

Christof Schreiber

Die Peirce'sche Zeichentriade zur Analyse mathematischer Chat-Kommunikation

Kurzfassung

In diesem Artikel wird die Analyse zweier Ausschnitte aus Chat-Sessions aus semiotischer Perspektive auf der Grundlage von Charles S. Peirce triadischer Zeichenrelation dargestellt. Die Ausschnitte stammen aus dem Projekt „Mathe – Chat“¹, in dem es um die Verwendung mathematischer Inskriptionen in einem experimentellen Setting geht: In Chat-Situationen über mathematische Probleme stellt sich für die Schüler das grundsätzliche Problem der schriftlich-graphischen Darstellung ihrer Lösungsbemühungen. Um Entwurf und Interpretation sowie die Nutzung und Weiterentwicklung gemeinsamer Inskriptionen untersuchen zu können, bedarf es der Entwicklung eines entsprechenden Analyseinstrumentes. Die Entwicklung und Anwendung eines solchen Instrumentes wird hier dargestellt, indem eine empirische Untersuchung zum Mathematiklernen in der Grundschule um eine semiotische Perspektive erweitert wird.

Abstract

In my essay two excerpts of chat-sessions are analysed from a semiotic point of view, that is by applying Charles S. Peirce's semiotic approach and especially his triadic sign-model. The excerpts are part of the "math-chat" project on mathematical inscriptions in an experimental setting. In chat-situations on mathematical word-problems, the students are confronted with the task of presenting their problem solving attempts in a written or graphic form. To study the emergence and interpretation as well as the use and the development of shared inscriptions, we need an appropriate analysis-instrument. The development and use of such an instrument is presented, extending an empirical study about the learning of mathematics in elementary schools by a semiotic perspective.

1 Einleitung

Dieser Beitrag behandelt die detaillierte Analyse kollektiver mathematischer Problemlöseprozesse, die wesentlich auf schriftlich-graphischer Kommunikation basieren. Solche Problemlöseprozesse werden erzeugt, indem in einem experimentellen Setting Schüler in einer Chat-Umgebung Aufgaben gemeinsam lösen und die Kommunikation zwischen den Chat-Partnern ausschließlich schriftlich-graphisch stattfindet. Die Analyse der Interaktionsprozesse fußt auf den Ansätzen einer Interaktionstheorie des Mathematiklernens (Krummheuer 1995, 1997, ders. & Brandt 2001). Besonders für die gemeinsam in schriftlicher Form erzeugten Bestandteile im Problemlöseprozess wird die Peirce'sche Zeichentheorie hinzugezogen.

¹ Das Projekt wurde unter dem Titel „Pilotstudie zur Chat - unterstützten Erstellung mathematischer Inskriptionen unter Grundschulern“ bis Januar 2005 von der Müller-Reitz-Stiftung gefördert. (Abschlussbericht s. Krummheuer und Schreiber 2005)

Im Vergleich von gesprochener und geschriebener Kommunikation betont Donaldson: „Das gesprochene Wort (...) existiert nur für einen kurzen Augenblick als ein Element innerhalb eines wirren Knäuels wechselnder Ereignisse. (...) Das geschriebene Wort hingegen bleibt erhalten. Deutlich erkennbar und beständig steht es auf Papier geschrieben“ (1982, S. 101). Auch Krummheuer spricht von der Problematik der Flüchtigkeit verbaler Äußerungen in Lernsituationen und regt an, dass „eine schriftliche Fixierung nicht nur des Ergebnisses, sondern auch vor allem des Bearbeitungsweges eine Hilfe“ sei (Krummheuer 1997, S. 98). Gerade in der Mathematik hängen Lernprozesse wesentlich von schriftlich-graphischer Kommunikation ab. Dies hat damit zu tun, dass in vielen mathematischen Verfahren die Darstellungen selbst als die mathematische Idee oder Prozedur genommen werden kann und nicht ausschließlich als deren Repräsentation in Form eines Symbols oder Zeichens verstanden werden muss. Schreiben und Darstellen sind integrale Bestandteile mathematischer Kommunikation. Mehrere Ansätze in der Mathematikdidaktik gehen davon aus, dass das Lernen der Schüler durch schriftliches Fixieren des Lösungsprozesses und der Ergebnisse gefördert wird (s. Pimm 1987; Morgan 1998; Fetzer 2003). Ideen und Lösungsansätze schriftlich zu fixieren verändert deren Status und macht sie explizit und verhandelbar (s. a. Bruners Konzept des "externalization tenet" 1996, 22-25). Forschungsansätze in der empirischen Unterrichtsforschung, die die Bedeutung des schriftlichen Fixierens der Lösungsprozesse im Prozess selbst und für diesen Prozess genauer betrachten, sind allerdings nur wenige zu finden (z. B. Meira 1995).

Dies ist die Ausgangslage für die Initiierung von Chat-Situationen zu mathematischen Aufgaben für Grundschüler. Das Chat-Setting bietet eine neue Perspektive auf grundsätzliche Fragen des Lehrens und Lernens von Mathematik. Da mit dem Chatten eine Interaktionsform vorliegt, die einerseits auf Schrift und Grafik beruht und andererseits durch ihre Interaktivität eher der zwischenmenschlichen verbalen Interaktion ähnelt, können konzeptionell mündliche Situationen durch die medial schriftliche Darstellung besser zugänglich gemacht werden. Die mündliche Interaktion zwischen Chat-Teilnehmern auf den beiden Seiten des Settings ist nicht möglich, wodurch die schriftlich-graphische Veröffentlichung von Fragen, Tipps, Lösungsansätzen und Lösungsvorschlägen zur Kommunikation mit der „anderen Seite“ erforderlich wird. Hierdurch können wie in einem Brennglas theoretische und methodologische Fragen zu gemeinsam in schriftlicher Form erzeugten Bestandteilen im Problemlöseprozess im Mathematikunterricht in „verschärfter“ Form untersucht werden. Dabei ist dieses Setting ausschließlich aus dem besonderen Forschungsinteresse an der schriftlich-graphischen Repräsentation gewählt worden und stellt keinen methodischen Vorschlag zur Problemlösung unter Grundschulern oder innovativer Lehr- oder Lernumgebung dar. Zielrichtung ist hier, die Schüler im Chat zur schriftlich-graphischen Kommunikation im Problemlöseprozess zu bewegen, um die Bedeutung dieser schriftlich-graphischen Produkte in kollektiven Problemlöseprozessen zu untersuchen.

Im Projekt Mathe-Chat (s. unter 2) wurde ein semiotisches Analyse-Instrument entwickelt, dass es ermöglicht, die gemeinsam erstellten schriftlich-graphischen Problemlöse- und Kommunikationsprozesse genauer zu untersuchen. Innerhalb dieser Prozesse finden allerdings vor den einzelnen Terminals auch mündliche Äußerungen statt, die mit diesem

Instrument ebenso analysiert werden können. Das macht das entwickelte Instrument vielseitiger, als dies im ersten Ansatz beabsichtigt war.

In den folgenden Kapiteln werde ich zuerst weitere Hinweise auf technisch-organisatorische Anforderungen zum Projekt eingehen (2), danach das Konzept der "Inskriptionen" nach Latour & Woolgar erläutern (3) und methodische Hinweise zur Interaktionsanalyse geben (4). Die für die Entwicklung des Analyseinstrumentes erforderlichen Aspekte der Semiotik von Charles S. Peirce werden ausführlich dargestellt (5). Danach werden zwei Beispiele aus dem Chat vorgestellt und analysiert (6). Im letzten Teil werden die beiden Analysen miteinander verglichen (7).

