

## 2 Methodologie und Methoden

In diesem Kapitel wird zunächst die zugrundeliegende allgemeine Methodologie der vorliegenden Arbeit skizziert (Kapitel 2.1). Im Anschluss daran werden die verwendeten Methoden der Datenerhebung (Kapitel 2.2) und der Datenanalyse (Kapitel 2.3) ausgeführt. Während des gesamten Forschungsprozesses wurde dabei die Einhaltung der Qualitätskriterien qualitativer Forschung (Steinke 2000) zum Maßstab genommen. Die folgenden Ausführungen folgen dem Gebot der Dokumentation des Forschungsprozesses zur Ermöglichung intersubjektiver Nachvollziehbarkeit der Studie.

### 2.1 Allgemeine Methodologie

Gegenstand der vorliegenden Studie sind mündliche Erklärungen im Klassengespräch des Mathematikunterrichts. Die Forschung in der interaktionistischen Perspektive der Mathematikdidaktik betrachtet bislang vor allem die Etablierung soziomathematischer Normen zum Erklären (Abschnitt 1.2.2). Der Forschungsüberblick zu weiteren mathematikdidaktischen Arbeiten zum Erklären zeigt, dass bisher vor allem Studien zur Erklärkompetenz von Lehrenden und normative Kriterien für gutes mündliches und schriftliches Erklären von Lehrenden und Lernenden vorliegen (Einleitung von Kapitel 1). Zu Beginn der vorliegenden Studie gab es somit wenig theoretische und empirische mathematikdidaktische Untersuchungen zu der Frage, wie mündliche Erklärungen im Klassengespräch des Mathematikunterrichts gestaltet sind und welche epistemische Rolle sie spielen.

Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Studie ein rekonstruktiver Zugang zu den Unterrichtsgesprächen gewählt, um tiefere Einsicht in die Unterrichtsrealität zu erhalten und sie aus der „Binnenperspektive der Handelnden“ (Maier & Voigt 1991a, S. 8) zu verstehen: Theoretische und empirische Ergebnisse zu lernendenseitigem Erklären in verschiedenen Mikrokulturen des Mathematikunterrichts können generiert werden, indem Prozesse unbeeinflusst, alltäglichen Mathematikunterrichts analysiert werden (Jungwirth & Krummheuer 2006b).

Die Arbeit ordnet sich daher methodologisch in die Tradition der interpretativen Unterrichtsforschung im alltäglichen Mathematikunterricht ein (Maier & Voigt 1991b; Jungwirth & Krummheuer 2006a, 2008a), die bislang vorrangig in interaktionistischer Perspektive betrieben wurde. Alltag ist hier auf der einen Seite methodische Kategorie: Interaktionen werden nicht in Laborsituationen untersucht und der Einfluss der Datenerhebung auf die Situation wird so gering wie möglich gehalten. In der vorliegenden Arbeit sind daher die Lehrenden der betrachteten Mikrokulturen nicht Teil des Forschungsteams und haben zuvor keine Informationen zu Details der Untersuchung erhalten. Auf der anderen

Seite ist Alltag in interaktionistischer Perspektive auch eine theoretische Kategorie: Zentraler Bezugspunkt ist hierbei der Lebensweltbegriff der phänomenologischen Soziologie (Jungwirth & Krummheuer 2006b unter Bezug auf Schütz & Luckmann 2003). Alltag wird konzeptualisiert als einer von mehreren abgeschlossenen Sinnbereichen, die zusammen die Lebenswelt konstituieren.

Die Arbeiten der interpretativen Unterrichtsforschung stützen sich vor allem auf die Ansätze des Symbolischen Interaktionismus (Blumer 1969) und der Ethnomethodologie (Garfinkel 1967), um Mathematikunterricht als Alltag zu erforschen (Krummheuer & Voigt 1991; Jungwirth & Krummheuer 2008b; Abschnitt 1.2.1). Mathematische Aktivitäten werden also in sozialer Dimension konzeptualisiert:

„Grundlegend ist die Sicht von Unterricht als einem fortlaufenden, interpretativen Geschehen, das durch die wechselseitig aufeinander bezogenen Handlungen der Beteiligten sukzessive geformt wird.“ (Jungwirth & Krummheuer 2008b, S. 148)

Diese Sichtweise, die auch der interaktionalen Diskursanalyse zugrunde liegt (siehe Abschnitt 1.1.1 unter Bezug auf Morek et al. im Druck), erklärt, warum es nicht ausreicht einzelne Äußerungen von Lernenden zu analysieren:

„Die Bedeutung eines Unterrichtsgegenstandes [...] liegt nicht einfach objektiv vor, sie wird nicht passiv erfahren, sondern sie wird vom Subjekt innerhalb eines Kontextes konstruiert. [...] das Subjekt [konstruiert] die Bedeutung eines Unterrichtsgegenstandes, indem es deutet, wie andere Subjekte damit umgehen. Welches Bild sich das Subjekt von der Mathematik oder von seiner eigenen mathematischen Leistung macht, hängt auch von der Interaktion mit anderen Personen ab.“ (Maier & Voigt 1991a, S. 9)

Äußerungen sind also immer von dem jeweiligen Kontext geprägt und aufeinander bezogen. Analyseeinheit ist daher nicht die Einzeläußerung, sondern die Interaktion. Im Fall der vorliegenden Arbeit also die Interaktion von Lehrkraft und Lernenden im Klassengespräch des Mathematikunterrichts.

Die vorliegende Arbeit schließt somit methodologisch an die interpretative Unterrichtsforschung der Mathematikdidaktik an, die aufgrund der gemeinsamen ethnomethodologischen Wurzeln kompatibel mit der Methodologie der interaktionalen Diskursanalyse ist.

## 2.2 Methoden der Datenerhebung

Die Videodaten, die dieser Studie zugrunde liegen, sind Teil der Videodaten, die im Rahmen des BMBF-Projekts InterPass (Förderkennzeichen 01JC1112; Projektleitung S. Prediger und U. Quasthoff) erhoben wurden.

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf Videodaten aus dem Mathematikunterricht von vier Schulen aus urbanen Räumen des Ruhrgebiets. Ausgewählt wurden jeweils ein Gymnasium und eine Gesamtschule mit Lernenden aus Stadtvierteln mit einem eher sozial privilegierten beziehungsweise eher sozial

benachteiligten Milieu, insgesamt vier Mathematikklassen bei den folgenden (anonymisierten) Lehrkräften:

- Herr Schrödinger (Gymnasium, benachteiligtes Milieu),
- Herr Maler (Gymnasium, privilegiertes Milieu),
- Frau Bosch (Gesamtschule, benachteiligtes Milieu) und
- Frau Abt (Gesamtschule, privilegiertes Milieu).

Dieses Sampling erlaubt zum einen ein möglichst breites Bild bezogen auf das Milieu der Lernenden und die beobachtbaren unterrichtlichen Praktiken (auch in unterschiedlichen Schulformen) und zum anderen die Kontrastierung zwischen und auch innerhalb von Klassen. Die zwei Schulformen decken das in Nordrhein-Westfalen relevante Spektrum bestmöglich ab, denn die Haupt- und Realschulen werden zunehmend zu integrativen Schulformen zusammengeführt.

Zu zwei Erhebungszeitpunkten wurde der unbeeinflusste Mathematikunterricht in diesen vier Mikrokulturen videographiert: Zu Beginn des fünften Schuljahres für ungefähr zwei Wochen beziehungsweise acht Mathematikstunden und im zweiten Schulhalbjahr für circa eine Woche beziehungsweise vier Mathematikstunden. Tabelle 2.1 gibt einen Überblick über die videographierten Unterrichtsstunden in den vier Mikrokulturen, die zur Unterscheidung hier jeweils durch die Lehrkraft repräsentiert werden.

