkamp, Beelitz, Email:

Burkhard.jungkamp@freenet.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	3
1. Einleitung	5
1.1 Zielsetzungen und Prozess	6
1.2 Anmerkungen zum Inhalt	8
2. Handlungsfeld 1: Zielperspektiven des Mathematikunterrichts	9
2.1 Entwicklungen und Diskussionen zu den Zielen und Inhalten des Mathematikunterrichts an allgemeinbildenden Schulen	9
2.2 Spezifische Rahmenbedingungen für den Mathematikunterricht in Hamburg – fixiert in den gültigen Bildungsplänen	12
2.3 Ausgangslage: Entwicklungspotenzial der Hamburger Bildungspläne zur Umsetzung der KMK Bildungsstandards	14
2.4 Handlungsempfehlungen	16
2.5 Literatur	17
3. Handlungsfeld 2: Didaktische und methodische Gestaltung des Mathematikunterrichts	18
3.1 Gelingender Mathematikunterricht aus einer allgemeinen Perspektive	18
3.2 Mathematikunterricht aus einer fachspezifischen Perspektive	20
3.3 Ausgangslage in Hamburg	20
3.3.1. Berichte der Schulinspektion	20
3.3.2. Ergebnisse der Studie TEDS-Unterricht	22
3.4. Zusammenhang von Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionswissen	24
3.4.1. Allgemeine Zusammenhänge	24
3.4.2. Situation in Hamburg	24
3.5. Bisherige Maßnahmen	25
3.5.1. Maßnahmen für alle Schulformen und Schulstufen	25
3.6. Handlungsempfehlungen	26
3.7. Literatur	28
4. Handlungsfeld 3: Leistungsüberprüfung und -bewertung	30
4.1 Instrumente der Leistungsbewertung und -beurteilung	31
4.2 Ausgangssituation in Hamburg für das Fach Mathematik	34
4.3 Handlungsempfehlungen	37
4.4 Literatur	41
5. Handlungsfeld 4 – Frühe mathematische Bildung	42
5.1 Forschungsstand	42
5.2 Ausgangslage in Hamburg	43
5.2.1 Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte	43
5.2.2 Inhaltliche Vorgaben zur frühen mathematischen Bildung	44
5.2.3 Übergang Kindertageseinrichtung – Grundschule	44
5.3 Handlungsempfehlungen	47

5.4	Literatur	49
6.	Handlungsfeld 5: Förderung bei besonderen mathematischen Potenzialen und bei mathematischen Schwierigkeiten	50
6.1	Grundannahmen und Prämissen	50
6.2	Ausgangslage: Befunde und Analyse	50
6.2.1	Statistische Befunde aus KERMIT und dem IQB-Ländervergleich	50
6.2.2	Unterrichtliche und außerunterrichtliche Förderung besonderer mathematischer Potenziale	53
6.2.3	Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten	54
6.2.4	Fachbezogene Sprachförderung als Ansatz zur Reduktion sozialer und zuwanderungsbezogener Disparitäten	57
6.3	Handlungsempfehlungen	58
6.4	Literatur	61
7.	Handlungsfeld 6: Schulische und unterrichtliche Qualitätsentwicklung durch Professionalisierung	62
7.1	Einleitung	62
7.2	Strukturell-organisatorische Rahmenbedingungen	63
7.2.1	Ressourcen(nutzung)	63
7.2.2	Quantitatives Angebot an Fortbildungen in den verschiedenen Schulformen	64
7.2.3	Organisatorische Gestaltung der Fortbildungsaktivitäten	66
7.2.4	Wissenschaftliche Erkenntnisse zu formal-strukturellen Aspekten	66
7.3	Fortbildungsinhalte	68
7.3.1	Fortbildungsinhalte der Primarstufe	68
7.3.2	Fortbildungsinhalte der Sekundarstufe I	69
7.3.3	Wissenschaftliche Erkenntnisse zur inhaltlichen Ausrichtung von Fortbildungen	70
7.4	Qualitätsmonitoring	71
7.4.1	Bestehende Qualitätssicherungsmaßnahmen	71
7.4.2	Wissenschaftliche Erkenntnisse zur Qualitätssicherung von Fortbildungen	72
7.5	Handlungsempfehlungen	72
7.6	Literatur	74

Vorwort

Als Folge der nationalen Veröffentlichung der Ergebnisse der Dritten Internationalen Mathematik und Naturwissenschaftsstudie (TIMSS) im Jahre 1997 hat in Deutschland eine breite Diskussion über die Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts begonnen. Basierend auf den enttäuschenden TIMSS-Befunden wurde im Jahr 1998 das BLK-Modellprogramm zur Effizienzsteigerung des Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts (SINUS) gestartet, das in mehreren Wellen bis zum Jahr 2013 fortgesetzt wurde. Parallel zu SINUS wurden die für alle Länder verbindlichen Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz in den Jahren 2004, 2005 und 2015 verabschiedet und viele Länder haben weitere Initiativen ergriffen, vor allem nach den erneut enttäuschenden PISA-Ergebnissen, um die Unterrichtsqualität in den Schulen zu erhöhen. Die Freie und Hansestadt Hamburg hat die Herausforderungen an eine Weiterentwicklung des Unterrichts angenommen und viele Initiativen gestartet, um die schulischen Kompetenzen ihrer Schülerinnen und Schüler zu erhöhen. Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf den Mathematikunterricht gelegt, nicht zuletzt aufgrund des unterdurchschnittlichen Abschneidens Hamburger Schülerinnen und Schüler in den Ländervergleichen des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB). Der vorliegende Bericht knüpft an diese Anstrengungen an und soll zur weiteren Verbesserung des Mathematikunterrichts und der Mathematikleistungen in den verschiedenen Bildungsetappen beitragen. Er ist vom Senator der Behörde für Schule und Berufsbildung der Freien und Hansestadt Hamburg im Herbst 2017 initiiert und vom Staatsrat der Behörde für Schule und Berufsbildung in Auftrag gegeben und von einer unabhängigen Autorengruppe mit breiter Expertise in den Bereichen Mathematik, Schul- und Unterrichtsentwicklung und Lehr-Lernforschung bis zum Spätherbst 2018 erstellt worden. Ausgehend von einer systematischen Analyse der Ist-Situation in Hamburg hat die Autorengruppe Vorschläge zu sechs Handlungsfeldern erarbeitet, die von vorschulischen Angeboten bis zur Fort- und Weiterbildung der in Hamburg arbeitenden Mathematiklehrkräfte reichen. In allen Handlungsfeldern kommt die Expertenkommission zu dem Schluss, dass die zukünftige Verbesserung der mathematischen Kompetenzen ganz entscheidend von der Qualifikation der Pädagogischen Fachkräfte (im Vorschulbereich), den Lehrkräften (im schulischen Bereich) und dem Fortbildungspersonal (in der Fort- und Weiterbildung) abhängen wird.

Begleitet und beraten wurde die gesamte Arbeit von einer Projektgruppe, deren Mitglieder aus der Behörde für Schule und Berufsbildung, dem Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, dem Institut für Bildungsmonitoring und Qualitätsentwicklung und den drei Schulformen (Grundschule, Stadtteilschule und Gymnasium) stammen. Mit der Abgabe dieses Berichts endet die Arbeit der Expertinnen und Experten und es wird Aufgabe der Akteure vor Ort sein zu identifizieren, welche der Handlungsempfehlungen priorisiert und umgesetzt werden.

Am Ende dieser Arbeit bleibt uns zunächst der Dank an die Mitglieder der Expertenkommission, die mit großem Engagement bei knappen Zeitbudgets es geschafft haben, den Prozess der Erstellung konstruktiv und schnell zu gestalten. Die kollegiale Atmosphäre bei allen Sitzungen war vorbildlich. Den Mitgliedern der Projektgruppe

möchten wir ebenso danken, vor allem für die große Bereitschaft, die Arbeit der Expertenkommission hoch motiviert zu unterstützen, Informationen über die Situation des Fachs Mathematik in Hamburg bereitzustellen und konstruktive Rückmeldung zu den Handlungsempfehlungen zu geben. Des Weiteren gilt unser Dank den Mitarbeiterinnen der Behörde für Schule und Berufsbildung, die die Koordination des Prozesses gesteuert und sichergestellt haben, dass der Bericht pünktlich fertiggestellt werden konnte. Und zum Schluss gilt unser Dank dem Senator der Behörde für Schule und Berufsbildung und dem Staatsrat, die beide der Experten- und Projektgruppe ein großes Vertrauen entgegengebracht haben und niemals die Unabhängigkeit der Expertenkommission in Frage gestellt haben.

Hamburg, im Dezember 2018

Prof. Dr. Olaf Köller (Leiter der Expertenkommission)

Staatssekretär a. D. Burkhard Jungkamp (Moderator der Expertenkommission)

1. Einleitung

Die regelmäßigen Ländervergleiche des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB), die im Rahmen des Bildungstrends publiziert werden, liefern den Ländern der Bundesrepublik Deutschland in regelmäßigen Abständen Informationen über die Leistungsstände der Schülerinnen und Schüler in ausgewählten Fächern und Jahrgangsstufen. Für das Fach Mathematik werden Ländervergleichsergebnisse alle fünf Jahre für die Grundschule (Ende der 4. Jahrgangsstufe) und alle sechs Jahre für die Sekundarstufe I (Ende der 9. Jahrgangsstufe) publiziert. Die Freie und Hansestadt Hamburg bzw. ihr Senator der Behörde für Schule und Berufsbildung hat das unbefriedigende Abschneiden der Hamburger Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik in den Ländervergleichen bereits im Jahr 2015 zum Anlass genommen, eine Mathematikoffensive zu starten. Die Offensive beinhaltet im Wesentlichen die Erhöhung der Stundenzahlen an Stadtteilschulen und Gymnasien, den verbindlichen Einsatz von Fachlehrkräften zu 100% an Gymnasien und Stadtteilschulen und zu mindestens 50% an Grundschulen, umfangreiche Qualifizierungsmaßnahmen für fachfremd unterrichtende Lehrkräfte, die Einrichtung von Landesfachkonferenzen zur Weiterentwicklung des Fachunterrichts sowie die Veröffentlichung von Fachbriefen Mathematik mit Beispielklassenarbeiten. Trotz dieser Offensive existieren in Hamburg Kontroversen bzw. Probleme, die sich um das Fach Mathematik ranken. Die Nutzung der Abituraufgaben aus dem Pool des IQB ist nicht unumstritten. Die Diskussionen, wie der voruniversitäre Mathematikunterricht auf das Studium vorbereiten soll, sind keineswegs abgeschlossen. Es zeigen sich im Fach Mathematik erhebliche soziale und migrationsbedingte Disparitäten ebenso wie Geschlechtsdifferenzen. Zudem sind die Schulformunterschiede (Stadtteilschulen vs. Gymnasien) in den Sekundarstufen teilweise sehr groß und dies, obwohl beide Wege zur Hochschulreife führen sollen.

Als Folge dieser Herausforderungen hat die Hamburger Bürgerschaft am 21.5.2017 den Hamburger Senat ersucht, eine wissenschaftliche Begleitung des Mathematikunterrichts in Hamburg einzurichten, um so Hinweise zur qualitativen Verbesserung der Gestaltung des Mathematikunterrichts zu gewinnen und der Bürgerschaft über die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung bis Ende 2018 zu berichten. Der Senator der Behörde für Schule und Berufsbildung bzw. sein Staatsrat hat daraufhin eine Expertenkommission zum 1.10.2017 eingesetzt und sie beauftragt, bis zum Ende des Jahres 2018 einen Bericht zu erstellen, der konkrete Hinweise zur Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts in der Stadt Hamburg gibt. Die Mitglieder der Kommission wurden auf Vorschlag des Vorsitzenden der Kommission, Prof. Dr. Olaf Köller, durch die Behörde für Schule und Berufsbildung eingesetzt, die öffentliche Vorstellung der Kommission erfolgte im Rahmen einer Pressekonferenz des Senators der Behörde für Schule und Berufsbildung am 5.10.2017. Fünf Professorinnen und Professoren der Didaktik der Mathematik und zwei Professoren der Empirischen Bildungsforschung bzw. Schul- und Unterrichtsforschung gehörten dieser Kommission an, die durch den Staatssekretär a. D. Burkhard Jungkamp moderiert und beraten wurde. Die Namen der Experten sind auf dem Deckblatt des Berichts ausgewiesen.

1.1 Zielsetzungen und Prozess

Ziel der Kommissionsarbeit war die Erarbeitung wissenschaftlich fundierter konzeptioneller und organisatorischer Empfehlungen zur qualitativen Verbesserung des Mathematikunterrichts in den verschiedenen Bildungsetappen in Hamburg. Da Unterrichtsqualität direkte Effekte auf den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern hat, zählen zu diesen Empfehlungen solche, welche die Leistungen (erfassbar in standardisierten Tests) der Schülerinnen und Schüler steigern, Disparitäten reduzieren, Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe I besser auf die berufliche Erstausbildung vorbereiten und schließlich zur Weiterentwicklungen der Dienstleistungen des Landesinstituts für Lehrerbildung und Schulentwicklung (LI) und des Instituts für Bildungsmonitoring und Qualitätsentwicklung (IfBQ). Von Seiten der Behörde für Schule und Berufsbildung wurden dazu Handlungsfelder vorgeschlagen, die im Laufe der Kommissionsarbeit leicht modifiziert und verdichtet wurden:

- Handlungsfeld 1: Zielperspektiven des Mathematikunterrichts
- Handlungsfeld 2: Didaktische und methodische Gestaltung des Mathematikunterrichts
- Handlungsfeld 3: Leistungsprüfung und -bewertung
- Handlungsfeld 4: Frühe mathematische Bildung
- Handlungsfeld 5: Förderung bei besonderen mathematischen Potenzialen und bei mathematischen Schwierigkeiten
- Handlungsfeld 6: Schulische und unterrichtliche Qualitätsentwicklung durch Professionalisierung

Die Projektsteuerung erfolgte durch eine Lenkungsgruppe der Behörde für Schule und Berufsbildung. Neben der Expertenkommission wurde weiterhin eine Projektgruppe eingerichtet, welche die Empfehlungen der Expertenkommission kommentieren und der Expertenkommission zur Reflexion der Empfehlung zur Verfügung stehen sollte. Die Projektgruppe bestand aus Vertreterinnen und Vertretern der Behörde für Schule und Berufsbildung, dem LI, dem IfBQ und ausgewählter Schulen. Staatssekretär a.D. Burkhard Jungkamp übernahm die Leitung der Projektgruppe. Weiterhin gehörten ihr an:

- Frau Margareta Brünjes, Behörde für Schule und Berufsbildung, Email: Margareta.Bruenjes@bsb.hamburg.de
- Frau Brigitta Hering, Behörde für Schule und Berufsbildung, Email: brigitta.hering@bsb.hamburg.de
- Frau Britta Kieke, Behörde für Schule und Berufsbildung, Email: britta.kieke@bsb.hamburg.de
- Herr Dr. Andreas Busse, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Email: andreas.busse@li-hamburg.de
- Herr Karsten Patzer, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Email: karsten.patzer@li-hamburg.de
- Herr Reimar Pfeil, Gymnasium Grootmoor, Email: pfeil@grootmoor.net

- Frau Dr. Britta Pohlmann, Institut für Bildungsmonitoring und Qualitätsentwicklung (IfBQ), Email: britta.pohlmann@ifbq.hamburg.de
- Frau Melanie Schakies-Ottenstein, Stadtteilschule Niendorf, Email: melanie.schakies-ottenstein@bsb.hamburg.de

Die Expertenkommission hat insgesamt zehnmal getagt, einmal davon per Videokonferenz, ansonsten in Räumen der Behörde für Schule und Berufsbildung. Einer der Sitzungstermine wurde genutzt, um dem Senator der Behörde für Schule und Berufsbildung die vorläufigen Handlungsempfehlungen vorzustellen. Die Sitzungstermine waren:

- 16.11.2017, 12.00 – 16.00 Uhr
- 18.01.2018, 14.00 – 17.00 Uhr
- 07.02.2018, 14.30 – 17.30 Uhr
- 10.04.2018, 12.00 – 16.00 Uhr
- 07.05.2018, 12.30 – 16.00 Uhr (Videokonferenz)
- 22.05.2018, 11.30 – 18.00 Uhr
- 22.06.2018, 12.00 – 15.00 Uhr
- 04.09.2018, 11.30 – 14.30 Uhr
- 18.09.2018, 13.00 – 17.30 Uhr (Präsentation der Handlungsempfehlungen für den Senator der Behörde für Schule und Berufsbildung)
- 19.10.2018, 13.00 – 16.00 Uhr (gemeinsamer Austausch mit der Projektgruppe)

Die Projektgruppe hat insgesamt sechsmal getagt. Die Termine waren:

- 16.11.2017, 11.00 – 12.00 Uhr
- 15.12.2017, 12.00 – 15.30 Uhr
- 19.01.2018, 11.00 – 13.30 Uhr
- 05.04.2018, 13.30 – 15.00 Uhr
- 07.06.2018, 15.30 – 17.00 Uhr
- 19.10.2018, 13.00 – 16.00 Uhr (gemeinsamer Austausch mit der Expertengruppe)

Bei allen Sitzungen der Projektgruppe war der Leiter der Expertenkommission (Prof. Dr. Köller) als Gast geladen und anwesend. Rückmeldungen zum Prozess und zu den Inhalten des Berichts wurden auch von den Landesfachkonferenzen der Fachleitungen Mathematik eingeholt. Dazu erfolgte die Präsentation der Arbeitsstände an folgenden Terminen:

- 21.03.2018, 15.00 – 18.00 Uhr: Landesfachkonferenz Gymnasien (Staatssekretär a.D. Burkhard Jungkamp)
- 28.03.2018, 15.00 – 18.00 Uhr: Landesfachkonferenz Stadtteilschulen (Prof. Dr. Olaf Köller)
- 04.09.2018, 15.00 – 18.00 Uhr: Landesfachkonferenz Grundschulen (Staatssekretär a.D. Burkhard Jungkamp und Prof. Dr. Olaf Köller)

In einem weiteren Fachgespräch mit Vertreterinnen und Vertretern des Fachbereichs Mathematik an der Universität Hamburg wurden am 14.11.2018 Rückmeldungen von Hochschuleseite eingeholt, um anschließend den Bericht zu finalisieren. Die Handlungsempfehlungen wurden einhellig von den Kolleginnen und Kollegen des Fachbereichs begrüßt.

1.2 Anmerkungen zum Inhalt

In den Kapiteln 2 bis 7 dieses Berichts werden die sechs Handlungsfelder vorgestellt, in denen aus Sicht der Kommission weitere Anstrengungen nötig sind, um die Lernangebote für Kinder und Jugendliche in der Freien und Hansestadt Hamburg qualitativ und quantitativ weiterzuentwickeln. Dessen ungeachtet erkennt die Kommission an, dass in Hamburg zum jetzigen Zeitpunkt bereits große Anstrengungen erfolgt und infrastrukturelle Voraussetzungen geschaffen worden sind, um Lehr- und Lernprozesse im Fach Mathematik zu verbessern. Dazu zählen die Maßnahmen der Mathematikoffensive von 2015, die umfangreichen Angebote des Landesinstituts für Lehrerbildung und Schulentwicklung (LI) und die bemerkenswerten Arbeiten im Bereich der Leistungsmessung des Instituts für Bildungsmonitoring und Qualitätsentwicklung (IfBQ). Damit sind die Voraussetzungen gegeben, viele Empfehlungen der Kommission, so sie die politische Zustimmung finden, in die Praxis umzusetzen.

Durch alle Handlungsfelder und Handlungsempfehlungen zieht sich die Kernbotschaft, dass zur nachhaltigen Steigerung der mathematischen Kompetenzen auf Seiten der Kinder und Jugendlichen fachbezogene und fachdidaktische Professionalisierungsmaßnahmen des Pädagogischen Personals (in Kindertagesstätten) und der Lehrkräfte (in Schulen) nötig sind. Die Steigerung der professionellen Kompetenzen durch fachspezifische Angebote des LI und durch den Auf- und Ausbau professioneller Lerngemeinschaften in den Schulen/Kitas wird als Schlüssel zum Erfolg gesehen. Hier bietet es sich für die Zukunft an, Synergien der Arbeiten des IfBQ und des LI zu erzeugen, indem die vielen diagnostischen Informationen (aus den Tests des IfBQ) mit Professionalisierungsmaßnahmen (LI) verknüpft werden.

Die Kommission hat darauf verzichtet, ein eigenes Handlungsfeld „Digitalisierung von Schule“ in den Bericht aufzunehmen. Die Mitglieder sind sich bewusst, dass mit dem DigitalPakt Schule, der noch im Dezember zwischen dem Bund und den Ländern vereinbart werden soll, ein neuer Schub in die Diskussion um die stärkere Einbindung digitaler Medien in den Unterricht kommen wird. Gleichzeitig wird auch der DigitalPakt eine Herausforderung für Professionalisierungsmaßnahmen sein und für kritische Reflexionen, an welchen Stellen digitale Medien im Mathematikunterricht einen Mehrwert gegenüber analogen Medien erzeugen. Das größte Potenzial der Digitalisierung sieht die Kommission aktuell in der Nutzung Computer-basierter Test- und Diagnosesysteme.

2. Handlungsfeld 1: Zielperspektiven des Mathematikunterrichts

2.1 Entwicklungen und Diskussionen zu den Zielen und Inhalten des Mathematikunterrichts an allgemeinbildenden Schulen

Zu den Zielen und Inhalten des Unterrichtsfaches Mathematik in der allgemeinbildenden Schule gibt es gekoppelt an gesellschaftliche Entwicklungen immer wiederkehrende Diskussionen (vgl. u.a. Neubrand, 2013). Die gesellschaftlichen Anforderungen an einen allgemeinbildenden Mathematikunterricht zeigen sich nach Heymann (1996, S. 50ff) in den „Sieben Aufgaben der allgemeinbildenden Schule“ auf qualitativ ganz unterschiedlichen Ebenen: Lebensvorbereitung / Stiftung kultureller Kohärenz / Weltorientierung / Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch / Entfaltung von Verantwortungsbereitschaft / Einübung in Verständigung und Kooperation / Stärkung des Schüler-Ichs. Solche analytischen Kategorien müssen jedoch erst bewusst in Verbindung mit konkreten fachlichen Situationen im Mathematikunterricht gebracht werden. Hierfür hat Winter (1995) die heute weitgehend im Konsens geteilten drei „Grunderfahrungen“ formuliert: „Der Mathematikunterricht sollte anstreben, die folgenden drei Grunderfahrungen, die vielfältig miteinander verknüpft sind, zu ermöglichen:

- Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen,
- mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen,
- in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinausgehen, (heuristische Fähigkeiten) zu erwerben.“ (a.a.O., S. 37 f).

Als ein zentrales Problem schulischen Lernens gerade auch im Fach Mathematik erweist sich das Finden einer stimmigen Balance zwischen erfahrungsbasiertem situierten Lernen und dem systematisch-kumulativen Wissenserwerb: „Zielt man auf kumulativen Wissenserwerb innerhalb eines spezifischen Wissensbereichs, etwa in Mathematik oder einem naturwissenschaftlichen Fach, so belegen die empirischen Befunde die Wirksamkeit eines systematischen, kognitiv abstrahierenden Lernens: Die gut organisierte Wissensbasis ist die beste Voraussetzung für nachfolgendes Lernen innerhalb einer Domäne. [...] Zielt man eher auf lateralen Transfer, auf die Übertragung des Gelernten auf parallele, aber distinkte Anwendungssituationen, dann erweist situiertes Lernen seine Stärke. In der Schule sind beide Perspektiven des Lernens bedeutsam. Die strukturelle Stärke der Schule liegt zweifellos in der Organisation systematischer, langfristiger Wissenserwerbsprozesse [...]. [...] Regulative Idee des Schulunterrichts ist der langfristige kumulative Wissenserwerb unter Nutzung variierender, wenn möglich auch authentischer Anwendungssituationen, bei einer immer wieder neu zu findenden Balance zwischen Kasuistik und Systematik.“ (BLK 1997, S. 19-20). Diese Aussage entstammt dem

Gutachten einer Projektgruppe der BLK in Reaktion auf die Ergebnisse der TIMS-Studie (Baumert et al., 1997), die das Lehrerfortbildungsprogramm SINUS begründete.

Ende der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts rückten in den Lehrplanüberarbeitungen einzelner Bundesländer die Schüleraktivitäten stärker in das Blickfeld in Verbindung mit einer Auffassung von Mathematik, die mehr prozessorientiert und weniger produktorientiert ist (vgl. Klieme et al. 2003, S. 45). Es erfolgte eine stärkere Orientierung an fächerübergreifender Handlungskompetenz, die Sachkompetenz, Methodenkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz umfasste.

Als bildungspolitische Reaktion auf die öffentliche Debatte zu den enttäuschenden Leistungen in den international vergleichenden Studien (insbesondere PISA 2000, vgl. Baumert et al. 2001) wurden über die KMK länderübergreifende Bildungsstandards eingeführt. Bildungsstandards werden als Leistungsstandards beschrieben, wobei Leistung über Kompetenzen definiert wird. Kompetenzen sind nach Weinert (2001, S. 27) „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie zu erlernenden kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen“. Im Mittelpunkt soll das stehen, was Schülerinnen und Schüler tatsächlich wissen und können und nicht nur das, was sie lernen sollen. Bildungsstandards formulieren somit eine pragmatische Antwort auf die Konstruktions- und Legitimationsprobleme traditioneller Bildungs- und Lehrplandebatten. „Nicht mehr durch detaillierte Richtlinien und Regelungen, sondern durch die Definition von Zielen, deren Einhaltung auch tatsächlich überprüft wird, muss der Staat für Qualität im Bildungswesen sorgen. Die Entwicklung von länderübergreifend gültigen Bildungsstandards auf der Basis von Kompetenzmodellen ist dabei ein zentrales Element“ (Klieme et al., 2003, S. 7). In dieser Expertise von Klieme et al. (2003) wurde die Funktion von Bildungsstandards im Gesamtkontext von Bildungsmonitoring und Schulevaluation beschrieben und es wurden Bedingungen zur erfolgreichen Implementation benannt. Es wurde u.a. empfohlen, Mindeststandards zu beschreiben und Kerncurricula zu entwickeln. „Allerdings werden die Schulen zusätzliche Anleitung, Unterstützung und Beratung benötigen, um produktiv mit den Bildungsstandards umgehen zu können. Daraus folgt, dass die Lehreraus- und -fortbildung, die Lehrplanarbeit, die Schulaufsicht und andere Instanzen der Bildungsadministration die Impulse der Bildungsstandards aufgreifen und neue Funktionen übernehmen müssen.“ (a.a.O., S.90).

Die von der KMK (2003, 2004, 2005) eingeführten Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Grundschule und Sekundarstufe I formulieren Kompetenzen im Sinne von Weinert (2001) und verwenden als bildungstheoretische Klammer die drei „Grunderfahrungen“ nach Winter (1995). Sie orientieren sich pragmatisch an den Dimensionen im internationalen Framework von PISA 2003 (OECD 2003). Im Jahr 2012 wurden durch die KMK Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife veröffentlicht, in denen die Standards der Sekundarstufe I fortgeschrieben wurden. Mit Beginn der Einführungsphase des Schuljahres 2014/2015 bilden sie die Grundlage der fachspezifischen Anforderungen für die Allgemeine Hochschulreife und gelten für standardbasierte Abiturprü-

fungen seit dem Schuljahr 2016/2017. In den Bildungsstandards werden drei Dimensionen unterschieden, die in Blum et al. (2015) kurz als Prozess-, Inhalts- und Anspruchs-Dimension bezeichnet werden:

- „• *Prozess*: Die allgemeinen mathematischen *Kompetenzen*, deren Erwerb im Mittelpunkt des Unterrichts stehen soll.
- *Inhalt*: Die inhaltsbezogenen *Leitideen*, anhand derer die Kompetenzen erworben werden sollen und innerhalb derer gewisse Stoffinhalte verbindlich vorgegeben sind.
- *Anspruch*: Die *Anforderungsbereiche*, die den kognitiven Anspruch kompetenzbezogener mathematischer Tätigkeiten (vor allem beim Bearbeiten von Aufgaben) auf theoretischer Ebene beschreiben sollen.“ (a.a.O., S. 18)

Details zu den Kompetenzmodellen und Intentionen der Bildungsstandards für Mathematik sind ausführlich beschrieben in Blum et al. (2006; 2015) für die beiden Sekundarstufen und bei Walther et al. (2008) für die Primarstufe.