2 Hinweise zum Projekt „Mathe-Chat“

Im Projekt „Mathe-Chat“ geht es in einem experimentellen Setting um das grundsätzliche Problem der schriftlich-graphischen Darstellung von Lösungsbemühungen zu mathematischen Problemen, die gemeinsam gelöst werden sollen.

Die an den Chat-Sitzungen teilnehmenden Viertklässler/innen sind zwischen 9 und 10 Jahren alt und aus Grundschulen in und um Frankfurt. Zur Chat-Kommunikation nutzen wir zwei Tablet-PCs, die über ein Touchscreen verfügen, auf dem mit einem speziellen Stift Eintragungen gemacht werden können. Beide Geräte sind miteinander verbunden und in verschiedenen Räumen platziert. Dabei ist das Setting unterschiedlich: Es arbeiten entweder je 1 Schüler/in oder je 2 Schüler/innen auf den einzelnen Seiten des Settings. Auch Settings mit 1 Schüler/in auf einer und 2 Schüler/innen auf der anderen Seite wurden initiiert.

In dem von uns verwendeten Programm NetMeeting nutzen wir die Möglichkeit, Daten am Computer in zwei verschiedenen Formen einzugeben: In der „Chatbox“ erscheint mit Hilfe der Tastatur geschriebener alphanumerischer Text. Auf dem „Whiteboard“ wird mit dem Stift gezeichnet (für die Begriffe siehe Abb. 1). Chatbox und Whiteboard lassen sich in NetMeeting als zwei Fenster nebeneinander anordnen. An allen am Chat angeschlossenen Computern erscheinen die an einem Computerplatz eingegebenen Daten in diesen zwei Fenstern mit den im Folgenden zu beschreibenden Spezifikationen. Von jedem Computerplatz kann mit Hilfe der beschriebenen zwei Eingabemodi auf diese Daten reagiert und geantwortet werden.

Die Kommunikation im Chatbox-Bereich läuft in der Terminologie von Dürscheid „quasisynchron“ (2003, S. 44) ab: Die Nachrichten müssen geschrieben und zur Veröffentlichung abgesendet werden. Bis zu dieser Versendung sind sie für die anderen Chat-Teilnehmer nicht sichtbar. Die Nachricht wird in einem Eingabefenster geschrieben und kann vom Verfasser vor dem Verschicken verändert oder gelöscht werden. Nach dem Versenden steht die Nachricht unter Angabe des Autors und des Absendezeitpunktes auf allen am Chat beteiligten Computern sichtbar in der Chatbox. Sie kann jetzt nicht mehr verändert werden. Entsprechend kurzfristig verwendet kann auf diese Weise eine quasisynchrone Kommunikation entstehen.

Im Whiteboard-Bereich verläuft die Kommunikation dagegen synchron, d. h. jede Aktion auf dem Whiteboard einer Seite ist zeitgleich auf dem Whiteboard der anderen Chat-Teilnehmer zu sehen. Auch eventuelle Korrekturen, die vom Autor der Nachricht vorgenommen werden, sind während des Korrekturprozesses sichtbar. Außerdem ist die veröf-

fentlichte Grafik zur Bearbeitung für alle Teilnehmer zugänglich. So wird insbesondere dieser Teil des von uns verwendeten Chat-Settings die Plattform zur Erstellung von gemeinsamen Zeichnungen, Diagrammen, Zahlenfolgen usw. (s. Abb. 1).

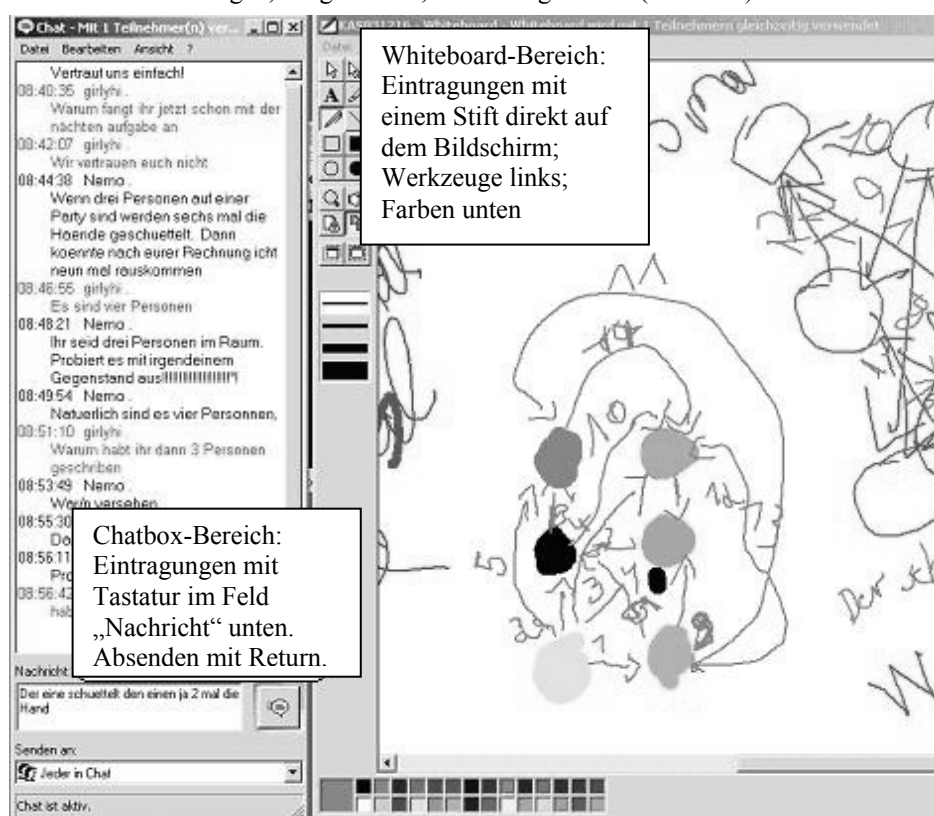


Abb. 1: verkleinerter Screenshoot - Ausschnitt einer Net-Meeting Sitzung mit Kommentar

Mit der Software Camtasia-Studio werden Screen-Videos angefertigt und bearbeitet. Aufgezeichnet werden alle Aktionen auf den beiden Computerbildschirmen und verbale Äußerungen vor den einzelnen Geräten. Relevant erscheinende Szenen wurden verschriftet. Die Komplexität der Versuchsanordnung spiegelt sich auch in den Transkripten wider: Erstens müssen die verbalen Äußerungen auf beiden Seiten des Settings erfasst werden. Zweitens sind die Eintragungen in die Chatbox und das Whiteboard als gemeinsam genutztes Kommunikationsmittel in das Transkript einzutragen. Drittens muss eine Darstellungsform gefunden werden, die diese drei Kommunikationsstränge in ihrer Beziehung zueinander wiedergibt.

Das von uns entwickelte Darstellungsformat (s. Beispiele in 6) ermöglicht die Durchführung von Analysen mit verschiedenen Komplexitätsgraden. So können entweder die Interaktionsprozesse an den beiden Computerstandorten getrennt analysiert werden und die getrennten Analysen in einem späteren Analyseschritt zusammengeführt werden, darüber hinaus ist aber auch die Analyse des Gesamtszenarios möglich.

