

5 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse und Ausblick auf Forschungsdesiderata

Es tritt deutlich zutage, dass – wenn auch in unterschiedlicher Weise – die Kommunikation im Mathematikunterricht die typischen Eigenschaften des pädagogischen Diskurses im Klassenzimmer aufweist, unabhängig von Ort und Schultyp. Die methodischen Arrangements im Detail und der Unterrichtsgegenstand unterscheiden sich in den untersuchten Klassen. Dennoch lässt sich sagen, dass das Repertoire an Beteiligungsmöglichkeiten der Schüler im Klassenunterricht auf einige wenige Funktionen beschränkt ist.

Mathematikunterricht achter Klassen in der deutschen Hauptschule und im Gymnasium findet vorwiegend in klassenöffentlicher Form statt. Qualitativ ausgerichtete Studien, die beispielsweise auf einzelne, stärker auf eigenständige Schüleraktivitäten hinzielende Formen der Unterrichtsorganisation wie Gruppenunterricht oder Wochenplanarbeit fokussieren, sind in der Sekundarschule in der Regel nicht anwendbar, da solche Organisationsformen kaum vorkommen.

Der Mathematikunterricht findet – ebenfalls sowohl in der deutschen Hauptschule als auch im deutschen Gymnasium – in der Regel in Form von Alltagsroutinen statt, vorwiegend als fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch, in denen die Lehrer durch eine Folge von Fragen einen Unterrichtsgegenstand vor der gesamten Klasse und mit einzelnen exponierten Schülern entwickeln, um damit eine gemeinsam geteilte Vorstellung von diesem Gegenstand und eine vorgegebene und von den Schülern zu akzeptierende oder akzeptierte Umgangsweise mit diesem Gegenstand herzustellen. Ergänzt wird das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch durch die Form der Stillarbeit, in der die Schüler, ohne sich miteinander auszutauschen (oder dies zu dürfen), die kurz zuvor erarbeiteten mathematischen Verfahren anhand von Aufgaben „einüben“.

Die ermittelten Werte für die Schülerpartizipation im Mathematikunterricht weichen quantitativ nicht wesentlich von den Werten ab, die bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts und seit Anfang des 20. Jahrhunderts kontinuierlich in Studien festgestellt wurden. Dies ist der Fall, obwohl ebenfalls seit Anfang des 20. Jahrhunderts sowohl in der empirischen Unterrichtsforschung als auch in der didaktisch-methodischen Literatur sowie in der Lehrerbildung gefordert wurde, dass zur Verbesserung von Unterricht mehr Schüleraktivitäten und weniger Lehrerdominanz durch Vorträge und Fragen dringend notwendig sind.

Wenn Schüler sich aktiv beteiligen, so antworten sie vorwiegend auf von Lehrern gestellte Fragen, sie stellen in der Regel keine inhaltlichen Fragen und bieten kaum inhaltliche Argumente an. In Detailanalysen stellt sich heraus, dass die Schülerbeteiligung durch einzelne Schüler dominiert wird, an die sich die Lehrer sehr häufig wenden und auf die sie sich „verlassen“, weil deren Beteiligung ein Garant für den gelungenen Unterrichtsablauf im Sinne des routinehaften oder ritualisierten Musters ist, das sie voraussetzen und auf das sie sich stützen. Auch wenn die Anzahl der Schülerbeiträge relativ hoch ist, so sind doch die Ausführungen extrem kurz, häufig überhaupt nur ein Wort oder eine Zahl.

Die Anzahl der Lehrerfragen ist sehr hoch. Die Variation der Fragestellungen ist relativ gering, folgt meist dem schon von Bauersfeld beschriebenen Trichtermuster der Variation bzw. Spezifikation durch Verengung der Bedeutung (vgl. Kapitel 1.3). Die Lehrerfragen sind im Allgemeinen kurz. Es ist ausgesprochen selten, dass Lehrer einen zusammenhängenden argumentierenden oder begründenden Vortrag halten. Das Ritual oder die Alltagsroutine besteht darin, einen möglichen Vortrag durch Fragen an die Schüler aufzulösen, und dadurch eine Art Einbeziehung der Schüler in den Unterricht erreichen zu wollen. Ihre Fragen und deren Beantwortung durch einige wenige

Schüler zielen vor allem darauf ab, öffentlich festzustellen oder festzuhalten, „was nun gemacht werden soll“. Lehrerfragen beziehen sich damit vor allem darauf, eine Handlungsanweisung zu beschreiben, einen Rechenschritt anzugeben oder das Ergebnis einer Rechnung oder eines Lösungsschrittes zu benennen. Ausführungen zum „Warum“ gibt es nicht, weder Lehrer noch Schüler geben Begründungen, die über prozessuale Ausführungsbestimmungen hinausgehen.