Die Implementierung der Bildungsstandards in den Unterrichtsalltag stellt sich als eine besonders große und bislang insgesamt auch noch nicht befriedigend bewältigte Herausforderung dar. In den Bundesländern wird auch unterschiedlich damit umgegangen, was die Strategien und Unterstützungsmaßnahmen zur Realisierung eines Unterrichts, der die Zieldimensionen der Standards verfolgt, betrifft. Es geht dabei um eine Veränderung in der Steuerungsform: „Schulisches Lernen wird damit durch nationale, einheitliche, verbindliche Bildungsstandards und deren Überprüfung einerseits, durch lokal und innerschulisch bzw. einzelschulisch entwickelte Curricula andererseits gesteuert....Die Schwierigkeiten dieser neuen Steuerungsform sind aber ebenso offenkundig: Die Einzelschule wird, zumal bei einem raschen Übergang zum neuen System, schnell überfordert, und Staat und Gesellschaft verzichten darauf, den Bestand allein an Können und Wissen, aber auch an Werten und Orientierung sichtbar und verbindlich zu machen, der zur Teilhabe an unserer Kultur notwendig und unverzichtbar ist.“ (Klieme et al., 2003, S. 93).

Die inzwischen auch in den Medien geführten Diskussionen über den aktuellen Mathematikunterricht und seine Ergebnisse seit Einführung der Bildungsstandards verweisen ausgehend von Defiziten insbesondere am Übergang Schule-Hochschule (<http://www.mathematik-schule-hochschule.de/>) auf unterschiedliche potenzielle Ursachen. Die Verbände DMV, GDM und MNU unterstützen den mit den Bildungsstandards eingeschlagenen bildungspolitischen Weg, der es ermöglicht, bundesweit bislang stark unterschiedliche Bestimmungen besser aufeinander abzustimmen. Die drei Verbände sehen jedoch den wesentlichen Mangel der KMK-Bildungsstandards in ihrer unzureichenden Verbindlichkeit und teilweise unscharfen Formulierung, die zu sehr unterschiedlichen Umsetzungen in den Bundesländern geführt haben. Vor diesem Hintergrund der Entwicklungen von gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zu den Zielen und Inhalten von allgemeinbildendem Mathematikunterricht hin zu einer Standard- und Kompetenzorientierung werden im Folgenden anhand der erfolgten Umsetzungen in Hamburg mögliche Entwicklungspotenziale aufgezeigt.

2.2 Spezifische Rahmenbedingungen für den Mathematikunterricht in Hamburg – fixiert in den gültigen Bildungsplänen

Hamburg setzt die KMK-Bildungsstandards für alle Schulformen in Form von Bildungsplänen um. Während der aktuelle Bildungsplan für die gymnasiale Oberstufe für Mathematik seit 2009 gilt und damit noch vor den KMK Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife entstanden ist, wurden an den KMK-Standards orientierte Bildungspläne für die Grundschule und die Sekundarstufe I (Stadtteilschule und Gymnasium gesondert) 2011 eingeführt.

Es gibt einige besonders hervorzuhebende Entwicklungen in Hamburg im Sinne eines konstruktiven Umgangs mit den KMK-Bildungsstandards, die in den Bildungsplänen ausgewiesen sind. Dazu gehören:

- Verpflichtende Teilnahme an den Lernstandserhebungen (KERMIT) und zentralen Abschlussprüfungen (9/10).
- Von den Fachschaften an den Schulen wird gefordert, ein schulinternes Curriculum mit Beispielen zu entwickeln. Die Schulen haben die Möglichkeit zur Profilbildung und es werden Mittel für eine explizite Sprachförderung zur Verfügung gestellt, wenn auch bislang selten fachbezogen.
- In den Bildungsplänen für die Sekundarstufe I werden Mindeststandards kompetenzbezogen ausgewiesen.
- Politisches Ziel ist die Vermeidung von Klassenwiederholungen. Es gibt entsprechend verpflichtende zusätzliche Fördermaßnahmen.
- In den Bildungsplänen werden überfachliche Kompetenzen in ausgeprägter Weise ausgewiesen.
- In den Bildungsplänen wird ab der Sekundarstufe I gefordert: *Allen soll regelmäßig ein Computer zur Verfügung stehen.*

Mit diesen Akzentsetzungen unterscheidet sich Hamburg auch von anderen Bundesländern und bietet so spezifische substanzielle Voraussetzungen für erfolgreiches Lernen im Fach Mathematik. Diese Rahmenbedingungen werden in den einzelnen Handlungsfeldern (Folgekapitel) wieder aufgegriffen.

Die aktuellen Herausforderungen bestehen darin, die Potenziale dieser Rahmenbedingungen zu nutzen, bzw. einige Akzente neu zu setzen,

So führt die regelmäßige Diagnostik mit Lernstandserhebungen zu einem differenzierten Einblick in den Lernstand von Schulklassen und Jahrgangsstufen wie in keinem anderen Bundesland. Eine besondere Herausforderung an die Lehrkräfte besteht jedoch in der Nutzung der Ergebnisse aus diesen Tests für die eigene Unterrichtsentwicklung bzw. für Maßnahmen für die jeweilige Jahrgangsstufe oder für die gesamte Fachschaft der Schule (vgl. auch Handlungsfeld 3). So zeigt die Arbeit von Wurster und Richter (2016), dass Aufgaben in zentralen Abschlussarbeiten deutlich mehr Impulse für die Unterrichtsentwicklung geben als Vergleichsarbeiten. Dementsprechend scheint es Unterstützungsbedarf zu geben, der beispielsweise in entsprechenden Fortbildungsangeboten aufgegriffen werden könnte. Gleichzeitig wäre abzuwägen, welche der zentralen Tests bereits

Potenzial besitzen für eine Individualdiagnose von Leistungsentwicklungen der Schülerinnen und Schüler. Beide Maßnahmen – Unterstützung bei der Nutzung der Ergebnisse von Lernstandserhebungen für die Unterrichtsentwicklung sowie verstärkte Angebote zur Individualdiagnostik – können zur größeren Akzeptanz der Diagnostik beitragen und dabei helfen, deren Potenzial für die Unterrichtsentwicklung und geeignete Fördermaßnahmen inner- und außerhalb des Unterrichts stärker zu nutzen (siehe auch Handlungsfelder 2, 3, 5 und 6).

Die Hamburger Erfahrungen mit der Entwicklung eigener Schulcurricula, die exemplarisch zur Verfügung gestellt wurden, bestätigen die eingangs bereits in der Expertise von Klieme et al. (2003) formulierte Überforderungssituation. Der Mehrwert dieser Schulcurricula konnte sowohl den beteiligten Lehrkräften als auch Außenstehenden noch nicht überzeugend sichtbar gemacht werden. Schulinterne Curricula zu erarbeiten ist eine komplexe Anforderung, die ein beträchtliches Maß an fachdidaktischem und fachlichem Hintergrundwissen erfordert. Zudem wären mehrperspektivische Aushandlungsprozesse von normativen Setzungen sinnvoll, beispielsweise zu einem zu fordernden „Grundwissen und Grundkönnen“ am Ende jeder Doppeljahrgangsstufe (in Ergänzung bzw. als Konkretisierung der formulierten Mindeststandards); zu typischen mathematischen Anwendungsfeldern, in denen sich die Lernenden auskennen sollten, und Problemlöse- sowie Argumentationsstrategien, die kumulativ über die Jahrgänge hinweg wieder aufgegriffen und angereichert werden sollen usw. Es ist zu hinterfragen, ob diese anspruchsvolle Aufgabe von Lehrerkollegien geleistet werden kann, bzw. auch, ob es sinnvoll und erforderlich ist, dass jede Schule einen solchen Prozess einzeln durchläuft. Hinzu kommt, dass es z.B. für das Ausweisen von Mindeststandards und jahrgangsspezifischen Kompetenzausprägungen derzeit noch zu wenige belastbare wissenschaftliche Grundlagen als normative Vorgaben gibt. So fehlen beispielsweise empirisch geprüfte Kompetenzentwicklungsmodelle. Erste konsensuale Basiswissenkataloge, zumindest für den Übergang von der Grundschule zur Sekundarstufe I, existieren inzwischen (vgl. Moser Opitz, 2007/2013), für alle weiteren Übergänge fehlt allerdings dieses Wissen. Es kann daher nicht von den Schulkollegien erwartet werden, gerade solche anspruchsvollen Lücken eigenständig zu füllen.

Ein an fachlicher und prozessbezogener Kompetenzentwicklung orientierter Mathematikunterricht an den Schulen setzt eine klare und gut abgestimmte Diskussion in der Fachschaft Mathematik über Ziele mit entsprechender Inhaltsauswahl und passender methodischer Umsetzung in den Jahrgangsteams zwingend voraus. Deshalb bedarf es zur Umsetzung der KMK-Bildungsstandards einiger mit Schulvertreterinnen und -vertretern abgestimmter ausgearbeiteter Vorschläge. Es bietet sich an, solche ausgearbeiteten Vorschläge statt in schulinternen Arbeitsgruppen zentral in Form eines **Kerncurriculums** zu formulieren, welches auf der Grundlage bestehender Erfahrungswerte mit den aktuellen Bildungsplänen als Rahmenorientierung für schulspezifische Umsetzungen dienen kann. Einen solchen Weg haben inzwischen die meisten anderen Bundesländer beschritten.

Als Übergangslösung bis zu einer möglichen Weiterentwicklung der Bildungspläne, die in der Regel inhaltlich und administrativ sehr aufwändig ist und daher auch nur langfristig

geplant werden kann, wird die Entwicklung von Handreichungen empfohlen zur konkreten und differenzierten Umsetzung der Bildungsstandards für die Primarstufe und Sekundarstufe I (für die Sekundarstufe II liegt bereits eine Handreichung vor). Diese Handreichungen sollten von erfahrenen Lehrkräften und von in der Lehramtsausbildung der drei Phasen tätigen Expertinnen und Experten erarbeitet sowie über systematische Fortbildungsmaßnahmen den Fachschaften aller Schulen zugänglich gemacht werden. Diese Handreichungen könnten prototypische Schulcurricula enthalten und eine weitere Operationalisierung der Mindeststandards durch eine Auflistung von verpflichtendem Grundwissen und Grundkönnen jeweils zum Ende einer Jahrgangsstufe oder einer Doppeljahrgangsstufe bzw. an den Bildungsübergängen. Ferner könnten auch typische Vorgehensweisen (Methoden) beispielhaft ausgewiesen werden. Hierfür bieten sich aus dem ehemaligen SINUS-Projekt vergleichbare Formate an für eine Umsetzung der Empfehlungen in den Handreichungen unter Mitwirkung der Lehrkräfte an den Schulen sowie Wertschätzung ihrer Expertise und Erfahrung (vgl. Handlungsfelder 2 und 6).

Die sehr guten Voraussetzungen in Hamburg für zusätzliche Fördermaßnahmen sowohl für Lernschwache als auch für Leistungsstarke (u.a. Diagnose, Mittelbereitstellung, außerschulische Angebote) sollten in effektiver Weise genutzt werden. Wie gut Fördermaßnahmen wirken können, hängt zum einen von der Qualifikation der Förderlehrkräfte ab und zum anderen von der Abstimmung mit dem Unterrichtsgeschehen (vgl. Handlungsfelder 5 und 6). Darauf wird in den Folgekapiteln eingegangen.

2.3 Ausgangslage: Entwicklungspotenzial der Hamburger Bildungspläne zur Umsetzung der KMK Bildungsstandards

Im Folgenden soll das aus einer Analyse der Hamburger Bildungspläne abgeleitete Entwicklungspotenzial vorgestellt werden, welches in den bereits angesprochenen Empfehlungen zur Umsetzung der Bildungsstandards in Form von Handreichungen berücksichtigt werden sollte.

Hamburg hat sich den Folgerungen aus den internationalen und nationalen Leistungserhebungen gestellt, die u.a. zu den KMK-Bildungsstandards für Mathematik führten und hat eine eigenständige Umsetzung dieser Bildungsstandards für die Grundschule und Sekundarstufe I vorgenommen. Der Rahmenplan für Mathematik Gymnasiale Oberstufe von 2009 konnte noch nicht die Ausrichtung der KMK Oberstufenstandards von 2012 berücksichtigen, so dass 2015/16 eine „Anlage zum Rahmenplan Mathematik zur Umsetzung der Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife“ bereitgestellt wurde, mit der die entstandene Lücke geschlossen werden konnte. Insgesamt ist eine ausgewogene Sicht auf die relevanten Ziele und Inhalte eines allgemeinbildenden Mathematikunterrichts (im Sinne von Heymann und Winter, siehe Abschnitt 1) für einen Bildungsplan von zentraler Bedeutung. Die inhaltlichen Akzentsetzungen und Ausrichtungen haben letztlich auch Konsequenzen für die Anwendung geeigneter Unterrichtsmethoden und auf strategische didaktische Entscheidungen. Hierzu bedarf es

angesichts der Schilderungen aus der Projektgruppe und den Kriterien der Schulinspektion einiger beispielbasierter Empfehlungen in Ergänzung zu den Bildungsplänen.

Die Umsetzung der Bildungsstandards zeigt einzelne Unterschiede im Vergleich mit den anderen Bundesländern, u.a. in der Abfolge und Zuweisung grundlegender mathematischer Inhalte zu den einzelnen Klassenstufen. Derzeit gibt es für Hamburg keine passenden Lehrbücher, die an die standardbasierten Hamburger Curricula angepasst sind. Vielfach ersetzen Aufgabenhefte die Bücher. Es wird empfohlen, bei einer Überarbeitung/Weiterentwicklung der Bildungspläne im Fach Mathematik sich bei der Inhaltzuordnung zu den Klassenstufen stärker an einem der benachbarten größeren Bundesländer zu orientieren.

Entwicklungspotenzial für allfällige Weiterentwicklungen der Bildungspläne für Mathematik (zu einem späteren Zeitpunkt) wird im Folgenden schlaglichtartig angegeben und sollte auch Gegenstand von Erörterungen und Empfehlungen in ergänzenden Handreichungen zur Umsetzung der KMK Bildungsstandards sein:

- Inhaltsbezogene Kompetenzen haben in den Erläuterungen anteilig zu wenig Gewicht: Die mathematischen Leitideen werden im Sinne eines kumulativen Lernens nicht weiter erläutert. Im Vergleich dazu werden die allgemeinen Kompetenzen genauer beschrieben.
- Die allgemeinen mathematischen Kompetenzen Argumentieren und Kommunizieren sollten getrennt voneinander entsprechend den Intentionen der Bildungsstandards beschrieben werden, um den Begründungs- und Beweiskompetenzen den nötigen Stellenwert einzuräumen.
- Die Hinweise für schulinterne Curricula fokussieren zu wenig auf fachliche Inhalte und kumulatives Lernen. Hierfür sind geeignete zentrale Empfehlungen in Form von Kerncurricula sinnvoll.
- Es werden bisher keine „händischen“ Fertigkeiten im Übergang von der Sekundarstufe I zur Sekundarstufe II sowie zum Ende der Sekundarstufe II ausgewiesen (Stichwort: mathematisches Grundwissen und Grundkönnen). Systematisches Wachhalten und Wiederholen von mathematischem Grundwissen und Grundkönnen sollte adressiert werden, ebenso eine Vermeidung von Technologieabhängigkeit.
- Bezüglich der allgemeinen Kompetenzen sollte *ein systematischer Aufbau* und eine Vernetzung mit den fachlichen Inhalten in den Fokus genommen werden.

2.4. Handlungsempfehlungen

- Langfristig sollten die Bildungspläne in Mathematik im Sinne von Kerncurricula weiterentwickelt werden. Diese könnten durch schulinterne Besonderheiten ergänzt werden, und insofern die Erstellung umfassender schulinterner Curricula weitgehend ersetzen.
- Es wird empfohlen, zügig Handreichungen zur Umsetzung der KMK Bildungsstandards im Fach Mathematik zu erarbeiten, welche die Aspekte einer Ausgewogenheit von allgemeinen und fachspezifischen Kompetenzen sowie inner- und außermathematischen Anwendungen berücksichtigen, einen sinnvollen Technologieeinsatz thematisieren und diese Aspekte zum Gegenstand von *systematischen Fortbildungen in den Fachschaften* der Schulen machen.
- Es wird empfohlen eine Anpassung der Stoffverteilung auf die Jahrgangsstufen an Stoffverteilungen in den Kerncurricula bzw. Rahmenplänen der großen Nachbarländer vorzunehmen, um aus inhaltlich passenden Lehrwerken auswählen zu können.

2.5 Literatur

- Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., Köller, O. & Neubrand, J. (1997): *TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske & Budrich.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.-J. & Weiß, M. (Deutsches PISA-Konsortium).(Hrsg.) (2001): *PISA 2000 - Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske & Budrich.
- BLK (Bund-Länder-Kommission-Projektgruppe "Innovationen im Bildungswesen") (Hrsg.) (1997). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts". November 1997* (= Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 60). Bonn: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung. (<http://www.blk-bonn.de/papers/heft60.pdf>)
- Blum, W., Drüke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (Hrsg.) (2006). *Bildungsstandards Mathematik konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen*. Berlin: Cornelsen Scriptor. (http://www.iqb.hu-berlin.de/bista/Mathematik_konkret_SekI.pdf)
- Blum, W., Vogel, S., Drüke-Noe, S. & Roppelt, A. (Hrsg.) (2015). *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II*. Braunschweig: Schrödel.
- Heymann, H.-W. (1996). *Allgemeinbildung und Mathematik*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (Hrsg.) (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Bonn: BMBF.
- Kultusministerkonferenz – KMK (Hrsg.) (2003). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*. Neuwied: Wolters-Kluwer & Luchterhand.
- Kultusministerkonferenz – KMK (Hrsg.) (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Hauptschulabschluss*. Neuwied: Wolters-Kluwer & Luchterhand.
- Kultusministerkonferenz – KMK (Hrsg.) (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich (Jahrgangsstufe 4)*. Neuwied: Wolters-Kluwer & Luchterhand.
- Moser Opitz, E. (2007/ 2013 2. Auflage). *Rechenschwäche – Dyskalkulie. Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern*. Bern u.a.: Haupt.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (Ed.) (2003). *The PISA assessment framework – Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD.
- Walther, G., van den Heuvel-Panhuizen, M., Granzer, D. & Köller, O. (Hrsg.) (2008). *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret*. Berlin: Cornelsen Scriptor. (http://www.iqb.hu-berlin.de/bista/Mathematik_konkret.pdf)
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, S. 17–31.
- Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* 61, 37–46.
- Wurster, S. & Richter, D. (2016). Nutzung von Schülerleistungsdaten aus Vergleichsarbeiten und zentralen Abschlussprüfungen für Unterrichtsentwicklung in Brandenburger Fachkonferenzen. *Journal for Educational Research Online*, 3, 159-183.

3. Handlungsfeld 2: Didaktische und methodische Gestaltung des Mathematikunterrichts

Was guten Unterricht ausmacht, wird seit Jahrzehnten und aus verschiedenen Perspektiven intensiv diskutiert. Es existiert eine Fülle von Studien, die guten Unterricht – genauer Unterrichtsqualität – empirisch untersuchen (Baumert et al., 2010; Klieme & Rakoczy, 2008; Helmke, 2012; Blum et al., 2005). Tenor dieser Studien ist, dass Merkmale, die fachliches Lernen fördern, teilweise auch motivationale Orientierungen der Schülerinnen und Schüler fördern. Keine Hinweise ergeben sich, dass Unterrichtsmerkmale, die lernförderlich sind, motivationale Kosten haben.

Im Folgenden wird zunächst beschrieben, was guten bzw. gelingenden Mathematikunterricht ausmacht, um dann Erhebungsinstrumente, die für die Praxis bedeutsam sind, zu beschreiben. Abschließend werden Maßnahmen zur Verbesserung des Hamburger Mathematikunterrichts vorgeschlagen.

3.1 Gelingender Mathematikunterricht aus einer allgemeinen Perspektive

Die Frage, was guter bzw. qualitativvoller Mathematikunterricht ist und was ihn ausmacht, wird sowohl normativ als auch auf Grundlage empirischer Befunde diskutiert. Aus einer empirischen Perspektive lässt sich feststellen, dass sich in den letzten Jahren der Ansatz der drei Basisdimension von Unterrichtsqualität etabliert hat. Unterrichtsqualität wird unter Bezug auf die deutsch-schweizerische Pythagorasstudie durch die Dimensionen *effektive Klassenführung*, *kognitive Aktivierung* und *konstruktive Unterstützung der Lernenden* beschrieben (Klieme et al., 2006). Der Einfluss solcher Merkmale der „Tiefenstruktur“ von Unterricht auf Leistung und Motivation von Schülerinnen und Schülern kann als empirisch gesichert angesehen werden (Baumert et al., 2010; Lipowsky et al., 2009).

Unter einer effektiven Klassenführung werden Maßnahmen und Strategien verstanden, die eine optimale Nutzung der Lernzeit im Unterricht ermöglichen (Helmke, 2012). Während ursprünglich hierunter vor allem Methoden zur Prävention von Unterrichtsstörungen gefasst wurden, beziehen neuere Arbeiten auch den Aufbau und die Klarheit organisatorischer Regeln sowie die Strukturierung des Unterrichtsverlaufs ein.

Potenzial zur kognitiven Aktivierung haben problemorientierte Lernsituationen, in denen Schülerinnen und Schüler zu komplexen Denkprozessen herausgefordert werden. Nach einem aktuell weithin akzeptierten konstruktivistischen Lernverständnis ist der Wissenserwerb das Ergebnis aktiver und individueller Konstruktionsprozesse, die im Unterricht in sozialen Kontexten ablaufen.

Effektive Klassenführung und kognitive Aktivierung sind vor allem für die Leistungs- bzw. Kompetenzzuwächse von Schülerinnen und Schülern relevant (Baumert et al., 2010; Klieme & Rakoczy, 2008). Mit Blick auf motivationale Merkmale zeigt sich, dass die kognitive Aktivierung hier keine Effekte zeigt, wohl aber die Klassenführung. In Klassen,

in denen strukturiertes, konzentriertes Arbeiten möglich ist, steigt die Motivation (vgl. Kunter et al., 2011).

Mit konstruktiver Unterstützung werden Unterrichtsmerkmale beschrieben, die sich auf die Qualität der Lehrer-Schüler-Beziehung und die fachlich-adaptive Unterstützung der Lernenden beziehen. Hierzu gehören z.B. ein angemessenes Interaktionstempo im Unterricht, Respekt und Geduld der Lehrperson bei Verständnisschwierigkeiten der Lernenden, das Interesse der Lehrperson für die Belange der Schülerinnen und Schüler sowie Hilfestellungen, Unterstützungshandlungen und Rückmeldungen der Lehrperson, die an die Lernvoraussetzungen der Lernenden angepasst sind. Diese Merkmale tragen den Bedürfnissen von Lernenden nach sozialer Eingebundenheit, Kompetenz- und Autonomieerleben Rechnung (Deci & Ryan, 1985) und fördern deutlich motivationale und soziale Orientierungen der Schülerinnen und Schüler. Sie können – wenn sie stärker fachlich bezogen sind – auch das Lernen der Schülerinnen und Schüler unterstützen.

Das Modell der drei Basisdimensionen stellt eine fächerübergreifende Konzeptualisierung von Unterrichtsqualität dar (Praetorius et al., 2018). Dieser generische Ansatz wird in der empirischen Unterrichtsforschung aktuell für die Dimension der kognitiven Aktivierung kontrovers diskutiert. Während in einigen Studien die kognitive Aktivierung der Lernenden fächerübergreifend konzeptualisiert und beschrieben wird (z.B. Maier et al., 2010), machen Klieme und Rakoczy (2008) deutlich, dass mit dem Potenzial zur kognitiven Aktivierung vor allem das fachliche Lernen gemeint ist und der Begründungszusammenhang hierfür aus der Fachdidaktik abgeleitet werden muss. Befürworter eines fächerübergreifenden Verständnisses von kognitiver Aktivierung zielen dagegen auf die „Qualität“ des Wissens ab, das im Unterricht erworben werden soll und welches durch kognitive Prozesse angeregt werden soll (Maier et al., 2010). Demnach könnte das Potenzial zur kognitiven Aktivierung zwar fächerübergreifend eingeschätzt werden, wenn fokussiert wird, ob sich der Unterricht an der Reproduktion von Wissen oder an offenen Problemstellungen orientiert. Fachliche Aspekte werden dabei aber nicht genügend berücksichtigt.

In Rahmen einer umfangreichen Literaturstudie stellen Charalambous und Praetorius (2018) eine Reihe von Instrumenten zur Erfassung der Qualität von Mathematikunterricht vor, die sie entlang einer Skala von generisch zu fachspezifisch anordnen. Ein Instrument wird als generisch bezeichnet, wenn es Unterrichtsqualität in verschiedenen Fächern erfassen soll, während die nur für ein einziges Fach entwickelten Instrumente fachspezifisch genannt werden. Der generischen Seite werden u.a. das international viel zitierte Classroom Assessment Scoring System (CLASS, Pianta, & Hamre, 2009) zugeordnet sowie das im Rahmen der Pythagoras-Studie (Klieme, Pauli, & Reusser, 2009) entwickelte Beobachtungsinstrument der drei Basisdimensionen. Als fachspezifisches Instrument wird u.a. das Mathematical Quality of Instruction (MQI, Hill et al., 2008) angegeben, das insbesondere in den USA hohe Akzeptanz gefunden hat. Des Weiteren werden Instrumente mit „hybridem“ Charakter beschrieben, die sowohl fachspezifische Merkmale von Mathematikunterricht als auch solche Merkmale erfassen, die unabhängig von einem Fach bzw. fächerübergreifend als relevant erachtet werden, z.B. durch eine

Kombination oder Integration fachspezifischer und generischer Modelle. Beispiele für solche hybriden Instrumente sind das TRU Math Instrument aus dem Projekt Teaching for Robust Understanding (Schoenfeld, 2013) oder das UTeach Observation Protocol (UTOP, Marder & Walkington, 2014). Sowohl fachspezifische als auch hybride Instrumente – letztere in ihrem fachspezifischen Anteil – scheinen geeignet, Unterrichtsqualität auch unter einer fachlichen Perspektive zu erfassen.

Zusammenfassend ergibt sich somit die Notwendigkeit, die o.g. fachunabhängigen Basisdimensionen durch fachliche Aspekte zu ergänzen.

3.2 Mathematikunterricht aus einer fachspezifischen Perspektive

Von mathematikdidaktischer Seite wird seit Jahren darauf hingewiesen, dass das Modell der drei Basisdimensionen nicht alle für den Mathematikunterricht bedeutsamen Merkmale abbildet. Blum et al. (2005) betrachten bspw. reichhaltige Gelegenheiten zum Kompetenzerwerb durch geeignete Aufgaben als wesentliche Komponente eines fachlich gehaltvollen Mathematikunterrichts. Brunner (2018) weist zudem darauf hin, dass die Korrektheit der fachlichen Inhalte im Rahmen der drei Basisdimensionen unberücksichtigt bleibt.

Im Rahmen der mathematikdidaktischen Diskussion werden zwei Kategorien von Merkmalen qualitätsvollen Mathematikunterrichts beschrieben. Einerseits beschreiben sie eine Kategorie stofflicher Merkmale, die die im Unterricht behandelten mathematischen Inhalte und Prozesse in den Vordergrund stellt (u.a. Schlesinger et al., under review, Lipowsky et al., 2018). Beispiele sind: Welche prozessbezogenen Kompetenzen werden angesprochen? Werden relevante fachliche Inhalte und Kernideen im Unterricht aufgegriffen? Sind die behandelten Inhalte korrekt dargestellt? Werden Vernetzungen aufgezeigt? Auf der anderen Seite wird eine unterrichtsbezogene, mathematikdidaktische Kategorie beschrieben, die die didaktisch-methodische Umsetzung dieser Inhalte und Prozesse in den Blick nimmt. Beispiele sind: Werden im Unterricht verschiedene Repräsentationsformen eingesetzt? Gibt es Angebote zur Sinnkonstruktion? Wird „intelligent“ geübt? Werden die Lernenden angeregt, über ihre Strategien und Lösungswege zu reflektieren? In diese Kategorie kann die „Basisdimension“ kognitive Aktivierung eingeordnet werden, die in einigen Studien auch fachspezifisch operationalisiert wurde.