3 Über Inskriptionen

Beim Problemlösen im Sinne eines Erforschens und Entdeckens mathematischer Aussagen und Zusammenhänge wird im beschriebenen Setting in konstitutiver Weise mit und an Verschriftlichungen gearbeitet. Latour & Woolgar folgend nenne ich die von den Schülern im Chat erzeugten schriftlich-graphischen Produkte "Inskriptionen" (Latour & Woolgar 1986; Latour 1987; 1990). Latour und Woolgar untersuchen die Entstehung und Entwicklung von Wissen bei Forschungsprozessen in Laboratorien. Die verschiedenen Arten von Modellen, Bildern, Ikonen und Notationen, die in diesen Laboratorien genutzt werden, bezeichnen Latour und Woolgar zusammenfassend als „inscriptions“. Als charakteristische Eigenschaften von Inskriptionen nennen Latour und Woolgar (1987; 1990) unter anderem, dass diese bei Versendung unveränderlich, potentiell zu veröffentlichen, im Maßstab veränderlich ohne Eigenschaften einzubüßen, günstig reproduzierbar und miteinander zu verknüpfen seien. Latour und Woolgar (1986) beschreiben die Inskriptionen als ein formbares Mittel der Repräsentation, das ständig verändert und verbessert werden kann. Die laufende Entwicklung der Inskriptionen spiegelt auch die Entwicklung des beobachteten Forschungsprozesses wider. Im Mathe-Chat Projekt interessieren besonders die Entstehungs- und Veränderungsprozesse von derartigen Inskriptionen im Zuge von Aufgabenbearbeitungen, die gemeinsam von Chatpartnern durchgeführt werden. Der Begriff der Inskriptionen trifft genau den von mir untersuchten Gegenstand. Das Interesse richtet sich dabei auf die detaillierte Analyse des inskriptionalen Aspektes in mathematischer Unterrichtsinteraktion.

Roth und McGinn (1998) heben hervor, dass der Gebrauch von Inskriptionen eng mit der sozialen Praxis verbunden ist, in der sie entstehen: "Inscriptions are pieces of craftwork, constructed in the interest of making things visible for material, rhetorical, institutional, and political purpose. The things made visible in this manner can be registered, talked about and manipulated. Because the relationship between inscriptions and their referents is the matter of social practice ... students need to appropriate the use of inscriptions by participating in related social practices" (S. 54). Hier liegt der Zugang für die interaktionstheoretische Sichtweise in Bezug auf das Lernen von Mathematik, die diesem Projekt zugrunde liegt. Das Spezifische am hier beschriebenen Ansatz ist, dass auf den Prozess der Genese einzelner Inskription fokussiert wird: In einem chat-basierten Dialog externalisieren Schüler ihre Ideen mit Hilfe alphanumerischer und/oder graphischer Notationen. Sie erhalten Reaktionen ihres Chat-Partners, wodurch sich die Inskription Schritt für Schritt zu einer gemeinsamen Inskription entwickelt. Der Internet-Chat kann diesen Prozess der Texterstellung fördern, da dieser hier zu einem kollektiven und interaktiven wird. Der Unterschied zwischen dem Schreiber und dem Leser verschwindet und wird durch einen Prozess gemeinsamer Texterstellung ersetzt. Dieser Prozess wird als Teil der auf dem Chat basierend Interaktion gesehen, der „als-geteilt-geltende-Bedeutung“ („taken-as-shared-meaning“ Cobb & Bauersfeld 1995) der Chat-Partner erzeugt.

Auch andere Publikationen haben sich mit interaktiv erzeugten Inskriptionen auseinandergesetzt (s. Roth & McGinn 1998; Lehrer et al. 2000; Sherin 2000; Meira 1995; 2002; Gravemeijer 2000; 2002), allerdings alle in face-to-face Situationen. Der Fokus in diesem Projekt liegt auf der ausschließlich auf Inskriptionen basierenden Kommunikation

zwischen den beiden Polen des Chat-Setting, was durch das experimentelle Design ermöglicht wird.

4 Interaktion und ihre Analyse

Einzelne transkribierte Szenen werden unter Anwendung der Interaktionsanalyse genauestens analysiert. Das Verfahren der Interaktionsanalyse wurde in Anlehnung an die ethnomethodologische Konversationsanalyse von Bauersfeld, Krummheuer und Voigt am IDM Bielefeld entwickelt und bezieht sich auf im schulischen Kontext ablaufende Interaktionsprozesse. Dabei gründet die Interaktionsanalyse auf den symbolischen Interaktionismus: "The meaning of thing for a person grows out of the ways in which other persons act toward the person with regard to the thing. ... symbolic interactionism sees meaning as social products, as creations that are formed in and through the defining activities of people as they interact" (Blumer 1969, S. 4f.). Sie beruht auf einer interaktionistischen Position die aus zwei Annahmen besteht (s. hierzu auch Krummheuer und Fetzer 2005, S. 16 ff).

- Einer eher konstruktivistischen: Für jedes Individuum stellt sich die Wirklichkeit so dar, wie es das Geschehen um sich herum interpretiert und welche Bedeutung es ihm zuschreibt. Wirklichkeit ist nicht gesetzt oder gegeben, sondern jeweils ein individueller Deutungsprozess des aktuellen Geschehens. Es definiert, was gerade vor sich geht und Sache ist, wie man die Situation zu verstehen und zu deuten hat.
- Und einer eher sozial-konstruktivistischen: Diese individuellen Interpretationen der Wirklichkeit entwickeln sich nicht unabhängig von den anderen Beteiligten der Interaktion gleichsam im „stillen Kämmerlein“ des Individuums. Vielmehr ist der je individuelle Entwicklungsprozess gewissermaßen eine Koproduktion der Teilnehmer der Interaktion: Die Individuen beeinflussen sich im Miteinander gegenseitig in ihren Deutungen. Es findet ein Prozess der „Bedeutungsaushandlung“ statt.

Die Bedeutung zu einem Ding wird unter interaktionistischer Perspektive in der Interaktion ausgehandelt. Dies geschieht in Prozessen sozialer Interaktion, in denen auf semantischer Ebene Verständigungen und daraus resultierende Kooperationen emergieren. Die Beteiligten passen hierfür ihre Deutungen der Situation einander an. Ihre Situationsdefinitionen müssen nicht übereinstimmen sondern lediglich so auf einander abgestimmt sein, dass sie im Sinne einer funktionalen Fortführung der Interaktion zu einander passen. Deswegen spricht man in diesem Zusammenhang auch nicht von der Hervorbringung einer „gemeinsamen Deutung“ sondern von der einer „als-geteilt-geltenden-Deutung“ (Krummheuer und Fetzer 2005, S. 25). Dieses Interims-Produkt der Interaktion wird durch den fortlaufenden Prozesse von Bedeutungsaushandlung erzeugt und verweist auf eine thematische Offenheit für den weiteren Fortgang der Interaktion (s. a. Naujok, Brandt und Krummheuer 2004). Im wechselseitigen Anzeigen ihrer Deutungen finden Passungsprozesse zwischen den Bedeutungszuschreibungen der beteiligten Personen statt.

Durch die „Interaktionsanalyse soll rekonstruiert werden, wie Individuen in der Interaktion als gemeinsam geteilt geltende Deutungen hervorbringen und was sie dabei aushandeln“ (Krummheuer & Naujok 1999, S. 68). Es geht darum, die in der Situation für die Beteiligten sinnvollen Handlungen zu rekonstruieren und dazu eine Vielfalt von Interpretationen zu erzeugen. Diese Interpretationen werden dann im weiteren Vorgehen gestützt oder verworfen, so dass sich eine möglichst sichere Interpretation der Episode beschreiben lässt.

Aus den als Screen-Video aufgezeichneten und anschließend transkribierten Unterrichtsausschnitten wurden einzelne Szenen ausgewählt und einer eingehenden Interaktionsanalyse unterzogen. Zwei solcher Analysen werden im übernächsten Kapitel als zusammenfassende Interpretation dargestellt und anschließend mit Hilfe der im folgenden Kapitel beschriebenen semiotischen Aspekte weitergehend analysiert.