Tabelle 2.1      Überblick über die Anzahl der erhobenen Mathematikstunden in vier Mikrokulturen zu den Erhebungszeitpunkten E1 und E2

	Erhebung 1 (Anfang 5. Schuljahr) [Anzahl]	Erhebung 2 (Mitte 5. Schuljahr) [Anzahl]	Gesamtanzahl Schulstunden	Gesamtanzahl Unterrichtsminuten
Klasse bei Schrödinger	9	4	13 Schulstd. à 60 min.	780 min.
Klasse bei Maler	10	4	14 Schulstd. à 45 min.	630 min.
Klasse bei Bosch	11	6	17 Schulstd. à 45 min.	765 min.
Klasse bei Abt	9	4	13 Schulstd. à 45 min.	585 min.
Insgesamt			57 Schulstunden	2760 min. (= 46 Zeitstunden)

Insgesamt dienten 57 Mathematikstunden als Grundlage für die in dieser Arbeit vorgestellte Studie. Dies entspricht 46 Zeitstunden Videomaterial. Wie in der interpretativen Unterrichtsforschung üblich (Maier & Voigt 1991a, S. 9), wurden also auch in der vorliegenden Arbeit Fallstudien betrachtet, deren

statistische Generalisierbarkeit nicht behauptet wird, bei deren Sampling jedoch auf variierende Hintergrundmerkmale geachtet wurde.

Die Erhebung wurde zu Beginn des Schuljahres begonnen, da direkt nach dem Schulwechsel für die 5. Klasse der Vorgang des Hineinsozialisierens in eine neue Mikrokultur am deutlichsten sein müsste. Gellert und Hümmer (2008) zeigen, dass gerade in dieser Phase implizite und explizite Regeln zum Verhalten und der unterrichtsinhaltlichen Mitarbeit etabliert werden. In der Sprache der vorliegenden Arbeit bedeutet das also, dass in den ersten gemeinsamen Stunden soziomathematische Normen und Praktiken in der Interaktion erst etabliert werden.

Für die zweite Erhebung wurde eine Woche im Verlauf des zweiten Schulhalbjahres gewählt, da davon ausgegangen wurde, dass sich die soziomathematischen Normen und Praktiken nach dieser Zeit gefestigt haben und die Etablierungsprozesse nicht mehr so explizit in der Interaktion beobachtet werden können. In Absprache mit den Lehrkräften wurden die Aufnahmen in Stunden gemacht, in denen ein anderer Fachinhalt thematisiert wurde als in der ersten Erhebung. Diese zweite Erhebung ermöglichte somit einen Einblick in die Entwicklungen sowohl der Mikrokulturen als Ganzes als auch einzelner Kinder innerhalb der Mikrokulturen.

Die Daten wurden in der ersten Erhebung zu Beginn des Schuljahres mit vier Kameras, zwei Tischmikrofonen und einem Funkmikrofon aufgenommen (für einen beispielhaften Aufbau siehe Abbildung 2.1).

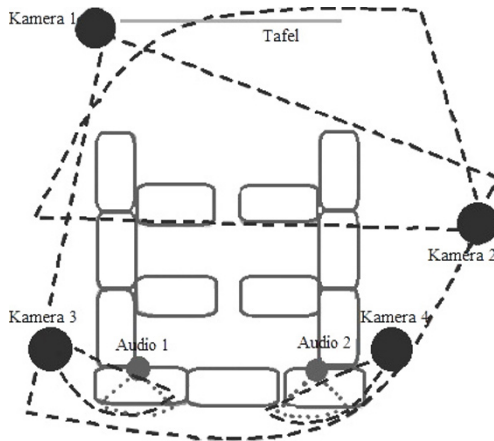


Abbildung 2.1 Beispielhafte Anordnung der Kameras und Mikrofone bei der Erhebung der Unterrichtsdaten (nicht eingezeichnet: Funkmikrofon der Lehrkraft mit Tonspur für Kamera 2)

Die Kamera mit Perspektive 1 wurde neben der Tafel platziert, um so einen möglichst großen Teil der Lernenden von vorne sehen zu können. Die Kamera mit Perspektive 2 war auf die Lehrkraft fokussiert und folgte dieser auch bei Bewegungen durch den Raum. Die Audiospur dieser Kamera wurde durch ein Funkmikrofon gespeist, das der Lehrkraft angesteckt wurde. Die Qualität dieser Mikrofone erlaubte es nicht nur die Äußerungen der Lehrkraft aufzuzeichnen, sondern auch die Äußerungen der Lernenden in der Klasse. Die Tonqualität dieser Aufnahmen war wichtig, um die Äußerungen in der Interaktion im Rahmen der Datenaufbereitung möglichst umfassend transkribieren zu können. Perspektive 2 dokumentierte zudem etwaige Tafelanschriften.

Die Kameras mit den Perspektiven 3 und 4 richteten sich gezielt auf kleinere Gruppen von Lernenden, deren Tischgespräche zudem über zusätzliche Mikrofone (Audio 1 und 2) aufgenommen wurden. Diese Tischgruppen wurden nach sprachlichem und sozialem Hintergrund der Lernenden sowie markanten Beteiligungen in den ersten beobachteten Unterrichtsstunden ausgewählt. In der zweiten Erhebung wurde der technische Aufwand aus pragmatischen Gründen um Kamera 4 und Audio 2 reduziert.

Zusätzlich zu den audiovisuellen Aufzeichnungen wurden zu jeder erhobenen Mathematikstunde Stundenprotokolle durch die anwesenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erstellt sowie Teile der Schriftprodukte der Lernenden erhoben. Während der Erhebungen waren stets mindestens zwei Mitglieder des Projektteams (bestehend aus den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und studentischen Hilfskräften) anwesend. Sie haben dabei eine rein beobachtende Rolle eingenommen, ohne in das Geschehen einzugreifen. Sicherlich kann argumentiert werden, dass die Anwesenheit der Aufzeichnungstechnik und des Projekt-Teams keinen unbeeinflussten Unterricht zulässt. Zumindest auf Seiten der Lernenden zeigte sich jedoch, dass diese Umstände sehr schnell ausgeblendet wurden: In einer der Mikrokulturen sollte ein Brief über die Erlebnisse der ersten Schultage geschrieben werden. In keiner der vorgelesenen Texte wurden das Team oder die vier Kameras im Klassenzimmer erwähnt.

Da die vorliegende Studie gemeinsame Erklärungen im Klassengespräch sowie die zugehörigen Wissenskonstruktionsprozesse betrachtet, wurden Einzel- und Gruppenarbeitsphasen nicht ausgewertet. Eine Analyse der Stunden mit der jeweils längsten absoluten Klassengesprächsdauer gibt Hinweise auf den ungefähren Anteil des Klassengesprächs am gesamten Mathematikunterricht (Erath et al. eingereicht): Für die vier in dieser Arbeit betrachteten Mikrokulturen liegt der Anteil des Klassengesprächs zwischen 39 % und 60 %. Es kann daher mit aller Vorsicht grob verallgemeinert werden, dass durchschnittlich circa die Hälfte der Unterrichtszeit im Mathematikunterricht im Klassengespräch gearbeitet wird, somit reduziert sich der Datensatz der analysierten Unterrichtszeit auf etwa 23 Zeitstunden.

## 2.3 Methoden der Datenanalyse

In diesem Kapitel werden die Methoden der Datenanalyse vorgestellt. Dies betrifft die Transkription und Auswahl der Sequenzen (Abschnitt 2.3.1) und die Entwicklung des Analyseinstruments der epistemischen Matrix, mit der die Sequenzen analysiert und zu Pfaden und Praktiken abstrahiert wurden (Abschnitt 2.3.2). Diese Rekonstruktionen bildeten die Grundlage für die gesamte Empirie der vorliegenden Arbeit.

Für eine ausgewählte Mikrokultur wurden darüber hinaus die epistemische Partizipation einzelner Lernender sowie die lehrkraftseitigen Aktivitäten zur Schaffung individueller Lerngelegenheiten analysiert. Das zugehörige Vorgehen wird in den Abschnitten 2.3.3 und 2.3.4 beschrieben.