3.3 Ausgangslage in Hamburg

3.3.1 Berichte der Schulinspektion

Die am IfBQ angesiedelte Schulinspektion Hamburg hat von 2007 bis 2013 alle öffentlichen Schulen in Hamburg extern evaluiert und die Ergebnisse zusammenfassend publiziert (Pietsch, Scholand & Schulte, 2015). Unterrichtsqualität war im Jahresbericht 2008 ein Schwerpunkt, in dem das Vorgehen der Schulinspektion Hamburg detailliert dargestellt wurde. Zur Einschätzung der Unterrichtsqualität wurde auf der Basis von

Erkenntnissen der empirischen Bildungsforschung ein Bewertungsbogen entwickelt, der 30 Merkmale für das Gelingen von Unterricht beinhaltet und Bewertungen auf einer vierstufigen Skala vornimmt. Dabei werden die Bewertungen in Teams auf Basis von 20-minütigen Unterrichtsbeobachtungen vorgenommen. Nach Aussagen der Schulinspektion Hamburg geht es in „dieser Einschätzung durch die Schulinspektorinnen und -inspektoren ... „vor allem darum, ein möglichst zutreffendes Bild von der Güte didaktisch und pädagogisch relevanter Unterrichtsmerkmale auf Schulebene zu erstellen. Es geht nicht darum, einzelne Lehrkräfte differenziert in ihrer Arbeit zu beurteilen oder die Fachlichkeit des Unterrichts im Detail zu bewerten“ (IfBQ, 2009, S. 41). Die 30 Einzelmerkmale werden unter sechs Kategorien zusammengefasst: „Klassenmanagement und Klassenklima“, „Unterricht strukturieren, Methoden variieren“, „motivieren, intelligent üben, aktiv lernen“, „Schülerorientierung und Unterstützung“, „individuelle Förderung“ sowie „Lernerfolgssicherung“. Die Schulinspektion Hamburg sieht in dem Bericht von 2008 Stärken vor allem in den Bereichen „soziales Klima“ und „alltagsbezogenes Lernen“ sowie dem durch Lehrkräfte realisierten „Klassenmanagement“. Schwächen werden vor allem in den Bereichen „Binnendifferenzierung“, „individuelle Förderung“, „selbsttätiges und nachhaltiges Lernen“ und „eigene Lernprozesse reflektieren“ identifiziert. Die Schulinspektion fasst zusammen: „Während sich im Unterricht an den inspizierten Schulen somit in Klima und Struktur generell offensichtlich gute Grundvoraussetzungen finden, die das Gelingen von Lernprozessen unterstützen können, weisen die vorliegenden Werte darauf hin, dass die kompetenz- und wirkungsorientierte Förderung von Schülerinnen und Schülern noch wenig ausgeprägt ist“ (IfBQ, 2009, S. 44).

Die Weiterführung der Untersuchungen zur Unterrichtsqualität im Jahr 2009-2010 zeigt auf, dass sich die Unterrichtsqualität an Grundschulen, Gesamtschulen und GHR-Schulen verbessert hat, während sie an Gymnasien und berufsbildenden Schulen gleichgeblieben ist, wobei berichtet wird, dass sich eine systematische Unterrichtsevaluation und -entwicklung positiv auf die Unterrichtsqualität auswirkt (IfBQ, 2011).

Für das Schuljahr 2010/11 wird erneut ein eher hohes Niveau der Unterrichtsqualität festgestellt, insbesondere an Grundschulen und berufsbildenden Schulen, wobei aber auch wiederholt auf die großen Schwankungen der Unterrichtsqualität zwischen den einzelnen Schulen hingewiesen wird. Des Weiteren wird festgestellt: „Die größten Unterschiede in der Unterrichtsqualität liegen nach wie vor auf der Ebene des Unterrichts selbst; die Schulform hat nahezu keinen Einfluss, die jeweilige Einzelschule einen relativ geringen Einfluss auf die Qualität des einzelnen Unterrichts“ (IfBQ, 2012, S. 8). Darüber hinaus wird ein positiver Zusammenhang zwischen hoher Unterrichtsqualität und guten Schülerleistungen nachgewiesen, einerseits für den Abiturjahrgang 2011 und andererseits für die Förderarbeit.

Im neuesten vorliegenden Jahresbericht für das Schuljahr 2015/16 der Schulinspektion Hamburg wird festgestellt, dass sich die Unterrichtsqualität an den Hamburger Schulen im Vergleich zu früheren Jahren nicht verändert hat und weiterhin auf einem eher hohen Niveau liegt. „Bei der Analyse der deutlichen Unterschiede, die die Unterrichtsqualität

aufweist, zeigt sich erneut, dass die soziale Zusammensetzung der Schülerschaft, die Schulform und die Einzelschule einen geringen Einfluss auf die Unterrichtsqualität ausüben; entscheidend ist nach wie vor der konkret erteilte Unterricht durch die einzelne Lehrkraft“ (IfBQ, 2017, S. 10).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Hamburger Schulinspektion ein interessantes und ausgefeiltes Instrumentarium zur Evaluation von Unterrichtsqualität entwickelt hat, das als generisch bezeichnet werden kann und viele Elemente der drei Basisdimensionen enthält. Allerdings fehlen Elemente einer fachlichen Beurteilung des Unterrichts, wenngleich für einzelne Aspekte wie intelligent üben und aktiv lernen, die dicht an der Basisdimension der kognitiven Aktivierung liegen, nicht nur generische, sondern auch fachliche Beobachtungen einfließen dürften. Insgesamt wird deutlich, dass in den Berichten immer wieder der konkret erteilte Unterricht durch die einzelne Lehrkraft als zentraler Einflussfaktor für Unterrichtsqualität beschrieben wird. Jedoch werden keine fachlichen Aspekte untersucht und die Kürze der Beobachtungszeit von 20 Minuten erlaubt keine zuverlässige Bewertung der fachlichen Qualität von Unterricht.

3.3.2 Ergebnisse der Studie TEDS-Unterricht

2015-2016 wurde in Hamburg die Studie TEDS-Unterricht durchgeführt, in der bei 37 Hamburger Lehrpersonen der Sekundarstufe I auf freiwilliger Basis jeweils zwei 90-minütige Unterrichtsbeobachtungen durchgeführt wurden. Analysen der Stichprobe mittels der Noten des ersten und zweiten Staatsexamens weisen auf eine positive Verzerrung der Stichprobe hin, was nicht unerwartet ist. Ähnlich wie beim Vorgehen der Schulinspektion wurde die Qualität des Unterrichts durch zwei Rater (Beurteiler) bewertet, und zwar anhand eines Ratingmanuals. Dabei wurden in dem Instrument zum einen die drei Basisdimensionen und zum anderen zwei fachspezifische „Dimensionen“ von Unterrichtsqualität, eine unterrichtbezogene und eine stoffbezogene, operationalisiert (Schlesinger et al., 2018).

Zur Erfassung der drei Basisdimensionen wurde das Beobachtungsinstrument der Pythagoras-Studie (Klieme, Pauli & Reusser, 2009) adaptiert. Die drei Basisdimensionen wurden mit insgesamt 18 Items erfasst (siehe Tabelle 3.1). Die Items zur stoffbezogenen und unterrichtbezogenen mathematikdidaktischen Qualität wurden neu entwickelt bzw. aus fachspezifischen Beobachtungsinstrumenten adaptiert. Stoffbezogene Qualität wurde durch die Items „Fachliche Korrektheit“, „Umgang mit Fehlern“, „Erklärungen“ und „Fachliche Tiefe“ sowie das Item-Paket „Kompetenzorientierung“ erfasst. Unterrichtsbezogene Qualität wurde durch die Items „Repräsentationsformen“, „Intelligentes Üben“, „Beispiele“ und „Relevanz des Unterrichtsinhalts“ erhoben. Die fachspezifischen Dimensionen beinhalten neun Items. Die Bewertung erfolgte jeweils auf einer vierstufigen Antwortskala (1 = „trifft überhaupt nicht zu“ bis 4 = „trifft vollständig zu“). Jedes Item wird durch Indikatoren beschrieben, welche Hilfen darstellen, um die Items einschätzen zu können.

Tabelle 3.1: Skalen, Items und Indikatoren zur Erfassung von Unterrichtsqualität (Schlesinger et al., under review)

Skala	# Items	Beispielitems	Indikatoren
Klassenführung	6	Effektive Lernzeitnutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Der Unterricht beginnt und endet pünktlich • Die Übergänge zwischen den Phasen erfolgen reibungslos • Die Unterrichtszeit wird für unterrichtsbezogene Inhalte genutzt
Konstruktive Unterstützung	7	Umgang mit Heterogenität	<ul style="list-style-type: none"> • Es gibt zusätzliches Material für Teile der Lerngruppe • Es gibt anforderungsbezogene, differenzierende Aufgabenstellungen • Es findet ad-hoc Differenzierung statt (z. B. leichtere Fragestellung)
Kognitive Aktivierung	5	Herausfordernde Fragen und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Die LK zeigt ein angemessenes Frageverhalten (nicht zu kleinschrittig) • Die LK stellt kognitiv herausfordernde Aufgaben • Die LK gibt geeignete Impulse, z.B. ein Problem oder eine offene Frage
Unterrichtsbezogene Merkmale	4	Repräsentationsformen	<ul style="list-style-type: none"> • Es werden verschiedene Darstellungsformen verwendet • Die LK verdeutlicht Beziehungen zwischen Darstellungsformen
Stoffbezogene Merkmale	5	Fachliche Tiefe	<ul style="list-style-type: none"> • Es finden Verallgemeinerungen statt • Es finden innermathematische Vernetzungen statt • Mathematische Inhalte werden strukturiert und begrifflich verdichtet

Die dargestellten Indikatoren können demnach als mögliche, aber nicht notwendigerweise auftretende Aspekte der durch die Items beschriebenen Merkmale der Unterrichtsqualität verstanden werden. Die Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen im Mathematikunterricht (nach Blum et al., 2005) wurde mit sechs Items auf einer vierstufigen Likert-Antwortskala erhoben (1 = „nicht gefördert“ bis 4 = „umfangreich

gefördert“) und für weitere Analysen zu einem Item-Paket „Kompetenzorientierung“ aggregiert. In Tabelle 3.2 stechen der hohe Wert im Bereich Klassenführung und der sehr niedrige Wert im Bereich der konstruktiven Unterstützung hervor. Letzteres Ergebnis steht im Einklang mit den Ergebnissen der Schulinspektion (für Details siehe Schlesinger et al., 2018 sowie Schlesinger et al., under review).

Tabelle 3.2: Ausgewählte deskriptive Kennwerte für die Unterrichtsqualität in $n = 74$ Unterrichtsstunden. M : arithmetisches Mittel, SD : Standardabweichung; α : Reliabilität (Cronbachs α)

Dimension der Unterrichtsqualität	M	SD	α
Klassenführung	3.16	.33	.86
Konstruktive Unterstützung	1.96	.23	.73
Kognitive Aktivierung	2.61	.35	.83
Unterrichtsbezogene mathematikdidaktische Qualität	2.46	.38	.69
Stoffbezogene mathematikdidaktische Qualität	2.66	.31	.77

3.4 Zusammenhang von Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionswissen

3.4.1 Allgemeine Zusammenhänge

Die COACTIV-Studie untersuchte im Rahmen der nationalen Ergänzung von PISA 2003/04 den Zusammenhang von Lehrkraftkompetenzen, Unterrichtsqualität und Zuwächsen in den Leistungen der Schülerinnen und Schüler (Baumert et al., 2010, Kunter et al., 2011). Zentrales Ergebnis ist, dass fachdidaktisches Wissen den größten Effekt auf die Schülerleistung hat, wobei Unterrichtsqualität als Mediatorvariable eine entscheidende Rolle spielt. Insbesondere kognitive Aktivierung – gemessen über die Qualität der im Unterricht eingesetzten Aufgaben– und konstruktive bzw. individuelle Lernunterstützung sind von hoher Bedeutung. Das fachliche Wissen der Lehrkräfte ist trotz hoher Korrelation mit dem fachdidaktischen Wissen von geringerer Bedeutung. Baumert et al. (2010) interpretieren diesen Befund dahingehend, dass mathematischem Wissen keine direkte Vorhersagekraft für die Unterrichtsqualität zukommt, sondern der Effekt des fachlichen Wissens über das mathematikdidaktische Wissen vermittelt wird (fachliches Wissen als notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung für fachdidaktisches Wissen).

3.4.2 Situation in Hamburg

Im Rahmen der in Hamburg durchgeführten Studie TEDS-Unterricht wurden ebenfalls verschiedene Facetten des Lehrerprofessionswissen (mathematisches sowie mathematikdidaktisches Wissen gemessen mit Instrumenten der internationalen Lehrerbildungsstudie TEDS-M, Blömeke et al., 2010) erhoben. Des Weiteren wurden videobasiert

situationsspezifische Facetten der professionellen Unterrichtswahrnehmung untersucht, d.h. Fähigkeiten der Lehrpersonen zum Wahrnehmen, Interpretieren und Entscheiden in Bezug auf Mathematikunterricht (Kaiser et al., 2015).

Die Frage nach dem Zusammenhang der Unterrichtsqualität mit den Kompetenzfacetten der Lehrpersonen kann im Lichte der Ergebnisse nicht eindeutig beantwortet werden. Klassenführung und konstruktive Unterstützung korrelieren erwartungsgemäß nicht mit fachspezifischen Kompetenzfacetten der Lehrpersonen. Stoffbezogene mathematikdidaktische Qualität korreliert erwartungskonform positiv mit professioneller Unterrichtswahrnehmung sowie tendenziell positiv mit mathematikdidaktischem Wissen und erwartungsgemäß nicht mit mathematischem Wissen. Die unterrichtsbezogene mathematikdidaktische Qualität hängt tendenziell mit der Kompetenzfacette der professionellen Unterrichtswahrnehmung zusammen, nicht aber mit dem gemessenen mathematischen bzw. mathematikdidaktischen Wissen. Der nicht signifikante Zusammenhang zum mathematischen Wissen ist dagegen nicht erwartungswidrig, sondern in Einklang mit der COACTIV-Studie (Baumert et al., 2010).

3.5 Bisherige Maßnahmen

In Hamburg wurde bisher eine beeindruckende Anzahl von Maßnahmen zur Verbesserung der Unterrichtsqualität eingeführt, die im Folgenden nur kurz aufgelistet werden.

3.5.1 Maßnahmen für alle Schulformen und Schulstufen

Zur Qualitätsverbesserung des Hamburger Schulwesens wurde 2006 die Hamburger Schulinspektion am IfBQ eingeführt, die Schulen regelmäßig besucht und fächerübergreifende Aspekte von Unterrichtsqualität erhebt (s.o.).

Seit dem Schuljahr 2012/13 werden an allen Hamburger Grundschulen, Stadtteilschulen und Gymnasien durch das IfBQ jährlich in unterschiedlichen Klassenstufen standardisierte Schulleistungstests durchgeführt (Kompetenzen ermitteln, KERMIT; vgl. Handlungsfeld 3). Die Aufgaben orientieren sich an den Anforderungen der länderübergreifenden Bildungsstandards und der Hamburger Bildungspläne. Hinsichtlich der Steigerung der Unterrichtsqualität wurden ebenfalls vielfältige Maßnahmen ergriffen (vgl. auch Handlungsfeld 6).

Grundschule: Für die Grundschule gibt es eine große Anzahl von Maßnahmen und Vorgaben. So schreibt die Mathematik-Offensive (2015) vor, dass der Mathematikunterricht an Grundschulen zunehmend durch Fachlehrkräfte erteilt werden soll. Die weiteren Stunden sollen von weitergebildeten Lehrkräften erteilt werden, die mindestens 190 Stunden Fortbildung erhalten haben.

In Zusammenarbeit mit der Universität Hamburg wird eine Moderatoren-Qualifizierung angeboten, an der bisher 420 Lehrkräfte teilgenommen haben. Des Weiteren werden regionale Fachfortbildungen an Grundschulen durch die ausgebildeten Moderatorinnen und Moderatoren angeboten, an denen bisher 2200 Lehrkräfte teilgenommen haben.

Sekundarbereich: Für die Sekundarstufe gibt es deutlich weniger Maßnahmen zur Erhöhung der Unterrichtsqualität (vgl. auch Handlungsfeld 6). Besonders beeindruckend ist die Etablierung professioneller Lerngemeinschaften (PLG) in Zusammenarbeit mit dem DZLM, die im Schuljahr 2013/14 begonnen wurde. Im Schuljahr 2016/17 gab es an 13 Stadtteilschulen und 7 Gymnasien PLG.

Weiterhin wurde ein umfangreiches Projekt zum sprachsensiblen Fachunterricht auf den Weg gebracht, an dem 11 Grundschulen, 10 Stadtteilschulen und 2 Gymnasien im Fach Mathematik teilnehmen, das durch ein Forschungsprojekt von Susanne Prediger begleitet wird (vgl. Handlungsfeld 6).

Als institutionelle Maßnahme zur Verbesserung der Unterrichtsqualität kann die Erhöhung der Stundentafel Mathematik an Stadtteilschulen um 2 Stunden auf 26 in der Sekundarstufe I angesehen werden, wobei in jedem Schuljahr mindestens 4 Stunden pro Woche unterrichtet werden sollen.

3.6 Handlungsempfehlungen

Auf Basis der obigen Befunde werden folgende Empfehlungen formuliert:

Fachliche Ausrichtung der Schulinspektion (vgl. auch Handlungsfeld 6):

- Die **Schulinspektion** sollte im Bereich der Unterrichtsbeurteilung zusätzlich **fachlich ausgerichtet** werden, d.h. neben fächerübergreifenden Aspekten von Unterrichtsqualität unter Bezug auf die Basisdimensionen für Unterrichtsqualität sollte für den Mathematikunterricht eine fachliche Perspektive mitaufgenommen werden. Die Inspektionsteams sollen demzufolge durch Mitglieder ergänzt werden, die eine fachliche und fachdidaktische Expertise in der Mathematik haben.
- Das IfBQ sollte ermuntert werden, entsprechende Indikatoren zu entwickeln bzw. zu operationalisieren.
- Es sollten auf Basis dieser Unterrichtsbeobachtungen **fachbezogene Coaching-Angebote** – individuell oder in Gruppen – implementiert werden, die in Zusammenarbeit mit dem LI durchgeführt werden. Diese Angebote sollten für Schulen mit deutlichem Entwicklungsbedarf vorrangig und verbindlich sein.
- Inwieweit dies die Nachqualifizierung von Fachberaterinnen/Fachberatern zur Folge hat, sollte geprüft werden.

Stärkung formativer Evaluationsansätze in allen Schulstufen und Schulformen:

- Die Leistungstests von KERMIT sollten dahingehend weiterentwickelt werden, dass sie diagnostische Aufgaben enthalten, die von den Lehrkräften selbst bzgl. der Lösungswege, Fehlvorstellungen u.ä. der Lernenden ausgewertet werden (vgl. Handlungsfeld 3).
- Möglichkeiten der Nutzung computer-basierter formativer Instrumente sollten vom IfBQ stärker eruiert werden (vgl. Handlungsfeld 3).
- Die Lehrkräfte aller Schulstufen und -formen sollten für den Einsatz formativer Evaluationsansätze qualifiziert werden.
- In den Jahrgangsstufen 1 und 5 sollte flächendeckend eine verbindliche Erhebung der Lernausgangslage erfolgen mit starken individualdiagnostischen Anteilen (vgl. Handlungsfeld 3).

Intensivierung der fachlichen Fortbildung und Stundenzahlen:

- Die Ausweitung und Intensivierung fachlich orientierter Fortbildungsmaßnahmen, insbesondere für den Sekundarstufenbereich, erscheint dringend geboten. In diesem Zusammenhang sollten Lehrkräfte auch dahingehend sensibilisiert werden, wie sie motivationale Orientierungen im Unterricht fördern können. (Zu weiteren dringend gebotenen Maßnahmen vgl. Handlungsfeld 6.)
- An der Stundentafel in der Grundschule mit 21 Stunden Mathematik sollte auf jeden Fall festgehalten werden.
- Insbesondere für die Stadtteilschulen erscheint im Jg. 11 eine Erhöhung der wöchentlichen Stundenzahl nötig, um den großen Leistungsunterschied zu den Gymnasien zu reduzieren (vgl. Handlungsfelder 3 und 6).

Etablierung fachbezogener schulischer Netzwerke zur Schul- und Unterrichtsentwicklung:

- Es wird empfohlen, fachlich ausgerichtete Netzwerke wie SINUS oder SINUS-Transfer mit Verantwortung für die fachbezogene Unterrichtsentwicklung in der Schule und die Stärkung der fachbezogenen Kompetenzen bei einzelnen Lehrkräften zu etablieren.
- Im Rahmen dieser Netzwerke sollten professionelle Lerngemeinschaften in allen Schulformen und Schulstufen eine große Rolle spielen.
- Die damit verbundenen Implikationen für anfallende Mehrarbeit sind zu prüfen.

3.7 Literatur

- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., ... Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133-180.
- Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2010). *TEDS-M 2008 - Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann
- Blum, W., Vogel, S., Drüke-Noe, C. & Roppelt, A. (Hrsg.) (2005). *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II*. Braunschweig: Schroedel.
- Brunner, E. (2018). Qualität von Mathematikunterricht: Eine Frage der Perspektive. *Journal für Mathematikdidaktik*, 39(2), 257-284.
- Charalambous, C. & Praetorius, A.-K. (2018). Studying mathematics instruction through different lenses. Setting the ground for understanding instructional quality more comprehensively. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 355-366.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Perspectives in social psychology*. New York: Plenum.
- Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze: Klett-Kallmeyer.
- Hill, H. C., Blunk, M. L., Charalambous, C. Y., Lewis, J. M., Phelps, G. C., Sleep, L. & Ball, D. L. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory study. *Cognition and Instruction*, 26(4), 430-511.
- Institut für Bildungsmonitoring (2009). *Jahresbericht der Schulinspektion 2008*. Hamburg: Behörde für Schule und Berufsbildung.
- Institut für Bildungsmonitoring (2011). *Jahresbericht der Schulinspektion Hamburg 2009-2010*. Hamburg: Behörde für Schule und Berufsbildung.
- Institut für Bildungsmonitoring und Qualitätsentwicklung (2012). *Jahresbericht der Schulinspektion Schuljahr 2010/11*. Hamburg: Behörde für Schule und Berufsbildung.
- Institut für Bildungsmonitoring und Qualitätsentwicklung (2017). *Jahresbericht der Schulinspektion Schuljahr 2015/16*. Hamburg: Behörde für Schule und Berufsbildung.
- Kaiser, G., Busse, A., Hoth, J., König, J. & Blömeke, S. (2015). About the complexities of video-based assessments: Theoretical and methodological approaches to overcoming shortcomings of research on teachers' competence. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(3), 369-387.
- Kersting, N. B., Givvin, K. B., Thompson, B. J., Santagata, R. & Stigler, J. W. (2012). Measuring usable knowledge: Teachers' analyses of mathematics classroom videos predict teaching quality and student learning. *American Educational Research Journal*, 49(3), 568-589.
- Klieme, E., Lipowsky, F., Rakoczy, K. & Ratzka, N. (2006). Qualitätsdimensionen und Wirksamkeit von Mathematikunterricht: Theoretische Grundlagen und ausgewählte Ergebnisse des Projekts "Pythagoras". In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Eds.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 127-146). Münster: Waxmann.
- Klieme, E. & Rakoczy, K. (2008). Empirische Unterrichtsforschung und Fachdidaktik. Outcome-orientierte Messung und Prozessqualität des Unterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 222-237.
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The Pythagoras study. In T. Janik & T. Seidel (Eds.), *The Power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (S. 137-160). Münster: Waxmann.

- KMK [Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland] (2003). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*. Beschluss vom 4.12.2003. http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf. Zuletzt aufgerufen am 09. Juni 2016.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.) (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E. & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction, 19*(6), 527-537.
- Lipowsky, F., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2018). Generische und fachdidaktische Dimensionen von Unterrichtsqualität – zwei Seiten einer Medaille? In M. Martens, K. Rabenstein, K. Bräu, M. Fetzer, G. Gresch, I. Hardy, & C. Schelle (Hrsg.), *Konstruktionen von Fachlichkeit. Ansätze, Erträge und Diskussionen in der empirischen Bildungsforschung* (S. 183-202). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Maier, U., Kleinknecht, M., Metz, K. & Bohl, T. (2010). Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. *Beiträge zur Lehrerbildung, 28*(1), 84-96.
- Marder, M. & Walkington, C. (2014). Classroom observation and value-added models give complementary information about quality of mathematics teaching. In T. Kane, K. Kerr, & R. Pianta (Hrsg.), *Designing teacher evaluation systems: New guidance from the Measuring Effective Teaching project* (S. 234-277). New York: Wiley.
- Pianta, R. C. & Hamre, B. K. (2009). Conceptualization, measurement, and improvement of classroom processes: Standardized observation can leverage capacity. *Educational Researcher, 38*(2), 109-119.
- Pietsch, M., Scholand, B. & Schulte, K. (Hrsg.) (2015). *Schulinspektion in Hamburg. Der erste Zyklus 2007–2013: Grundlagen, Befunde und Perspektive*. Münster: Waxmann.
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B. & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of three basic dimensions. *ZDM Mathematics Education, 50*(3), 407–426.
- Schlesinger, L., Jentsch, A., Kaiser, G., König, J. & Blömeke, S. (2018). Subject-specific characteristics of instructional quality in mathematics education. *ZDM Mathematics Education, 50*(3), 475-490.
- Schlesinger, L., Jentsch, A., Kaiser, G., König, J. & Blömeke, S. (under review). Unterrichtsqualität unter einer mathematikdidaktischen Perspektive – Konzeptualisierung, Messung und Validierung. Eingereicht beim *Journal für Mathematikdidaktik*.
- Schoenfeld, A. H. (2013). Classroom observations in theory and practice. *ZDM Mathematics Education, 45*(4), 607-621.

4. Handlungsfeld 3: Leistungsüberprüfung und -bewertung

Leistungsbeurteilungen und -bewertungen gehören zu den zentralen professionellen Aufgaben von Lehrkräften. Sie dienen zum einen der Feststellung von erreichten Leistungen auf Seiten der Schülerinnen und Schüler (summative Bewertung). Zum anderen können sie Hinweise geben, welche nächsten Schritte erforderlich sind, um durch Anbahnen neuer Lehr-/Lernsituationen weitere Lernfortschritte der Schülerinnen und Schüler zu erreichen (formative Bewertung). Während die Leistungsbeurteilung der Schülerinnen und Schüler – egal ob mit Noten oder Verbalbeurteilungen – eine lange Tradition in deutschen Schulen hat, haben sich relativ spät mit der empirischen Wende nach Erscheinen der Dritten Internationalen Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (TIMSS, Baumert et al., 1997) neue Formen der Leistungsbeurteilung auf anderen Ebenen des Bildungssystems etabliert. Dazu zählen die internationalen Vergleichsstudien wie PISA (zuletzt Reiss et al., 2016), die standardbasierten nationalen Ländervergleiche bzw. Bildungstrends (zuletzt für die Grundschule Stanat et al., 2017), die flächendeckenden Vergleichsarbeiten VERA 3 und VERA 8 in der Grundschule und Sekundarstufe I sowie länderspezifische Programme, die teilweise an VERA anknüpfen, aber auch Leistungsdaten der Schülerinnen und Schüler in zusätzlichen Klassenstufen erheben. Mit der empirischen Wende, der Einführung von länderübergreifenden Bildungsstandards, der stärkeren Fokussierung auf einen kompetenzorientierten Unterricht sowie der stärkeren Transparenz von erreichten Leistungen haben sich zudem in den meisten Ländern der Bundesrepublik Deutschland für ausgewählte Fächer zentrale Abschlussprüfungen für die allgemeinbildenden Schulabschlüsse – in Hamburg erster allgemeinbildender Schulabschluss (ESA), Mittlerer Schulabschluss (MSA) und allgemeine Hochschulreife (Hochschulzugangsberechtigung HZB) – etabliert. Sofern Bildungsstandards für den ESA, den MSA und die HZB vorliegen, orientieren sich die zentralen Abschlussarbeiten zunehmend daran. Bei der zentralen Abiturprüfung bieten die einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung (EPA) einen weiteren Orientierungsrahmen.