5 Aspekte der Semiotik von Charles Sander Peirce

Die Interaktionsanalyse stößt bei der Interpretation von Chatprodukten - insbesondere unter Verwendung eines Whiteboards - an ihre Grenzen. In der face-to-face Interaktion sind die sprachlichen und nonverbalen Teile der Interaktion flüchtig. In der hier zu untersuchenden, auf Inskriptionen basierenden Kommunikation, können sich die Teilnehmer auch zu späteren Zeitpunkten noch auf jetzt veröffentlichte Teile der Chat-Kommunikation beziehen. Die Inskriptionen überdauern den Moment und sind in diesem Setting für alle weiterhin präsent. Darüber hinaus interessieren neben den Aushandlungsprozessen auch Aspekte des Prozesses auf semiotischer Ebene. Daher habe ich für die Analyse der im chat-basierten gemeinsamen Lösungsprozess erzeugten Inskriptionen das Zeichenmodell von Charles Sander Peirce herangezogen und die Interaktionsanalyse um diese semiotische Perspektive zu erweitern. (Eine kurze Erläuterung zur Wahl des Peirce'schen Modells in Abgrenzung zu Saussure oder Lacan findet sich in Schreiber 2004c, S. 186).

Die Peirce'sche Zeichenrelation besteht aus „a triple connection of sign, thing signified and cognition produced in the mind“ (Peirce, 1.372). Die drei Korrelate in dieser triadischen Relation sind in einer elaborierten Definition wie folgt beschrieben (Abb. 2):

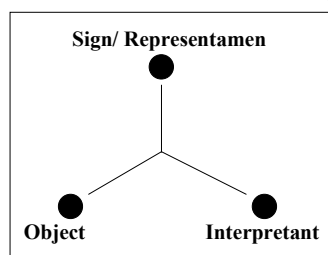


Abb. 2: Peirce'sche Zeichenrelation

“A sign, or representamen, is something which stands to somebody for something in some respect or capacity. It addresses somebody, that is, creates in the mind of that person an equivalent sign, or perhaps a more developed sign. That sign which it creates I

call the interpretant of the first sign. The sign stands for something, its object. It stands for that object not in all respects, but in reference to a sort of idea, which I have sometimes called the ground of the representamen.” (Peirce, 2.228)

Die Verwendung der Begriffe ist in der Literatur nicht immer einheitlich. Ich werde im Folgenden die Begriffe ‚Repräsentamen‘, ‚Interpretant‘ und ‚Objekt‘ für die drei Korrelate und den Begriff ‚Zeichentriade‘ für die komplette Triade benutzen.

Hoffmann verwendet den peirceschen Ansatz und entwickelt ihn weiter (s. Hoffmann 1996) indem er auf die „idea“ oder den „ground“ im Peirce’schen Zeichenmodell genauer eingeht. Dabei bezeichnet er das, was Peirce „ground“ oder „idea“ nannte nun als „das Allgemeine“. Als Beispiel für „das Allgemeine“ gibt Hoffmann Konzepte, Theorien, Gewohnheiten, Kompetenzen etc., die mental oder physisch vorhanden sind. Der Begriff des Allgemeinen scheint mir wesentlich für die semiotische Analyse der Beispiele des Mathe-Chat Projektes. Daher habe ich die hoffmannschen Überlegungen (1996) mit der klassischen Peirce’schen Zeichenrelation kombiniert dargestellt. Das Allgemeine ist Grundlage der triadischen Zeichenrelation (Abb. 3), denn der Interpretant ist durch die Konzepte, Theorien, Gewohnheiten und Kompetenzen des Beobachters determiniert.

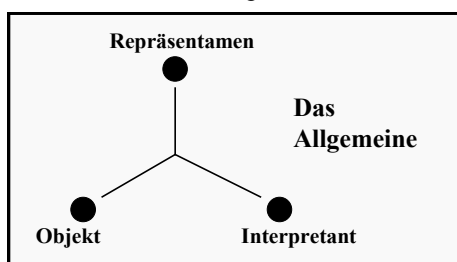


Abb. 3: Das 'Allgemeine' als Grundlage der triadischen Zeichenrelation

Sein Pendant unter einer interaktionistischen Perspektive findet die Peirce'sche Vorstellung von ‚ground of the representamen‘ im Begriff der „Rahmung“ (Goffman 1974): Jedes Individuum kreiert die Interpretanten auf dem Hintergrund subjektiver Interpretationserfahrungen und unter Berücksichtigung der aktuellen Umstände. Diesem individuellen Akt der Situationsdefinition kann man jedoch nicht grundsätzlich einen hohen Grad von Einzigartigkeit und Originalität zusprechen. Goffman weist in diesem Zusammenhang auf Standardisierungs- und Routinisierungs-aspekte bei Situationsdefinitionen hin und bezeichnet diese eher gewohnheitsgemäßen Interpretationsprozesse als „Rahmung“. Ausführlicher wurde auf den Zusammenhang von Allgemeinem und Rahmung bereits auch im Abschlussbericht zum Projekt „Mathe-Chat“ eingegangen (Krummheuer & Schreiber 2005). Für die semiotischen Analysen in diesem Artikel werde ich den Begriff des Allgemeinen verwenden.

Peirce beschreibt die Deutung eines Repräsentamens als einen sich entwickelnden Prozess, in dem der Interpretant einer Zeichentriade zum Repräsentamen einer weiteren wird. „Anything which determines something else (*its interpretant*) to refer to an object to which itself refers (*its object*) in the same way, the interpretant becoming in turn a sign, and so on *ad infinitum*“ (Peirce, 2.303; *kursiv* von Peirce). Für Peirce kann jeder Interpretant einer Zeichentriade in einer neuen interpretiert werden (Abb. 4).

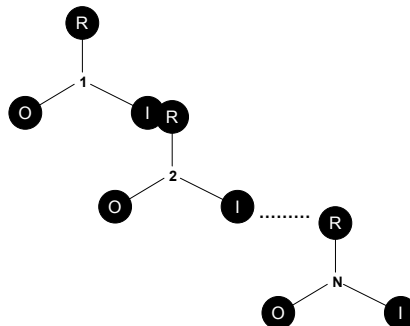


Abb. 4: : Der fortlaufende Prozess der Semiose

Dieser fortlaufende Prozess der Semiose ist potentiell unendlich. Er kann nicht beendet, aber unterbrochen werden (Peirce, 5.284). Ein Beispiel eines solchen fortlaufenden Prozesses ('chaining-process') wird bei Sfard (2000, 45) beschrieben. Norma Presmeg illustriert diesen Chaining-Prozess als russische Matrioschka ("russian dolls" 2001, 7). Der Chaining-Prozess wird allerdings jeweils als linearer Prozess beschrieben. In meinem Beispiel hingegen gibt es Interpretanten, die als Representamen in der folgenden Triade dienen und Gruppen von Zeichentriaden, die als Representamen in einer neuen Zeichentriade dienen. Außerdem gibt es Zeichentriaden, die miteinander verbunden sind, weil sie sich auf das gleiche Representamen beziehen (s. auch Beispiele in 6.1 und 6.2). Den Begriff des „Chaining“ werde ich daher nicht nutzen, da er einen linearen Prozess impliziert. Vielmehr spreche ich bei der Verknüpfung der Triaden schlicht von einem semiotischen Prozess (Abb. 5).