### 2.3.1 Transkription und Auswahl der Sequenzen

Die 57 Schulstunden videographierten Mathematikunterrichts wurden zunächst mit Hilfe des Programms Transana annotiert und inventarisiert. In einem ersten Schritt wurden durch die Projektpartnerinnen aus der Linguistik alle Teile von Klassengesprächen mit übersatzmäßigen Einheiten von Lernenden mit Timecodes markiert. Fast alle dieser Sequenzen wurden von studentischen Hilfskräften gemäß dem Gesprächsanalytischen Transkriptionssystem 2 (Selting et al. 2009) linguistisch transkribiert. Dabei wurden nicht nur Betonungen in den Äußerungen, sondern unter anderem auch Pausen in verschiedenen Längen, markante Dynamik, Dehnungen sowie paralleles Sprechen und Handlungen parallel zu Äußerungen festgehalten. Die Transkription erfolgte in der Regel vor allem durch die Aufnahmen der Kameraperspektive 2, mit der Tonspur des Funkmikrofons. Schwer verständliche Äußerungen konnten zumeist über eine der anderen Perspektiven geklärt werden.

In dieser Arbeit wurden geglättete und bezüglich der Turnnummerierung vereinfachte Transkriptversionen verwendet, die aus den linguistischen Transkripten gewonnen wurden. Für eine Aufstellung der angelegten Transkriptionskonventionen siehe Anhang. Sie geben genauere Auskunft darüber, welche Aspekte der Interaktion verschriftlicht und wie diese im Text kenntlich gemacht wurden. Die Transkription der Sequenzen erfolgte zunächst auszugsweise, geleitet durch den Forschungsschwerpunkt des übergeordneten Projekts InterPass. Dieser Transkriptdatensatz wurde dann sukzessive ausgebaut.

Für die Studie der vorliegenden Arbeit wurden die Transkripte in einem ersten Schritt daraufhin untersucht, ob eine Erklärung beziehungsweise eine Mischform mit anderen diskursiven Praktiken vorliegt. Leitend war die Frage, ob ein mathematischer Inhalt geklärt wird und ob Lernendenanteile mindestens die Satzebene erreichen (siehe hierzu auch Abschnitt 1.1.1). Auf diese Frage hin wurden auch die Videostellen analysiert, die zwar als übersatzmäßig in Transana

markiert wurden, jedoch noch nicht als Transkript vorlagen. Diese wurden, falls für die Analyse notwendig, durch studentische Hilfskräfte nachtranskribiert.

Insgesamt wurden durch dieses Verfahren 121 Sequenzen des Erklärens im Klassengespräch identifiziert, die die Datengrundlage der vorliegenden Arbeit bilden. Tabelle 2.2 gibt einen Überblick über die Verteilung der Sequenzen auf die vier betrachteten Mikrokulturen sowie die beiden Erhebungszeitpunkte. Für eine genauere Aufstellung der Sequenzen, mit Angabe der Bezeichnung, siehe die jeweiligen Überblicksabschnitte der einzelnen Klassen: Abschnitt 3.2.1 (Mikrokultur der Klasse Schrödinger), Abschnitt 3.3.1 (Mikrokultur der Klasse Maler), Abschnitt 3.4.1 (Mikrokultur der Klasse Bosch), Abschnitt 3.5.1 (Mikrokultur der Klasse Abt). Die Dauer der Sequenzen beträgt zumeist zwischen zwei und fünf Minuten, in Einzelfällen sind auch kürzere oder deutlich längere Erklärungen im Klassengespräch zu beobachten. Letzteres insbesondere dann, wenn parallel ein Tafelbild erstellt wurde.

Tabelle 2.2      Überblick zum Datenkorpus: Anzahl der geeigneten Sequenzen des Erklärens im Klassengespräch in vier beobachteten Mikrokulturen

	Erhebung 1 (Anfang 5. Schuljahr) [Anzahl]	Erhebung 2 (Mitte 5. Schuljahr) [Anzahl]	Gesamtanzahl der geeigneten Sequenzen
Klasse bei Schrödinger	20	11	31
Klasse bei Maler	32	11	43
Klasse bei Bosch	11	6	17
Klasse bei Abt	26	4	30
Insgesamt			121

Die Sequenzen wurden mit einem vierstelligen Kürzel eindeutig benannt. Die erste Stelle des Kürzels gibt die Mikrokultur an, aus der die Sequenz stammt. Dazu wurden die Anfangsbuchstaben der Mathematiklehrkräfte verwendet: Schrödinger, Maler, Bosch und Abt. Die zweite Stelle des Kürzels gibt den Erhebungszeitpunkt an. Sequenzen aus der Erhebung zu Beginn des Schuljahres wurden durch eine „1“, Sequenzen aus der zweiten Hälfte des Schuljahres durch eine „2“ gekennzeichnet. Die dritte Stelle bezeichnet die Nummer der Stunde innerhalb der Erhebung. Die letzte Stelle ist die chronologisch fortlaufende Nummer pro Mikrokultur. Im Fall der Mikrokultur der Klasse von Frau Bosch also von 01 bis 17. Um die Lesbarkeit zu erhöhen und ein Wiedererkennen von Sequenzen in verschiedenen Kapiteln zu erleichtern, wurden die Kürzel der Sequenzen zudem durch ein Schlagwort am Ende ergänzt. Zwei Beispiele eines Kürzels mit Erläuterung sind in Tabelle 2.3 dargestellt. Die Zuordnung der

Kürzel zu den entsprechenden Stellen im Videodatenmaterial ist im digitalen Anhang zu finden.

Tabelle 2.3 Erläuterung der Kürzel der Sequenzen an zwei Beispielen

Kürzel Lehrkraft	Erhebung	Stunde in der Erhebung	fortlaufende Nummer in der Mikrokultur	Schlagwort
S-1-2-07-Unübersichtlich				
S-Schrödinger	1- zu Beginn des Schuljahres	2- zweite Stunde	07- 7. Sequenz der Mikrokultur	Unübersichtlich
B-2-2-13-Nur6Zahlenmauern				
B-Bosch	2- zweite Hälfte des Schuljahres	2- zweite Stunde	13- 13. Sequenz der Mikrokultur	Nur6Zahlenmauern

### 2.3.2 Rekonstruktion der Praktiken des Erklärens

Die Rekonstruktion der Praktiken des Erklärens in den vier betrachteten Mikrokulturen diente zum einen der Beantwortung der ersten Forschungsfrage ‚Welche Praktiken des Navigierens durch epistemische Felder können in den Mikrokulturen des Mathematikunterrichts rekonstruiert werden?‘. Zum anderen war sie jedoch gleichzeitig auch Grundlage für die darauf aufbauende Analyse der Konsistenz der Praktiken und dem Vergleich der Praktiken zwischen den Mikrokulturen. Die zugehörigen Analysen werden in Kapitel 3 vorgestellt.

Die Transkripte und Videos der 121 geeigneten Sequenzen wurden im Anschluss an die erste grobe Analyse zur Auswahl der Sequenzen mit Hilfe der epistemischen Matrix (Abschnitt 1.4.1) analysiert. Die epistemische Matrix wurde dabei in zwei Funktionen verwendet. Im ersten Schritt wurden die epistemischen Felder verwendet, um Äußerungen von Lernenden und Lehrenden im Klassengespräch fachlich charakterisieren zu können (Abschnitt 2.3.2.2, Schritt 1). Jede Verknüpfung einer logischen Ebene mit einem epistemischen Modus ist somit ein möglicher Code für eine Äußerung. Dazu wurde jeder Turn des Transkripts jeweils im Kontext des Gesprächsverlaufs interpretiert, im Zweifelsfall wurde zusätzlich auf das Video zurückgegriffen.