Diese Aufzählung macht deutlich, dass es inzwischen für Lehrkräfte vielfältige Orientierungsmöglichkeiten für eine kriteriale (sachliche) Bezugsnorm von Leistungen gibt. Die große Herausforderung an die Schulen und Lehrkräfte besteht darin, Wege und Formen zu finden, um

- die Potenziale zentraler Tests und Lernstandserhebungen für die Weiterentwicklung des Unterrichts sinnvoll und effektiv zu nutzen,
- Leistungsentwicklungen der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik künftig sowohl auf individueller Bezugsnorm als auch auf sachlicher Bezugsnorm für den Lernstand zu erheben, zu dokumentieren und zurückzumelden.

Ziel dieses Kapitels ist es dementsprechend herauszuarbeiten, wie sich das Beurteilungs- und Bewertungssystem für den Mathematikunterricht in Hamburg weiterentwickeln kann. Dazu werden zunächst die existierenden Instrumente der Leistungsbewertung und -beurteilung vorgestellt. Es folgt die Darstellung der Bewertungs- und Beurteilungspraxis im Hamburger Schulsystem und wir enden mit konkreten Handlungsempfehlungen, wie

sich das System der Bewertung und Beurteilung weiter entwickeln kann. Schon hier sei angemerkt, dass es kaum ein zweites Bundesland gibt, das ein so elaboriertes Assessment-System wie Hamburg etabliert hat.

4.1 Instrumente der Leistungsbewertung und -beurteilung

Im Folgenden wird ein knapper Überblick über unterschiedliche Instrumente der Leistungsbewertung und -beurteilung auf unterschiedlichen Ebenen gegeben. Begonnen wird mit den internationalen Vergleichsstudien, geendet mit Leistungsbeurteilungen mit Hilfe von Klassenarbeiten.

Internationale Vergleichsstudien (PISA, TIMSS, PIRLS). International vergleichende Studien setzen sich das Ziel, Nationen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit ihrer Schulsysteme zu vergleichen. Basierend auf der Prämisse, dass hinreichende Lesekompetenzen in der Verkehrssprache sowie mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen die Voraussetzungen für berufliche, kulturelle und gesellschaftliche Teilhabe darstellen, fokussieren diese Studien auf wenige Kernkompetenzen. Diese werden in ihren Rahmenkonzeptionen in das angelsächsische Literacy-Konzept (Grundbildung) eingebettet (beispielsweise PIRLS und PISA) oder folgen dem Anspruch, dass es in ausgewählten Domänen universell gültige Lehrpläne (Curricula) gibt (TIMSS). Deutschland beteiligt sich seit dem Jahr 2000 mit einer nationalen repräsentativen Stichprobe von 15jährigen an PISA, seit 2001 mit einer national repräsentativen Stichprobe von Viertklässlern an PIRLS und seit 2007 mit einer weiteren national repräsentativen Stichprobe von Viertklässlern an TIMSS. Im Rahmen der internationalen Studien werden die Anteile der Schülerinnen und Schüler identifiziert, die in den getesteten Bereichen die international festgelegten Grundbildungsstandards oder wenigstens Mindeststandards erfüllen. Zudem werden herkunftsbedingte Disparitäten (sozio-ökonomischer Status und Migrationshintergrund der Familie) und Geschlechtsdifferenzen ausgewiesen.

Bildungstrend (Ländervergleiche). Die Ländervergleiche des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) erlauben den 16 Ländern, die Leistungsfähigkeit ihrer Schulsysteme im Primar- und Sekundarbereich zu vergleichen. Länderrepräsentative Stichproben der Viert- (Primarstufe) und Neuntklässlerinnen und Neuntklässler (Sekundarstufe I) erlauben festzustellen, wie hoch die Anteile der Schülerinnen und Schüler in jedem Land sind, die am Ende der 4. Jahrgangsstufe (Deutsch, Mathematik) oder am Ende der 9. Jahrgangsstufe (Deutsch, Mathematik, 1. Fremdsprache, Biologie, Chemie, Physik) die in den KMK Bildungsstandards definierten Ziele (im Sinne von Regelstandards) erreichen. Zusätzlich werden auch die Anteile von Kindern bzw. Jugendlichen ausgewiesen, die lediglich operational definierte Mindeststandards erreichen oder gar diese noch verfehlen. Ebenso wie die internationalen Vergleiche erlauben auch die Ländervergleiche die Feststellung von herkunftsbedingten Disparitäten und Geschlechtsdifferenzen. Ihr Mehrwert besteht darin, dass sie explizit die Erreichung von Lernzielen der Grundschule und Sekundarstufe I überprüfen. Es wird geprüft, ob die fachspezifischen Ziele im Laufe der ersten vier Jahre (Primarstufe) oder im Laufe der

folgenden fünf Jahre (Sekundarstufe I) erreicht werden. Damit haben die Tests einen deutlich engeren Bezug zu den Lehrplänen der Länder als die internationalen Tests.

Vergleichsarbeiten (VERA 3 und VERA 8). Die Funktion der Vergleichsarbeiten in den Fächern Deutsch und Mathematik (3. Jahrgangsstufe) bzw. Deutsch, Mathematik und 1. Fremdsprache (8. Jahrgangsstufe) ist in der überarbeiteten KMK-Gesamtstrategie zum Bildungsmonitoring (KMK, 2015) dokumentiert. Sie dienen der „landesweiten, jahrgangsbezogenen Untersuchung der Leistungen der einzelnen Schulen und Klassen in ausgewählten Domänen zum Zwecke der Unterrichts- und Schulentwicklung. Die zentrale Funktion liegt in der Unterstützung der Unterrichts- und Schulentwicklung jeder einzelnen Schule durch eine an den Bildungsstandards orientierte Rückmeldung als Standortbestimmung mit Bezug zu den Landesergebnissen. Zugleich übernehmen Vergleichsarbeiten eine wichtige Vermittlungsfunktion für die Einführung der fachlichen und fachdidaktischen Konzepte der Bildungsstandards.“ (KMK, 2015, S. 13). Zusätzlich können die Ergebnisse laut KMK (2015) auch von den Schulaufsichten oder Schulinspektoren zur Unterstützung der Schulen genutzt werden. Durch ihre Verortung in der 3. bzw. 8. Jahrgangsstufe und den Umstand, dass sich die Vergleichsarbeiten an den Bildungsstandards der KMK und den dazugehörigen Kompetenzstufenmodellen des IQB orientieren, können die VERA-Ergebnisse in den Schulen nicht nur zur Unterrichts- und Schulentwicklung genutzt werden, sondern auch Anlässe zur Förderung leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler geben, wenn diese nicht über die Kompetenzstufe I hinauskommen. Impulse hierfür ebenso wie für die Unterrichtsentwicklung bieten die vielfältigen, u.a. am IQB bereitgestellten Materialien für den Unterricht.

Zentrale Abschlussprüfungen für den ESA, den MSA und die HZB. Nicht zuletzt, um größere Transparenz hinsichtlich der erreichten Ziele in den Schulen herzustellen, führen mittlerweile fast alle Länder zentrale Abschlussprüfungen für den ESA, den MSA und die HZB durch. Für die Fächer Deutsch, Mathematik und 1. Fremdsprache (in der Oberstufe fortgeführte Fremdsprache) orientieren sich die Abschlussarbeiten sehr eng an den Bildungsstandards der KMK. Die Aufgaben in den Arbeiten lassen sich basierend auf den Kompetenzstrukturmodellen der Standards unterschiedlichen inhaltlichen und prozessbezogenen Kompetenzen zuordnen. Kennzeichnend für die Arbeiten ist weiterhin, dass sie nicht allein die Vorgaben der Lehrpläne aus dem Abschlussjahr berücksichtigen, sondern vielmehr die curricularen Vorgaben der gesamten Sekundarstufe I (ESA, MSA) und großer Teile der Qualifizierungsphase in der gymnasialen Oberstufe (HZB). In diesem Sinne stellen die zentralen Abschlussarbeiten so genannte lehrzielorientierte Tests dar (vgl. Souvignier & Klauer, 2018): „Ein Test, der prüft, ob und wie gut ein Schüler das Lehrziel erreicht hat, heißt ... lehrzielorientiert.“ (Klauer, 1987, S. 5). Im Sinne der oben vorgenommenen Unterscheidung zwischen summativen und formativen Beurteilungen, stellen Abschlussarbeiten ohne Frage summative Leistungsbewertungen, -beurteilungen dar.

Lernausgangslagenuntersuchungen und Lernverlaufsdiagnostik. Bevor die empirische Wende in der Erziehungswissenschaft einsetzte, wurden in Hamburg bereits flächendeckende Schulleistungsuntersuchungen durchgeführt, die vor allem der Analyse von

Lernausgangslagen (LAU5, LAU 7, LAU 9; vgl. u.a. Lehmann & Peek, 1997; Lehmann et al, 2001) in Schulen der Sekundarstufe I dienten, später auch in Schulen der beruflichen Bildung und in gymnasialen Oberstufen (ULME bzw. LAU 11 und LAU 13). Einige Jahre später wurde solch eine flächendeckende Erhebung im Rahmen des KESS-Programms (*K*ompetenzen und *E*instellungen von *S*chülerinnen und *S*chülern; vgl. u.a. Bos & Pietsch, 2006; Bos et al., 2009; Bos & Gröhlich, 2010) in Hamburg wiederholt. Diese Art der Untersuchung erlaubte ähnlich wie VERA 3 und VERA 8 eine Vollerhebung eines Jahrgangs. Darüber hinaus gab sie aber auch die Möglichkeit, für ausgewählte Fächer (Deutsch, Mathematik, Englisch, Latein, Naturwissenschaften) Kompetenzverläufe in den Sekundarstufen I und II zu untersuchen. Infolge dieser Erhebungen hat sich speziell in Hamburg ein System der Leistungsmessung entwickelt, das von Klassenstufe 2 bis Klassenstufe 9 durchgeführt wird und unter dem Akronym KERMIT (Kompetenzen ermitteln) firmiert. KERMIT ist an den Bildungsstandards der KMK orientiert und berücksichtigt die Bereiche Deutsch, Mathematik, Englisch und Naturwissenschaften. KERMIT 3 und KERMIT 8 entsprechen dabei VERA 3 und VERA 8. Analog zu VERA sollen die KERMIT-Ergebnisse den Schulen Impulse für die Unterrichts- und Schulentwicklung geben. Sie werden auch in Rückmeldegespräche mit den Schulen integriert. Gleichzeitig lässt sich mit KERMIT aber auch im Längsschnitt die Leistungsentwicklung der Hamburger Schülerinnen und Schüler verfolgen.

Klassenarbeiten: Klassenarbeiten erfüllen immer eine summative und eine formative Funktion. Zum einen geben sie Aufschluss darüber, ob die Schülerinnen und Schüler einer Klasse die Ziele der abgelaufenen Unterrichtseinheit erreicht haben (summativer Charakter). Zum anderen geben sie der Lehrkraft und den Schülerinnen und Schülern Rückmeldung, wo möglicherweise noch Wissens- und Verständnislücken bestehen, die durch weitere unterrichtliche Maßnahmen behoben werden sollten (formativer Charakter). Klassenarbeiten sollten immer lehrzielorientiert (kriteriale Bezugsnorm) sein und idealerweise sollte der Prozentsatz derer, die die Ziele erreicht haben (gute Noten), möglichst groß sein. Gleichzeitig wissen wir aus der Forschung zur Validität von Klassenarbeitsbenotungen, dass Lehrkräfte hier häufig auch eine soziale Bezugsnorm anlegen und das Notenspektrum unter Berücksichtigung der Normalverteilung ausnutzen: In der Konsequenz vergeben sie wenige sehr gute und mangelhafte Noten, schon mehr gute und ausreichende und am häufigsten befriedigende Noten.

Über die Sinnhaftigkeit von Leistungskontrollen wird in der Literatur gestritten. Hattie (2009) kommt in seiner Synthese zu dem Schluss, dass regelmäßige Leistungskontrollen positive Effekte auf die Lernraten von Schülerinnen und Schülern haben. Regelmäßige Leistungskontrollen erhöhen demnach den Lernerfolg. Die Effekte sind umso größer, je differenzierter die Rückmeldung zu den Leistungskontrollen ausfällt. Damit ist gemeint, dass die Schülerinnen und Schüler Rückmeldung zu ihren Stärken erhalten aber auch Hinweise, welche Schwächen sie noch überwinden müssen.

Zeugnisnoten: Zeugnisnoten haben vor allem summativen Charakter und geben Auskunft über die Leistungen im abgelaufenen Schulhalbjahr/Schuljahr im jeweiligen Fach. In ihnen spiegelt sich das kumulierte Urteil der Fachlehrkraft über ihre Schülerinnen und

Schüler wider. Von Zeugnisnoten ist durch Forschungsarbeiten bekannt, dass sie immer multikriterial sind: In ihnen spiegeln sich die schriftlichen und mündlichen Leistungen wider, aber auch das sonstige unterstützende Unterrichts- und Sozialverhalten. Schülerinnen und Schüler, die wenig stören und ein höheres Maß an Motivation zeigen, erhalten bei gleicher schriftlicher Leistung die besseren Noten (vgl. Zimmermann et al., 2013).

4.2 Ausgangssituation in Hamburg für das Fach Mathematik

In Hamburg hat sich auf allen Ebenen des Bildungssystems ein äußerst leistungsfähiges System der Leistungsbewertung und -beurteilung entwickelt.

Nationaler Vergleich: Im nationalen Vergleich liegen aktuell die Ergebnisse des letzten Ländervergleichs in der Grundschule von 2016 (Stanat et al., 2017) vor. Für das Ende der Sekundarstufe I (9. Klasse) liegen im Fach Mathematik Ergebnisse der IQB-Erhebung von 2012 vor (vgl. Pant et al., 2013). In der 9. Klasse lagen die Hamburger Schülerinnen und Schüler mit 489 Punkten etwas unter dem Bundesdurchschnitt ($M = 500$). Im Vergleich zu den anderen Stadtstaaten hat Hamburg etwas besser abgeschnitten, zum Spitzenreiter Sachsen ($M = 536$) fehlen 47 Punkte, was in Teilen aber auch der unterschiedlich zusammengesetzten Schülerschaft in beiden Ländern geschuldet ist (deutlich mehr Schülerinnen und Schüler mit Migrationshintergrund in Hamburg). Insgesamt lag im Jahr 2012 der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die in der 9. Jahrgangsstufe in Hamburg die Mindeststandards im Fach Mathematik verfehlt haben, bei 28,3 Prozent. Im Grundschulbereich (Ende der 4. Klasse, 2016) lagen die Mathematikleistungen bei 469 Punkten und damit ebenfalls leicht unter dem nationalen Mittelwert ($M = 483$). Wiederum schneiden die Hamburger Schülerinnen und Schüler deutlich besser ab als diejenigen in den anderen Stadtstaaten. Gegenüber dem Spitzenreiter Sachsen beträgt der Rückstand 38 Punkte. Rund 21 Prozent der Hamburger Viertklässler verfehlen am Ende der Primarstufe die Mindeststandards der KMK im Fach Mathematik. Insgesamt ergibt sich ein Bild, wonach die Hamburger Leistungen im Grundschulbereich im nationalen Vergleich etwas besser liegen als die im Sekundarbereich I.

Zentrale Abschlussarbeiten: Die systematische Sichtung der ESA- und MSA-Abschlussarbeiten macht deutlich, dass sie sich eng an den Vorgaben der KMK-Bildungsstandards für das Fach Mathematik orientieren. Dabei scheinen insbesondere die Leitideen (inhaltliche Kompetenzen) den Aufgabenentwicklungsprozess zu steuern. Ganz im Sinne der Idee der Bildungsstandards berücksichtigen die Abschlussarbeiten nicht allein die curricularen Vorgaben der Abschlussklasse, sondern adressieren den gesamten Lehrgang der Sekundarstufe I. Technisches Arbeiten (Arithmetik) ist dabei auch Teil der Abschlussprüfungen. Bei den Abiturprüfungen verwendet Hamburg Aufgaben aus dem Pool des IQB, welche explizit entlang der Standards für das Abitur entwickelt wurden und länderübergreifend zur Verfügung stehen. Die Aufgaben umfassen das gesamte Curriculum der Qualifizierungsphase in der Sekundarstufe II. Zusätzlich müssen in der Sekundarstufe I erworbene Kompetenzen zur Aufgabenlösung eingesetzt werden. Zusammenfassend ergibt sich ein Bild, wonach die länderübergreifenden Standards im Fach Mathematik in den zentralen Abschlussprüfungen fest installiert sind. Mit den

Abschlussarbeiten liegt somit ein wichtiges Instrument vor, den Mathematikunterricht auch im Sinne der Standards weiterzuentwickeln.

Hinsichtlich der Leistungen in den Abschlussarbeiten lassen sich im Trend einige Auffälligkeiten erkennen. Zum einen zeigt sich, dass die Durchschnittsnoten im Fach Mathematik (ESA und MSA) in der Regel deutlich schlechter ausfallen als in Deutsch (ca. eine halbe Note) und Englisch (mehr als eine Note). Die schriftlichen Noten in Mathematik liegen erheblich schlechter als die Vornoten und die Noten in mündlichen Prüfungen. Bei den zentralen Abiturprüfungen, die je nach erteiltem Unterricht auf erhöhtem oder grundlegendem Anforderungsniveau gestellt werden, zeigt sich ein Trend, dass vor allem Schülerinnen und Schüler an Stadtteilschulen immer seltener das Fach Mathematik in der schriftlichen Abiturprüfung wählen. Tendenziell ist dieser Trend auch in den Gymnasien beobachtbar. Parallel dazu zeigt sich der Trend in beiden Schulformen, dass die Leistungen (Benotungen) in den letzten Jahren eher schlechter werden.

Lernausgangslagenuntersuchungen: Auf das in Hamburg implementierte KERMIT-Programm wurde oben schon kurz eingegangen. KERMIT erlaubt neben anderen Fächern auch in Mathematik Lernausgangslagenuntersuchungen in den Klassenstufen 2, 3, 5, 7, 8 und 9. Damit lassen sich für individuelle Schülerinnen und Schüler Leistungszuwächse feststellen. Zudem stellen KERMIT 3 VERA 3 und KERMIT 8 VERA 8 dar, so dass hierfür keine eigene Aufgabenentwicklung in Hamburg nötig ist. Dadurch lassen sich die Schülerinnen und Schüler der 3. und 8. Klassen auf den Kompetenzstufen abbilden, die das IQB für die Ländervergleiche nutzt. KERMIT 3 und KERMIT 8 geben auf diese Weise den Schulen in der Primarstufe und Sekundarstufe I Hinweise, welche Kompetenzstände ihre Schülerinnen und Schüler ein Jahr bzw. zwei Jahre vor Ende der jeweiligen Schulstufe auf dem Weg zu den Zielen der Standards aufweisen. Bemerkenswert sind hier insbesondere die KERMIT 8-Ergebnisse in Stadtteilschulen, die zeigen, dass Schülerinnen und Schüler nur zu sehr kleinen Anteilen (je nach Schuljahr zwischen 6 und 16%) die Kompetenzstufe 3 erreichen, wohingegen die entsprechenden Quoten im Gymnasium bei 59 bis 76 Prozent liegen. Für die Stadtteilschulen ist damit die Unsicherheit verbunden, ob die Schülerinnen und Schüler, die später in die gymnasiale Oberstufe übertreten, die Schwächen im Fach Mathematik in den letzten beiden Jahren (Klassenstufen 9 und 10) kompensieren können, um dann erfolgreich den Lehrgang der Oberstufenmathematik bestehen zu können. Die schwachen Leistungen in den schriftlichen Abiturprüfungen sprechen gegen die Annahme, dass die Kompensation gelingt.

KERMIT wird aktuell noch mit Papier-und-Bleistift-Tests realisiert. Der Digitalpakt Bildung und die großen Möglichkeiten Computer-basierter Testung (z. B. individuell angepasste Testversionen; Bereitstellung von Items für Schulen zur formativen Diagnostik) legen es nahe, perspektivisch das Programm auf elektronisches Testen umzustellen. Nach Auskunft des IfBQ werden entsprechende Arbeiten auch schon durchgeführt.

Klassenarbeiten und Zeugnisse: Im Fach Mathematik werden in Hamburg ab der 3. Klassenstufe pro Halbjahr zwei Klassenarbeiten geschrieben. Diese setzt sich in den

Sekundarstufen I und II fort. Diese Zahlen entsprechen denen der meisten anderen Bundesländer. Klausurersatzleistungen sind teilweise möglich. Teilweise kann in Hamburg aber eine Klassenarbeit durch eine Ersatzleistung ausgetauscht werden. In Anbetracht der Tatsache, dass Klassenarbeiten wichtige Informationen über die Lernstände der Schülerinnen und Schüler im Sinne einer kriterialen Bezugsnorm liefern, müsste dann durch klare fachliche Qualitätskriterien sichergestellt werden, dass solche Ersatzleistungen auch diagnostische Informationen über Lernstände liefern. Einfacher scheint es, zwei Klassenarbeiten pro Halbjahr verpflichtend schreiben zu lassen.

Klassenarbeits- und Klausurleistungen sollen mit weniger als 50 Prozent in die Zeugnisnote eingehen. Da Klassenarbeiten und Klausurleistungen die valideste Information über tatsächliche Leistungsstände geben, könnte deren Gewicht aus Sicht der Kommission angehoben werden.

In Hamburg ist festgelegt, dass die Zeugnisnote im Fach Mathematik von der Zeugniskonferenz und nicht der Fachlehrkraft festgelegt wird. Nach Ansicht der Kommission ist es wichtig festzuhalten, dass die Fachlehrkraft das qualifizierteste Urteil über die Schülerinnen und Schüler abgeben kann.

Schließlich wurde zur Vergleichbarkeit der Noten in den unterschiedlichen Schulformen und unterschiedlichen angestrebten Abschlüssen für die Klassenstufen 7 bis 10 ein komplexes Transformationssystem der Noten entwickelt.

Zusammenfassend kann Hamburg hinsichtlich seines Beurteilungs- und Bewertungssystem wie folgt klassifiziert werden:

- Hamburger Schülerinnen und Schüler schneiden im Fach Mathematik in der 4. und 9. Klasse im Ländervergleich etwas schwächer ab als der nationale Durchschnitt. Sie sind aber erfolgreicher als die Schülerinnen und Schüler der anderen beiden Stadtstaaten. Ihr Rückstand gegenüber der nationalen Spitze (Sachsen) beträgt im Grundschulbereich etwas mehr als ein halbes, in der 9. Jahrgangsstufe etwas mehr als ein Schuljahr. Gut ein Fünftel der Viertklässler in Hamburg verfehlt die Mindeststandards der KMK, mehr als ein Viertel der Neuntklässler verfehlt die Mindeststandards.
- Die KMK-Bildungsstandards für das Fach Mathematik haben sich bei zentralen Abschlussprüfungen als Grundlage der Aufgabenentwicklung durchgesetzt; die Aufgaben orientieren sich vor allem an inhaltlichen Kompetenzen.
- Die Schülerinnen und Schüler schneiden in allen drei standardbasierten schriftlichen Abschlussprüfungen im Fach Mathematik relativ schlecht ab.
- Große Abweichungen zeigen sich zwischen schriftlichen Prüfungsleistungen und Vornoten sowie zwischen schriftlichen und mündlichen Prüfungsleistungen.
- Die Zahl der Klassenarbeiten in der Primar- und Sekundarstufe I (zwei pro Halbjahr) kann teilweise durch Ersatzleistungen reduziert werden.
- Hamburg verfügt mit KERMIT über ein ausgefeiltes System der summativen Leistungsbeurteilung, das sich an den KMK-Standards orientiert und VERA 3 und VERA 8 integriert.

- Den vielen Aktivitäten der summativen Beurteilung stehen nur wenige Ansätze im Bereich der formativen Beurteilung gegenüber.
- Eine klare, die individuelle und Unterrichtsentwicklung stützende Funktion von KERMIT ist für die Kommission noch nicht sichtbar.
- In KERMIT 8/VERA 8 fallen die sehr niedrigen Kompetenzstände der Schülerinnen und Schüler an Stadtteilschulen auf.
- In Gymnasien und Stadtteilschulen zeigt sich in den letzten Jahren ein gewisser Trend schwächer werdender Leistungen in den schriftlichen Abiturprüfungen bei gleichzeitig sinkenden Anteilen von Prüfungsteilnehmern.

4.3 Handlungsempfehlungen

Bevor Handlungsempfehlungen gegeben werden, bleibt festzuhalten, dass Hamburg ein umfangreiches, professionelles System des Bildungsmonitorings (KERMIT plus Schulinspektion) aufgebaut hat, das in der aktuellen Ausrichtung einmalig in Deutschland sein dürfte. Institutionell ist dieses System hervorragend im IfBQ verankert. Dort ist große Expertise in der Aufgabenentwicklung, der Leistungsmessung und der Auswertungsmethoden vorhanden.

Die Implementierung der KMK-Bildungsstandards für das Fach Mathematik in die zentralen Abschlussprüfungen wird umgesetzt und stellt eine wichtige Voraussetzung dar, dass die Kompetenzorientierung der Standards auch im Unterricht ankommt. Jenseits dessen stellen sich aber auch Herausforderungen für das Leistungsbeurteilungs- und -bewertungssystem im Fach Mathematik. Unseres Erachtens sind die anderen Kernfächer (Deutsch und Englisch) teilweise mit denselben Herausforderungen konfrontiert. Im Folgenden sollen die Herausforderungen benannt und auf ihrer Basis Handlungsempfehlungen gegeben werden.

Funktionen von KERMIT: In ihrer aktuellen Ausrichtung stellen die KERMIT-Instrumente aus Sicht der Kommission eine möglicherweise nicht intendierte Mischung aus Bildungsmonitoring, Lernausgangslagenuntersuchung, formativer und summativer Beurteilung sowie Schul- und Unterrichtsentwicklungsinstrument dar. Es werden große, interessante Datensätze generiert, die in ihrer Funktion für die Einzelschule, die einzelne Schülerin/den einzelnen Schüler nicht hinreichend genutzt werden. In der Weiterentwicklung von KERMIT scheinen folgende Klärungen sinnvoll zu sein:

- *Nutzung von KERMIT 3 und KERMIT 8 als formative Beurteilungsinstrumente auf Klassen- und Schulebene:* Mit KERMIT 3 und KERMIT 8 erhalten die Schulen Instrumente in die Hände, mit denen sie auf der Basis der bundesweit gültigen Kompetenzstufenmodelle des IQB einschätzen können, wie weit ihre Schülerinnen und Schüler noch von den Zielen am Ende der Primarstufe und am Ende Sekundarstufe I entfernt sind. Damit können Anlässe geschaffen werden zu reflektieren, ob Teilgruppen von Schülerinnen und Schülern zusätzlich gefördert werden müssen oder ob über Maßnahmen der Qualitätsverbesserung von Unterricht zukünftig höhere Kompetenzstände in den Klassen erreicht werden

können. Die zusätzlichen Materialien des IQB bieten hierzu viele Ideen. Die systematische Nutzung von KERMIT in der Sekundarstufe I scheint insbesondere in Stadtteilschulen zentral zu sein. Mit Blick auf den Übertritt erheblicher Anteile der Schülerschaft in die gymnasiale Oberstufe muss sichergestellt werden, dass die Jugendlichen an den Stadtteilschulen Kompetenzniveaus erreichen, die anschlussfähiges Lernen in der gymnasialen Oberstufe erlauben. Ob eine zusätzliche Stunde Mathematik in der Einführungsphase zur Kompensation der Schwächen aus der Sekundarstufe I genutzt werden kann, ist zu erwägen.