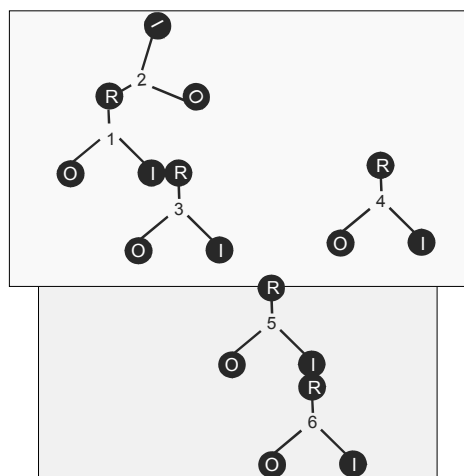


Abb.5:Darstellung des semiotischen Prozesses

Der Prozess wird von mir in der Regel von oben links nach unten rechts angeordnet und die Triaden sind fortlaufend nummeriert. Das Allgemeine ist durch verschiedene Grautöne gekennzeichnet und wird am Rand beschrieben (s. dazu Abb. 6 und 7). Beziehen

sich Triaden auf dasselbe Repräsentamen, wird dieses in beiden Triaden verwendet (Abb. 5, Triade 1 und 2). Ist der Interpretant Teil eines weiteren Repräsentamens, so ist er mit dem Repräsentamen der betreffenden Triade verbunden (Abb. 5, Triade 1 und 3). Wird ein neues Repräsentamen gedeutet, so steht dies separat (Abb. 5, Triade 4). Bezieht sich ein Repräsentamen auf eine Menge bisheriger Interpretanten, dann wird dies mit dem Kasten überlappt, der die bisherigen Triaden enthält (Abb. 5, Triade 5). Das von mir jeweils als Repräsentamen, Interpretant und Objekt identifizierte wird neben der Triade vermerkt (s. dazu Abb. 6 und 7). Zur Ermittlung der einzelnen Korrelate dient die durchgeführte ausführliche Interaktionsanalyse, denn direkt zugänglich sind die Korrelate nicht. Nur anhand von Äußerungen und Handlungen der Schüler können Interpretant und Objekt ermittelt werden.

Die Darstellung des semiotischen Prozesses wie in Abbildung 5 wird von mir als „semiotische Lernkarte“ bezeichnet (vgl. Schreiber 2005). Nicht in jedem dieser Prozesse wird gelernt, aber Lernschritte können hier – sofern sie stattfinden – nachgezeichnet werden. Die komplexe Struktur von semiotischen Prozessen kann hier als Diagramm dargestellt werden. Besonders interessant sind dabei nicht linear verlaufende Prozesse, in denen Widerstände durch Lernschritte überwunden werden.

Der semiotische Prozess wird als derjenige Teil der auf dem Chat basierenden Interaktion gesehen, der die „als-geteilt-geltende-Bedeutung“ der Chat-Partner erzeugt. Die Entwicklung der Inskription werde ich durch die Analyse im Prozess der Entstehung, dem kollektiven Problemlöseprozess der Schüler, beschreiben. Dazu werden die einzelnen Teile der Inskription in deren Entwicklung als Peirce'sche Triade dargestellt und der semiotische Prozess in seiner Komplexität rekonstruiert.

Die Kommunikation zwischen den Chatpartnern, die gemeinsam am mathematischen Problem arbeiten, basiert auf der Erzeugung und Verwendung von Inskriptionen. Da diese Inskriptionen so integraler Bestandteil des Aushandlungsprozesses werden, wird die Interaktionsanalyse durch eine semiotische Perspektive ergänzt. Dabei ist die Interaktionsanalyse die Grundlage für die darauf folgende Anwendung der semiotischen Analyse. Speziell für die Rekonstruktion des ‚Allgemeinen‘ ist die Interaktionsanalyse von großer Bedeutung.

6 Exemplarische Analysen

In den hier dargestellten zwei Beispielen wird jeweils folgende Aufgabe gestellt: „Eine Schnecke sitzt in einem 3,20 m tiefen Brunnen. Sie beginnt die Wand hochzuklettern. An einem Tag kriecht sie 80 cm nach oben, nachts rutscht sie jedoch wieder 20 cm herunter. Am wievielten Tag kommt sie oben an?“

Dieser Aufgabentyp erfreut sich einer langen Tradition. Krauthausen und Scherer bezeichnen sie als „... eine klassische Sach- bzw. Denkaufgabe ..., die sich schon bei Adam Ries findet ...“ (2001, S. 107), aber auch in aktuellen Lehrwerken aufgegriffen wird. Auch im englischsprachigen Raum wird diese Aufgabe z. B. im Rahmen von Lehrerfortbildungen zum Thema ‚Darstellen im Mathematikunterricht der Grundschule‘ genutzt (Kelly 1999).

Die beiden Beispiele werden jeweils durch ein Transkript der entsprechenden Szene vorgestellt. In der anschließenden zusammenfassenden Interaktionsanalyse werden die

Szenen interpretiert und die semiotischen Analysen durch semiotische Lernkarten und deren Beschreibung demonstriert. Gewählt wurden diese Beispiele wegen der unterschiedlichen Art der Darstellung im Problemlöseprozess und des unterschiedlichen Verlaufs des semiotischen Prozesses. Auch die Art der sozialen Interaktion im Problemlöseprozess ist unterschiedlich. Diese und weitere Beispiele sind bereits mit ähnlicher Analyse im Abschlussbericht zum Projekt „Mathe-Chat“ veröffentlicht (Krummheuer & Schreiber 2005).

6.1 Erstes Beispiel

Im ersten Beispiel bearbeiten die Schüler genau die oben genannte Aufgabe: Jeweils zwei Schüler auf jeder Seite der Chat-Verbindung lösen die Aufgabe unter den Nicknames FLIPPERS und SLEEPERS gemeinsam. Das entsprechende Transkript findet sich auf den zwei folgenden Seiten. Die Legende zum Transkript befindet sich im Anhang.

6.1.1 Zusammenfassende Interaktionsanalyse

Wir können die stattfindende Chat-Kommunikation in drei miteinander verbundene Prozesse unterteilen. Der Prozess der Erstellung der Inskription auf der Seite der SLEEPERS, der Prozess der Chat-Kommunikation auf Basis dieser Inskription und der Prozess der Deutung dieser Inskription auf der Seite der FLIPPERS.

Die Inskription wird ausschließlich von SLEEPERS erstellt, wobei in der Analyse der Szene deutlich wird, dass das Erstellen der einzelnen Teile der Inskription auf Seiten der SLEEPERS ohne weitere Absprachen Hand in Hand verläuft (S1 und S2, 14 – 34 in Tab. 1 und 2). Der Aufbau der Inskription scheint beiden Schülern logisch, obwohl sich für Betrachter die Bedeutung der Zahlenfolge nicht leicht erschließen lässt. Dennoch ist es beiden Schülern auf dieser Seite möglich, immer wieder den nächsten Teil der Inskription vorauszusagen, vorauszuberechnen, vorzuschlagen oder zu berichtigen. Auch das Ergebnis in Tagen, das nicht direkt abzulesen ist, kann von beiden aus der Inskription entnommen werden (S1 und S2, 35 – 44 in Tab. 1 und 2).

In dem hier vorliegenden Beispiel verschriftlichen nur SLEEPERS, während sich FLIPPERS auf das Rezipieren der Inskription beschränken. FLIPPERS äußern sich nur zur Begrüßung und zur Bestätigung des Ergebnisses in der Chatbox.

Die Interaktion der Flippers ist gekennzeichnet durch den Prozess der Rezeption der von Sleepers veröffentlichten Inskription. Die Flippers versuchen den Schreibprozess nachzuvollziehen. Hierbei haben sie noch Schwierigkeiten. Sie können die einzelnen Zahlen aus der Ziffernanordnung nicht sicher identifizieren. Dabei erläutert einer der Flippers Teile der Inskription und deren Bedeutung. Das Ergebnis der Aufgabe ist zumindest für ihn ablesbar. Sein Partner zeigt sich mit dem Ergebnis einverstanden und schlägt vor, den Sleepers positive Rückmeldung zu geben (F2, 12 in Tab. 2).