Im zweiten Schritt wurde die epistemische Matrix als Darstellung genutzt, um ganze Sequenzen abstrahieren und charakterisieren zu können: Aufbauend auf den Kodierungen der Äußerungen wurde der sogenannte Erklärpfad einer Sequenz in der epistemischen Matrix visualisiert (Abschnitt 2.3.2.2, Schritt 2). Dadurch wurden strukturelle Eigenschaften einer ganzen Sequenz sichtbar. Diese Pfade wurden im dritten Schritt durch einen weiteren kategorienbildenden Prozess zu Gruppen mit spezifischen, charakteristischen Eigenschaften

zusammengefasst und somit Praktiken des Erklärens empirisch rekonstruiert (Abschnitt 2.3.2.2, Schritt 3).

Im Folgenden wird zunächst beschrieben, wie die Kodierung von Äußerungen mit Hilfe der epistemischen Matrix entwickelt wurde (Abschnitt 2.3.2.1). Danach wird genauer auf den Analyseprozess und die Abstraktion von der Sequenz über den Pfad zu Praktik eingegangen (Abschnitt 2.3.2.2).

### *2.3.2.1 Entwicklung des Analyseinstruments der epistemischen Matrix*

Eine erste Version der epistemischen Matrix wurde im Rahmen des Projekts InterPass entwickelt, um die fachlichen Aspekte in Klassengesprächen des Deutsch- und Mathematikunterrichts in den Videodaten aus Klassenstufe 5 greifen zu können (Quasthoff et al. in Vorb.). Da sich die Studie der vorliegenden Arbeit auf Sequenzen aus dem Mathematikunterricht beschränkt, wird im Folgenden auf die für die Analyse von Erklärungen im Mathematikunterricht spezialisierte epistemische Matrix eingegangen, wie sie in Abschnitt 1.4.1 eingeführt wurde. Das Analyseinstrument wurde in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) entwickelt. Zunächst wurden deduktiv theoriegeleitet Kategorien aus der epistemologischen Perspektive abgeleitet. Diese wurden anschließend in drei Schritten induktiv datengeleitet weiterentwickelt und ergänzt:

Um die deduktiv abgeleitete Vorversion der epistemischen Matrix empirisch anzureichern und gegebenenfalls umzustrukturieren, wurden in einem ersten Schritt die Fragen der Lehrkräfte aus der ersten Erhebung zu Beginn des 5. Schuljahres analysiert, die Teil einer Sequenz sind, in denen auch Lernende übersatzmäßige Äußerungen haben. Diese Fragen wurden durch die Identifizierung der logischen Ebene und des epistemischen Modus kodiert. Dieser Schritt wurde zunächst von der Autorin der vorliegenden Arbeit vorgenommen und mit der Betreuerin punktuell diskutiert. Im Anschluss daran wurde eine studentische Hilfskraft in die Kodierung mittels epistemischer Matrix eingearbeitet, um alle Kodierungen zu hinterfragen und gegenläufige Interpretationen vorzuschlagen. Strittige Interpretationen wurden dann in gemeinsamen Diskussionen geklärt. Im Verlauf dieses ersten Schrittes wurde somit die Struktur der epistemischen Matrix zum einen weiterentwickelt und zum anderen auch in einem ersten Schritt konsolidiert. Zudem wurden insbesondere durch die Diskussion strittiger Interpretationen wichtige Bausteine des im weiteren Verlauf entwickelten Kodierleitfadens (siehe digitaler Anhang) gelegt.

Nach der datengeleiteten Weiterentwicklung der Matrix anhand der Lehrendenfragen in Sequenzen mit übersatzmäßigen Lernendenäußerungen, wurde in einem zweiten Schritt die Analyse auf die gesamten Sequenzen ausgedehnt. Dazu dienten erste Transkripte von Sequenzen aus der ersten Erhebung. Hier wurden nun also Lernenden- und Lehrendenäußerungen (in ihrem Zusammenspiel) interpretiert und mit logischen Ebenen und epistemischen Modi kodiert.

Mit diesem Schritt wurde zum einen die Struktur der Matrix gefestigt: durch die zusätzlichen Betrachtungen der Lernendenäußerungen kamen keine weiteren epistemischen Felder hinzu. Zum anderen wurden das Vorgehen bei der Analyse und der entstehende Kodierleitfaden weiter ausgeschärft.

In einem dritten Schritt wurden die Analyse mittels der epistemischen Matrix weiter konsolidiert: Die Fragen der Lehrkräfte in Sequenzen mit übersatzmäßigen Äußerungen der Lernenden in den Videodaten der zweiten Erhebung wurden kodiert. Analog zum Vorgehen im ersten Schritt gab es zwei Analysedurchgänge. Zuerst wurden die Fragen durch die studentische Hilfskraft kodiert. Im Anschluss daran wurden diese Kodierungen durch die Autorin dieser Arbeit kritisch hinterfragt und gegenläufige Interpretationen vorgeschlagen. Auch hier wurden strittige Sequenzen gemeinsam geklärt.

Die Erstellung des Kodierleitfadens und die intensive Diskussion gegenläufiger Interpretationen bei der Kodierung tragen zur intersubjektiven Nachvollziehbarkeit (Steinke 2000) der Studie bei. Darüber hinaus wurden einzelne Aspekte der Matrix sowie einige Analysen von Sequenzen aus dem Deutsch- und Mathematikunterricht im Rahmen von InterPass-Projektsitzungen diskutiert.

Das Ergebnis der dreischrittigen, datengeleiteten Weiterentwicklung der epistemischen Matrix wurde erstmals in Prediger und Erath (2014) veröffentlicht und mathematikdidaktisch eingebettet. Im Rahmen der endgültigen Fertigstellung des Kodierleitfadens für die vorliegende Arbeit wurden im Vergleich zu vorherigen Veröffentlichungen kleinere Änderungen in den Modi vorgenommen (für eine deutschsprachige Version siehe Erath & Prediger 2014b):

Der Modus ||Subjektives Erleben||, bei dem es um einen gefühlsbetonten, individuellen Zugang zu einem Erklärgegenstand geht, wurde aus der Aufstellung für die vorliegende Arbeit entfernt, da dieser im Mathematikunterricht äußert selten angesprochen wurde und wenn, dann nicht im Rahmen von Erklärungen. In vorherigen Versionen der epistemischen Matrix waren zudem die Modi ||Funktionaler Zugang|| und ||Bewertung|| getrennt aufgeführt. Die Analyse der Erklärsequenzen zeigte jedoch, dass diese Modi zumeist gemeinsam adressiert wurden, wenn beispielsweise darüber gesprochen wurde, wie praktisch oder geschickt eine Vorgehensweise ist. Daher wurden die epistemischen Modi zu ||Funktionaler Zugang & Bewertung|| zusammengefasst. Zudem wurden kleinere Änderungen an den Bezeichnungen der logischen Ebenen und epistemischen Modi vorgenommen, die deren Charakterisierung jedoch nicht beeinflussen.

Die in dieser Arbeit verwendete Version der epistemischen Matrix wurde bereits in Abschnitt 1.4.1 theoretisch eingebettet und wird in Abbildung 2.2 erneut abgebildet. Die Reihenfolge in der Anordnung der logischen Ebenen und epistemischen Modi in der Matrix ist zwar prinzipiell beliebig, jedoch wurde für die vorliegende Arbeit die in Abbildung 2.2 gezeigte Anordnung festgesetzt, um

den in Abschnitt 2.3.2.2 beschriebenen Prozess der Rekonstruktion der Praktiken zu vereinfachen.

Epistemischer Modus Logische Ebene	Bezeichnungen & Nennungen	Ausformulierung	Konkretisierung	Integration in vorhandenes Wissen & Vernetzung	Funktionaler Zugang & Bewertung
Konzeptuelle Ebenen					
Mathematische Konzepte					
Behauptungen & Zusammenhänge					
Darstellungen					
Mathematische Modelle					
Prozedurale Ebenen					
Konventionelle Regeln					
Allgemeine Vorgehensweisen					
Konkrete Bearbeitungen					

Abbildung 2.2 Die epistemische Matrix (erstmals in Prediger & Erath 2014 veröffentlicht in leicht abgewandelter Form)

Wie bereits in Abschnitt 1.4.1 eingeführt, wurden in der vorliegenden Arbeit die --logischen Ebenen-- durch horizontale Striche gekennzeichnet, die ||epistemischen Modi|| durch vertikale Striche. Dies geschah in Anlehnung an die Eintragung der logischen Ebenen in den Zeilen und der epistemisch Modi in den Spalten der epistemischen Matrix.