- *Nutzung von KERMIT 2 und KERMIT 5 zur Identifikation und besonderen Förderung von leistungsschwachen Schülerinnen und Schülern (formative Beurteilung):* Mit KERMIT 2 können frühzeitig Grundschülerinnen und -schüler identifiziert werden, die erhebliche Leistungsdefizite bereits in der frühen Phase der Primarstufe aufweisen und das Risiko haben, Defizite bis zum Ende der 4. Jahrgangsstufe zu kumulieren. Mit KERMIT 5 erhalten die Schulen Auskunft, ob die Schülerinnen und Schüler, die sie aufgenommen haben, Kompetenzstände aufweisen, die den Zielsetzungen der KMK-Standards entsprechen. Das Erreichen von wenigstens Mindeststandards im Fach Mathematik am Ende der 4. Klasse ist aus Sicht der Kommission Voraussetzung, um Schülerinnen und Schüler mit curricularen Inhalten der Sekundarstufe I zu konfrontieren. Mit KERMIT 5 könnten solche Schülerinnen und Schüler identifiziert werden, die über zusätzliche Angebote Inhalte der Grundschule wiederholen sollten, um sie so auf Kompetenzniveau heben zu können, das erfolgreiches Lernen in der Sekundarstufe I wahrscheinlich macht. Für KERMIT 2 und KERMIT 5 hieße solch eine starke formative Funktion, dass die Instrumente zu Schuljahresbeginn administriert würden und um solche Items erweitert würden, die reliable und valide spezifische Leistungsdefizite aufdecken können. Die Expertise hierfür ist im IfBQ vorhanden.

Zahl der Klassenarbeiten: Klassenarbeiten haben immer formative und summative Funktion. Im summativen Sinne erlauben sie festzustellen, ob fachliche Lehrinhalte gelernt wurden. Im formativen Sinne geben sie Lehrenden Rückmeldung, ob Teile einer Klasse die Ziele der vergangenen Unterrichtseinheit nicht erreicht haben, so dass man hier repetitive Unterrichtseinheiten einplanen muss. Aus Sicht der Kommission können Klausur- bzw. Klassenarbeitsersatzleistungen, deren Bewertung in Teilen auch immer auf nicht-fachlichen Aspekten beruht, Klassenarbeiten nicht ersetzen. Sie können sie aber ergänzen. Daher ist zu überlegen, ob die verpflichtende Einführung von zwei Mathematik-Klassenarbeiten pro Schulhalbjahr ab der 3. Klasse in Hamburger Grundschulen, Stadtteilschulen und Gymnasien realisierbar ist. Ergänzend dazu sollten alle Schulen ermuntert werden, zusätzliche Formen der Leistungsbewertung und Beurteilung zu erproben, vor allem auch solche mit formativem Charakter. Allerdings sind hier vermutlich Professionalisierungsmaßnahmen nötig (vgl. Handlungsfeld 6).

Zentrale Abschlussprüfungen: Das unbefriedigende Abschneiden der Schülerinnen und Schüler in den ESA- und MSA-Abschlussprüfungen kann seine Ursachen darin haben,

dass die Aufgaben zu schwer sind oder dass die Schülerinnen und Schüler in großer Anzahl die Lernziele nicht erreichen. Aus Sicht der Kommission sind beide Faktoren in Erwägung zu ziehen. Über Maßnahmen zur besseren Förderung der Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik wird in anderen Handlungsfeldern dieses Berichts reflektiert. Hinsichtlich der Schwierigkeit der Aufgaben ist zu überlegen, ob die Schülerinnen und Schüler über Probearbeiten noch besser auf die Prüfung vorbereitet werden können. Schulinterne Parallelarbeiten in den einzelnen Jahrgangsstufen könnten helfen, die Kommunikation und den Abgleich der Leistungserwartungen unter den Lehrkräften in den Jahrgangsteams zu unterstützen.

Im Fall der schriftlichen Abiturprüfungen fallen die hohen Anteile der Schülerinnen und Schüler auf, welche die Mathematikprüfung umgehen. In Stadtteilschulen sind dies zwischen 70 und über 80 Prozent. Eine höhere Verbindlichkeit in den Prüfungen mag dazu beitragen, dass Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler noch größere Anstrengungen aufbringen, um Ziele der Oberstufe zu erreichen.

Bei den Prüfungen bedient sich Hamburg aus dem IQB-Pool von geprüften, standardorientierten Abituraufgaben. Die Kommission begrüßt dies und erkennt die großen Bemühungen der KMK, die Nutzung der IQB-Aufgaben auf alle 16 Länder auszudehnen, an. Um perspektivisch die Leistungen in den Abiturabschlussarbeiten zu erhöhen, ist es unerlässlich, Probeaufgaben und Aufgabenbeispiele zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler bereitzustellen.

Zusammenfassend ergeben sich so die folgenden Empfehlungen:

- Festhalten an KERMIT, dabei stärkere Nutzung von KERMIT für die Unterrichtsentwicklung und Förderung: KERMIT 2 und KERMIT 5 weiterentwickeln zu Instrumenten zur Feststellung von individuellem Förderbedarf; KERMIT 3 und KERMIT 8 vor allem als formative Instrumente auf Klassen- und Schulebene, um Fördermaßnahmen zur Erreichung der standardbasierten Ziele zu sichern; Weiterentwicklung von KERMIT zu Computer-basierten Testumgebungen.
- Zusätzlicher Aufbau eines für die Schulen elektronisch verfügbaren Pools von Aufgaben mit diagnostischer Funktion.
- Bereitstellung von Professionalisierungsangeboten zur Nutzung von Lernstandsergebnissen für die individuelle Förderung und Unterrichtsentwicklung.
- Verpflichtende Anzahl (4 pro Jahr) der Klassenarbeiten in der Grundschule (ab der 3. Jahrgangsstufe) und Sekundarstufe I; zwei Klausuren pro Halbjahr in der gymnasialen Oberstufe.
- Ermöglichung besonderer Lernleistungen, jedoch nicht als Alternative zu Klassenarbeiten, sondern ergänzend mit fachbezogener Beurteilung.
- Gleiche Gewichtung mündlicher und schriftlicher Leistungen in den Sekundarstufen I und II.
- Leistungsbewertung im Zeugnis ausschließlich durch die Fachlehrkraft Mathematik.
- Entwicklung von Indikatoren für die Bewertung der sonstigen Mitarbeit.
- Einsatz von Abituraufgaben aus dem IQB-Aufgabenpool und Bereitstellung von Probeaufgaben bzw. Aufgabenbeispielen zur Vorbereitung auf die Prüfung.
- Entwicklung von Maßnahmen zur Sicherung von Standards in den Stadtteilschulen z. B. durch Schreiben von Parallelarbeiten oder Entwicklung von Musterklassenarbeiten (regional ggf. in Verbindung mit den Studienseminaren).
- Erhöhung der Stundenzahl in der Einführungsphase der Oberstufe.
- Förderung einer Feedback-Kultur durch Qualifizierungsangebote für Lehrkräfte aller Schulformen und Schulstufen zur sinnvollen Nutzung verschiedener Formen des Feedbacks; hierbei Anknüpfung an den Modellversuch „Alleskönner“, in dem kompetenzorientierte Rückmeldeformate entwickelt wurden.

4.4 Literatur

- Baumert, J., Lehmann, R., Lehrke, M., Schmitz, B., Clausen, M., Hosenfeld, I., Köller, O. & Neubrand, J. (1997). *TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Bos, W. & Pietsch, M. (Hrsg.) (2006). *KESS 4 - Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 4 in Hamburger Grundschulen*. Münster: Waxmann.
- Bos, W., Bensen, M. & Gröhlich, C. (Hrsg.) (2009). *KESS 7 - Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern an Hamburger Schulen zu Beginn der Jahrgangsstufe 7*. Münster: Waxmann.
- Bos, W. & Gröhlich, C. (2010). *KESS 8 - Kompetenzen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Jahrgangsstufe 8*. Münster: Waxmann.
- Hattie, J.A. C. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Klauer, K.J. (1987). *Kriteriumsorientierte Tests*. Göttingen: Hogrefe
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2015). *Gesamtstrategie der Kultusministerkonferenz zum Bildungsmonitoring*. Berlin: Sekretariat der KMK.
- Lehmann, R. H. & Peek, R. (1997). *Aspekte der Lernausgangslage von Schülerinnen und Schülern der fünften Klassen an Hamburger Schulen*. Hamburger Schulbehörde.
- Lehmann, R. H., Peek, R., Gänsfuß, R. & Husfeldt, V. (2001). *LAU 9: Aspekte der Lernausgangslage und der Lernentwicklung – Klassenstufe 9 – Ergebnisse einer längsschnittlichen Untersuchung in Hamburg*. Hamburger Schulbehörde.
- Reiss, K., Sälzer, C., Schiepe-Tiska, A., Klieme, E. & Köller, O. (2016) (Hrsg.). *PISA 2015: Eine Studie in Kontinuität und Wandel*. Münster: Waxmann.
- Souvignier, E. & Klau, K. J. (2018). Lehrzielorientierte Tests und Lernverlaufsdagnostik. In D. H. Rost, J. Sparfeldt & S. Buch (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 417-424). Weinheim: Beltz/PVU.
- Stanat, P., Schipolowski, S., Böhme, K., Weirich, S. & Haag, N. (2017) (Hrsg.). *IQB-Bildungstrend. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich*. Münster: Waxmann.
- Zimmermann, F., Schütte, K., Takinen, P. & Köller, O. (2013). Worse grades for misbehavior? Differential reciprocal effects of externalizing problem behavior and measures of achievement. *Journal of Educational Psychology, 105*, 747-761.

5. Handlungsfeld 4 – Frühe mathematische Bildung

5.1 Forschungsstand

Die Bedeutung früher mathematischer Bildung und der frühen Förderung mathematischer Kompetenzen für den langfristigen schulischen Erfolg von Kindern und Jugendlichen lässt sich mittlerweile durch viele Forschungsergebnisse belegen. Die Wirksamkeit von Frühförderprogrammen ist bereits seit der renommierten High/Scope Perry Preschool Study bekannt (Schweinhart & Weikart, 1993). Die Längsschnittstudie verweist auf Langzeiterfolge von geeigneten Vorschulprogrammen besonders bei sozial benachteiligten Kindern, die Erfolge betreffen vor allem die soziale aber auch die intellektuelle Entwicklung in der Kindheit, den Schulerfolg, die spätere berufliche Qualifizierung und reduzierte Kriminalitätsraten im Erwachsenenalter (Schweinhart & Weikart, 1993). Diverse Folgestudien konnten ähnliche Befunde berichten. Bezogen auf mathematisches Lernen zeigten Ergebnisse aus der PISA-Studie 2003, dass die Dauer des Kindergartenbesuchs einen nennenswerten Beitrag zur Vorhersage von Unterschieden in der mathematischen Kompetenz 15-jähriger Schülerinnen und Schüler liefert (Prenzel et al., 2004, S. 275). Offensichtlich scheint die Anregungsqualität in der Kindertageseinrichtung einen besonderen Einfluss zu haben, wie sich auch im aktuellen Bildungsbericht zeigt (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2018). Zusammenhänge zwischen der Anregungsqualität in der Kindertageseinrichtung und der Entwicklung der Mathematikkompetenzen während des Besuchs der Einrichtung konnten nachgewiesen werden (Lehrl et al, 2014). Im Bildungsbericht 2018 zeigt sich jedoch auch, dass vor allem Kinder aus bildungsnahen, sozioökonomisch privilegierten Familien profitieren (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2018, S. 232).

Weitere bedeutende Forschungsergebnisse im Kontext früher mathematischer Bildung und Förderung verweisen darauf, dass das mathematische Vorwissen zum Zeitpunkt des Schuleintritts eine große Vorhersagekraft auf den Schulerfolg in Mathematik hat. Der Einfluss des Vorwissens ist dabei weitaus größer als der der Intelligenz (Krajewski, 2003; Krajewski & Schneider, 2009; Weißhaupt et al., 2006; Dornheim 2008). Diese Erkenntnisse konnten national und international bestätigt werden. Es zeigte sich sogar langfristig ein Zusammenhang zwischen dem mathematischen Vorwissen zu Schulbeginn und den mathematischen Fähigkeiten in der Sekundarstufe (Geary 2011; Nugyen et al. 2016).

Die Mathematikleistungen der Kinder vor bzw. bei Schuleintritt hängen wiederum zusammen mit der Unterstützung bzw. Qualifizierung der elementarpädagogischen Fachpersonen (Bruns, 2014; Gasteiger, 2010; Klibanoff et al., 2006; Peter-Koop & Grüßing, 2008).

Diese Forschungsergebnisse zeigen, dass frühe mathematische Bildung und Förderung einerseits eine große Chance für die Entwicklung von Kindern darstellen können. Andererseits stellen sie auch eine große Herausforderung für die frühpädagogischen Fachkräfte dar. Damit Kinder wirklich die Chance haben, frühzeitig die für den späteren Schulerfolg erforderlichen mathematischen Kompetenzen zu erwerben, bedarf es eines anregungsreichen Lern- und Entwicklungsumfelds in der Kindertageseinrichtung. Die Unterstützung,

Begleitung und Förderung anschlussfähigen Mathematiklernens im frühen Alter erfordert bei den Fachkräften fachdidaktisches Wissen und ein Zusammenspiel verschiedenster Fachkompetenzen (Gasteiger & Benz, 2016): Die Fachkräfte benötigen Wissen zu den zentralen mathematischen Inhalten, zur Entwicklung mathematischer Fähigkeiten im Alter von 2 bis 6 Jahren (und darüber hinaus), sie müssen in alltäglichen Situationen mathematische Lerngelegenheiten und kindliche Fähigkeiten erkennen und angemessen darauf reagieren.

5.2 Ausgangslage in Hamburg

5.2.1 Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte

Ausbildung der Fachkräfte in den Kindertageseinrichtungen

Die bedeutsame Rolle der frühpädagogischen Fachkräfte für die Entwicklung mathematischer Fähigkeiten erfordert einen Blick auf die Ausbildung der Fachkräfte. Derzeit sind weder im Hamburger Bildungsplan der Berufsfachschule für Sozialpädagogische Assistenz (2011) noch in den Standards für die praktische Ausbildung zur Sozialpädagogischen Assistenz (2012) bzw. zur Erzieherin/zum Erzieher (2013) mathematikdidaktische Inhalte expliziert. Mathematische Inhalte sind nur vorgesehen für die Fachschülerinnen und Fachschüler, die im Rahmen ihrer Ausbildung zur Sozialpädagogischen Assistenz die Fachhochschulreife erwerben wollen. Für Mathematik sind dabei 120 Zeiteinheiten à 45 Minuten vorgesehen. Die Inhalte sind – da sie die Fachhochschulreife zum Ziel haben – jedoch rein mathematisch (Differential- und Integralrechnung, ganzrationale Funktionen) und umfassen nicht das erforderliche fachliche und fachdidaktische Wissen für frühe mathematische Bildung und Förderung. Die Standards für die praktische Ausbildung von Erzieherinnen bzw. Erziehern sieht Mathematik nur im Wahlpflichtbereich vor und auch dort nur für die Fachschülerinnen und -schüler, die den Erwerb der Fachhochschulreife anstreben. In diesem Falle sind 160 Zeitstunden à 45 Minuten eingeplant.

Die Standards für die praktische Ausbildung zur Sozialpädagogischen Assistenz umfassen sechs Fächer mit insgesamt 16 Lernfeldern. Während Bildungsbereiche wie Sprache und Kommunikation oder Naturwissenschaften und Gesundheit in den Fächern verankert sind, findet die Mathematik weder als Fach noch in einem Lernfeld Erwähnung.

Fortbildung der Fachkräfte bezüglich früher mathematischer Bildung

Aufgrund der Vorgaben in den Ausbildungsrichtlinien kann derzeit davon ausgegangen werden, dass frühpädagogische Fachkräfte in den Kindertageseinrichtungen in Hamburg kaum oder keine mathematikdidaktische Ausbildung haben. Es wäre deshalb besonders wichtig, dass die Fachkräfte die Möglichkeit haben, sich fachlich weiterzubilden bzw. nachzuqualifizieren. Fortbildungsangebote zur frühen mathematischen Bildung gibt bzw. gab es in den vergangenen Jahren über das Sozialpädagogische Fortbildungszentrum Hamburg¹. Zusätzlich wurden am Hamburger Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung (LI) für den Übergangsbereich Veranstaltungen und auch Materialien

¹ http://www.hamburg.de/basfi/programm/6755530/inhaltsverzeichnis/#anker_0

angeboten, die für alle Interessierten zugänglich sind. Inwieweit sowohl die Fortbildungen als auch die Materialien die frühpädagogischen Fachkräfte tatsächlich erreichten, ist nicht dokumentiert. Generell scheint die Weiterbildung zur frühen mathematischen Bildung nicht systematisch konzipiert zu sein und es handelt sich um freiwillige Angebote, so dass eine weitreichende Weiterqualifizierung kaum sichergestellt werden kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die Ausbildungsrichtlinien zur Sozialpädagogischen Assistenz als auch die zum Erzieher/zur Erzieherin keine mathematikdidaktischen Inhalte ausweisen und dass keine systematische Fortbildung bzw. umfassende Nachqualifizierung angedacht ist. Dies dürfte bei den meisten Fachkräften zu einer sehr niedrigen mathematikdidaktischen Kompetenz führen, welche sich vermutlich wiederum in einer eher geringen fachbezogenen Anregungsqualität und Unterstützung der Kinder niederschlägt.

5.2.2 Inhaltliche Vorgaben zur frühen mathematischen Bildung

Bildungsempfehlungen

Für die konkrete Arbeit mit den Kindern gibt es für die frühpädagogischen Einrichtungen in Hamburg Bildungsempfehlungen². Mathematik ist in den Bildungsempfehlungen als einer von sieben Bildungsbereichen verortet. Auf den ersten Blick weisen die Bildungsempfehlungen eine gewisse Nähe zu Curricula im Schulbereich auf. Ob und wie die Bildungsempfehlungen in den Kindertageseinrichtungen als Vorgaben gesetzt werden, obliegt der Trägerschaft der jeweiligen Kindertageseinrichtungen. Der Verpflichtungsgrad ist somit ein anderer als der von Schulcurricula und Rahmenlehrplänen.

Die Bildungsempfehlungen listen mögliche Erkundungsfragen auf und benennen Ich-Kompetenzen, Soziale Kompetenzen, Sachkompetenzen (hierunter fallen in erster Linie fachlich orientierte Inhalte) und lernmethodische Kompetenzen. Die Formulierungen enthalten einige fachliche Unsauberkeiten. Es werden jedoch zahlreiche Alltagssituationen deutlich, in denen mathematisches Lernen möglich ist und in denen das mathematische Vorwissen, das sich als wichtig für das schulische Weiterlernen erwiesen hat, erlernt werden könnte.

Die konkrete Umsetzung der Bildungsempfehlungen und der Kompetenzerwerb der Kinder wird allerdings maßgeblich durch die Fachkräfte bestimmt. Die Fachkräfte brauchen ein hohes Maß an fachdidaktischer Kompetenz, um in den genannten Alltagssituationen den Blick auf die mathematischen Aspekte lenken zu können und so auch wirklich Mathematiklernen anzubahnen. Mathematikdidaktisches und mathematisches Wissen der Fachkräfte ist dazu unerlässlich (Gasteiger & Benz 2016). Dieses wiederum erwerben Fachkräfte weder in ihrer Ausbildung noch in Weiterqualifizierungen.

5.2.3 Übergang Kindertageseinrichtung – Grundschule

Da das mathematische Vorwissen vor der Schule einen großen Einfluss auf die weitere mathematische Entwicklung in der Schule hat, ist es wichtig, den Übergangsbereich in

² Hamburger Bildungsempfehlungen für die Bildung und Erziehung von Kindern in Kindertageseinrichtungen (2012)

der Kindertageseinrichtung im Hinblick auf die individuellen Kompetenzen der Kinder in den Blick zu nehmen. Was Kinder zu diesem Zeitpunkt können oder eben auch nicht können, ist eine erforderliche Grundlage dafür, entscheiden zu können, wie eine individuell bestmögliche Förderung gestaltet werden kann. Zudem eröffnen sich mit dem Wissen über den Kompetenzstand der Kinder zu diesem Zeitpunkt auch systemische Handlungsoptionen - bezogen auf die strukturelle Verankerung der erforderlichen Förderung von Kindern unter Berücksichtigung der Qualifizierung der zuständigen Fachkräfte.

Vorstellungsverfahren für Viereinhalbjährige

Eineinhalb Jahre vor der Einschulung findet in Hamburg an den regional zuständigen Grundschulen eine Überprüfung des geistigen, seelischen, körperlichen und sprachlichen Entwicklungsstands der Kinder statt (§ 42 Hamburgisches Schulgesetz (HmbSG)). Bislang wurde an einigen Schulen auch der mathematische Kompetenzstand erhoben, dies ist jedoch im Hamburgischen Schulgesetz nicht verbindlich vorgeschrieben. Laut einer Auskunft des IfBQ vom 25.1.2018 liegen Informationen über mathematische Vorläuferfähigkeiten aus den letzten vier Jahren für ca. 20-25% der Gesamtgruppe vor. Es zeigte sich in den Schuljahren 2013/14 bis 2016/17 eine Zunahme von Kindern, deren Kompetenzen in die Kategorien schwach bzw. sehr schwach eingeordnet wurden. Dabei erzielten insbesondere Kinder mit Migrationshintergrund und an sozioökonomisch schwächeren Standorten schlechtere Ergebnisse.

Es gibt keine detaillierten Informationen darüber, wie die mathematischen Kompetenzen der Kinder eineinhalb Jahre vor Schuleintritt an den Hamburger Grundschulen erhoben werden. Die Einschätzung erfolgt bei den oben berichteten Ergebnissen nur sehr grob auf einer 5-stufigen Skala von sehr schwach bis sehr stark. Diese Skala gibt keine Auskunft über die einzelnen Aspekte mathematischen Vorwissens, denen zentrale Vorhersagekraft für das spätere schulische Mathematiklernen zugeschrieben wird. Genau dieses Wissen wäre für die passgenaue Förderung allerdings unabdingbar.

Zum Vorstellungsverfahren der Viereinhalbjährigen erfolgt eine Entwicklungseinschätzung an den Kindertageseinrichtungen. Der zur Entwicklungsdokumentation der Kita gehörige dreiseitige Einschätzungsbogen (§ 9 Abs. 2 Landesrahmenvertrag Kinderbetreuung in Tageseinrichtungen) enthält lediglich eine sehr allgemein gehaltene mathematische Kompetenzbeschreibung („verfügt über Kompetenzen hinsichtlich mathematischer Zusammenhänge“). Im Vergleich dazu gibt es zur Sprachkompetenz einen eigenen Abschnitt mit fünf einzuschätzenden Kompetenzen und ergänzenden Bemerkungen zu Stärken und Schwächen.

Verweisen die Ergebnisse im Vorstellungsverfahren auf Förderbedarf im Bereich Sprache, folgen gegebenenfalls weitere sonderpädagogische Untersuchungen (§ 34 HmbSG). Für Mathematik gibt es dazu keine Vorgaben.

Vorschulklassen

Sorgeberechtigte haben in Hamburg die Wahl, ob ihr Kind im Jahr vor Schuleintritt die Vorschulklasse oder weiterhin die Kindertageseinrichtung besucht (§ 14 HmbSG). Kinder mit mangelnden Sprachkenntnissen sind verpflichtet, im Jahr vor der Einschulung

eine Vorschulklasse zu besuchen und an zusätzlichen Sprachfördermaßnahmen teilzunehmen (§ 28a HmbSG). Bei mangelnden mathematischen Fähigkeiten dagegen gibt es keine Vorgaben dieser Art. Ebenfalls zur Sprachförderung gibt es eine weitere verpflichtende Diagnose im 1. Quartal für Kinder mit besonderem Sprachförderbedarf. Gegebenenfalls werden zusätzliche Fördermaßnahmen eingeleitet. Auch diese Unterstützung ist für das Fach Mathematik bislang nicht vorgesehen.

In Vorschulklassen sind Sozialpädagoginnen/-pädagogen, Kindheitspädagoginnen/-pädagogen, Diplompädagoginnen/-pädagogen tätig oder Lehrkräfte mit erstem Staatsexamen. Die Pädagoginnen und Pädagogen haben in der Regel keine fachspezifische mathematikdidaktische Ausbildung, bei den Lehrkräften mit erstem Staatsexamen ist es abhängig von ihrer Fächerwahl im Studium und vom Zeitpunkt ihres Examens, da sich die Studienordnungen über die Jahre und verschiedene Bundesländer hinweg unterscheiden. Von 2011 bis 2015 gab es am Landesinstitut eine Qualifizierung für die Sozialpädagoginnen und Sozialpädagogen bzw. die Leitungen der Vorschulklassen mit 5 Modulen à 3 Zeitstunden³. Die Qualifizierung wurde nicht fortgesetzt. Derzeit gibt es einzelne Fortbildungsmodule (5 Module à 3h) für die Fachkräfte, die in Vorschulklassen unterrichten, bzw. gilt für diese Klientel das normale Fortbildungsangebot Mathematik Grundschule am Landesinstitut. Es findet aber keine strukturierte Nachqualifizierung mehr statt. Die Sozialpädagoginnen und Sozialpädagogen, die an Vorschulklassen tätig sind, haben ebenso wie Lehrkräfte ein verpflichtendes Fortbildungskontingent von 30 Stunden zu absolvieren. Inwieweit die Fortbildungsangebote freiwillig von den Fachkräften gewählt werden oder die Teilnahme durch direkte Befürwortung von Schulleitungen eingefordert wird, ist nicht dokumentiert.

Für die Vorschulklassen gibt es kein eigenes Curriculum. Es gelten die Hamburger Bildungsempfehlungen für die Bildung und Erziehung von Kindern in Kindertageseinrichtungen (s.o.) sowie die Richtlinie für die Bildung und Erziehung in Vorschulklassen vom Mai 2016. Dort ist Mathematik im Lernfeld Mathematik, Naturwissenschaften und Technik integriert. Die Inhalte werden in einem kurzen Absatz beschrieben, gehen jedoch kaum ins Detail.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Bedeutsamkeit mathematischen Vorwissens für weiteres schulisches Lernen zwar erwiesen ist, im Übergangsbereich Kindertageseinrichtung – Grundschule aber in Hamburg weder eine systematische Erhebung dieses Vorwissens, noch verbindliche Fördermaßnahmen für Kinder mit spezifischen Schwierigkeiten vorgesehen sind. Für die verpflichtende Vorstellung der viereinhalbjährigen Kinder an der Grundschule gibt es keine Vorgaben zur Mathematik und es gibt auch – anders als im Bereich Sprache – keine Verpflichtung zum Besuch der Vorschulklasse bei besonderem Förderbedarf in Mathematik. Für Fachkräfte an den Vorschulklassen ist derzeit keine systematische, verpflichtende mathematikdidaktische Qualifizierung (mehr) vorgesehen. Zudem gibt es keine konkreten inhaltlichen Vorgaben für mathematisches Lernen in der Vorschulklasse.

³ Unterlagen des LI - B 31-212

5.3 Handlungsempfehlungen

Es folgen Handlungsempfehlungen für den Bereich frühe mathematische Bildung. Vorab ist jedoch festzuhalten, dass sowohl mit der Vorstellung der viereinhalbjährigen Kinder an der Grundschule, als auch mit der Einrichtung von Vorschulklassen eine Struktur vorliegt, die im Bereich der Sprachförderung bereits stringent genutzt wird und die somit eine sehr gute Ausgangsbasis für eine frühe mathematische Förderung darstellen könnte. Allerdings gilt es sicherzustellen, dass das Personal an den jeweiligen Einrichtungen explizit für die anspruchsvolle Aufgabe der frühen mathematischen Bildung und Förderung mathematikdidaktisch ausgebildet wird.