Tabelle 1

Äuße- rung\ Zeit	Verbale Äußerungen Sleepers	Aktivitäten Sleepers	Whiteboardausschnitt (mit Zeitangabe)	Aktivitäten Flippers	Verbale Äußerungen Flippers	Äuße- rung\ Zeit
30:40 14	S2: Das sind [#5 s e c h z i g\ #5] 60	[#5 30:41 schreibt 60 auf dem White- board]			F1: 80 60\ 8060 ja\ (...) 14 80 60 143	30:40 6
15 16	S2: < plus 80 sind S1: < 140\					
17 30:50	S2: [#6 140 #6] S1: (...) ähm\ (...)	[#6 30:46 schreibt 140]			(...) j a\ 12 120\ (...)	30:50
18 19 20	S1: < [#7 120\ (# S2: < 120\	[#7 30:52 schreibt 120]				
21 31:00	S1: #7] Plus 80\ sind [#8 200\ #8] minus 20\ S2: Sind [#9 180\ #9] plus 80\ sind	[#8 30:58 schreibt 200] [#9 31:04 schreibt 180]			200\ (5sec.)	31:00
22 31:10	[#10 S2: < 260\ #10] S1: < 60\ S2: > [#11 240\ S1: > 240\ S2: < [#11] Plus 80 S1: < 80	[#10 31:10 schreibt 260] [#11 31:15 schreibt 240]			F1: 180\ (...) ach so\ 80 sind minus, sind dann 60\ 60 plus 80\	31:10 7
23 24						
25 26 27 28						

Tabelle 2

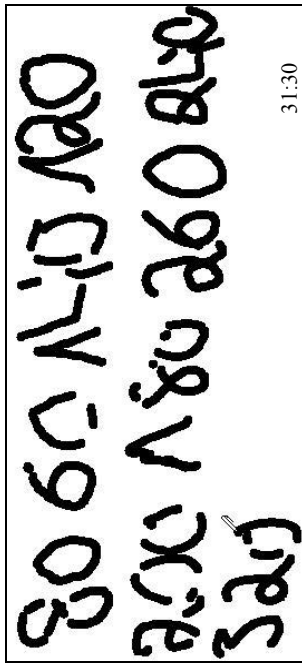
Äußerung\ Zeit	Verbale Äußerungen Sleepers	Aktivitäten Sleepers	Whiteboardausschnitt (mit Zeitangabe)	Aktivitäten Flippers	Verbale Äußerungen Flippers	Äußerung\ Zeit
31:20	S1: > sind zwei- S2: > sind\				sind 140\ () minus 20 120\	31:20
29					F1: <120 plus 80	8
30					F2: < mmh\	9
31	S1: < hundert- S2: < hundert-				F1: sind 200\	10
32						
33	S2: zwanzig nee\ dreihundertzwanzig\ 320\					
34	S1: flüstert [#12 320\ #12]	[#12 31:26 schreibt 320]			F1: plus () minus 20 sind 80 260 240 320\ wie viel/	31:30 11
31:30	S1: Ja\ und zwar					
35						
36	S1: < 1 2 3 4					
37	S2: < 1 2 3 4					
38	S1: 5 Tage\					
39	S2: Nee\ 4, 1 2 3 4 nee rechnen wir ma\ nee\ warte				am wievielten Tag kommt sie nach oben/ 1 2 3 4 fünften\ (7 sec.)	31:40
31:40						
40	S2: < 1 2 3 4 5					
41	S1: < 1 2 3 4 5					
42	S1: Ja\ es sind 5 Tage\					
43	S2: 5 Tage oder/ 5, 5 ja 5\					
31:50	S1: 5 T a g e \				F2: Solln wir ma schreiben richtig/	31:50 12
44						

Bild wird nicht mehr verändert

6.1.2 Semiotische Analyse

Die semiotische Analyse zu dieser Szene wird hier aus der Perspektive der FLIPPERS vorgenommen. Das Repräsentamen in Triade 1 (Angabe der Triaden bezieht sich hier auf Abb. 6) ist der Anfang der Inskription, das bei FLIPPERS zwei unterschiedliche Interpretanten hervorruft, nämlich „achtzig, sechzig“ und „achttausendsechzig“ (F1, 6 in Tab. 1). Der erste Interpretant zeigt an, dass die Inskription als Repräsentamen für das Objekt ‚zwei zweistellige Zahlen‘, nämlich 80 und 60 gelesen wird. Die gleiche Inskription wird auch als das Objekt ‚eine vierstellige Zahl‘, nämlich 8060 gelesen. Beiden Deutungen kann man als Allgemeines die Kenntnis über das Dezimalsystem und den Zusammenhang zwischen Ziffern und Zahlen zuordnen (Allgemeines I). Als die Inskription von den SLEEPERS durch „140“ erweitert wird greifen die FLIPPERS den Interpretanten aus der ersten Triade „achtzig, sechzig“ wieder auf. Sie deuten die gesamte bisherige Inskription „80 60 140“ (Whiteboardausschnitt um 30:50 in Tab. 1) als das Repräsentamen zum Objekt ‚80, 60 und 143‘, das sich damit aus drei separate Zahlen zusammensetzt (F1, 6 in Tab. 1). Die letzte Ziffer wird dabei als „3“ gelesen (F1, 6 in Tab. 1), was später aber nicht mehr aufgegriffen wird. Zugrunde liegt der Deutung weiterhin das Allgemeine I.

Danach beziehen sich die FLIPPERS nur auf den in Triade 4 gezeigten Teil der Inskription. Dieses Repräsentamen ruft zunächst auf Grundlage des Allgemeinen I den Interpretanten „zwölf“ hervor (F1, 6 in Tab. 1). Als die Ziffer 0 der Inskription hinzugefügt wird, ruft das Repräsentamen in Triade 5 (Abb. 5) den Interpretanten „hundertzwanzig“ (F1, 6 in Tab. 1) hervor, der nun für die dreistellige Zahl 120 steht. Ebenso rufen die Repräsentamen in den Triaden 6 und 7 Interpretanten hervor, die auf dem Allgemeinen I beruhen. Da es sich hier um das gleiche Allgemeine handelt, habe ich in der Abbildung die Triaden mit dem gleichen Grauton unterlegt. In der folgenden Triade manifestiert sich nun ein entscheidender Blickwechsel: FLIPPERS beziehen sich nun nicht mehr nur auf einzelne Teile sondern auf die ganze bisher erzeugte Inskription (s. Abbildung zu Triade 8), bzw. auf die bisher von der Inskription hervorgerufenen Interpretanten. Einer der FLIPPERS vollzieht einen abduktiven Schluss: Das Repräsentamen Triade 8 sieht er als Darstellung einer Gesetzmäßigkeit in der Entwicklung einer Zahlenfolge. Der dabei zu Grunde liegenden Einsicht unterstelle ich das Allgemeine II: Der Schüler hat einen Begriff von aufeinander folgenden Zahlen als durch eine Gesetzmäßigkeit bestimmte Folge und die Idee, dass diese Zahlenfolge die durch die Aufgabe bestimmten Schritte wiedergibt. Auch für Triade 9 setzt sich das Allgemeine II fort. Anhand der neuen Zahlen wird die Annahme bestätigt, dass es sich um eine Zahlenfolge handelt, die die Schritte der Schnecke darstellen. In Triade 10 stellt die gesamte Inskription das Repräsentamen dar und ruft auf Grundlage des Allgemeinen II die Rephrasierung der Frage hervor: „am wievielten Tag kommt sie nach oben“ (F1, 11 in Tab. 2). Das repräsentierte Objekt ist die Lösung zur Aufgabe durch die in der Inskription dargestellte Zahlenfolge. In Triade 11 wird das Repräsentamen, nämlich wiederum die gesamte bisher erzeugte Inskription (s. Abbildung zu Triade 11), mit der Frage aus der Aufgabe zusammengebracht. Dies führt dazu, dass man an der Inskription die Anzahl der Tage „eins, zwei, drei, vier, fünften“ abzählen kann (F1, 11 in Tab. 2). Objekt gemäß dieser Interpretation sind die