Für die Kodierung der Äußerungen in den Transkripten wurden zudem Abkürzungen für die logischen Ebenen und epistemischen Modi eingeführt, die in Tabelle 2.4 zusammengefasst sind. Ein epistemisches Feld wurde dann durch die Kombination aus logischer Ebene und epistemischen Modus festgelegt. Wurden mehrere Modi oder Ebenen parallel angesprochen, so wurden diese durch „/“ getrennt. Wurde beispielsweise auf der logischen Ebene der --Mathematischen Konzepte-- sowohl der Modus ||Ausformulierung|| als auch der Modus ||Konkretisierung|| angesprochen, so wurde dies mit --Mathematische Konzepte-- ||Ausformulierung / Konkretisierung|| notiert, beziehungsweise verkürzt mit -MK |A/K.

Tabelle 2.4 Abkürzungen für die logischen Ebenen und epistemischen Modi

Bezeichnungen der logischen Ebenen und epistemischen Modi	Abkürzungen der logischen Ebenen und epistemischen Modi
--Mathematische Konzepte--	-MK
--Behauptungen & Zusammenhänge--	-B&Z
--Darstellungen--	-D
--Mathematische Modelle--	-MM
--Konventionelle Regeln--	-KR
--Allgemeine Vorgehensweise--	-AV
--Konkrete Bearbeitung--	-KB
Bezeichnung & Nennung	B&N
Ausformulierung	A
Konkretisierung	K
Integration in vorhandenes Wissen & Vernetzung	I&V
Funktionaler Zugang & Bewertung	F&B

### 2.3.2.2 Analyseprozess und Abstraktion zur Praktik

Auf dem Weg von der Analyse der einzelnen Sequenzen hin zur Rekonstruktion von Praktiken des Erklärens wurden drei Schritte durchlaufen: Zuerst wurden alle Turns der Sequenzen mit der epistemischen Matrix analysiert. Daran anschließend wurden die Analysen der ganzen Sequenz zu sogenannten Pfaden abstrahiert und in einer Grafik visualisiert. In einem dritten Schritt wurden dann die Pfade der Erklärsequenzen einer Mikrokultur zu Gruppen zusammengefasst, welche die Praktiken konstituieren. Pfade und Praktiken boten dann die Möglichkeit eine ganze Sequenz mathematisch und epistemisch, also im Hinblick auf ihre Rolle im Wissensbildungsprozess, zu charakterisieren.

Der Dreischritt wird im Folgenden genauer erläutert. In Kapitel 3.1 wird dieser Weg zudem am Beispiel der Sequenz S-1-6-15-Katzengewicht, aus der Mikrokultur der Klasse von Herrn Schrödinger, ausführlich dargestellt.

*Schritt 1: Analyse der Sequenzen mit der epistemischen Matrix.* Die Äußerungen von Lernenden und Lehrenden wurden mit Hilfe der epistemischen Matrix charakterisiert und mit einem entsprechenden Code versehen. Dabei wurde anhand der Äußerungen und ihrem Zusammenspiel interpretiert, welche epistemischen Felder durch den Sprechenden angesteuert werden könnten. Im Fall von Fragen von Lehrkräften also, auf welcher logischen Ebene ein Erklärgegenstand etabliert wurde und ob durch die Frage bereits bestimmte epistemische Modi zur Beantwortung adressiert wurden. Im Fall von Lernendenerklärungen analog, welcher logischen Ebene der Erklärgegenstand zugeordnet werden konnte und welche epistemischen Modi (also Mittel des Erklärens) verwendet wurden, um den Gegenstand zu klären. Im Kodierleitfaden (siehe digitaler Anhang) wird für

die einzelnen logischen Ebenen, epistemischen Modi und epistemischen Felder genauer erläutert, woran diese in den Äußerungen erkannt werden können.

*Schritt 2: Abstraktion von der Sequenz zum Erklärpfad.* In einem zweiten Schritt auf dem Weg von der Sequenz über den Pfad zur Praktik, wurde jede Sequenz zu einem zugehörigen Erklärpfad abstrahiert. Die Analysen aus dem ersten Schritt wurden dazu grafisch in der Matrix dargestellt, indem die Äußerungen in den epistemischen Feldern eingetragen wurden, die sie ansteuern (für ein Beispiel siehe Abbildung 2.3; die Turnangaben im Folgenden beziehen sich auf diese Darstellung). Die einzelnen Erklärpfade boten einen Zugang zur Struktur der jeweiligen Erklärsequenz, sowohl hinsichtlich des epistemischen Prozesses, als auch der Organisation des Gesprächs: In einem Pfad konnte abgelesen werden, welche epistemischen Felder von welchen Interaktionsteilnehmenden in welcher Reihenfolge adressiert wurden und wie dies in der Interaktion evaluiert wurde. Die Abstraktion der Sequenzen zu Erklärpfaden ermöglichte somit die Visualisierung der interaktiv hervorgebrachten, musterhaften epistemischen Strukturen von Erklärungen, die immer wieder in der Interaktion etabliert wurden.

Zu beachten ist, dass bei diesem Abstraktionsschritt Informationen vernachlässigt wurden (werden mussten): Durch die Darstellung kann nichts über die Dauer, die Ausführlichkeit beziehungsweise Tiefe, oder auch die sprachliche Realisierung einer Äußerung ausgesagt werden.

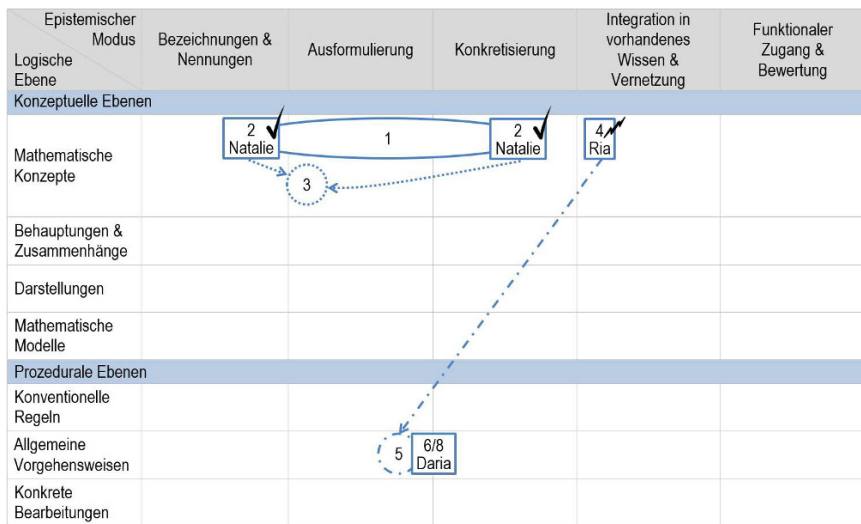


Abbildung 2.3 Beispiele für die verschiedenen Eintragsarten von Äußerungen bei der Abstraktion von einer Sequenz zum zugehörigen Erklärpfad

Lehrendenäußerungen wurden dabei durch Kreise dargestellt, die durch die jeweilige Turnnummer bezeichnet sind. Ist die Kreislinie durchgezogen, so handelt es sich um eine Äußerung, die eine Frage an die Lernenden ist (#1). Gepunktete Linien bedeuten hingegen, dass die Lehrkraft selbst in dem dadurch gekennzeichneten Feld einen Erklärbeitrag liefert (#3). Ist ein Kreis durch eine abwechselnd gepunktete und gestrichelte Linie dargestellt, so handelt es sich um eine Äußerung, in der die Lehrkraft zum einen selbst in diesem Feld erklärt und zum anderen auch eine Frage an die Lernenden stellt, die dieses Feld adressiert (#5).