Die Dominanz des fragend-entwickelnden Lehrer-Schüler-Gesprächs ist besonders im Mathematikunterricht auffällig. Das Unterrichtsfach Mathematik zeigt sich als bestimmender Faktor für die Ausprägung von ritualisierter Interaktion und musterhaften Abläufen von Unterrichtsprozessen. Mathematikunterricht verschiedener Lehrer stellt sich wesentlich homogener dar als der Unterricht in verschiedenen Unterrichtsfächern bei gleicher Lehrperson. Mathematikstunden unterscheiden sich untereinander weniger stark als Unterrichtsstunden jeweils anderer Fächer. Susan S. Stodolsky fasst diese Ergebnisse zusammen: „The Subject Matters“²⁶⁷. Der Mathematikunterricht scheint in besonderer Weise durch eine eigene Art des Lehrens und Lernens charakterisiert zu sein.

Bereits Hoetker und Ahlbrand sahen im Jahre 1969 die Dominanz des Lehrers und des von ihm zumeist praktizierten fragend-entwickelnden Unterrichts als gegeben und – zumindest unter den bestehenden Rahmenbedingungen – als offensichtlich nicht reversibel an. Unter Anerkennung dieser Tatsache sollte es primäres Ziel der Unterrichtsforschung sein, Vorschläge für eine Optimierung dieses Unterrichtstyps zu entwickeln. Hoetker und Ahlbrand forderten dementsprechend, den Schwerpunkt in der Lehrerbildung auf das Erlernen sinnvoller Fragestellungen zu legen.

²⁶⁷ Stodolsky, 1988, S. 1.

Solange sich der Unterrichtsaufbau faktisch nach wie vor in der oben beschriebenen Struktur darstellt, müsste die Lehrerbildung dies auch besonders berücksichtigen. Der genaue Ablauf und die pädagogischen Implikationen dieser Sequenz müssten thematisiert und kritisch überprüft werden. Daran anschließend sollten Konzepte erarbeitet werden, wie Lehrer für die Schüler sinnvolle und vernünftige Fragen stellen und auf deren Antworten reagieren können. Hoetker und Ahlbrand formulieren:

„It would be of paramount importance to investigate this sequence of moves in greater detail, to evaluate its pedagogical effectiveness, and to devise methods of increasing the effectiveness and efficiency of both teacher’s solicitations and reactions.“²⁶⁸

Qualitative und quantitative Unterschiede in den themenbezogenen Äußerungen im Mathematikunterricht der achten Klassen zwischen Hauptschule und Gymnasium sind nicht feststellbar, die Auflösung von Inhalten in Handlungsschritte und Prozeduren ohne Begründung sind in beiden Schultypen strukturgleich.

Eine berechtigte Kritik an der mathematikdidaktischen Forschung, insbesondere auch an quantitativen wie qualitativen Studien, lautet jedoch, dass die ermittelten Ergebnisse oft im Abstrakten bleiben, ohne den Unterrichtsbeteiligten konkrete Handlungsalternativen an die Hand zu geben. Konkret zu der Kritik am lehrerzentrierten Unterricht und der Vernachlässigung der Schülerpartizipation formulieren Daniel Chazan und Deborah Ball, dass die bloße Forderung, die Lehrer sollten im Unterricht weniger sprechen, erkennbar zu kurz greift, andere Verbesserungsalternativen jedoch regelmäßig nicht angeboten werden. Sie geben ihrer „Frustration“ über den gegenwärtigen Stand mathematikdidaktischer Diskussion Ausdruck:

„For instance, an exhortation simply to avoid ‘telling’ seems inadequate as a guide for practice on at least two levels. First, it ignores the significance of context and as a result seems to underestimate the teacher’s role and suggests that teachers are not supposed to act, regardless of what is going on in the classroom. [...] Second, an exhortation to avoid telling is about what *not* to do. It contributes nothing toward examining what teachers should or could do. While it is intended to allow students a larger role in classroom discussions, it oversimplifies the teacher’s role, leaving educators with no framework for the kinds of specific, constructive pedagogical moves that teachers might make.”²⁶⁹

Die in Kapitel 1.3 dargestellten Theorien geben unterschiedliche Beschreibungen und Begründungen für den analysierten Unterrichtsalltag, alle aber betonen, dass das herausgearbeitete Muster und die Routinen im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch funktional notwendig und in dem Sinne wichtig sind, dass ein Lehrervortrag mit verteilten Rollen stattfindet, der die Schüler unter den gegebenen Bedingungen beteiligt. Die Gründe dafür werden oft als strukturell dargestellt, bleiben aber unhinterfragt und werden nicht analysiert: Sie werden als durch die Vorgaben der Institution, das Curriculum und den üblichen Zeitdruck bedingt gesehen. Manche Studien vermuten einen Zusammenhang zwischen Routinen und vorherrschenden Aufgabentypen, die selber keine authentische Fragestellung sind oder keine Interpretationsspielräume bieten, sondern in linearer Weise in Frage-Antwort-Folgen aufgelöst werden. In dieser Gestaltung treffen sie auf und formen schließlich die Erwartung der Schüler an den Unterricht. In dieser Interpretation spiegeln sich implizit und explizit die von den Studierenden in Kapitel 1.1 dargestellten Beschreibungen von Schülerpartizipation wider, die darauf basieren,

²⁶⁸ Hoetker; Ahlbrand, 1969, S. 149.