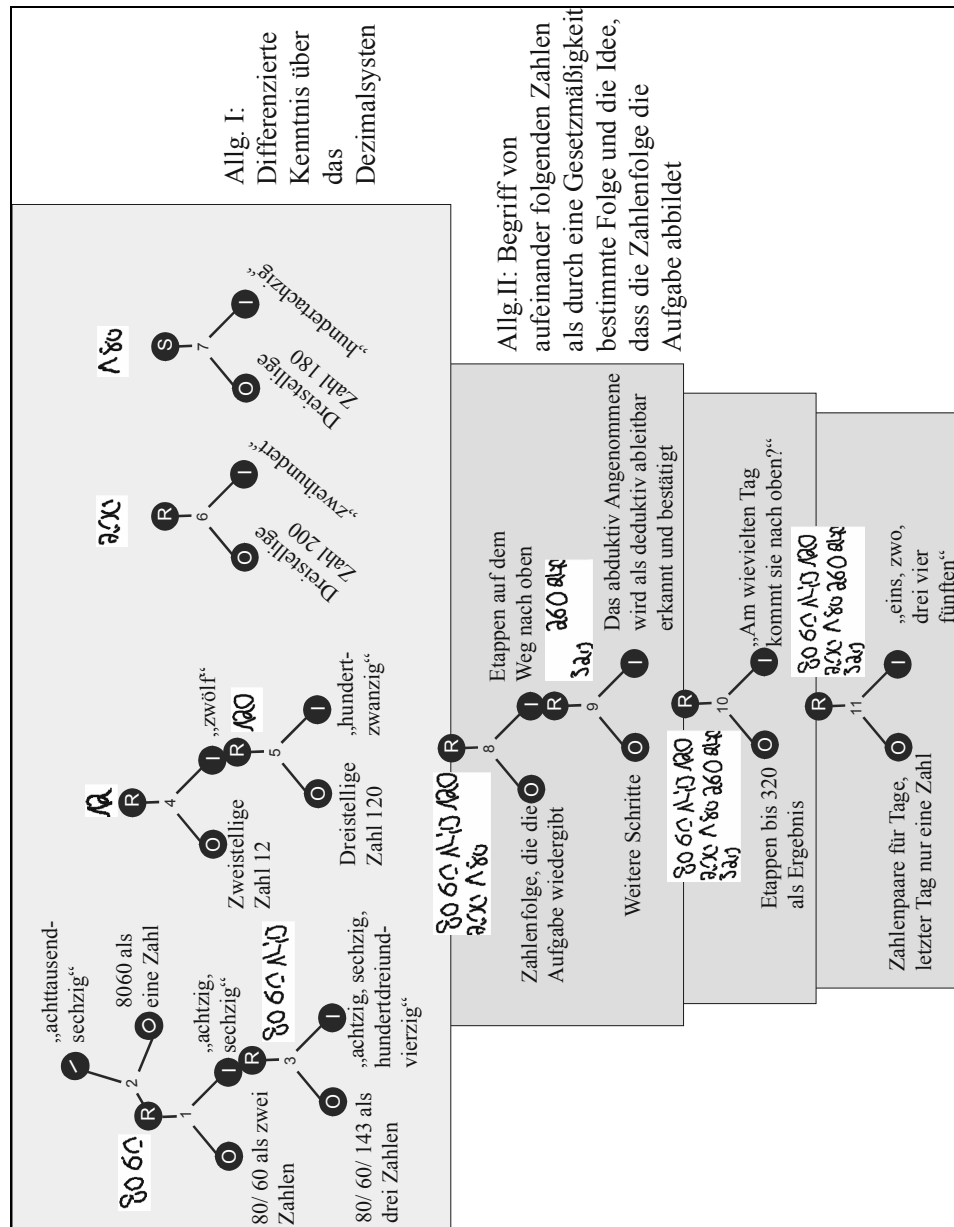


Abb.6: Semiotische Lernkarte

Tage als Zahlenpaare (80 und 60; 140 und 120; 200 und 180; 260 und 240) und der letzte Tag als eine einzige Zahl (320). Auch für diese Aktivitäten lässt sich das Allgemeine II rekonstruieren.

6.2 Zweites Beispiel

Auch im zweiten Beispiel bearbeiten die Schüler die oben genannte Aufgabe. Jeweils ein Schüler auf jeder Seite der Chat-Verbindung lösen unter den Nicknames DICK DOOF und BLUE die Aufgabe gemeinsam. Das entsprechende Transkript folgt auf den nächsten zwei Seiten. Die Legende zum Transkript befindet sich im Anhang.

6.2.1 Zusammenfassende Interaktionsanalyse

Wie im ersten Beispiel nutzen die Schüler gemeinsam das Whiteboard, hier in erster Linie zum Notieren ihrer Lösungsvorschläge. Die Teilnehmer gehen dabei auf die Beiträge gegenseitig ein.

DICK DOOF schlägt als erster die Lösung „6 Tagen“ vor (dick doof, 2 in Tab. 3). BLUE schreibt links daneben „5 Tag“ und streicht DICK DOOFs Niederschrift durch (Blue, 2 in Tab. 3). Die Schüler nutzen unterschiedliche Farben: DICK DOOF nutzt Schwarz und BLUE nutzt Rot.² Das macht die Inskription und die Zuordnung der Teile zu den Autoren leichter nachvollziehbar und zwar sowohl für den Beobachter, als auch für die beiden beteiligten Schüler. DICK DOOF versucht seinen Vorschlag „6 Tagen“, der offensichtlich von BLUE durch das Durchstreichen abgelehnt wird, durch den Eintrag „60, 60, 60“ zu rechtfertigen (dick doof, 3 in Tab. 3). Möglicherweise wollte DICK DOOF zunächst die Konstantenfolge von sechs Mal der Zahl 60 auf dem Whiteboard eintragen. BLUE lässt das allerdings nicht zu und fängt sofort an, durchzustreichen, was DICK DOOF schreibt (Blue, 2 und 3 in Tab. 3). Die zackige und dichte Strichfolge lässt vermuten, dass BLUE hier die Deutlichkeit seines Widerspruchs unterstreichen möchte. Seiner Sache ist er sich so sicher, dass er auch nicht die Entwicklung des Gedankens seines Partners abwartet, sondern sofort mit dem Durchstreichen beginnt. Außerdem fängt er mit „Mac“ an, die Aufgabe als beendet zu erklären (Blue, 3 in Tab. 3). Er unterbricht das Schreiben seines Satzes, und streicht den Beginn der Aufgabe von DICK DOOF auf dem Whiteboard „6 * 60 = 360 m“ durch (dick doof, 4 und Blue 3 in Tab. 3). Um seine eigene Lösung als richtig zu betonen kreist er dazu noch seinen Eintrag „5 Tag“ ein (Blue, 3 in Tab. 3). Dann setzt er den Satz fort und schickt „Machen wir weiter“ als Nachricht in der Chatbox ab, was für BLUE das Ende der Aufgabe darstellt (Blue, 4 in Tab. 4). Beide Schüler kommentieren ihre Handlungen mündlich; DICK DOOF nur sporadisch, BLUE allerdings sehr ausführlich. BLUE kommentiert darüber hinaus auch die Vorschläge von DICK DOOF verbal, wobei es sich im gezeigten Abschnitt nur um die Ablehnung der Vorschläge von DICK DOOF handelt (Blue, 4 in Tab. 4).