Die Herausforderungen, die sich in Hamburg ergeben, unterscheiden sich bezüglich der frühen mathematischen Bildung und Förderung in einigen Aspekten kaum von denen anderer Bundesländer. Die fehlende mathematikdidaktische Ausbildung frühpädagogischer Fachkräfte ist beispielsweise bundesweit zu beklagen, ebenso wie eine wenig strukturierte Fortbildung und eine auf wissenschaftlich fundierten Kriterien ausgerichtete Erhebung von mathematischen Fähigkeiten zu Schulbeginn. Hier könnte Hamburg eine Vorreiterrolle übernehmen. Basierend auf der oben geschilderten Ausgangslage ergeben sich für die Hansestadt Hamburg im Bereich der frühen Bildung und Entwicklung die im Folgenden aufgeführten Empfehlungen:

Ausbildung Fachkräfte

- Integration mathematikdidaktischer Inhalte in die Ausbildung angehender frühpädagogischer Fachkräfte (sowie die dazu erforderliche umfassende mathematische und mathematikdidaktische Qualifizierung der Lehrpersonen an den Ausbildungseinrichtungen⁴)
- Etablierung einer umfassenden mathematikdidaktischen Ausbildung für die Fachkräfte, die in den Vorschulklassen unterrichten.

Fortbildung Fachkräfte

- Strukturierung des Angebots mathematikdidaktischer Fortbildungen für frühpädagogische Fachkräfte und das Personal, das in Vorschulklassen unterrichtet (Orientierung an den Kernkompetenzen zu Schulbeginn, inhaltliche Ausrichtung an verschiedenen mathematischen Grundideen, Fortbildungsreihen mit aufeinander aufbauenden Inhalten, Verknüpfung von Input- und Praxisphasen, Nutzen von Lerngemeinschaften – vgl. Handlungsfeld 6)
- strukturierte Nachqualifizierung in Mathematikdidaktik für die Fachkräfte in Kindertageseinrichtungen und Vorschulklassen, die keine mathematikdidaktische Ausbildung haben (mindestens 100 Arbeitsstunden, z. B. mit ca. 6 Präsenztagen und dazwischenliegenden Praxisphasen wären sinnvoll⁵).

Vorschulklassen

- gezielte Förderung mathematischer Kompetenzen in den Vorschulklassen (analog zur Sprachförderung) auf der Basis zentraler inhaltlicher Schwerpunkte nach geeigneter Qualifizierung der Fachkräfte
- Angebot eines Kerncurriculums für die mathematische Förderung in Vorschulklassen.

Übergang Kindergarten Grundschule

- verpflichtende Erhebung mathematischer Kompetenzen (nach vorgegebenen Kriterien, s. u.) bei der Vorstellung der viereinhalbjährigen Kinder an der Grundschule
- Festlegung konkreter, wissenschaftlich abgesicherter Kriterien zur Feststellung der Kompetenzen von viereinhalbjährigen Kindern, denen besondere Vorhersagekraft für das weitere Mathematiklernen zukommt
- Verbindliche Durchführung von Fördermaßnahmen/verpflichtender Besuch einer Vorschulklasse für Kinder mit erhöhtem Förderbedarf in Mathematik
- (ggfs.) verbindliche Regelungen zur Zusammenarbeit von Kita und Grundschulen

⁴ Vorgeschlagen werden mindestens 10 Fortbildungstage mit zusätzlichen Praxisphasen, in denen bereits die konkrete Umsetzung erfolgt (vgl. z. B. <https://www.dzlm.de/fort-und-weiterbildung/kurskonzepte/emmam-qualifizierung-von-multiplikatorinnen-zur-fruehen>)

⁵ vgl. z. B. <https://www.dzlm.de/fort-und-weiterbildung/kurskonzepte/emma-erzieherinnen-und-erzieher-machen-mathematik>

5.4 Literatur

- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2018). *Bildung in Deutschland 2018. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Wirkungen und Erträgen von Bildung*. Bielefeld: wbv Media.
- Bruns, J. (2014). *Adaptive Förderung in der elementarpädagogischen Praxis. Eine empirische Studie zum didaktischen Handeln von Erzieherinnen und Erziehern im Bereich Mathematik*. Münster: Waxmann.
- Dornheim, D. (2008). *Prädiktion von Rechenleistung und Rechenschwäche: Der Beitrag von Zahlen-Vorwissen und allgemein-kognitiven Fähigkeiten*. Berlin: Logos.
- Gasteiger, H. (2010). *Elementare mathematische Bildung im Alltag der Kindertagesstätte. Grundlegung und Evaluation eines kompetenzorientierten Förderansatzes*. Münster: Waxmann.
- Gasteiger, H. & Benz, C. (2016). Mathematikdidaktische Kompetenz von Fachkräften im Elementarbereich – ein theoriebasiertes Kompetenzmodell. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 37(2), 1-25.
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47, 15–39.
- Klibanoff, R. S., Levine, S. C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M. & Hedges, L. V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher "math talk.". *Developmental Psychology*, 42, 59–69.
- Krajewski, K. (2003). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule*. Hamburg: Dr. Kovac.
- Krajewski, K. & Schneider, W. (2009). Early development of quantity to number-word linkage as a precursor of mathematical school achievement and mathematical difficulties: Findings from a four-year longitudinal study. *Learning and Instruction*, 19, 513–526.
- Lehrl, S., Anders, Y. & Kuger, S. (2014). Soziale Disparitäten beim Zugang zu Kindergartenqualität und differenzielle Konsequenzen für die vorschulische mathematische Entwicklung. *Unterrichtswissenschaft*, 42, 132–151.
- Nguyen, T., Watts, T. W., Duncan, G. J., Clements, D. H., Sarama, J. S., Wolfe, C. & Spitler, M., E. (2016). Which preschool mathematics competencies are most predictive of fifth grade achievement? *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 550-560.
- Peter-Koop, A. & Grüßing, M. (2008). Förderung mathematischer Vorläuferfähigkeiten. Befunde zur vorschulischen Identifizierung und Förderung von potenziellen Risikokindern in Bezug auf das schulische Mathematiklernen. *Empirische Pädagogik*, 22, 209–224.
- Prenzel, M., Heidemeier, H., Ramm, G, Hohensee, F. & Ehmke, T. (2004). Soziale Herkunft und mathematische Kompetenz. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 273-282). Münster: Waxmann.
- Schweinhart, L., J. & Weikart, D. P. (1993). Success by empowerment: The High/Scope Perry Preschool Study through Age 27. *Young Children*, 49(1), 54-58.
- Weißhaupt, S., Peucker, S. & Wirtz, M. (2006). Diagnose mathematischen Vorwissens im Vorschulalter und Vorhersage von Rechenleistungen und Rechenschwierigkeiten in der Grundschule. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 236-245.

6. Handlungsfeld 5: Förderung bei besonderen mathematischen Potenzialen und bei mathematischen Schwierigkeiten

6.1 Grundannahmen und Prämissen

Folgende Grundannahmen liegen diesem Handlungsfeld zugrunde:

1. Die weit verbreitete begriffliche Unterscheidung von Fordern und Fördern wird hier nicht verfolgt, da unseres Erachtens Fordern für alle Lernenden wichtig erscheint; alle Schülerinnen und Schüler sollten entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit kognitiv herausgefordert werden. Insofern wird in diesem Kapitel von Förderung sowohl bei Leistungsschwierigkeiten als auch bei besonderen Leistungspotenzialen gesprochen.
2. Förderung ist bzgl. vielfältiger Aspekte und Lernendengruppen wichtig, doch wird hier eine Konzentration auf drei Aspekte vorgenommen:
 - Förderung von besonderen mathematischen Potenzialen,
 - Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten sowie
 - Reduktion zuwanderungsbedingter und sozial bedingter Disparitäten durch fachbezogene Sprachförderung
3. Demgemäß steht bei Förderung nicht die Homogenisierung einer heterogenen Schülerschaft im Vordergrund, sondern eine dem jeweiligen Leistungsstand der Lernenden angepasste Unterstützung, was letztlich sogar zu einer Zunahme der Leistungsheterogenität führen kann.
4. Außerunterrichtliche Förderangebote sollten stets in ihrem Zusammenhang zum Regelunterricht gedacht werden, weil davon ausgegangen werden kann, dass die Kohärenz zwischen beiden die Lernwirksamkeit positiv beeinflusst.

6.2 Ausgangslage: Befunde und Analyse

6.2.1 Statistische Befunde aus KERMIT und dem IQB-Ländervergleich

Der IQB-Ländervergleich von 2012 ermöglicht, die Mathematikleistungen Hamburger Neuntklässlerinnen und -klässler in ihrer Verteilung auf die Kompetenzstufen mit anderen Bundesländern zu vergleichen (vgl. Tabelle 6.1; s. auch Handlungsfeld 3). Während im bundesweiten Durchschnitt 25 % der Lernenden auf Kompetenzstufe Ia und Ib verortet werden, also der sogenannten Risikogruppe angehören, liegt der Wert in Hamburg mit 28,4 % leicht höher, bleibt aber unter den Zahlen der anderen Stadtstaaten. Inhaltlich kann diese Risikogruppe derart beschrieben werden, dass die Mathematikleistungen der zugehörigen Schülerinnen und Schüler so gering sind, dass der erfolgreiche Übertritt in die berufliche Ausbildung gefährdet ist.

Tabelle 6.1: Prozentuale Verteilung der Lernenden auf sechs Kompetenzstufen – Vergleich der Daten für Deutschland gesamt sowie die Stadtstaaten aus dem IQB-Ländervergleich (Pant et al., 2013, S. 166 und 196; ohne Förderbedarfe)

Kompetenzstufe	Ia	I b	II	III	IV	V
Deutschland gesamt	5.5	19.5	30.7	25.9	14.2	4.2
Hamburg	7.2	21.2	30.5	26.8	11.5	2.9
Bremen	11.5	27.0	27.4	21.2	9.8	3.0
Berlin	10.4	22.3	29.9	23.3	11.2	2.8

Auch die Analyse des Anteils besonders leistungsstarker Schülerinnen und Schüler zeigt spezifische Herausforderungen in Hamburg auf. So erreichen im oberen Leistungsspektrum in Hamburg 14,4 % der Lernenden Kompetenzstufe IV oder V. Dies ist zwar ein vergleichbarer Wert mit anderen Stadtstaaten, aber der Bundesdurchschnitt liegt mit 18,4 % statistisch signifikant höher. Folglich besteht nicht nur im unteren Leistungsspektrum, sondern auch in der Leistungsspitze Handlungsbedarf.

Mit KERMIT 2, 3, 5, 7, 8, 9 hat Hamburg ein engmaschiges Instrument zum Leistungsmonitoring auf Schul- und Klassenebene, das regelmäßige und längsschnittliche Aussagen zur Entwicklung der Anteile der Lerngruppen mit mathematischen Schwierigkeiten und denen mit besonderen mathematischen Potenzialen ermöglicht. Tabelle 6.2 zeigt für die Jahrgänge 3 und 8 die Verteilung der Lernenden auf die Kompetenzstufen (auf der Grundlage des Kompetenzstufenmodells des IQB) und die erheblichen Unterschiede in den sozialen Belastungsgruppen (erfasst als Sozialindex der Schule).

Tabelle 6.2: Verteilung auf Kompetenzstufen nach sozialen Belastungsgruppen (KERMIT, Schuljahr 2016/17)

	Kompetenzstufen KERMIT 3					Kompetenzstufen KERMIT 8						
	I	II	III	IV	V	Ia	I b	II	III	IV	V	
Soziale Belastungsgruppen (1 hoch – 6 niedrig)	1	55,5	22,3	14,0	5,2	2,9	55,2	25,9	14,5	3,0	1,3	0,1
	2	41,2	24,2	19,5	10,6	4,4	43,0	29,3	16,7	8,3	2,1	0,5
	3	35,5	25,4	22,1	12,4	4,5	33,4	29,5	22,5	10,4	3,5	0,7
	4	24,2	24,9	24,1	16,0	10,7	17,3	22,0	25,3	22,0	9,6	3,7
	5	16,7	20,5	27,6	21,8	13,4	5,7	8,4	20,9	30,6	23,2	11,3
	6	10,2	19,8	31,1	24,2	14,7	0,4	2,3	13,7	34,2	32,3	17,0

Dort zeigt sich, dass die Leistungsvarianz innerhalb der sozialen Belastungsgruppen über die Zeit hinweg abnimmt. In den sozial belasteteren Gruppen verkleinert sich die Leistungsspitze, in den sozial weniger belasteten die Risikogruppe. Dabei nimmt über die Jahrgänge hinweg die Korrelation zwischen Mathematikleistung und Sozialindex zu (KERMIT 3: $r = .38$ / KERMIT 5: $r = .54$ / KERMIT 8: $r = .62$). Auch wenn Hamburg

bei den sozialen Disparitäten lt. IQB-Ländervergleich im Bundesdurchschnitt liegt (Pant et al., 2013, S. 281), ergibt sich – wie in allen Bundesländern – hier ein Handlungsbedarf.

Besondere Bedingungen weist Hamburg bzgl. des Zuwanderungsstatus seiner Schülerinnen und Schüler auf, wie Vergleichswerte aus dem IQB-Ländervergleich zeigen (Pant et al., 2013, S. 302): In keinem anderen Bundesland war im Jahr 2012 der Anteil der Jugendlichen mit Migrationshintergrund so groß. Mit 43,2 % war Hamburg bezüglich dieses Indikators das diverseste Bundesland (Bundesdurchschnitt des Migrationsanteils 26,4 %). Insbesondere hatte Hamburg mit 8,1 % einen doppelt so hohen Anteil an Migrantinnen und Migranten der ersten Generation wie der Bundesdurchschnitt (4,0 %).

Mit Blick auf die Lernenden mit Migrationshintergrund bzw. auf soziale Disparitäten ist der Sprachkompetenz als erklärendem Faktor eine zentrale Rolle zuzuschreiben. Statistische Analysen der Hamburger KERMIT 5-Daten zeigen, dass nach Kontrolle u.a. der Lesekompetenz, des mathematischen Vorwissens und der Schulform die vorhandenen Leistungsunterschiede nicht länger auf das Verfügen von Deutsch als Erstsprache oder den Sozialindex der Schule zurückzuführen sind. Vielmehr sind die (mit beiden Variablen Migrationshintergrund und Sozialindex oft korrelierenden) sprachlichen (Lese-)Kompetenzen für die Leistungsunterschiede verantwortlich.

Diese Ergebnisse sind nicht Hamburg-spezifisch, sondern gehen konform mit anderen wissenschaftlichen Untersuchungen, in denen ebenfalls gezeigt werden konnte, dass soziale und migrationsbedingte Disparitäten nach Kontrolle der sprachlichen Kompetenzen kaum bzw. überhaupt nicht mehr nachweisbar sind. Das bedeutet, dass die Unterschiede in der Sprachkompetenz die Unterschiede in anderen Merkmalen erklärt (Leiss et al., 2017, Secada, 1992, Paetsch et al., 2016, Plath & Leiss, 2018, Poarch & Bialystok, 2017, Prediger et al., 2015).

Vertiefende Hamburger Analysen im Rahmen des SiMa Projekts (vgl. Prediger & Neugebauer, 2018), zeigen darüber hinaus, dass in einem Test mit 611 Siebtklässlerinnen und Siebtklässlern von Hamburger Stadtteilschulen aus belasteten sozialen Lagen sich eine Korrelation von $r = .51$ zwischen Mathematikleistung und Sprachkompetenz ergibt. Weiterhin zeigt sich, dass geringe Sprachkompetenzen nicht nur ein Problem der Lernenden mit Migrationshintergrund sind, sondern auch der Lernenden ohne Migrationshintergrund (215 Lernenden deutscher Herkunft und Migranten ab der 3. Generation). Letztere unterscheiden sich bzgl. ihrer Sprachkompetenz kaum von den 313 Migranten der 2. Generation.

Insgesamt zeigen die statistischen Befunde aus dem IQB-Ländervergleich sowie der beiden Hamburger Erhebungen KERMIT und Sima-Hamburg, dass eine Weiterentwicklung der Förderung in drei Handlungsfeldern erforderlich ist:

- Hamburg scheint die mathematischen Potenziale seiner Leistungsstärksten noch nicht hinreichend auszuschöpfen, eine **Förderung besonderer mathematischer Potenziale** sollte also intensiviert werden (→ Abschnitt 6.2.2).

- Hamburg hat eine im Bundesvergleich große Risikogruppe, so dass dieser Anteil reduziert werden sollte. Dazu ist ein Ausbau der **Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten** notwendig (→ Abschnitt 6.2.3).
- Sprachkompetenz ist ein wichtiger Faktor bei sozial bedingten und zuwanderungsbezogenen Disparitäten. Daher ist die **fachbezogene Sprachförderung** im Mathematikunterricht ein wichtiger Ansatz zur Reduktion von Disparitäten (→ Abschnitt 6.2.4).

6.2.2 Unterrichtliche und außerunterrichtliche Förderung besonderer mathematischer Potenziale

Außerunterrichtliche Förderung mathematischer Potenziale hat in Hamburg sowohl in der Grundschule als auch in der Sekundarstufe eine langjährige Tradition. Hier ist insbesondere die Teilnahme an Mathematikwettbewerben oder die Einrichtung von Mathe-Zirkeln für mathematisch besonders Begabte zu nennen. Diese Form der Spitzenförderung erreicht allerdings nur wenige Kinder und ist allein noch unzureichend, um die Anteile derjenigen Schülerinnen und Schüler auf den höchsten Kompetenzstufen des IQB (IV und V) nachhaltig zu steigern.

Im Bereich der Grundschule wurde daher in den letzten Jahren mit dem Projekt PriMa in Zusammenarbeit mit der Behörde für Schule und Berufsbildung (BSB) und der Universität Hamburg die Begabten- und Interessiertenförderung deutlich verbreitert. Neben jährlich 50 talentierten Kindern, die an der Universität spezifisch gefördert werden, werden weitere Kinder der Jahrgänge 3 und 4 in Mathe-Zirkeln an 95 Grundschulstandorten mit durchschnittlich 15 Kindern außerunterrichtlich gefördert. An jeder Grundschule gibt es mindestens eine Lehrkraft, die eine PriMa-Fortbildung absolviert hat. Diese wählt die zu fördernden Lernenden aus, wobei nach Erfahrungsberichten weniger standardisierte Aspekte, sondern eher eine Auswahl multikriterialer Aspekte der einzelnen Lehrpersonen eine Rolle spielen (z.B. Rechenkompetenzen, Argumentationsfähigkeit, Neugierde, sprachliches und allgemeines kognitives Potenzial der Lernenden), so dass eine Bevorzugung spezifischer nicht leistungsbezogener Lernendengruppen nicht ausgeschlossen, aber aufgrund mangelnder Daten auch nicht belegt werden kann.

Im Bereich der Grundschule wurde somit eine eindrucksvolle Infrastruktur für die außerunterrichtliche Förderung etabliert und eine Verbreitung realisiert, die eine Integration in den Regelunterricht möglich macht. Dabei bewährt sich die jahrzehntelange Zusammenarbeit der Universität mit den Fortbildungsstrukturen des LI und der BSB, die mit je 10 Stellen unterstützt wird.

In der Sekundarstufe dagegen scheint das Netz der Potenzialförderung weniger dicht gespannt und die diesbezüglichen Ressourcen deutlich geringer zu sein, da lediglich an 12 Schulen Mathe-Zirkel ab Klasse 5 und vereinzelte Mathe-Zirkel an der Universität ab Klasse 8 angeboten werden. Diese vergleichsweise wenigen positiven Ansätze sollten in einem nächsten Schritt deutlich ausgebaut werden.

Für beide Schulstufen sollte erhoben werden, wie sich die Bildungsbeteiligung in den Mathe-Zirkeln darstellt. Aus Studien außerhalb Hamburgs ist bekannt, dass in außerunterrichtlichen Fördermaßnahmen häufig eine Überrepräsentanz der Jungen und der sozial privilegierten Milieus festzustellen ist (Benölken, 2014, Suh & Fulginiti, 2011). Kinder und Jugendliche aus sozial benachteiligten Milieus sowie Mädchen dagegen kommen seltener durch Elterninitiative in die Förderung und sollten daher gezielter rekrutiert werden. Dazu haben sich breitere Diagnose-Instrumente wie der Känguru-Test und vor allem unterrichtsintegrierte Potenzialförderung als zusätzliche Instrumente bewährt, welche die sozial bedingten Selektionseffekte umgehen können (Suh & Fulginiti, 2011). Die unterrichtsintegrierte Potenzialförderung erfolgt durch binnendifferenzierende Verstärkung von Potenzialen und Ausbau entsprechender Strategien in reichhaltigen Lernumgebungen.

Über den derzeitigen Stand der *unterrichtsintegrierten Förderung* von Potenzialen liegen für Grundschule und Sekundarstufe kaum Informationen vor. Entsprechend ist die Bund-Länder-Initiative zur Förderung von leistungsstarken und besonders begabten Kindern und Jugendlichen zu begrüßen und unbedingt *fachdidaktisch* auszugestalten, um die in Abschnitt 6.2.1 präsentierten Anteile an Schülerinnen und Schülern auf Kompetenzstufe IV und V zu vergrößern. Hierzu gilt es, die in diesem Bereich liegenden Optimierungspotenziale noch wesentlich stärker zu nutzen – insbesondere, da die wenigen außerunterrichtlichen Förderansätze der Sekundarstufe I nur auf die Spitzengruppe abzielen und weniger auf die Förderung der mathematischen Potenziale von Lernenden ab Kompetenzstufe III.

6.2.3 Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten

Gesetzliche und finanzielle Rahmenbedingungen für die Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten

Hamburg hat sich gute gesetzliche Rahmenbedingungen für die Förderung bei fachlichen Schwierigkeiten gegeben: Die Verordnung über die besondere Förderung von Schülerinnen und Schülern gemäß § 45 des Hamburgischen Schulgesetzes (VO-BF) definiert Noten- bzw. Punkteschwellen, bei deren Unterschreiten Schülerinnen und Schüler Anspruch auf schulische Intervention haben. Die Notenschwellen entsprechen jenen, die früher die Versetzung gefährdet hätten, da die damit verbundene besondere Förderung an die Stelle des „Sitzenbleibens“ getreten ist. Die damit intendierte besondere Förderaufgabe der Schule setzt sogar noch früher an. So ermöglichen die Verordnungsbestimmungen, dass in Lernentwicklungsgesprächen bereits besondere Fördermaßnahmen vereinbart werden, wenn sich erste Leistungsschwächen bzw. -einbrüche zeigen, die noch nicht zwingend zu einem Unterschreiten der definierten Notenschwellen bzw. Lernziele geführt haben. Entsprechend erreicht die Maßnahme *Fördern statt Wiederholen* deutlich mehr Schülerinnen und Schüler als die früher vorgesehene Wiederholung einer Jahrgangsstufe, weil der Rechtsanspruch auf Förderung schon einsetzt, sobald in einem einzigen Fach (statt wie früher in drei Fächern) die Leistungen mit mangelhaft oder schlechter bewertet wurden.

Viele Schulen bieten eine spezielle Förderung sogar früher an, und zwar wenn die Leistungen mit ausreichend bewertet wurden.

Zur Finanzierung der besonderen Förderung erhalten die Schulen sowohl Lehrerwochenstunden als auch Mittel aus dem Bildungs- und Teilhabepaket der Bundesregierung. Dieses schulische Budget ist Grundlage für die mit den Sorgeberechtigten zu vereinbarenden Lernförderstunden. Im Schuljahr 2016/17 hat Hamburg insgesamt rund 11,8 Millionen Euro für die Lernförderung ausgegeben (Quelle: Bürgerschaftsdrucksache 21/10810).

Inhaltlicher Schwerpunkt von Fördermaßnahmen

Empirische Analysen von Fähigkeitsprofilen und Lernverläufen von Lernenden mit mathematischen Schwächen haben für den Beginn der Grundschule und den Beginn der Sekundarstufe einen Kanon von Basiswissen identifiziert, ohne den ein erfolgreiches altersgemäßes Weiterlernen kaum möglich ist (z.B. Moser Opitz, 2007). Zu diesem Basiswissen gehören einige zu automatisierende Fertigkeiten, vor allem aber Verstehensgrundlagen wie Zahl- und Operationsvorstellungen. Fördermaßnahmen bei mathematischen Schwierigkeiten dürfen sich daher nicht mit kurzfristigen Hilfen beim aktuellen Schulstoff begnügen, sondern sollten fachdidaktisch darauf fokussieren, diese identifizierten Verstehensgrundlagen unter Anleitung der Lehrkraft systematisch aufzuarbeiten.

Umsetzung an Grundschulen

Auch wenn es keine verbindliche Vorgabe für den Einsatz von Instrumenten zur Diagnose mathematischer Schwierigkeiten gibt (nur für spezifische Fördersettings), hat sich in den Hamburger Grundschulen die Nutzung des HaReT (Hamburger Rechentest), eines Tests zur Früherfassung von Lernschwierigkeiten im arithmetischen Kontext, etabliert. Für die Grundschule wird der Hamburger Rechentest für Klasse 1, 2, 3 und 4 angeboten und insbesondere im Jahrgang 3 von über 80 % der Schulen meist in Klassenstärken bestellt. Die aktuell geltende sozialnormbezogene Regelung, dass für die 10 % leistungsschwächsten Kinder eine Förderung auszubringen ist, sollte aus Sicht der Kommission allerdings durch kriteriumsbezogene Vorgaben ersetzt werden. Darunter ist zu verstehen, dass alle Schülerinnen und Schüler Anspruch auf Förderung haben, deren Leistungsstände vermuten lassen, dass sie die Ziele der Primarstufe (Standards im Fach Mathematik für die Primarstufe) nicht erreichen werden. Zu vermuten ist, dass dies deutlich mehr als 10 % der Schülerinnen und Schüler sind, hierfür sprechen auch die Ergebnisse im IQB-Bildungstrend 2015, wonach rund ein Viertel der Hamburger Kinder am Ende der 4. Jahrgangsstufe Mindeststandards verfehlt. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob der HaReT nicht perspektivisch durch validierte Instrumente des IfBQ ersetzt werden kann, insbesondere dann, wenn von Seiten des IfBQ computerbasierte Systeme zur Verfügung gestellt werden.

Zu prüfen ist auch, inwiefern die Flexibilität der Studentafel stärker genutzt werden kann, um eine verstärkte Förderung mit den qualifizierten Fachlehrkräften der jeweiligen Schule und nicht mit externem Personal zu gestalten.

Sowohl diese Diagnose als auch Konzepte für die anschließende Förderung sind regelmäßiger Bestandteil der in Hamburg angebotenen Fortbildungen. Im Projekt PriMa wird die Förderung bei Rechenschwächen ebenso thematisiert, und zwar vor allem als integratives Förderangebot, das präventiv angelegt ist und mit Start der 2. Klasse auf Basis der HaReT-Diagnose.

Umsetzung an Sekundarstufen-I-Schulen

Für die Sekundarstufe I fehlt an den meisten Schulen ein zum HaReT-analoges diagnostisches Instrument, um die mathematischen Schwierigkeiten der Lernenden valide und informativ zu identifizieren. Die KERMIT Erhebungen sind zwar kompetenzorientiert, aber für Individualdiagnostik bisher explizit nicht vorgesehen. Einige Schulen haben mit dem BasisMathG gute Erfahrungen gemacht, doch ist dieses individualdiagnostische standardisierte Instrument bislang nicht breit etabliert. Wie in Handlungsfeld 3 vorgeschlagen, scheint hier eine Weiterentwicklung von KERMIT sinnvoll zu sein, um langfristig einen Test zu haben, der auf Computer umgestellt wird und vom IfBQ permanent weiterentwickelt werden kann.