²⁶⁹ Chazan; Ball, 1999, S. 2.

dass eine diffuse Vorstellung besteht, „man muss da irgendwie mitmachen“, aber sich auf Rituale beschränkt, weil strukturell keine andere Äußerung möglich ist. Der Widerspruch besteht darin, dass z. B. die Unterrichtsmaxime lautet, bei den Vorerfahrungen der Schüler anzuknüpfen, obwohl der sozio-kulturelle Hintergrund und der Erfahrungshintergrund der einzelnen Schüler völlig verschieden ist. Da es für den Lehrer gar nicht möglich ist, an alle Schülererfahrungen anzuknüpfen, wird mit dem Ritual des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs eine gemeinsam geteilte Vorstellung suggeriert, die vermeintlich so im Unterricht erzeugt wird. Dies garantiert relativ konfliktfreie Unterrichtsabläufe, obwohl viele Studien gezeigt haben, dass die Rahmungsdifferenzen dieses gemeinsame Verständnis verhindern (vgl. Kapitel 1.3.2). Die Auswirkung ist vermutlich genau in den (häufigen) Fällen existent, in denen Mathematikunterricht affektiv negativ besetzt ist.

Die Frage, warum Unterricht so stattfindet und warum Schüler in ihm nicht in einer sinnvollen Weise selbstständig und eigenständig partizipieren können oder wollen und welche strukturellen Bedingungen dabei eine besondere Rolle spielen – und deshalb zu untersuchen wären –, ist ein defizitärer Bereich in der Mathematikdidaktik-Forschung insgesamt und trifft auch für die Unterrichtsforschung zu. Es hat sich in dieser Arbeit gezeigt, dass Theorien, die unter Ausblendung einer soziologischen Perspektive (d. h. der sozial-institutionellen Rahmenbedingungen und sozialen Strukturen des Unterrichtsalltags) nur auf der Basis von Interaktionsanalysen und quantitativen Beschreibungen vorab definierter Unterrichtsmomente entwickelt werden, keine Aufklärung leisten, da sie nicht hinreichend berücksichtigen, wie Interaktion durch strukturelle Aspekte von Schule bereits vorgeprägt ist. Dieses Defizit lässt sich auch nicht durch Triangulation quantitativer und qualitativer Forschungsmethoden aufheben, so lange eben diese strukturellen, auf die Einbettung von Schule in gesellschaftliche und kulturelle Kontexte verweisenden Aspekte ausgeklammert werden.

Dies könnte hingegen dann geschehen, wenn vergleichende Studien nicht nur das Ziel verfolgen, kulturelle Unterschiede herauszuarbeiten und die Systeme dann in allgemeinen Leistungsvergleichen als mehr oder weniger erfolgreich zu klassifizieren, sondern Bedingungen von Unterrichtshandeln zu vergleichen und nach Gemeinsamkeiten zu suchen bzw. gemeinsame Strukturen aufzuzeigen.

Bislang können die Lehransätze anderer Länder nicht unmodifiziert auf Deutschland übertragen werden, um dieselben – vermeintlich besseren – Ergebnisse in vergleichenden Bildungsstudien zu erzielen. Dies ist bereits aufgrund der kulturellen Verschiedenheit, unterschiedlicher Rahmenbedingungen und pädagogischer Ansätze unmöglich. Giyoo Hatano und Kayoko Inagaki fassen dies in einem auf die Ergebnisse der TIMS-Studie bezogenen Aufsatz so zusammen:

„As cultural psychologists, we believe that pedagogical methods are culturally embedded, and that transplanting them from one culture to another is not always feasible. [...] Needless to say, we are not claiming that nothing can be learned about education from other cultures. We assume that when a practice is prevailing in a culture, more effective tools for this practice can be imported from other cultures with some adaptations. [...] However, we want to emphasize that such transplantation requires great care and inventiveness. [...] We believe it is impossible to improve the system by simply importing the educational technologies and their supporting beliefs developed in another culture. It is necessary to ‘translate’ these educational technologies and beliefs so that they can be harmonious with indigenous practices.“²⁷⁰

Ungeachtet der Schwierigkeiten der Transformation beobachteter Unterrichtsphänomene in die eigene Kultur, um vermeintlich „bessere“