Lernendenäußerungen wurden durch Rechtecke repräsentiert, in denen ebenfalls die Turnnummer der zugehörigen Aussage eingetragen wurde sowie der Name des Lernenden (#2, #4, #6/8). Überlappen Rechtecke Kreise, so bedeutet das, dass die zugehörige Lernendenäußerung direkt auf die Lehrkraftfrage folgte (#1 und #2; #4 hingegen adressiert ein Feld, das zuvor nicht durch eine Frage der Lehrkraft adressiert wurde).

Zogen sich Äußerungen über mehrere Turns hinweg, so wurden die zugehörigen Turnnummerierungen, so weit möglich, vollständig in ein Rechteck eingetragen. Turns wurden jedoch nur zusammengefasst, wenn die dazwischenliegenden Turns keine deutliche Unterbrechung darstellen (etwa Zuhörersignale durch die Lehrkraft).

Wurde eine Äußerung durch mehrere epistemische Felder charakterisiert, so wurde dies durch Mehrfacheintragungen beziehungsweise Streckung des Kreises, oder des Rechtecks realisiert. #1 der Lehrkraft adressiert beispielsweise drei nebeneinanderliegende Modi. Die Abstraktion der Äußerung wird daher als Oval dargestellt, das diese drei Spalten abdeckt. Natalies Äußerung (#2) adressiert zwei Modi, die jedoch nicht nebeneinander liegen. Daher sind hier zwei zugehörige Rechtecke eingezeichnet. Darias Äußerung (#6/8) wird ebenfalls durch zwei Felder charakterisiert. Da diese nebeneinander liegen, wird das zugehörige Rechteck so platziert, dass beide Felder zum Teil abgedeckt werden.

Die Lernendenäußerungen wurden zudem durch ‚Haken‘ und ‚Blitze‘ versehen, falls eine eindeutige Interpretation der Evaluation der Lehrkraft möglich war. Ein Haken (#2) bedeutet dabei, dass die Äußerung explizit als passend evaluiert wurde, ein Blitz, dass die Äußerung explizit als nicht passend bewertet wurde (#4). Wurde ein Rechteck durch keines der Symbole markiert (#6/8), so konnte entweder keine Evaluation beobachtet werden, oder die Bewertung durch die Lehrkraft war nicht eindeutig.

In der Darstellung wurden zudem Lernendenäußerungen mit den auf sie folgenden Lehrkraftfragen durch Pfeile verbunden (von #2 zu #3; von #4 zu #5). Dadurch wurden die Steuerungsbewegungen der Lehrenden sichtbar. Für die verschiedenen Linien gelten die gleichen Konventionen der Darstellung wie bei den Kreislinien der Lehrendenäußerungen.

*Schritt 3: Rekonstruktion der Praktiken.* Die ersten beiden Schritte (Charakterisierung der Äußerungen in der Erklärsequenz mit der epistemischen Matrix und Abstraktion zum Pfad) wurden an jeder geeigneten Sequenz einer Mikrokultur ausgeführt. Erst wenn dieser Prozess abgeschlossen wurde, konnten in einem dritten und letzten Schritt Praktiken rekonstruiert werden.

Wie in Abschnitt 1.4.2 zusammenfassend beschrieben, werden Praktiken sowohl aus Perspektive der interaktionalen Diskursanalyse, als auch aus interaktionistischer Perspektive der Mathematikdidaktik als immer wieder interaktiv passend etablierte Arten und Weisen etwas zu tun, also „[...] als regelgeleitete, typisierte und routiniert wiederkehrende Aktivitäten“ (Kolbe et al. 2008, S. 131) konzeptualisiert.

Um die Praktiken als immer wieder interaktiv etablierte Arten und Weisen rekonstruieren zu können, mussten alle Pfade einer Mikrokultur zusammen betrachtet werden. Wenn es Pfade gab, die gemeinsame charakteristische Eigenschaften hatten, konnten diese in einer Gruppe zusammengefasst werden. Diese Gruppe von Pfaden konstituierte dann eine Praktik des Erklärens, da in Bezug auf Kolbe et al. (2008, S. 131; siehe Beginn des Absatzes) die drei typischen Eigenschaften von Praktiken erfüllt wurden: Die Gruppe von Pfaden beschrieb regelgeleitete, typisierte Aktivitäten, da sie durch ihre gemeinsamen charakteristischen Eigenschaften von den anderen Pfaden unterschieden werden konnten. Zudem waren die Aktivitäten wiederkehrend, da nicht ein einzelner Pfad eine Praktik konstituierte, sondern immer mehrere ähnliche Pfade einer Gruppe, die gerade die Abstraktionen verschiedener Erklärsequenzen waren.

Bei der Rekonstruktion der Praktiken handelte es sich somit um eine induktive Kategorienbildung, da die Kategorien direkt aus dem Material gewonnen und nicht theoretisch abgeleitet wurden. Das in dieser Studie umgesetzte Verfahren ist an die induktive Kategorienbildung der Qualitativen Inhaltsanalyse angelehnt (vgl. beispielsweise Mayring 2015).

Um die Praktiken des Erklärens einer Mikrokultur durch das Bilden von Gruppen mit ähnlichen Pfaden zu rekonstruieren, wurden die Pfade aller Sequenzen einer Mikrokultur zusammengestellt und vergleichend betrachtet. Aus der Fragestellung (Gibt es immer wiederkehrende Strukturen in den Erklärfpfaden?) wurden folgende Leitfragen für den Vorgang der Kategorisierung entwickelt:

1. Inwiefern gibt es charakteristische Navigationsbewegungen, also Pfeile?
2. Inwiefern werden ähnliche logische Ebenen angesprochen?
3. Inwiefern werden ähnliche epistemische Modi angesprochen?
4. Inwiefern gibt es charakteristische Arbeitsteilungen, also Verteilungen von Kreisen und Rechtecken?

Nach einer groben Sortierung wurden erste Definitionen für die einzelnen Kategorien, also charakteristische Eigenschaften der verschiedenen Praktiken,

notiert. In einem nächsten Schritt wurden die Charakteristika der einzelnen Gruppen ausgeschärft und insbesondere die Trennschärfe zu den anderen Kategorien betrachtet. Gegebenenfalls wurden Gruppen dann weiter unterteilt beziehungsweise zusammengefasst. Die auf diese Weise gebildeten Gruppen enthielten dann Pfade (von ähnlichen aber natürlich nicht gleichen) Sequenzen, die eine gemeinsame Praktik repräsentierten. Diese Praktiken hatten spezifische charakteristische Eigenschaften, die sie unterscheidbar machten.

In Abbildung 2.4 ist dieser Prozess beispielhaft für 14 der 31 geeigneten Sequenzen aus der Mikrokultur der Klasse von Herrn Schrödinger dargestellt. Im oberen Teil der Abbildung sind die Pfade der Sequenzen chronologisch in der Reihenfolge der Beobachtung angeordnet. Im unteren Teil des Bildes ist das Resultat des Kategorienbildungsprozesses dargestellt: Durch die Rahmen werden Pfade zusammengefasst, die zusammen jeweils eine Praktik konstituieren. In der Mitte des unteren Teils der Abbildung sind zudem zwei Pfade zu sehen, die zu keiner der Gruppen mit ähnlichen Pfaden passen. In der Darstellung wird somit auch deutlich, dass nicht immer alle Sequenzen aus einer Mikrokultur einer Praktik zugeordnet werden konnten. Diese Beobachtung wird zum einen dadurch erklärt, dass sich der Datensatz der vorliegenden Arbeit auf eine deutlich begrenzte Anzahl an beobachteten Schulstunden stützt (z.B. in der Mikrokultur bei Schrödinger auf 13 Schulstunden à 60 Minuten, vgl. Tabelle 2.1). Diese stellen natürlich nur einen Ausschnitt aus den Schulstunden des gesamten Schuljahres dar und decken thematisch nicht alle behandelten Fachinhalte ab. So ist es durchaus möglich, dass in den Mikrokulturen weitere Praktiken des Erklärens etabliert wurden, die jedoch durch die begrenzte Anzahl beobachteter Stunden nicht als wiederholt etabliert rekonstruiert werden konnten. Zum anderen waren einige Sequenzen auch deshalb keiner Praktik zuzuordnen, weil in der Interaktion immer wieder auch in gewissem Sinne einzigartige Situationen entstehen können, beispielsweise durch ungewöhnliche Ideen und Erkläransätze von Lernenden. Gleichwohl konnten die meisten Erklärpfade einer wiederholt rekonstruierbaren Praktik zugeordnet werden.