Gemäß der gesetzlichen Grundlage nach § 45 des Hamburgischen Schulgesetzes (VO-BF) wurden außerunterrichtliche individuelle Förderangebote etabliert. Diese werden allerdings nur selten von den Mathematik unterrichtenden Lehrkräften des Jahrgangs gehalten, sondern an den Stadtteilschulen vor allem durch gewerbliche Anbieter und an den Gymnasien durch leistungsstarke Oberstufenschülerinnen und -schüler. Damit ist personell, organisatorisch und vermutlich auch inhaltlich der Förderunterricht deutlich abgekoppelt vom Regelunterricht. Es stellt sich somit die Frage der Qualitätssicherung und Kohärenz dieser Förderung. Möglicherweise wirkt diese Art des Outsourcings der Förderung sogar einer Auseinandersetzung der Regellehrkräfte mit Fördermaßnahmen entgegen.

Sehr zu begrüßen ist hingegen die Erhöhung der Stundentafel in der Mittelstufe von 22 auf 26 Stunden, dank derer mehr Zeit bereitgestellt wird für eine konsequentere, auf Verstehensgrundlagen fokussierende, fachdidaktisch fundierte Förderung auch im Regelunterricht. Dies setzt allerdings auch eine konsequente Professionalisierung aller Regel- und Förderkräfte durch entsprechende Aus- und Fortbildungsmaßnahmen voraus. Im LI-Fortbildungsprogramm des Jahres 2017 wurden lediglich zwei Veranstaltungen für die Förderung von besonders begabten Schülerinnen und Schülern ausgewiesen, jedoch keine explizit zum Umgang mit mathematischen Schwierigkeiten (vgl. Handlungsfeld 6). Denn diese Thematik, so die Argumentation des LI, werde eingebunden in Veranstaltungen zu anderen Themengebieten und vor allem in die kontinuierliche Begleitung bzw. Unterstützung von Schulen, die das LI derzeit (aufgrund sehr begrenzter Ressourcen) für lediglich 6 Schulen anbieten kann. Diese Ressourcen sollten angesichts von 58 staatlichen Stadtteilschulen und 61 staatlichen Gymnasien deutlich ausgeweitet werden.

An drei Schulen wurde im Schuljahr 2017/18 die Etablierung des Diagnose- und Förderkonzepts „Mathe sicher können“ des IEEM Dortmund erprobt, das sich in NRW und

Brandenburg bereits in 70 Schulen bewährt hat und hinsichtlich der Wirksamkeit in einer Feldstudie durch das IPN Kiel positiv evaluiert wurde. Dazu wurde mit der Qualifizierung von drei Multiplikatorinnen und Multiplikatoren begonnen, die bei einer Verbreitung des Konzepts an andere Schulen unterstützen könnten.

Umsetzung an Sekundarstufen-II-Schulen

Für die Sekundarstufe II zeigt sich durch Abgleich der Ergebnisse in MSA und Abitur (vgl. Handlungsfeld 4) ein deutlicher Handlungsbedarf in Bezug auf mathematische Schwierigkeiten vor allem an den Stadtteilschulen: Ebenso wie beim Übergang von der Grundschule in die Sekundarstufe I scheint es auch hier einen erheblichen Anteil von Lernenden zu geben, die nicht über die notwendigen Verstehensgrundlagen für das erfolgreiche Weiterlernen auf höheren Abstraktionsstufen verfügen (vgl. hierzu die Ergebnisse des IQB-Bildungstrend 2016). Bislang liegen nur wenige Konzepte vor, die Schulen hier bei der Aufarbeitung zu unterstützen. Hier sollten verstärkte Anstrengungen unternommen werden.

Fazit

Ebenso wie in Bezug auf die Förderung von besonderen Potenzialen scheint es auch für die Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten sowohl an den Grundschulen als auch an den Sekundarstufen strukturell und teilweise auch inhaltlich tragfähige Konzepte zu geben, die ausgebaut werden sollten. In der Grundschule sind die Fortbildungsstrukturen und die Diagnose, nicht zuletzt mithilfe des Projekts PriMa, bereits breit etabliert. In der Sekundarstufe besteht hier noch ein deutlich größerer Entwicklungs- und Ressourcenbedarf. Für die unterrichtsintegrierte Förderung liegen erste Konzepte vor, weitere werden im Projektkontext der Bund-Länder-Initiative LEMAS erarbeitet, an beides sollten die systematischen Fortbildungsmaßnahmen ansetzen. Für die außerunterrichtliche Förderung gilt es an allen Schulen sicherzustellen, dass sie personell und inhaltlich an den Regelunterricht gut angeknüpft ist und ausschließlich von fachlich und fachdidaktisch geschultem Personal durchgeführt wird, um eine Qualitätssicherung nach einheitlichem Konzept zu gewährleisten und Kohärenz für die Kinder herzustellen.

Speziell für die Oberstufen der Stadtteilschulen ist über eine Erhöhung der Stundenzahl in Jahrgang 11 und Maßnahmen der äußeren Differenzierung in Jahrgang 9/10 nachzudenken, um Schwierigkeiten aufzuarbeiten und Anschlussfähigkeit an die Gymnasien herzustellen (vgl. Handlungsfeld 3).

6.2.4 Fachbezogene Sprachförderung als Ansatz zur Reduktion sozialer und zugewanderungsbezogener Disparitäten

Die statistischen Daten weisen in Hamburg auf erhebliche soziale Disparitäten hin, wie überall in Deutschland. Insbesondere mit Blick auf die extrem hohen Migrationsanteile erscheint deswegen die Sprachförderung ein zentrales Mittel zur Reduktion der Auswirkungen sozialer und zugewanderungsbedingter Disparitäten (Stanat, 2006).

Bislang wird Sprachförderung in Hamburg vor allem fachübergreifend konzipiert und in ausgewählten Fortbildungen thematisiert. In der Tat stellt die fachübergreifende durchgängige Sprachbildung und -förderung eine zentrale Grundlage für Kompetenzzuwächse dar (Darsow et al., 2012). Sie sollte jedoch um fachspezifische Sprachbildung in allen Unterrichtsfächern ergänzt werden, auch im vermeintlich spracharmen Fach Mathematik (Becker-Mrotzek et al., 2013), und zwar nicht nur für neu zugewanderte Kinder und Jugendliche, sondern auch für in Deutschland aufgewachsene sprachlich schwache (ein- und mehrsprachige) Lernende. Dazu wurden in den letzten Jahren sprachbildende Unterrichtskonzepte für den Mathematik-Regelunterricht ausgearbeitet und deren Wirksamkeit empirisch nachgewiesen (z.B. Smit, 2013, Prediger & Wessel, 2018). Die Implementation dieser Unterrichtskonzepte erfordert allerdings, so zeigen US-amerikanische Studien, die systematische Aus- und Weiterbildung der Mathematiklehrkräfte (Short, 2017).

An 10 Hamburger Stadtteilschulen wurden im Schuljahr 2017/18 in einem wissenschaftlich begleiteten Modellprojekt die evaluierten Unterrichtskonzepte eingeführt (Projekt SiMa Hamburg). Dazu wurden die Lehrkräfte über ein Jahr lang fortgebildet und in sprachbildenden Unterrichtsversuchen begleitet. Drei Fortbildnerinnen wurden für die Begleitung der Schulen bereits qualifiziert, die in den Folgejahren für eine Verbreiterung des Projekts sorgen können. Das Fortbildungskonzept wird derzeit ebenfalls auf Wirksamkeit untersucht, Ergebnisse liegen bis Herbst 2018 vor.

Damit sind erste Ansatzpunkte geschaffen, die im nächsten Schritt breiter umgesetzt werden sollten, sowohl in der Sekundarstufe als auch in der Grundschule.

6.3 Handlungsempfehlungen

Förderung besonderer mathematischer Potenziale

Hamburg sollte seine bestehenden außerunterrichtlichen Aktivitäten zur Förderung von besonderen Potenzialen beibehalten (Wettbewerbe, Mathe-Zirkel) und in der Sekundarstufe ausweiten, z.B. im Rahmen der Ganztagesangebote. Dabei ist die Bildungsbeteiligung in den Zirkeln zu prüfen und bei Unterrepräsentanz spezifischer Gruppen die Rekrutierungspraxis gezielter auf die unterrepräsentierten Gruppen auszuweiten. In Zusammenarbeit mit dem LEMAS-Projekt können Maßnahmen entwickelt werden, die Erfahrungen aus den Mathe-Zirkeln auch in den Regelunterricht zu integrieren. Für die Förderung im Regelunterricht sollten Fortbildungen zur Professionalisierung von Lehrkräften angeboten werden, insbesondere für die unterrichtsintegrierte Diagnose und die Förderung besonderer mathematischer Potenziale durch reichhaltige Lernumgebungen.

Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten

Für die Diagnose von mathematischen Schwierigkeiten sollten bestehende individualdiagnostische Maßnahmen in der Grundschule weitergeführt (aber kostenfrei verfügbar gemacht) werden. In der Sekundarstufe I und II sollten analoge Maßnahmen angeboten

werden, z.B. indem KERMIT für ein individualdiagnostisches Screening im unteren Leistungsspektrum ausgebaut wird. Außerdem sollte die fortgesetzte Diagnose durch regelmäßige lernunterstützende unterrichtsintegrierte Rückmeldeelemente ergänzt werden.

Die außerunterrichtliche Förderung sollte, wenn möglich, von den unterrichtenden Fachlehrkräften statt von externen Personen (teilweise ohne fachliche Ausbildung) durchgeführt werden, um stärkere Kohärenz zwischen außerunterrichtlicher und unterrichtsintegrierter Förderung zu erreichen und die fachdidaktisch gebotene Aufarbeitung von Verstehensgrundlagen statt kurzfristigen Hilfen zu priorisieren. Auch die Förderstunden, für die aus dem Bildungspaket explizit nur Nicht-Lehrkräfte finanziert werden können, sollten in ein inhaltlich sorgfältig abgestimmtes Förderkonzept der Schule eingebunden werden. Diese Nicht-Lehrkräfte sollten in die professionellen Lerngemeinschaften eingebunden werden, um eine Professionalisierung zu erreichen.

Die Schulen könnten aufgefordert werden, Förderkonzepte zu entwickeln auf der Basis wissenschaftlich abgesicherter Diagnose- und Förderkonzepte, die für Grundschule und Sekundarstufe I teilweise bereits vorliegen (z.B. Mathe sicher können). Für die Klassen 8-9 und den Übergang zur Sekundarstufe II sollten Fördermaterialien entwickelt und den Schulen angeboten werden.

Die Qualität der unterrichtlichen Förderung sollte weiterentwickelt werden durch breit angelegte Professionalisierung der Lehrkräfte (z.B. dazu Ausbildung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren) und kontinuierliche fachdidaktische Begleitung der Schulen und professionellen Lerngemeinschaften, die auch die Zuständigen der außerunterrichtlichen Förderung einschließen. Dazu gibt es bereits erfolgversprechende Ansätze in Hamburg, die jedoch mehr als 6 von 120 Sekundarstufenschulen zugutekommen sollten.

An Stadtteilschulen könnten die 40 % Lernenden, die in die Oberstufe übergehen, gezielter gefördert werden, um bei diesem Übergang die notwendigen Verstehensgrundlagen sicherzustellen. Dazu ist über eine Erhöhung der Stundenzahl im Jahrgang 11 nachzudenken (vgl. Handlungsfeld 3) und die Schulen sind zu ermutigen, eine äußere Fachleistungs-Differenzierung ab Jahrgang 8 einzurichten für diejenigen, die zur Oberstufe übergehen.

Fachbezogene Sprachförderung

Die fachbezogene Sprachförderung sollte als durchgängige didaktische Dimension etabliert werden, die nicht allein fachübergreifend konzipiert werden kann, sondern in ihrer Fachspezifität bearbeitet werden sollte (dies gehört zur wiederkehrenden Empfehlung der Stärkung der Fachlichkeit und fachdidaktischer Qualität, vgl. Handlungsfelder 2 und 3).

Sicherzustellen ist eine wissenschaftlich begleitete Implementation evaluierter Unterrichtskonzepte zum sprachbildenden Mathematikunterricht in den Regelunterricht mithilfe professioneller Lerngemeinschaften (dazu kann auf bestehende Konzepte zurückgegriffen werden, auch aus Hamburger Modellprojekten). Notwendig ist dazu eine möglichst breit angelegte Fortbildung für Mathematiklehrkräfte aller Schulstufen für fachbezogene Sprachförderung im Mathematikunterricht, der eine systematische Qualifizierung

der Hamburger Aus- und Fortbildenden und Fachmoderatorinnen und -moderatoren für die neue Querschnittsdimension vorausgeht.

Zusammenfassung der Empfehlungen
<p>Förderung besonderer mathematischer Potenziale</p> <ul style="list-style-type: none">• Ausweitung der bestehenden außerunterrichtlichen Förderangebote insbesondere in den Sekundarstufen I und II (z.B. Mathematikwettbewerbe, Mathe-Zirkel etc.) im Rahmen des Ganztags• strukturierter und unterstützter Transfer der Erfahrungen aus außerunterrichtlichen Angeboten in den Regelunterricht• Bei der Rekrutierung auch zukünftig darauf achten, häufig unterrepräsentierte Gruppen gezielt zu rekrutieren• breite Fortbildung der Lehrkräfte für unterrichtsintegrierte Diagnose und Förderung von besonderen mathematischen Potenzialen
<p>Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none">• außerunterrichtliche Förderung nach § 45 HmbSG sollte durch qualifiziertes Personal erfolgen, das eng mit Lehrkräften des Jahrgangs kooperiert• Etablierung von Förderkonzepten in den Schulen unter Berücksichtigung erfolgreich evaluierter Konzepte, insbesondere zur Verknüpfung von Förderunterricht und Förderung im Regelunterricht• Ausweitung der fachdidaktischen Schulbegleitungen und Professionellen Lerngemeinschaften zur Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten, auch unter Einbindung der Zuständigen für außerunterrichtliche Förderung (§ 45 HmbSG)• Ausbau der Fortbildung und Coaching von Lehrkräften für unterrichtliche Förderung• Qualifizierung von Fortbildenden und Coaches zur Förderung bei mathematischen Schwierigkeiten• ab Klasse 8, idealerweise schon in Klasse 7, spezifische Förderung für Lernende an Stadtteilschulen, die in die gymnasiale Oberstufe wechseln werden (ggf. äußere Fachleistungsdifferenzierung) zur Vorbeugung von Schwierigkeiten in der Oberstufe
<p>Fachbezogene Sprachförderung</p> <ul style="list-style-type: none">• Etablierung von Sprachförderung im Mathematikunterricht als zentrales, durchgängiges Prinzip• wissenschaftlich begleitete Implementation unterrichtsintegrierter, evaluierter Konzepte zur fachbezogenen Sprachförderung mit Hilfe Professioneller Lerngemeinschaften• Angebote zur Aus- und Fortbildung für Mathematiklehrkräfte aller Schulstufen und Schulformen zur Sprachbildung im Unterricht durch qualifizierte Fachmoderatorinnen und -moderatoren

6.4 Literatur

- Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E. & Vollmer, H. J. (Hrsg.) (2013). *Sprache im Fach – Sprachlichkeit und fachliches Lernen*. Münster: Waxmann.
- Benölken, R. (2014). Begabung, Geschlecht und Motivation. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35(1), 129-158.
- Darsow, A., Paetsch, J., Stanat, P. & Felbrich, A. (2012). Ansätze der Zweitsprachförderung: Eine Systematisierung. *Unterrichtswissenschaft*, 40, 64-82.
- Leiß, D., Domenech, M., Ehmke, T. & Schwippert, K. (2017). Schwer – schwierig – diffizil: Zum Einfluss sprachlicher Komplexität von Aufgaben auf fachliche Leistungen in der Sekundarstufe I. In D. Leiss, M. Hagen, A. Neumann, & K. Schwippert (Hrsg.), *Mathematik und Sprache. Empirischer Forschungsstand und unterrichtliche Herausforderungen* (S. 99-125). Münster: Waxmann.
- Moser Opitz, E. (2007). *Rechenschwäche/Dyskalkulie. Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern*. Bern: Haupt.
- Paetsch, J., Radmann, S., Felbrich, A., Lehmann, R. & Stanat, P. (2016). Sprachkompetenz als Prädiktor mathematischer Kompetenzentwicklung von Kindern deutscher und nicht-deutscher Familiensprache. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 48, 27-41.
- Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (2013). *IQB-Ländervergleich 2012. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.
- Plath, J. & Leiß, D. (2018). The impact of linguistic complexity on the solution of mathematical modelling tasks. *ZDM*, 50, 159-171.
- Poarch, G. J. & Bialystok, E. (2017). Assessing the implications of migrant multilingualism for language education. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20, 175–191.
- Prediger, S. & Neugebauer, P. (2018, i.V.). *SiMa Hamburg: Interner Bericht der Ergebnisse des Vortests und der Wirksamkeitsanalysen zum Fortbildungskonzept*. TU Dortmund.
- Prediger, S. & Wessel, L. (2018). Brauchen mehrsprachige Jugendliche eine andere fach- und sprachintegrierte Förderung als einsprachige? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21, 361-382.
- Prediger, S., Wilhelm, N., Büchter, A., Gürsoy, E. & Benholz, C. (2015). Sprachkompetenz und Mathematikleistung – Empirische Untersuchung sprachlich bedingter Hürden in den Zentralen Prüfungen 10. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 36(1), 77-104.
- Secada, W. G. (1992). Race, ethnicity, social class, language and achievement in mathematics. In D. A. Grouws (Hrsg.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (S. 623–660). New York: MacMillan.
- Short, D. J. (2017). How to Integrate Content and Language Learning Effectively for English Language Learners. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7b), 4237-4260.
- Smit, J. (2013). *Scaffolding language in multilingual mathematics classrooms*. (PhD-Thesis), Freudenthal Institute, Utrecht.
- Stanat, P. (2006). Disparitäten im schulischen Erfolg: Forschungsstand zur Rolle des Migrationshintergrunds. *Unterrichtswissenschaft*, 36, 98-124.
- Suh, J. & Fulginiti, K. (2011). Developing Mathematical Potential in Underrepresented Populations through Problem Solving, Mathematical Discourse and Algebraic Reasoning. In B. Sriraman & K. Lee (Hrsg.), *The Elements of Creativity and Giftedness in Mathematics* (Vol. 1, S. 67-79). Rotterdam: Sense Publishers.

7 Handlungsfeld 6: Schulische und unterrichtliche Qualitätsentwicklung durch Professionalisierung

7.1 Einleitung

Berufliche Fort- und Weiterbildung ist für jede Berufsgruppe relevant. Wer möchte von einer Ärztin operiert oder von einem Piloten in den Urlaub geflogen werden, die/der sich - auch wenn sie/er ursprünglich eine quantitativ umfassende und qualitativ hochwertige Ausbildung durchlaufen hat – das letzte Mal vor 25 Jahren weitergebildet hat? Entsprechend ist auch die Fortbildung von Lehrpersonen als eine zentrale Bildungsaufgabe anzusehen. Dabei muss für Hamburg die Bedeutung von Lehrkräftefortbildungen besonders herausgehoben werden. Ein Großteil der an Hamburger Schulen in der Primar- und Sekundarstufe I das Fach Mathematik unterrichtenden Lehrkräfte hat an der Universität Hamburg ein stufenübergreifendes Primar- und Sekundarstufenlehramt studiert und dort in der Regel lediglich ein mathematikdidaktisches Grundlagenstudium absolviert, das aufgrund des geringen Stundenumfangs kaum vertiefte Kenntnisse vermitteln kann. Entsprechend muss in Hamburg kontinuierlich für die ca. 4900 Primarschullehrkräfte und die über 1500 Sekundarschullehrkräfte, die Mathematik unterrichten, von einem umfangreichen Fortbildungsbedarf ausgegangen werden. Zusätzliche Bedeutung erfährt die Fort- und Weiterbildung von Mathematiklehrkräften (nicht nur) in Hamburg durch die aktuell hohe Zahl an Seiten- und Quereinsteigerinnen und -einsteiger, die für ihre Aufgaben in der Schule qualifiziert werden müssen.

Für die Konzeption erfolgversprechender Fort- und Weiterbildungen kann die Wissenschaft wertvolle Impulse geben, da die Forschung zur Professionalisierung von Lehrpersonen im Rahmen von Fortbildungen in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich intensiviert wurde. Damit ist es möglich, den Blick auf Merkmale zu richten, durch die sich wirksame Professionalisierungsmaßnahmen auszeichnen. Diese Merkmale lassen sich als eine Art Referenzrahmen für die Bewertung der existierenden Professionalisierungsangebote für Hamburger Mathematiklehrkräfte begreifen.

Entsprechend wird in diesem Kapitel jeweils für die Bereiche *strukturell-organisatorische Rahmenbedingungen*, *Fortbildungsinhalte* und *Qualitätsmonitoring* die Hamburger Ist-Situation sowie der diesbezüglich vorhandene Forschungsstand beschrieben. Dabei werden entweder direkt oder aber erst beim Abgleich mit dem Forschungsstand Handlungsempfehlungen zur Weiterentwicklung der Hamburger Fortbildungsaktivitäten abgeleitet. Den Abschluss bildet eine zusammenfassende Darstellung der Stärken und Schwächen des derzeitigen Fortbildungsangebots sowie möglicher Handlungsstrategien zu seiner Weiterentwicklung.

7.2 Strukturell-organisatorische Rahmenbedingungen

7.2.1 Ressourcen(nutzung)

Aufgrund des grundsätzlichen Fortbildungsbedarfs werden in Hamburg jeder Lehrperson pro Jahr 30 Stunden für die persönliche Fortbildung eingeräumt, wobei die Schulleitungen einen großen Entscheidungsspielraum haben, um inhaltliche Akzente zu setzen und neben externen auch schulinterne Maßnahmen durch Zuweisung von Wochenarbeitszeit in Stunden (WAZ) entsprechend zu fördern. Insgesamt stehen mit fast 500 000 WAZ und spezifischen schulinternen Budgets für Fortbildungsmaßnahmen in Hamburg deutlich mehr Ressourcen pro Lehrperson als in vielen anderen Bundesländern zur Verfügung. Hieraus wird ersichtlich, dass dem Thema in Hamburg grundsätzlich eine erhebliche Bedeutung zugeschrieben wird. Gerade vor dem Hintergrund, dass in der Hamburger Universität nur wenige Lehramtsabsolventen das Fach Mathematik wählen, erscheinen umfassende Fortbildungsangebote für Lehrkräfte, die das Fach Mathematik nicht studiert haben, auch weiterhin notwendig.

In Gesprächen mit einzelnen Lehrpersonen zeigte sich jedoch, dass die für Lehrerfortbildungen zur Verfügung stehenden Ressourcen der Lehrkräfte, aber auch der Schulleitungen nicht immer zielorientiert zur fachdidaktischen oder pädagogischen Weiterqualifikation verwendet, sondern teilweise auch für organisatorische Aktivitäten eingesetzt werden. Zudem sind die Angebote im überfachlichen Bereich deutlich breiter ausgebaut als im spezifisch fachdidaktischen Bereich. Dessen ungeachtet zeigen die Umfragen im IQB-Ländervergleich 2012, dass der relative Anteil an Hamburger Mathematiklehrkräften, die Fortbildungen besuchen, mit 96,2% den dritthöchsten Wert in Deutschland darstellt, und deutlich höher liegt als z.B. derjenige der Hamburger Deutsch- und Englischlehrkräfte mit 74,1% (IQB Bildungstrend 2015; vgl. auch Abbildung 7.1). Hieraus können erste Forderungen für Hamburg abgeleitet werden:

- Beibehaltung der umfassenden Ressourcen und stärkere Fokussierung auf tatsächlich fachgebundene Fortbildungsmaßnahmen
- Schaffung von Beratungs- und Unterstützungsangeboten für Schulleitungen z.B. für die Themenwahl schulinterner Fortbildungen und die Planung langfristiger Unterrichtsentwicklungsvorhaben im Fach Mathematik.

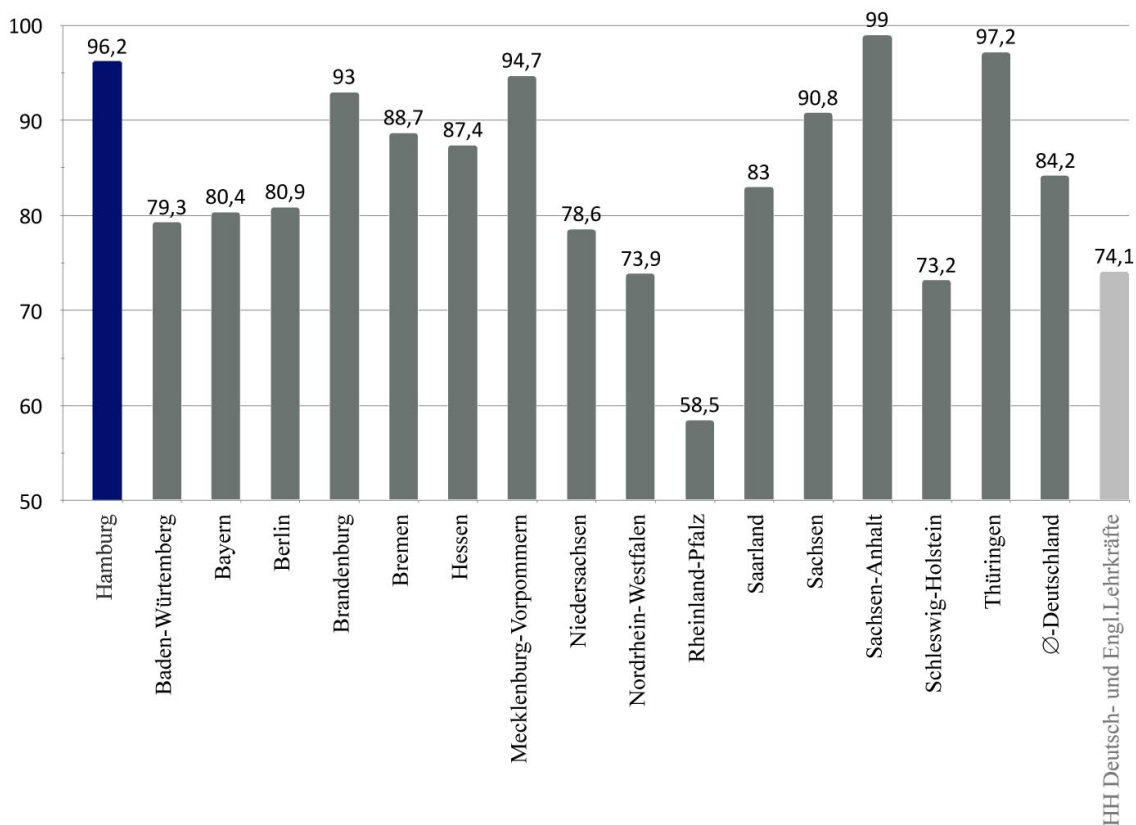


Abb. 7.1: Teilnahmequoten der Mathematiklehrkräfte in der Lehrerfortbildung im Vergleich der Bundesländer

7.2.2 Quantitatives Angebot an Fortbildungen in den verschiedenen Schulformen

Eine zunächst rein quantitative Betrachtung der im Jahr 2017 durch das Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung (LI) angebotenen Fortbildungsmaßnahmen macht deutlich, dass sich die Anzahl der Fortbildungen zwischen dem Primarbereich und den Sekundarstufenbereichen grundsätzlich unterscheidet.