Unterrichtsergebnisse zu erzielen, ist festzustellen, dass die in vergleichenden Bildungsstudien ermittelten Resultate bereits deshalb von nur eingeschränkter Aussagekraft sind, weil sich die ihnen zugrunde liegenden Rahmenbedingungen nicht vergleichen lassen. Regelmäßig wird in internationalen Studien nur die Leistungsfähigkeit einzelner Klassenstufen von Schulen der teilnehmenden Länder miteinander verglichen, und zwar auch nur bezogen auf bestimmte Themengebiete. Bei der Auswertung werden dann die ermittelten Leistungsergebnisse stellvertretend für den Erfolg oder Misserfolg des gesamten Schulsystems des jeweiligen Landes gewertet. Keine Berücksichtigung findet dabei jedoch, dass eine direkte Vergleichbarkeit der Leistungen bereits vor dem Hintergrund nicht gegeben ist, dass die verschiedenen Curricula und Rahmenpläne der jeweiligen Länder die Behandlung der in der Studie untersuchten Themengebiete etwa zu völlig verschiedenen Zeitpunkten vorsehen. Wenn etwa eine vergleichende Studie feststellt, dass japanische Schüler achter Klassen weitaus bessere Kenntnisse in Geometrie haben als amerikanische Schüler desselben Jahrgangs, mag dies ohne Weiteres daran liegen, dass die Rahmenpläne amerikanischer Schulen das Themengebiet Geometrie erst für die neunte Klasse vorsehen. Eine vergleichende Studie zu dem gleichen Unterrichtsinhalt etwa in zehnten Klassen könnte daher zu einem vollständig anderen Ergebnis gelangen. Christine Keitel und Jeremy Kilpatrick kritisieren dies zu Recht.

„A pseudo-consensus has been imposed (primarily by the English-speaking world) across systems so that curriculum can be taken as a constant rather than a variable, and so that the operation of other variables can be examined.“²⁷¹

Dennoch bleibt es – unabhängig von der Aussagekraft der konkret ermittelten Ergebnisse – der Verdienst international vergleichender

²⁷⁰ Hatano; Inagaki, 1998, S. 101-102.

²⁷¹ Keitel; Kilpatrick, 1999, S. 253.

Studien, Einblicke in unterschiedliche Lehr- und Lernsituationen im Unterricht der teilnehmenden Länder zu erlangen. Dies formuliert David Clarke in seiner Abhandlung über internationale Vergleichsstudien des Mathematikunterrichts wie folgt:

„Suppose that one society seeks to develop understanding and proficiency in mathematical proof, attaching significance to the development of those forms of reasoning and argumentation idiosyncratic to mathematics, while another attaches greater priority to equipping its people with an understanding of mathematical procedures and proficiency in utilizing these in everyday practical situations, while a third society emphasizes (and rewards) concept development, mathematical creativity and collaborative problem solving. There is no reason why these goals are incompatible or mutually exclusive, but they do reflect a different valuing of mathematical activity, and a curriculum that prioritized one such goal would not necessarily resemble a curriculum that prioritized another. The evaluative comparison of the consequences of such differently targeted curricula is a problematic exercise, whereas the comparative study of the methods and success of each society in addressing its local curricular goals has the potential to be mutually enriching as one community learns from the practices of the other and adopts and adapts some of its goals and methods for local use.“²⁷²

Vor diesem Hintergrund ist etwa aufschlussreich, mit welchem unterschiedlichem Grundverständnis und mit welcher unterschiedlicher Zielrichtung Lehrer japanischer wie deutscher Mathematikklassen unterrichten. Auf die in der TIMSS-Videostudie an die Lehrer in einem Fragebogen gerichtete Frage, was das wesentliche Lernziel der jeweils beobachteten Unterrichtsstunde gewesen sei, antworteten japanische und deutsche Lehrer auffallend unterschiedlich: Während 73 % der

japanischen Lehrer die Anregung und Vermittlung mathematischer Denkprozesse als das Hauptziel des Unterrichts angaben, taten dies in Deutschland nur 31 % der Lehrer. Dort wurde überwiegend (55 %) das Vermitteln mathematischer Fertigkeiten und Routinen als vordringliches Unterrichtsziel angesehen.²⁷³

Das internationale Projekt „Mathematics Classroom Practice: The Learners' Perspectives“ (LPS) hat in mittlerweile 13 Ländern Daten von je drei Schulen und je 15 konsekutiven Unterrichtsstunden in Mathematik achter Klassen gesammelt und teilweise ausgewertet, die durch Schülerinterviews und Lehrerinterviews vor und nach dem Unterricht ergänzt wurden. LPS erlaubt damit auch einen Einblick in Schüler- und Lehrerbilder von Mathematik und Unterricht, und zwar in direktem Zusammenhang mit den erlebten Unterrichtsprozessen. Es ist auffällig, wie bereitwillig und offen die Schüler in LPS über Mathematik und den Unterricht insgesamt reden wollen, dass sie erstaunt sind, dazu befragt zu werden („zum ersten Mal“), und wie viel sie über den typischen Mathematikunterricht allgemein und wie wenig sie über Mathematik als Fach wissen. Die Schüler waren z. B. extrem sensibel gegenüber der emotionalen Atmosphäre im Unterricht und der Rolle Einzelner in der Klassengemeinschaft. Der Lehrer wird dann als gut beschrieben, wenn er die Klassengemeinschaft stützt und akzeptiert; auch in den Lehrer-Interviews wird das bestätigt. Die im LPS-Projekt entstandenen Analysen zur Auseinandersetzung von Schülern und Lehrern mit Schule einerseits und Mathematikunterricht andererseits machen die Problematik der Struktur von Unterricht als einem gemeinsamen Anliegen über kulturelle Unterschiede und Curriculumtraditionen hinweg deutlich. Letzteres kann am Beispiel der unterschiedlichen Auswertungsmöglichkeiten von Daten des japanischen Mathematikunterrichts von TIMSS und LPS deutlich illustriert werden:

²⁷² Clarke, 2003, S. 153.