Die Rekonstruktion der Praktiken ermöglichte es somit sequenzübergreifende Charakteristika von mündlichen Erklärungen zu identifizieren. Insbesondere lieferten sie Einblicke in die zugehörigen Wissenskonstruktionsprozesse im gemeinsamen Klassengespräch und die Frage, wie diese Prozesse gemeinsam hervorgebracht werden.

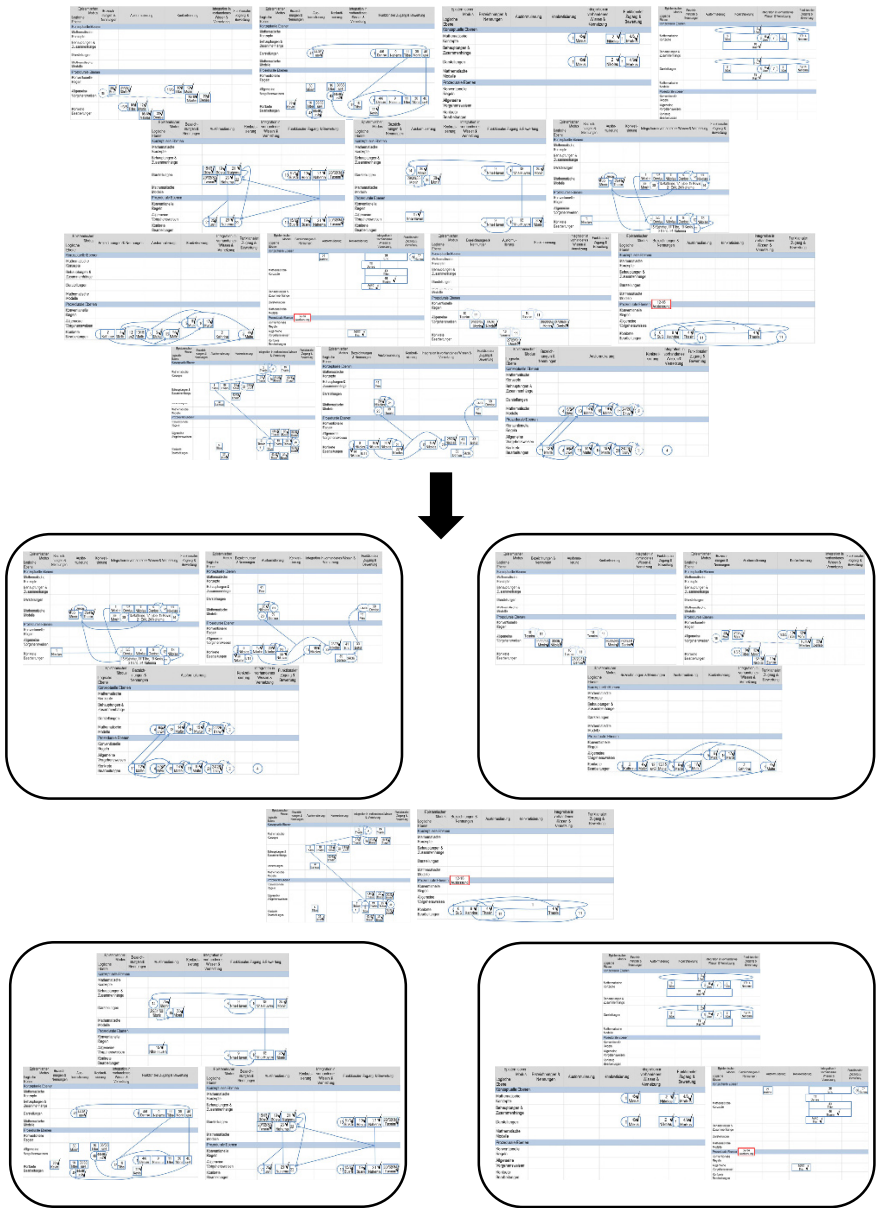


Abbildung 2.4      Beispiel einer Kategorienbildung für Auszüge der Sequenzen aus der Mikrokultur der Klasse von Herrn Schrödinger

### 2.3.3 Rekonstruktion der epistemischen Partizipationsprofile

In den Kapiteln 4.1 und 4.2 wird der Blick auch auf einzelne Lernende innerhalb einer Mikrokultur gerichtet. Die Analysen zu Forschungsfrage 4 (In welcher Hinsicht unterscheidet sich die Partizipation von Lernenden an den Erklärungen im Klassengespräch und inwiefern ist diese Teilhabe mit fachlichen Lerngelegenheiten verknüpft?) stützen sich dabei auf eine Fallstudie in der Mikrokultur der Klasse von Herrn Schrödinger, die erstmals in Erath und Prediger (2015a) vorgestellt wurde. In Abschnitt 2.3.3.1 wird zunächst auf das Sampling eingegangen. Anschließend wird in Abschnitt 2.3.3.2 das Vorgehen bei der Rekonstruktion der epistemischen Partizipationsprofile beschrieben.

#### 2.3.3.1 *Sampling der Fallstudie*

Für die Rekonstruktion der epistemischen Partizipationsprofile wurden drei Lernende aus einer Mikrokultur ausgewählt. Bei der Auswahl war der Gedanke leitend, dass Lernende mit einem ähnlichen Hintergrund aber unterschiedlichen Arten der Beteiligung untersucht werden sollten. Für eine möglichst breite Datengrundlage sollten von diesen Lernenden zudem möglichst viele Sequenzen mit aktiver Beteiligung an den Praktiken des Erklärens vorliegen.

Die Wahl fiel auf die Mikrokultur der Klasse von Herrn Schrödinger, da sie in mehrfacher Hinsicht als positives Beispiel gesehen werden kann. In dieser Mikrokultur konnten vier Praktiken des Erklärens rekonstruiert werden (Kapitel 3.2), die aus einer normativen epistemologischen Perspektive interessant sind, da oft mehrere logische Ebenen vernetzt und mehrere epistemische Modi adressiert werden. Diese Praktiken des Erklärens spiegeln somit die Vernetztheit mathematischen Wissens wider, die in Kapitel 1.3 aus epistemologischer Perspektive herausgearbeitet wurde (siehe beispielsweise Hiebert & Lefevre 1986; Vollrath 2001). Auch aus Perspektive der interaktionalen Diskursanalyse und der interaktionistischen Perspektive der Mathematikdidaktik war die Mikrokultur der Klasse von Herrn Schrödinger interessant, da die Lernenden vergleichsweise viele und auch lange Gesprächsanteile in den Erklärsequenzen haben und die Rolle des Lehrers eher moderierend ist. Insgesamt konnten in dieser Mikrokultur die Praktiken des Erklärens zudem als konsistent beschrieben werden (vgl. Abschnitt 3.2.7). Die Schule engagierte sich zudem seit längerem für Sprachbildung im Fach.