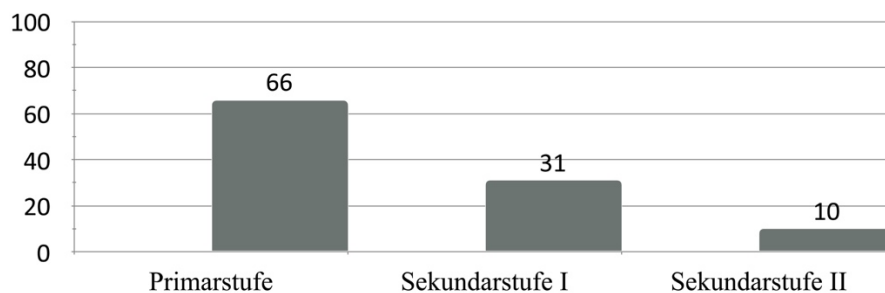


Abb. 7.2: Zahl der vom LI im Jahr 2017 organisierten Fortbildungen nach Schulstufen

Die großen Unterschiede zwischen den Schulstufen verschwinden auch nicht, wenn man die Anzahl der zu erreichenden Lehrkräfte pro Schulstufe relativierend berücksichtigt. Wie die Abbildung 7.2 zeigt, profitiert insbesondere die Primarstufe von den umfangreichen Qualifizierungsmaßnahmen, die im Rahmen der sogenannten Mathematikoffensive

für bislang fachfremd unterrichtende Lehrkräfte im Schuljahr 2015/16 gestartet wurden. Im Rahmen dieser Qualifikationsreihen erhalten alle Lehrpersonen, die bisher Mathematik fachfremd unterrichtet haben, im Verlauf eines vierjährigen Jahrgangs 216 Zeitstunden an fachbezogener Fortbildung. Entsprechend kann – auch wenn der Umfang nicht mit einem Regelstudium vergleichbar ist und spezifische Vertiefungen kaum möglich erscheinen – davon ausgegangen werden, dass diese vom LI angebotenen Fortbildungsmaßnahmen mit ca. 350 Teilnehmerinnen und Teilnehmer pro Schuljahr zu bemerkenswerten Gelegenheiten zur Professionalisierung der Lehrerschaft in der Grundschule geführt haben bzw. aktuell immer noch führen.

Positiv unterstützt werden diese Bestrebungen durch die zahlreichen Aktivitäten des PriMa-Projekts, die das bestehende LI-Fortbildungsangebot bereichern und u.a. zum Ziel haben, dass an jeder Schule mindestens eine Lehrperson eine PriMa-Fortbildung absolviert hat (vgl. Handlungsfeld 5). Zudem kann davon ausgegangen werden, dass sich mittelfristig die Situation bezüglich der fachlichen sowie fachdidaktischen Expertise in der Grundschule verbessern wird, da mit der Einführung eines eigenständigen Grundschullehramts mit Mathematik als verpflichtendem Fach an der Universität Hamburg im Jahre 2019 mit einer deutlichen Zunahme an fachspezifisch qualifizierten Lehrkräften ab dem Jahr 2026 gerechnet werden kann.

Das mathematische und mathematikdidaktische Qualifikationsniveau ist in den Sekundarstufen zwar als grundsätzlich höher einzuschätzen, da hier in der Regel ein Mathematikstudium die Voraussetzung für die Erteilung von Mathematikunterricht ist. Andererseits zeigt die geringe Anzahl der angebotenen Fortbildungen, dass hier – trotz sicherlich vorhandener individueller Fortbildungsaktivitäten wie z.B. dem Lesen von didaktischer Fachliteratur – sowohl Angebot als auch Nachfrage an extern angebotenen Fortbildungsaktivitäten nur bedingt zu einem Bild des lebenslangen Lernens und damit einer kontinuierlichen Professionalisierung der Lehrpersonen passen.

Eine positive Ausnahme stellen hier die Aktivitäten im Rahmen des vom Deutschen Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) langfristig durchgeführten Projekts zur Sprachbildung im Mathematikunterricht sowie die Etablierung von *professionellen Lerngemeinschaften* (PLG) dar. Hierbei werden in Kooperation des DZLM mit der Behörde für Schule und Berufsbildung (BSB) zunächst didaktische Multiplikatoren für das Fach Mathematik ausgebildet, die als externe Begleiterinnen und Begleiter zusammen mit den Kolleginnen und Kollegen vor Ort die schulspezifischen Fortbildungsbedarfe ermitteln und die Fachkollegien bei der Organisation entsprechender Weiterbildungsaktivitäten unterstützen. Hieraus leiten sich folgende Forderungen ab:

- Beibehaltung der verstärkten Fortbildungsaktivitäten in der Primarstufe auch nach Abschluss der Nachqualifizierungsmaßnahmen fachfremd unterrichtender Lehrpersonen,
- Quantitative Ausweitung des Fortbildungsangebots für Mathematiklehrkräfte der Sekundarstufen I und II.

7.2.3 Organisatorische Gestaltung der Fortbildungsaktivitäten

Als organisatorische Charakteristika der Hamburger Fortbildungen lassen sich – abgesehen von spezifischen Programmen wie z.B. den Nachqualifizierungsmaßnahmen, dem PriMa-Projekt oder den PLGs – sowohl für die Primarstufe als auch die Sekundarstufe folgende organisatorische Merkmale bei einem Großteil des Angebots identifizieren:

- die Fortbildung besteht aus einer einmaligen Veranstaltung
- die Fortbildung dauert einen Nachmittag (ca. 3 Stunden)
- die Leitung der Fortbildung obliegt einem Praktiker/einer Praktikerin (gemäß dem Motto „von der Praxis für die Praxis“)
- eine Beteiligung der Wissenschaft an der Konzeption und Durchführung der Fortbildung ist in der Regel nicht vorgesehen
- vernetzende Maßnahmen zwischen den drei Phasen der Lehrerbildung sind nicht erkennbar
- die Angebote adressieren eher einzelne Lehrpersonen als Fachkollegien
- die Implementation des Gelernten in den zu erteilenden Fachunterricht liegt in der Hand der einzelnen Lehrperson.

Auch wenn sicherlich nicht alle diese Aspekte auf jede Fortbildung zutreffen, so zeichnet die Dominanz dieser Merkmale ein Bild, wonach ein klassisches Verständnis von Professionalisierungsmaßnahmen dominiert, das einen geringen Einbezug von wissenschaftlicher Expertise erkennen lässt. Die sich hieraus ergebenden Handlungsempfehlungen werden im folgenden Abschnitt vor dem Hintergrund einschlägiger wissenschaftlicher Erkenntnisse beschrieben.

7.2.4 Wissenschaftliche Erkenntnisse zu formal-strukturellen Aspekten

Wenn im Folgenden von Wirksamkeit die Rede ist, sind Kriterien auf der Ebene des Wissens, der Überzeugungen und Erwartungen von Lehrpersonen, auf der Ebene des unterrichtlichen Handelns von Lehrpersonen und der Unterrichtsqualität sowie auf der Ebene der Schülerinnen und Schüler gemeint.

Fortbildungsdauer

Fortbildungskonzepte, die sich als wirksam erwiesen haben, verknüpfen Input- und Erarbeitungsphasen mit Erprobungs- und Anwendungsgelegenheiten im eigenen Unterricht und regen die teilnehmenden Lehrkräfte zur Reflexion über ihr unterrichtliches Handeln an (Lipowsky, 2014). Solche Fortbildungskonzepte lassen sich nicht im Rahmen von „One-Shot“-Veranstaltungen an einem Nachmittag umsetzen, sondern erstrecken sich über einen längeren Zeitraum, der umfangreichere, anspruchsvollere und vertiefte Lernaktivitäten ermöglicht (Timperley et al., 2007). Insbesondere wenn es um die Weiterentwicklung des Unterrichts und um eine Veränderung unterrichtlicher Routinen und Skripts geht, sind Professionalisierungsangebote vonnöten, die den teilnehmenden Lehrpersonen

die Gelegenheit eröffnen, modellhaftes Handeln kennenzulernen, ihr unterrichtliches Handeln zu reflektieren, neue Strategien und Handlungsmuster zu erproben und hierauf Feedback zu erhalten. Wünschenswert ist dementsprechend eine Ausweitung längerfristiger Fortbildungsmaßnahmen.

Feedback

Zahlreiche Studien belegen, dass Fortbildungskonzepte dann wirksam sind, wenn Lehrpersonen Feedback zu ihrem unterrichtlichen Handeln erhalten. Dies impliziert, dass Fortbildnerinnen und Fortbildner, andere Expertinnen und Experten oder Kolleginnen und Kollegen die an der Fortbildung teilnehmenden Lehrpersonen in ihrem Unterricht besuchen oder Videoaufnahmen aus dem Unterricht analysieren und fokussierte Rückmeldungen hierzu geben. In diesem Zusammenhang mehren sich die Befunde, die vor allem positive Effekte von Coaching nachweisen können (z.B. Allen et al., 2001). Durch unterrichtsbezogenes Coaching können Lehrpersonen dabei unterstützt werden, zu erkennen, wie ihr eigenes Handeln und das Lernen der Schülerinnen und Schüler verbunden sind. Dieses Erleben eigener Wirksamkeit hat auch eine hohe motivationsförderliche Wirkung, da die Lehrpersonen hierdurch erfahren und erleben, wie sie das Lernen ihrer Schülerinnen und Schüler wirkungsvoll beeinflussen können. Timperley et al. (2007) betrachten diese Wahrnehmung des eigenen Einflusses für das Lernen der Schülerinnen und Schüler als wichtigen Katalysator für die Veränderung des eigenen unterrichtlichen Handelns. Wünschenswert ist dementsprechend die Implementation von Coaching-Strukturen, bei denen die Umsetzung der Fortbildungsinhalte gemeinschaftlich verantwortet wird und die Lehrkräfte kriteriengeleitete Rückmeldung zu ihrem unterrichtlichen Handeln erhalten.

Lernen durch Kooperation und Austausch

Die intensive Kooperation und der Austausch über das Lernen der Schülerinnen und Schüler und die Weiterentwicklung von Unterricht können als zentrale Bestimmungsmerkmale professioneller Lerngemeinschaften angesehen werden, welchen in der Forschung eine bedeutsame Rolle für die Professionalisierung von Lehrpersonen attestiert wird (Lomos et al., 2011; Vangrieken et al., 2017).

Die Zusammenarbeit von Lehrpersonen im Rahmen von Fortbildungen erweist sich insbesondere dann als wirksam, wenn die Merkmale professioneller Lerngemeinschaften (u.a. geteilte Werte und Normen, Fokussierung auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler, Deprivatisierung) hoch ausgeprägt sind und dadurch die Fortbildungsinhalte – verteilt auf mehrere Schultern – in die Breite der schulischen Lehrerschaft getragen werden können. Nur einzelne Lehrpersonen einer Schule auf eine Fortbildung zu »entsenden«, in der Hoffnung, dass diese die Fortbildungsinhalte z.B. im Rahmen einer Lehrerkonferenz wirksam an den Rest des Kollegiums weitergeben können, stellt eine wirkungslose Transferstrategie dar.

Auch die Konzepte der *Lesson Studies* und der *Learning Studies* setzen wesentlich auf die Ko-Konstruktion von Lehrpersonen und die gemeinsame Weiterentwicklung von Unterricht. Bei schulinternen Maßnahmen ist jedoch darauf zu achten, dass die Teams aus

Lehrkräften an relevanten Themen und Fragen ansetzen. Insofern erscheint auch eine Begleitung professioneller Lerngemeinschaften durch Expertinnen und Experten wichtig (Lewis & Perry, 2014; Lipowsky & Rzejak, 2015). Daraus ergeben sich folgende Implikationen für die Fortbildung von Lehrkräften in Hamburg:

- Teilnahme nicht von einzelnen Lehrpersonen, sondern von schulischen Teams an Fortbildungsveranstaltungen,
- Ausweitung der professionellen Lerngemeinschaften,
- Etablierung von Transferstrukturen externer Fortbildungen in die schulische Lehrerschaft; ggfs. Stärkung der inhaltlichen Kompetenz der Fachleiter(innen) einhergehend mit der Besetzung entsprechenden Funktionsstellen.

7.3 Fortbildungsinhalte

Einhergehend mit den quantitativen Unterschieden im Fortbildungsangebot der Primarstufe und der Sekundarstufen muss auch die inhaltliche Qualität der verschiedenen Fortbildungsangebote differenziert beurteilt werden. Damit ist nicht die konkrete Umsetzung innerhalb der Fortbildung (hierzu sind nur unzureichend Daten vorhanden), sondern der inhaltliche Fokus der jeweiligen Fortbildung gemeint. Dabei erscheinen die im Folgenden dargelegten Herausforderungen in der inhaltlichen Ausgestaltung umso gravierender, weil fachspezifisch zu behandelnde Themen wie z.B. formatives Feedback oder lernförderlicher Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht (siehe Handlungsfeld 1) unterrepräsentiert sind und zudem gerade im Fach Mathematik immer mehr Seiten- und Quereinsteiger in die Schullandschaft drängen, aber keine bundesweit verbindlichen Standards für deren Qualifikation bestehen.

7.3.1 Fortbildungsinhalte der Primarstufe

Die inhaltliche Analyse der grundschulbezogenen Fortbildungen des Jahres 2017 zeigt für Hamburg eine erhebliche Bandbreite an unterschiedlichen Inhalten, bei denen teilweise sehr spezifische Aspekte wie z.B. „Ablösung vom zählenden Rechnen“, fachübergreifende Aspekte wie z.B. „Mathematik und Kunst“ oder eher methodische Aspekte wie z.B. „Spiele im Mathematikunterricht“ thematisiert werden. Neben einer Fülle derartiger Einzelthemen weist das Programm aber eine inhaltliche Ausrichtung auf, die den in den Bildungsplänen erwähnten prozessbezogenen Kompetenzen und Leitideen – als fachliche Kernbereiche eines zeitgemäßen Mathematikunterrichts – weitestgehend gerecht wird (siehe Tabelle 7.1). Zudem werden weitere aktuelle Themen des Fachunterrichts wie z.B. „Umgang mit Heterogenität“, „Bildungssprache“ oder „Üben“ in den Mittelpunkt gestellt, wobei eine stärkere Kohärenz dieser Angebote wünschbar wäre. So wäre insbesondere für die mit 216 Stunden nachqualifizierten Lehrkräfte ein kontinuierliches, längerfristiges und kohärentes Weiterbildungsprogramm im Anschluss anzustreben.

Tabelle 7.1: Thematisierung von Leitideen und prozessbezogenen Kompetenzen in den Fortbildungen der Primarstufe (weiß – Angebote vorhanden / grau – keine diesbezüglichen Angebote)

Leitideen	Prozessbezogene Kompetenzen
Zahl	Argumentieren & Kommunizieren
Messen	Problemlösen
Raum und Form	Modellieren
Muster und Strukturen	Grundwissen & Grundfertigkeiten
Daten und Zufall	Darstellen

Quelle: LI & PriMa

7.3.2 Fortbildungsinhalte der Sekundarstufe I

Betrachtet man die vollständige Zusammenfassung aller Themen der Einmalfortbildungen für die Sekundarstufe I (in Klammern die Häufigkeit, längerfristige Schulbegleitungen nicht einberechnet), so fällt auf, dass auch hier eine thematische Heterogenität vertreten ist und durchaus zentrale Themen wie z.B. „Digitalisierung“, „Sprache im Fachunterricht“ oder „Umgang mit Heterogenität“ angesprochen werden:

- Digitale Medien (#7)
- Prüfungen (#6)
- Bildungspläne (#3)
- Weiterentwicklung MU (#3)
- Mathematik im Freien (#2)
- Handlungsorientierung (#2)
- KERMIT (#2)
- Sprache im MU (#2)
- Inklusion (#2)
- Mathematik für Begabte (#2)
- kognitive Aktivierung im MU
- Selbstständigkeit
- Übergang Grundschule Sekundarstufe
- Gute Aufgaben
- Istron
- Internationale Vorbereitungsklassen
- Diagramme
- Winkel

Gleicht man die diesbezüglichen Fortbildungsbeschreibungen mit dem Hamburger Bildungsplan für die Stadteilschulen bzw. für die Gymnasien ab, so zeigt sich, dass eine explizite Thematisierung von prozessbezogenen Kompetenzen und Leitideen kaum feststellbar ist (siehe Tabelle 7.2).

Dass das LI die Notwendigkeit dieser Themen sieht, kann daran erkannt werden, dass in den Beschreibungen der aktuellen Handlungsfelder explizit aufgeführt ist, dass „Fortbildungen zu kompetenzorientierten Unterrichtsvorhaben zu Pflichtthemen des Rahmenplans Mathematik“ (interne LI-Quelle) besucht werden können. Diese scheinen aber nur bedingt nachgefragt und angeboten zu werden.

Tabelle 7.2: Thematisierung von Leitideen und prozessbezogenen Kompetenzen in den Fortbildungen der Sekundarstufe (weiß – Angebote vorhanden / grau – keine diesbezüglichen Angebote)

Leitideen	Prozessbezogene Kompetenzen
Zahl	Argumentieren & Kommunizieren
Messen	Problemlösen
Raum und Form	Modellieren
Funktionaler Zusammenhang	Symb., techn., form. Arbeiten
Daten und Zufall	Darstellen

Quelle: LI

7.3.3 Wissenschaftliche Erkenntnisse zur inhaltlichen Ausrichtung von Fortbildungen

Die mathematische Lehr- und Lernforschung macht deutlich, welche Merkmale des Unterrichts mit einem besseren mathematischen Lernen und Verstehen von Schülerinnen und Schülern einhergehen. So unterstreichen zahlreiche Forschungsbefunde die Bedeutung von Merkmalen der Tiefenstruktur des Unterrichts. Hierzu gehören z.B. die kognitive Aktivierung der Lernenden, die inhaltliche Klarheit des Unterrichts, ein verständnisfördernder und fachlich korrekter Unterricht, die Förderung metakognitiver Strategien und das Feedbackverhalten von Lehrpersonen (vgl. auch Handlungsfeld 2). Entsprechend erweisen sich auch Fortbildungen, die diese Merkmale zum Thema der Fortbildung machen, als wirksam (z.B. Allen et al., 2011; Andersson & Palm, 2017; Antoniou & Kyriakides, 2013). Daraus lassen sich für Hamburg folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Entwicklung und Durchführung von kohärenten Fortbildungskonzepten gemeinsam von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf der einen und Lehrpersonen auf der anderen Seite.
- Qualifizierung von Fortbildnerinnen und Fortbildnern, Ausbilderinnen und Ausbildern der 2. Phase (Train the Trainer) und den Akteuren der Schulinspektion auf der Basis eines geteilten und evidenzbasierten Verständnisses fachlicher und fachdidaktischer Qualität des Mathematikunterrichts
- Reduzierung sowohl der in der Primar- als auch der Sekundarstufe festgestellten Themenbreite innerhalb der Fortbildungen zugunsten einer stärkeren Fokussierung der Veranstaltungen auf evidenzbasierte Kernthemen zur Förderung von Unterrichtsqualität, insbesondere unter einer fachlichen Perspektive
- Behandlung von wünschenswerten Fokusthemen wie z.B. Digitalisierung oder formatives Feedback weniger unter einer allgemeindidaktischen, sondern immer unter einer fachdidaktischen Perspektive.

Fachlicher Fokus bzw. Fokus auf fachbezogene Lehr-Lernprozesse

Forschungsbefunde belegen, dass Fortbildungen, die das Lernen der Schülerinnen und Schüler positiv beeinflussen, fachlich fokussiert sind, häufig einen vergleichsweise engen fachlichen Schwerpunkt (z.B. ein spezifisches Unterrichtsthema) haben und die Analyse und Förderung fachlicher Lernprozesse von Schülerinnen und Schüler in den Blick nehmen (zsf. z. B. Darling-Hammond et al., 2017; Lipowsky, 2014; Timperley et al., 2007). Entsprechende Fortbildungen zielen implizit – häufig ohne dies unmittelbar zu messen – auf eine Förderung handlungsnaher diagnostischer und fachdidaktischer Lehrkompetenzen ab, z. B. indem die Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern analysiert und entsprechende Unterschiede sichtbar gemacht werden, indem Antworten und Lösungswege von Schülerinnen und Schülern antizipiert und unterrichtliche Anforderungen von Aufgaben eingeschätzt werden (z. B. Besser et al., 2015; Carpenter et al., 1989.). Daher lässt sich für Hamburg eine Stärkung fachlicher Kernthemen als Gegenstand von Lehrerfortbildungen in der Sekundarstufe ableiten.

Inhaltliche Kohärenz und Unterrichtsnahe

Vor allem für die von den Lehrkräften erlebte Relevanz von Fortbildungsinhalten erweist es sich als wichtig, dass die Fortbildungen kohärent sind. Kohärenz bedeutet in diesem Zusammenhang nicht nur eine Kompatibilität der Fortbildungsthemen mit aktuell laufenden Reformvorhaben und bereits laufenden schulbezogenen Professionalisierungsmaßnahmen (Desimone, 2009), sondern auch eine unmittelbare Unterrichtsnahe und Verwertbarkeit der Fortbildungsthemen (Blank & de las Alas, 2009) sowie einen inhaltlichen Zusammenhang einzelner Fortbildungen. Für Hamburg lässt sich so die folgende zentrale Herausforderung identifizieren: Entwicklung eines strukturierten und kohärenten Fortbildungskonzepts anstelle von organisatorisch und inhaltlich isolierten Einzelveranstaltungen.

7.4 Qualitätsmonitoring

7.4.1 Bestehende Qualitätssicherungsmaßnahmen

Um die Qualität des Hamburger Fortbildungsprogramms nachhaltig zu verbessern, bedarf es nicht nur einmaliger Anpassungen etwa im Rahmen der jetzigen Evaluation durch eine Expertenkommission. Vielmehr sollte erwogen werden, ein Qualitätsmonitoring einzuführen, das in der Lage ist, aktuelle Defizite ebenso zu erkennen wie proaktiv zu handeln. Gegenwärtig beschränkt sich diese Qualitätskontrolle auf eine Analyse durch die beteiligten Personen des LI sowie einen in allen Fortbildungen eingesetzten fachunspezifischen Fragebogen, der an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Ende der Weiterbildungsveranstaltungen ausgeteilt wird. Dieser erfasst auf Seiten der teilnehmenden Lehrkräfte die generelle Zufriedenheit, die wahrgenommene Zielerreichung der Veranstaltung, die Zufriedenheit mit der methodischen Gestaltung, den wahrgenommenen Nutzen, Wünsche für weitere Fortbildungsthemen sowie gewisse Rahmendaten. Weitere Daten zum Gelingen der Fortbildungsveranstaltungen werden nicht erhoben.

Insgesamt ist es nach Ansicht der Kommission problematisch, dass über die Wirksamkeit staatlich organisierter Fortbildung wenig bekannt ist, weil im Rahmen gängiger Evaluationen in der Regel nur Angaben zur Akzeptanz erfasst werden, die aber nach allem, was in der Trainingsforschung sowie in der Forschung zu Lehrerfortbildungen bekannt ist, wenig über Veränderungen auf der Ebene des Wissens, der Motivation und des Handelns von Lehrpersonen aussagen und auch keine Zusammenhänge mit der Entwicklung von Schülerinnen und Schülern zeigen (Alliger et al., 1997; Goldschmidt & Phelps, 2007).

7.4.2 Wissenschaftliche Erkenntnisse zur Qualitätssicherung von Fortbildungen

Obgleich die Forschung der letzten Jahre zeigen konnte, dass Fortbildungen für Lehrkräfte die Bildungsqualität spürbar verbessern können, ist die Wirksamkeit von Fortbildungen an eine Reihe von Bedingungen geknüpft. Zu den Schlüsselmerkmalen erfolgreicher Fortbildungen für Lehrpersonen gehören u.a. die Verknüpfung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen in längerfristig angelegten Fortbildungen, der fachliche und fachdidaktische Gehalt, die Erfahrbarkeit der eigenen Wirksamkeit, die Orientierung an relevanten Tiefenstrukturen von Unterricht, Feedback an Teilnehmerinnen und Teilnehmer, Gelegenheiten zur Analyse fachlichen Lernens und Verstehens der Schülerinnen und Schüler sowie die Eigenaktivität der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Lipowsky, 2014). Diese zentralen Bedingungen werden nur bedingt in den in Deutschland angebotenen Fortbildungen beachtet und evaluiert. Für Hamburg ergeben sich hier folgende Herausforderungen:

- Weiterentwicklung des Fortbildungs-Evaluationsbogens als wirksames Evaluationsinstrument
- Aufbau eines Qualitätsmonitoringsystems als systematisches Steuerungsinstrument.

7.5 Handlungsempfehlungen

Zusammenfassend ergeben sich aus der Analyse der Hamburger Fortbildung für Lehrkräfte mit dem Fach Mathematik sowie für Grundschullehrkräfte folgende Handlungsempfehlungen:

- Entwicklung eines umfassenden, kohärenten und langfristig angelegten Fortbildungskonzepts
- Berücksichtigung wissenschaftlicher Erkenntnisse zur evidenzbasierten Gestaltung und Evaluation von Fortbildungsmaßnahmen
- Ausbau der Ressourcen am LI zur Etablierung eines Fortbildungsangebots für Lehrpersonen, Aus- und Fortbildner und den Schulinspektoren
- Deutliche Berücksichtigung der Bildungsstandards und erhebliche Stärkung fachlicher Kernthemen
- Etablierung von Transfer- und Coaching-Strukturen
- Beratungsangebote für Schulleitungen bei der Themenwahl schaffen
- Etablierung eines Qualitätsmonitoringsystems als systematisches Steuerungsinstrument
- Festhalten am Konzept, dass in allen Schulstufen das Fach Mathematik nur von fachlich qualifizierten Lehrkräften unterrichtet werden soll

7.6 Literatur

- Allen, J. P., Pianta, R. C., Gregory, A., Mikami, A. Y. & Lun, J. (2011). An interaction-based approach to enhancing secondary school instruction and student achievement. *Science*, 333 (6045), 1034–1037.
- Alliger, G. M., Tannenbaum, S. I., Bennett, W. Jr., Traver, H. & Shotland, A. (1997). A meta-analysis of the relations among training criteria. *Personnel Psychology*, 50, 341–358.
- Andersson, C. & Palm, T. (2017). The impact of formative assessment on student achievement. A study of the effects of changes to classroom practice after a comprehensive professional development programme. *Learning and Instruction*, 49, 92–102.
- Antoniou, P. & Kyriakides, L. (2013). A Dynamic Integrated Approach to teacher professional development: Impact and sustainability of the effects on improving teacher behaviour and student outcomes. *Teaching and Teacher Education*, 29, 1–12.
- Besser, M., Leiss, D. & Klieme, E. (2015). Wirkung von Lehrerfortbildungen auf Expertise von Lehrkräften zu formativem Assessment im kompetenzorientierten Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 47, 110–122.
- Blank R. K. & De las Alas N. (2009). *Effects of teacher professional development on gains in student achievement: How meta analysis provides scientific evidence useful to education leaders*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.
- Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C.-P. & Loef, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American Educational Research Journal*, 26, 499–531.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E. & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development* (Learning Policy Institute, Hrsg.), Palo Alto.
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38, 181–199.
- Lewis C. & Perry R. (2014). Lesson study with mathematical resources: A sustainable model for locally-led teacher professional learning. *Mathematics Teacher Education and Development*, 16(1), 22–42.
- Lipowsky, F. (2014). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und -weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 511–541). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2015). Key features of effective professional development programmes for teachers. *Ricercazione*, 7(2), 27–51.
- Lomos, C., Hofman, R. H. & Bosker, R. J. (2011). Professional communities and student achievement – a meta-analysis. *School Effectiveness and School Improvement*, 22, 121–148.
- Loucks-Horsley, S., Stiles, K. E., Mundry, S., Love, N., & Hewson, P. W. (2010). *Designing professional development for teachers of science and mathematics (3rd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Pant, H. A., Stanat, P., Schroeders, U., Roppelt, A., Siegle, T. & Pöhlmann, C. (Hrsg.) (2013). *IQB-Ländervergleich 2012 – Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I*. Münster: Waxmann.
- Polly, D., McGee, J., Wang, C., Martin, C., Lambert, R. & Pugalee, D. K. (2015). Linking professional development, teacher outcomes, and student achievement. The case of a learner-centered mathematics program for elementary school teachers. *International Journal of Educational Research*, 72, 26–37.
- Saxe, G., Gearhart, M. & Nasir, N. S. (2001). Enhancing students' understanding of mathematics: A study of three contrasting approaches to professional support. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 4(1), 55–79.
- Stanat, P., Böhme, K., Schipolowski, S., Haag, N. (Hrsg.) (2016). *IQB-Bildungstrend 2015 – Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich*. Münster: Waxmann.

- Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H. & Fung, I. (2007). *Teacher professional learning and development. Best evidence synthesis iteration (BES)*. Wellington: Ministry of Education.
- Vangrieken, K., Meredith, C., Packer, T. & Kyndt, E. (2017). Teacher communities as a context for professional development. A systematic review. *Teaching and Teacher Education*, 61, 47–59.