Anhand der Daten der TIMSS-Videostudie wurde ein Unterrichtsmuster herausgearbeitet, das sich in den japanischen Mathematikstunden der TIMSS-Videostudie identifizieren lässt und auf dem Konzept des so genannten „open-ended problem solving approach“ beruht. Es besteht im Wesentlichen aus drei Elementen:²⁷⁴

1. einer auf breiter Basis eingeführten „Aufgabenkultur“, die aus weitgehend „offenen Problemstellungen“ besteht, welche in zahlreichen Beispielen umgesetzt werden, auf die die Lehrer zurückgreifen können,
2. einer „Dramaturgie“ des Unterrichtsablaufs, die für selbstständiges Problemlösen der Schüler Raum schafft, ebenso für Gruppenarbeit, aber auch klar strukturierende und fokussierende Aktivitäten des Lehrers beinhaltet sowie
3. einem durch intensive Lehrer(fort)bildung gefestigten Satz von Qualitätskriterien für angemessenes Lehrverhalten.

Das Konzept ist in Japan fester Bestandteil der Lehreraus- und -fortbildung und wird anhand beispielhafter Videoaufzeichnungen exemplarisch veranschaulicht und analysiert. In der Aufgabenkultur des „open-ended problem solving“ existieren drei verschiedene Arten von offenen Aufgaben. Beim ersten Aufgabentyp ist die zu erreichende Lösung eindeutig bestimmt, aber der Lösungsweg offen. Zweitens existieren Aufgaben mit verschiedenen, mathematisch und kognitiv unterschiedlich anspruchsvollen Lösungswegen und Lösungen. Drittens werden offene Problemstellungen eingesetzt, bei denen die Schüler, ausgehend von einem vorgegebenen Aufgabenbeispiel, selbst etwa im Wege der Analogiebildung oder Generalisierung eigenständig Probleme entwickeln und bearbeiten müssen.²⁷⁵

²⁷³ Stigler; Gonzales; u. a., 1999, S. 46; Shimizu, 1999, S. 192; Baumert; Lehmann, 1997, S. 227.

²⁷⁴ Klieme; Schümer; Knoll, 2001, S. 46.

²⁷⁵ Klieme; Schümer; Knoll, 2001, S. 48.

Als entscheidend für die in der TIMSS-Videostudie behauptete kognitive Aktivierung japanischer Schüler wird jedoch die Stunden-„Dramaturgie“ angesehen. Es soll sich ein regelmäßiger, problemorientierter Ablauf der Mathematikstunden darstellen, der die Wiederholung des Vorwissens, die Vorstellung des neuen mathematischen Problems, Einzelarbeit (gegebenenfalls mit Lehrerunterstützung), Gruppenarbeit, Präsentation und Diskussion der Gruppenlösungen sowie abschließend die Zusammenfassung durch den Lehrer als den „Höhepunkt“ (climax) der Dramaturgie umfasst.²⁷⁶

In den Phasen eins und zwei findet auch in japanischen Mathematikstunden fragend-entwickelnder Unterricht wie in deutschen Schulen statt. Als entscheidend wird jedoch die Phase der Einzelarbeit und der anschließenden Gruppenarbeit angesehen, in der Schüler oftmals mehrere qualitativ divergierende Lösungswege und Lösungen für ein Problem entwerfen. Während der Gruppen- oder Einzelarbeit antizipiert der Lehrer die möglichen angebotenen Lösungswege, hält den Lösungsprozess und die verschiedenen Resultate fest und soll in der Lage sein, eine abschließende Präsentation und Zusammenfassung systematisch aufzubauen und darin gezielt etwa auch auf Fehler einzugehen. Diese Möglichkeiten hat der Lehrer im „klassisch“ fragend-entwickelnden Unterricht nicht, wo er im Laufe des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs auf passende Schülerbeiträge hoffen muss und auf Fehler sofort zu reagieren hat.²⁷⁷ Es wird vermutet, dass die vorgestellte Aufgabenkultur und „Dramaturgie“ das selbstständige Problemlösen sowie auch die argumentative Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Lösungsvorschlägen ermöglicht, gleichzeitig aber Lehrer und Schüler entlastet, weil sie in entscheidenden Phasen die Unwägbarkeiten des fragend-entwickelnden Gesprächs vermeidet. Der im TIMSS-Leistungsvergleich festgestellte Erfolg des „open-ended problem

²⁷⁶ Shimizu, 1999, S. 192; Klieme; Schümer; Knoll, 2001, S. 48.