In der Mikrokultur der Klasse von Herrn Schrödinger wurden die drei Schüler Monir, Nahema und Thasin ausgewählt, da sie einen mehrsprachigen Hintergrund hatten und dennoch unterschiedliche Arten der Beteiligung zeigten. Die Lernenden waren alle männlich, zum Zeitpunkt der Erhebungen 10-11 Jahre alt und mehrsprachig aufgewachsen. Zudem stammten sie aus dem gleichen, eher unterprivilegierten Viertel einer Großstadt im Ruhrgebiet. Die drei Lernenden waren der Autorin dieser Arbeit bereits während der Erhebungen aufgefallen:

Thasin fiel durch einen starken Willen zur Partizipation auf und nahm häufig an Erklärungen im Klassengespräch teil. Auch Monir und Nahema äußerten sich immer wieder im Klassengespräch, jedoch nicht so häufig wie Thasin. Zudem schienen die drei Lernenden aus epistemologischer Perspektive an unterschiedlichen Aspekten des Klassengesprächs beteiligt zu sein. Dieser Eindruck wurde durch erste grobe Analysen bestätigt, woraufhin die drei Schüler für die Fallstudie ausgewählt wurden.

### *2.3.3.2 Vorgehen bei der Rekonstruktion der epistemischen Partizipationsprofile*

Für die Rekonstruktion der epistemischen Partizipationsprofile wurden alle Sequenzen ausgewählt, bei denen einer der Lernenden beteiligt war. Der Datensatz beinhaltete dabei auch Sequenzen, die nicht im Datensatz der Studie zur Rekonstruktion der Praktiken waren. Die Erweiterung um Grenzfälle oder Erklärungen von Aufgabenstellungen wurde vorgenommen, um ein möglichst breites Bild der Beteiligung der Lernenden zu bekommen.

Die ausgewählten Sequenzen wurden zunächst mittels der epistemischen Matrix analysiert, wie in Abschnitt 2.3.2.2 beschrieben. Die Beiträge von Monir, Nahema und Thasin wurden dann zunächst in schülerspezifischen Kollektionen zusammengestellt. Für jede dieser Kollektionen wurden drei weitere Analyse-schritte durchgeführt:

- (1) Die Anzahlen der Sequenzen wurden gezählt,
- (2) die kodierten epistemischen Felder wurden graphisch in der epistemischen Matrix eingetragen und
- (3) die epistemische Qualität der Beiträge wurde erfasst.

Der letzte Schritt reflektierte die Tatsache, dass nicht alle Äußerungen während einer Erklärsequenz in gleichem Maße zu den Wissenskonstruktionsprozessen beitrugen. Um die epistemische Qualität einer Äußerung zu erfassen, wurde diese auf drei Ebenen betrachtet (für eine genauere Erläuterung siehe Abschnitt 4.1.1): Auf interaktionaler Ebene wurde untersucht, inwiefern die Äußerung in der weiteren unterrichtlichen Interaktion aufgegriffen wurde. Außerdem wurde auf kognitiver Ebene den einzelnen epistemischen Feldern a priori ein kognitiver Anspruch zugeordnet. Die dritte Ebene bezog sich auf die Frage an welchen Schritten eines Erklärpfades ein Lernender teilhat. Hintergrund war die Beobachtung, dass bei manchen Sequenzen und Praktiken der kognitive Anspruch im Verlauf des Pfades zunimmt.

Die Zusammenführung dieser Analysen, durch eine Visualisierung in der epistemischen Matrix, ermöglichte die Rekonstruktion der epistemischen Partizipationsprofile der Lernenden (siehe Abbildung 4.1 in Kapitel 4.1). In der Matrix wurden für jeden Lernenden die Sequenzkürzel in die epistemischen Felder eingetragen, die in der zugehörigen Äußerung adressiert wurden. Neben

dieser Verortung wurde auch die epistemische Qualität visualisiert: Wurden zwei der drei Kategorien erfüllt, so wurde der zugehörige Kürzel der Sequenz in fett gedruckt.

### **2.3.4 Rekonstruktion lehrkraftseitiger Aktivitäten zur Schaffung individueller Lerngelegenheiten**

Im Kapitel 4.3 werden die Lerngelegenheiten für das mündliche Erklären in den Mikrostrukturen des Mathematikunterrichts untersucht (Forschungsfrage 5). Die Analyse der Ebene der Etablierungsprozesse bezog sich dabei auf die Rekonstruktionen der Praktiken. Für die Ebene der lehrkraftseitigen Aktivitäten zur Schaffung individueller Lerngelegenheiten wurde eine explorative Fallstudie durchgeführt, die erstmals in Erath (2016) skizziert wurde. Die hierfür angewendeten Methoden werden im Folgenden erläutert.

#### *2.3.4.1 Sampling der Fallstudie*

Im Rahmen der explorativen Fallstudie sollten lehrkraftseitige Aktivitäten identifiziert werden, die den Schülerinnen und Schülern Lerngelegenheiten für das mündliche mathematische Erklären im Klassengespräch bieten. Um möglichst viele solcher Wege rekonstruieren zu können, wurde die Mikrostruktur der Klasse von Herrn Schrödinger als Best-Practice-Klasse herausgegriffen (siehe hierzu auch die Ausführungen in Abschnitt 2.3.3.1, die hier analog gelten). Die vorangegangenen Analysen zur Rekonstruktion der Praktiken zeigten, dass die Lernenden in dieser Mikrostruktur vergleichsweise viel Raum für vergleichsweise lange eigene Erklärungen bekamen.

Aufgrund des explorativen Charakters der Studie wurden nicht alle 31 Sequenzen der Mikrostruktur vertieft analysiert. Auswahlkriterium für die sechs analysierten Sequenzen war, dass ein Rechenweg inhaltlich erklärt wird. Dieses Kriterium traf auf die Sequenzen S-1-8-22-Geschickter, S-2-3-31-WarumMal, S-2-4-34-Kosten, S-2-4-36-ProPerson, S-2-4-37-WarumTeilen und S-2-1-28-MultiplikationMachtKleiner zu. Das Kriterium wurde angelegt, da diese Sequenzen aus epistemologischer Perspektive besonders interessant sind. Die Verknüpfung von prozeduralen und konzeptuellen Ebenen wird beispielsweise von Hiebert & Lefevre (1986) als wichtig für das verständige Lernen von Mathematik hervorgehoben.

#### *2.3.4.2 Vorgehen bei der Rekonstruktion der lehrkraftseitigen Aktivitäten*

Da das Ziel der Studie die Identifizierung von lehrkraftseitigen Aktivitäten aus einer Best-Practice-Mikrostruktur war, wurde erneut ein induktiver Kategorienbildungsprozess (angelehnt an die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring 2015) durchgeführt. Dazu wurden die Äußerungen und Handlungen (zum Beispiel Tafelanschriebe) von Herrn Schrödinger vertieft analysiert. Im Zusammen-

spiel mit den Beiträgen der Lernenden wurde untersucht, (1) wie der Lehrer den Lernenden die Teilhabe an den gemeinsamen Erklärungen im Klassengespräch ermöglichte, (2) auf welchen Wegen der Lehrer die Lernenden während ihrer Erklärungen unterstützte und (3) wie der Lehrer den Schülerinnen und Schülern Lerngelegenheiten für eine Verbesserung ihrer Erklärkompetenz über die bestimmte Sequenz hinaus bot.

Diese drei Analysefragen wurden auf die sechs ausgewählten Sequenzen angewendet und zu jedem Aspekt Kollektionen mit Transkriptausschnitten zusammengestellt. Diese Kollektionen wurden durch Zusammenfassen ähnlicher Phänomene strukturiert und so die Wege zur Schaffung von Lerngelegenheiten rekonstruiert.

In diesem Kapitel wurde erläutert, mit welchen Methoden der Datenanalyse der reichhaltige Videodatensatz aus den vier 5. Mathematikklassen im Rahmen der allgemeinen Methodologie unter verschiedenen Gesichtspunkten untersucht wurde. Die Analysen und Ergebnisse dieser Rekonstruktionsprozesse werden in den folgenden Kapiteln 3 und 4 vorgestellt.

Mathematisch diskursive Praktiken des Erklärens  
Rekonstruktion von Unterrichtsgesprächen in  
unterschiedlichen Mikrokulturen

Erath, K.

2017, XX, 287 S. 46 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-16158-3