²⁷⁷ Klieme; Schümer; Knoll, 2001, S. 48.

solving“ ist strukturell von der Offenheit des Unterrichts im Sinne eines Freiraums für eigenständige kognitive Aktivität des Schülers abhängig. Diese ist nicht nur durch die Wahl der Aufgaben bedingt, sondern wesentlich durch den Austausch der Argumente, den der Lehrer in einer Funktion als Mediator begleiten soll, und der auf die dramatischen Höhepunkte einer jeden Unterrichtsstunde hinführen möge.²⁷⁸

Die ersten Ergebnisse der japanischen Auswertungen von LPS-Daten zeigen jedoch auch, dass der in der Lehreraus- und -fortbildung sehr erfolgreich vermittelte didaktische Ansatz des „open-ended problem solving“, der in jeder Unterrichtsstunde auf einen inhaltlichen Höhepunkt hinarbeitet, in dem das wesentliche Lernergebnis in der Zusammenfassung der Schülergruppen- und -einzelarbeiten herausgestellt und betont wird, in den nachfolgenden Schülerinterviews von den Schülern nicht wahrgenommen wird: Sie wissen zwar von einem Muster jeder Stunde, weisen aber sehr häufig auf einen anderen Inhalt oder ein anderes Ergebnis als den von den Lehrern angegebenen bedeutsamen Höhepunkt der Stunde hin. Hier erweist sich, wie wichtig die Schülerinterviews auch für die Rekonstruktion des Unterrichtsgeschehens und seiner Beschreibung und Interpretation sind, und dass eine Diskrepanz von Lehrersicht und Schülersicht während der Unterrichtsstunde nicht erkannt wird und damit auch nicht thematisiert und geändert werden kann. Das vor dem Hintergrund, dass die in den Lehrerinterviews postulierten Ziele und herausgehobenen Höhepunkte der Stunde nicht von den Schülern wahrgenommen werden und die Schüler damit ein anderes Bild vom Gegenstand und dessen Bedeutung entwickeln.²⁷⁹

Vermutungen für die Ursachen, die in deutschem Mathematikunterricht festgestellte und vorherrschende Routinen mit eingeschränkter oder Pseudo-Beteiligung der Schüler bedingen oder erklären, werden häufig in politischen Diskussionen zu kurz greifend auf allgemeine fachliche

²⁷⁸ Klieme; Schümer; Knoll, 2001, S. 49.

²⁷⁹ Shimizu, 2003, S. 17.

Kompetenzmängel oder fachliche Unkenntnis oder eine pädagogisch-didaktische Inkompetenz der Lehrperson, manchmal auch auf den Unwillen und die Unfähigkeit bestimmter Schülerpopulationen zurückgeführt. Dabei werden die strukturellen Aspekte von Schule, Lehrerbildung und Unterricht ignoriert, die möglicherweise eine viel wesentlichere Ursache für die Entwicklung und Beibehaltung der funktionierenden Routinen sein könnten, aber bisher wenig erforscht sind. Solche Ansätze erscheinen vor allem dann vielversprechend, wenn sie die Wahrnehmungen der Schüler und deren eigene Lerntheorien aufdecken (vgl. S. 64 - 67).²⁸⁰

Die Souveränität im Umgang mit Schülerantworten setzt seitens des Lehrers zunächst Souveränität im Umgang mit dem mathematischen Gegenstand voraus. Deborah Loewenberg Ball z. B. beschreibt in einer Abhandlung aus dem Jahr 1988 ihre Erfahrungen, die sie als Ausbilderin von Lehramtskandidaten an der Michigan State University gemacht hat. In einem Seminar versuchte sie, den angehenden Grundschul-Mathematiklehrern ihre zukünftigen Aufgaben im Bezug auf die Vermittlung mathematischer Inhalte deutlich zu machen, indem sie diese selbst erst einmal mit einem unbekanntem mathematischen Thema (Permutationen) konfrontierte. Die Studierenden waren in dieser Phase des Seminars selbst in der Rolle der Schüler, die sich ein noch unbekanntes Gebiet zu erschließen versuchen. Danach konnten die Studierenden Deborah Ball, die auch in einer dritten Klasse einer Grundschule Mathematik unterrichtete, dabei beobachten, wie sie mit Drittklässlern das Konzept der Permutation erarbeitete. In der dritten und abschließenden Phase übernahmen die Studierenden selbst die Rolle der Lehrenden und versuchten, mit einer Person ihrer Wahl das Konzept der Permutation zu erarbeiten. Schließlich wurden die Erfahrungen der Studierenden mit den eigenen Lehrversuchen gemeinsam im Seminar diskutiert. Es ergab sich Folgendes:

²⁸⁰ Jablonka, 2004.

„Many report how strong their inclination was to *tell* their learners ‘the answer’ instead of helping them construct their own understandings. Others confront the limits of their own knowledge and the effect of that lack on their effectiveness as teachers.”²⁸¹

Ball beschreibt, dass viele der Studierenden die Bedeutung und Notwendigkeit profunder Kenntnisse und des Verständnisses der mathematischen Inhalte unterschätzen. Dabei scheint es offensichtlich, dass ohne eigenes Verständnis des mathematischen Inhalts nur schwer ein Verständnis bei den Schülern entwickelt werden kann. Nur nach exemplarischen eigenen Erfahrungen mit der Auseinandersetzung mit – und Erarbeitung von – Umgangsweisen mit mathematischen Gegenständen sind Lehrer auch in der Lage, abweichende Ergebnisse oder Antworten der Schüler nicht lediglich als „falsch“ zu qualifizieren, sondern darüber hinaus Gründe für das Missverständnis zu erkennen oder gar einen Alternativweg bei der Lösung zu entdecken und weiter zu verfolgen.

Ball zitiert Teilnehmer des Seminars:

„When I decided to be a teacher, I knew there were a lot of things I had to learn about teaching, but I felt I knew everything there was to teach my students, until we began our permutations project. During the permutations activities, I found I was as much a learner of subject matter as I was a learner of the art of teaching. I found that my education in the future will not be limited to ‘how to teach’, but what it is I’m teaching. My knowledge of math must improve drastically if I’m to teach effectively.”²⁸²

²⁸¹ Ball, 1988, S. 7.

²⁸² Ball, 1988, S. 8.

Eine andere Studentin berichtete:

„I have always been a good math student so not understanding this concept was very frustrating for me. One thing I realized was that in high school we never learned the theories behind our arithmetic. We just used the formulas and carried out the problem solving. For instance, the way I learned permutations was just to use the factorial of the number and carry out the multiplication. We never had to learn the concepts, we just did the problems with the formula. If you are only multiplying to get the answer every time, permutations could appear to be very easy. If you ask yourself *why* do we multiply and really try to understand the concept, then it may be very confusing as it was to me.“²⁸³

Aus ähnlichen Gründen liegt es auf der Hand, die strukturellen Bedingungen der Lehrerausbildung in Deutschland genauer analysieren, strukturelle Merkmale herausfinden und detailliert beschreiben zu müssen, die in besonderer Weise an den traditionellen Routinen und deren Verwerfungen beteiligt sind.

Im Folgenden werden solche Forschungsdesiderata stichwortartig benannt und mit Vermutungen oder vorläufigen Ergebnissen aus Studien begründet:

Es ist unter wissenssoziologischen Fragestellungen zu untersuchen, welches Bild von Mathematik durch den oben beschriebenen Unterricht erzeugt wird und welches spezifische Bild vor allem die zukünftigen Lehrer dieses Faches aus ihrem erlebten Schulunterricht ableiten. Über mehrere Jahre hinweg gesammelte Essays an der Freien Universität Berlin zur mathematischen Biographie angehender Lehrerstudenten, in der explizit Fragen zu deren Vorstellungen und Bildern über Mathematik

gestellt wurden, sind zwar noch nicht vollständig systematisch ausgewertet, zeigen aber, dass die in Routinen angeeigneten algorithmisch-technischen Aspekte von Mathematik hervorgehoben, die Mathematik als System platonischer Ideen verstanden wird, die ohne historisch-soziale Bedingungen entstanden sind als ein starres unabänderliches Wissen, das angeeignet werden muss.

Es könnte untersucht werden, ob die Organisation und die inhaltlichen Lehrangebote der universitären Lehrerbildung, die strikt zwischen der wissenschaftlichen Ausbildung im Fach einerseits und in der Didaktik und Pädagogik andererseits trennen, und dabei eindeutige Priorität für das Fach und eine nachgeordnete, eingeschränkte Bedeutung der Fachdidaktik ausweisen, solche einseitigen und falschen Bilder von Mathematik stützen und verschärfen, die in besonderer Weise bei angehenden Mathematiklehrern, nicht aber bei forschenden Mathematikern anzutreffen sind.²⁸⁴ Aus didaktischen Untersuchungen lassen sich Vermutungen ableiten, dass die Fachsozialisation durch die vorherrschende Kombination von Inhaltsdarstellung und organisatorischer Form, nämlich als ritualisierte Vorlesung und Übung, wesentlich und einseitig geprägt wird. Diese Organisationsform ist an einen zunächst passiv-aufnehmenden, von der Autorität des Fachrepräsentanten abhängigen Teilnehmer gerichtet, der erst viel später in oder nach seinem Studium in eigener Forschungstätigkeit eine eigenständige Auseinandersetzung mit Mathematik führen darf und kann. Die Fachausbildung klammert eine wissenschaftshistorische, sozio-kulturelle oder wissenschafts-theoretische Reflexion über das Fach Mathematik aus. Für die Lehrerausbildung jedoch sind Fragen zur sozial-historischen Entwicklung von Mathematik oder zu Hintergründen bestimmter historischer Entwicklungen und Entscheidungen, etwa über die Verbindung von mathematischer Bildung und Forschung essentiell. Sie werden allerdings als vermeintlich fachfremde Inhalte nicht

²⁸³ Ball, 1988, S. 10.

²⁸⁴ Burton; Sinclair, 2004, S 129.

thematisiert und von Studierenden auch nicht eingefordert. Dabei verlangen gerade die widersprüchlichen eigenen Schulerfahrungen angehender Lehrer eine systematische wissenschaftstheoretische Reflexion des Faches in Bezug auf ihre zukünftigen Bildungsaufgaben.

Obwohl der Einfluss fachdidaktischer Ausbildungskomponenten in der fachlichen Lehrerausbildung allein vom Umfang her möglicherweise zu gering ist, könnten auch hier Studien zu strukturellen Bedingungen wichtige Forschungsergebnisse erbringen. Bisläng werden kaum systematisch strukturelle oder wissenschaftstheoretisch ausgerichtete Themen mit fachlichen und fachdidaktischen Fragen integriert behandelt oder gar in den Vordergrund von Ausbildung gestellt. Es wird eine Unabhängigkeit von inhaltlichen Fragen und didaktischen Fragen postuliert, d. h. jeder Inhalt wird in seiner Struktur als gegeben – und nicht als zu erarbeitend – betrachtet, die didaktisch-methodisch zu verpacken ist. Diese Ansicht ist weitgehend „common sense“, d. h. sie ist auch in der Gesellschaft außerhalb der Institution Schule sehr weit verbreitet, gilt aber insbesondere für den Mathematikunterricht: „Der Lehrer soll erklären können“ heißt, etwas so in Worte oder Handlungsanweisungen zu kleiden, dass es jedermann verstehen kann, ohne dass der Lernende etwas selbst dazu beitragen muss. Dieses Verständnis führt dazu, dass jeder Lehrer sich „pausenlos“ verpflichtet fühlt, wiederholt kurze, knappe Erklärungen in Varianten anzubieten, um auch jeden Schüler zu erreichen, obgleich seine eigene Erfahrung darauf hinweist, dass dies prinzipiell nicht möglich ist.

Auch der fachlich-praktische Vorbereitungsdienst als zweite Phase der Lehrerbildung ist kaum unter strukturellen Aspekten erforscht worden. Ebenso wenig sind die dort praktizierten Initiationsrituale in der Unterrichtspraxis fachinhaltlich und fachdidaktisch-methodisch untersucht worden. In dieser Ausbildungsphase findet eine soziologische Analyse der Institution Schule und seiner Rahmenbedingungen nicht statt, obwohl hier eine Einführung in diese

Praxis von den erfahrenen Schulpraktikern geleistet werden soll. Es geht eher darum, bewährte praktische Routinen zu vermitteln und auf ihre Funktionalität hinzuweisen. Diese praktischen Routinen erfahren ihre Funktionalität vor dem Hintergrund des durch eine bestimmte (hier als defizitär gekennzeichnete) Sicht auf Mathematik und eine implizite Lerntheorie (in der eine tatsächlich aktive Auseinandersetzung mit dem zu Erlernenden vermieden wird) entstandene und immer wieder reproduzierte Vermischung der in der Praxis vorherrschenden curricularen Konzeption. Methodisch kreative Abweichungen davon irritieren die Regelabläufe der zweiten Ausbildungsphase, zugelassen werden höchstens abweichende kreative Einkleidungen bewährter Rituale. Dieses ist für das erfolgreiche Bestehen des Ausbildungsganges und damit für den Berufseingang entscheidend. Der Ausbildungsablauf zielt dahin, den „Praxisschock“ zu vermindern, der wie dort vermutet wird, durch eine zu theoretische Ausbildung an der Universität beim Einstieg in die Berufspraxis entsteht.²⁸⁵ Dieser fällt aber dann umso geringer aus, je stärker die zweite Ausbildungsphase von einer solchermaßen gesehene universitären Ausbildung abweicht oder rückwirkend deren Sozialisationswirkungen konterkariert und ändert. Praktisch bewährten Routinen wird bei diesem Anliegen eine besondere Funktion, nämlich die der Nachahmung, zugeschrieben.

Die Ergebnisse der Studie verlangen nach einer weiteren Analyse nicht nur der unmittelbar sichtbaren Beteiligungsformen im Unterricht, die, wie sich gezeigt hat, vor allem im Beantworten von Fragen bestehen, sondern auch des Zusammenhangs zwischen Unterrichtsphilosophien, Lerntheorien und dem implizit vermittelten Bild von Mathematik. Solange die im Unterricht gestellten Fragen vorwiegend darauf zielen zu klären, mit welchen Methoden Aufgaben gelöst werden können oder sollen, wird dieses Bild auf technische Aspekte der Mathematik beschränkt bleiben. Um die Dynamik der Reproduktion einer solchen Sicht auf Mathematik zu durchbrechen, bedarf es weiterer empirischer

²⁸⁵ Frech, 1974, S. 168.

und theoretischer Untersuchungen. Gerade hier könnten vergleichende Studien ansetzen, die darauf zielen, die strukturellen Gemeinsamkeiten in den universitären und praktischen Ausbildungsangeboten in verschiedenen Systemen herauszuarbeiten.