² Leider kann die Abbildung hier nur in schwarz-weiß erfolgen. Durch die Spalte „Aktivitäten“ kann man jedoch die einzelnen Teile der Inskription den jeweiligen Erzeugern zuordnen.

Tabelle 3

Außerung/ Zeit	Verbale Äußerungen dick doof	Aktivitäten dick doof	Chatbox und Whiteboardausschnitt (mit Zeitangabe)	Aktivitäten Blue	Verbale Äußerungen Blue	Außerung/ Zeit
1 25:35	80 Zentimeter\ 60\ 60, 20, 80\ (10 sec.) 240\ (11 sec.) [#1]		Eine Schnecke sitzt in einem 3,20 m tiefen Brunnen. Sie beginnt die Wand hochzuklettern. An einem Tag kriecht sie 80 cm nach oben, nachts rutscht sie jedoch wieder 20 cm herunter. Am wievielen Tag kommt sie oben an? 26:00		lies! Ein Schnecke sitzt in einem drei Meter 20 tiefen Brunnen\ sie beginnt die Wand hochzuklettern\ an einem Tag kriecht sie 80 Zentimeter nach oben\ nachts rutscht sie jedoch- also 60\ am wievielen- sind 60\ jetzt muss ich des durch 60\ (...) ah \ die ist ja cool\ das sind erst mal immer 60\ 60, 60 (10 sec.) 6 mal (...) 5 mal () 5 mal 60 sind des \ nein () sind 5 Tage\ [#2]	25:20 1
2 25:55		[#1 26:08 – 26:21 schreibt auf dem Whiteboard 6 Tagen]	6 Tagen 26:22	[#2 26:31- 26:37 schreibt auf dem Whiteboard 5 Tag und streicht 6 Tagen durch]		
3 26:38	[#3]	[#3 26:38 – 26:48 schreibt auf dem Whiteboard 60, 60, 60]	5 Tage 6 Tagen 26:35	[#4 26:44 – 26:51 streicht auf dem Whiteboard 60, 60, 60 durch]	nein das ist falsch\ [#4][#5]	26:44 2
4 27:02	[#6 mal 60 gleich-	[#6 27:02 – 27:25 schreibt auf dem Whiteboard 6 * 60 = 360 m]	6 mal 360 m 26:24	[#5 27:01 – 27:02 schreibt in Chatbox Mac] [#7 27:11 – 27:27 streicht 6*60 = durch und kreist 5 Tag ein]	nein\ nein\ das kann nicht sein\ [#7]	27:04 3

Tabelle 4

Äußerung/ Zeit	Verbale Äußerungen dick doof	Aktivitäten dick doof	Chatbox und Whiteboardausschnitt (mit Zeitangabe)	Aktivitäten Blue	Verbale Äußerungen Blue	Äußerung/ Zeit
5 27:31	(89 vielleicht!) [#8]	[#8 27:35 – 27:42 unter- streicht in der Aufgabe „nachts rutscht sie jedoch wieder 20 cm runter“]	Eine Schnecke sitzt in einem 320 m tiefen Brunnen. Sie beginnt die Wand hochzuklettern. An einem Tag kriecht sie 80 cm nach oben, packts rutscht sie jedoch wieder 20 cm herunter. Am wievielten Tag kommt sie oben an?  27:44		ja ich hab aber gerechnet 1 mal nur\ das ist doch richtig\ und 4 mal\ und 5 mal des\ mal des\ 27:36 4	
6 27:52	[#9]	[#9 27:52 – 28:18 schreibt auf dem Whiteboard 6 Tage]	 28:21	[#10 27:52 – 28:36 schreibt in der Chatbox Machen wir weiter]	[#10 ma chen w i (8 sec.) wo is n jetzt aah- da w e i t e r nein wir weiter\ fertig\ #10]	
7 28:29	[#11]	[#11 28:29 – 30:11 schreibt in der Chatbox 80 + 80 + 80 + 80 + 80 + 80]	 28:21			
8 28:36			28:36 Blue: Machen wir weiter			28:36 5

6.2.2 Semiotische Analyse

Die semiotische Analyse zu dieser Szene wird hier aus der Perspektive von BLUE vorgenommen. Die Analyse beginnt mit dem Zeitpunkt, in dem für die beiden Schüler der Aufgabentext auf dem Whiteboard sichtbar und von BLUE laut gelesen wird. Dieser Text ist das Repräsentamen in Triade 1 (Angabe der Triaden bezieht sich hier auf Abb. 7). Es ruft bei BLUE relativ spontan den Interpretanten „also 60“ hervor (Blue, 1 in Tab. 3). Dieser Interpretant wird von BLUE im Selbstgespräch, geäußert. Das in Triade 1 repräsentierte Objekt ist die Vorstellung des an einem ganzen Tag – nämlich tagsüber und nachts – insgesamt zurückgelegten Weges.

BLUE greift seinen in der ersten Triade erzeugten Interpretanten als Repräsentamen auf. Hierdurch entsteht die zweite Triade des semiotischen Prozesses. In ihr bringt BLUE als Interpretanten „sind 60\ jetzt muss ich es durch 60\“ hervor (Blue, 1 in Tab. 3). Das kann so verstanden werden, dass BLUE hier eine Division der Gesamtkletterstrecke von 3,20 m anstrebt. Man könnte diese Interpretation als einen Messvorgang im Sinne des Aufteilens der Strecke in 60 cm lange Abschnitte verstehen. Dem liegt bei BLUE als Allgemeines die Vorstellung der zurückgelegten Strecke pro Tag als Voraussetzung zur Lösung zugrunde (Allgemeines I). Die ermittelte Strecke soll als Divisor genutzt werden. Unter dieser Annahme scheint für BLUE die Aufgabe leicht lösbar zu sein: „die ist ja cool“. deutet auf eine positive Einstellung zur Aufgabe hin und darauf, dass BLUE die Aufgabe nicht schwer fällt (Blue, 1 in Tab. 3). Als Allgemeines bleibt bei den Triaden 3 bis 7 weiterhin das Allgemeine I erhalten. In Triade 3 deutet der Interpretant „das sind erst mal immer 60, 60, 60“ (Blue, 1 in Tab. 3) an, dass Blue die Inskription als die Tage in ihrer Reihenfolge versteht. Dieser Interpretant wird dann Repräsentamen in Triade 4 und erzeugt dort den Interpretanten „6 mal“ (Blue, 1 Tab. 3). Objekt ist hier die Suche nach passenden Vielfachen von 60 für die zu bearbeitende Aufgabe. Das von BLUE genannte „6 mal“ ist nun Repräsentamen in Triade 5 und ruft den Interpretanten „5 mal 60 sind des“ (Blue, 1 in Tab. 3) hervor. Objekt dieser Triade ist wiederum für die Suche nach passenden Vielfachen von 60 für die zu bearbeitende Aufgabe. Der Interpretant aus dieser Triade wird Repräsentamen für die 6. Triade, das als Interpretanten „sind fünf Tage“ (Blue, 1 in Tab. 3) hervorruft. Objekt ist nun nicht mehr die Suche nach einer Lösung wie in der vorausgegangenen Triade, sondern die Betonung der gefundenen Lösung. Der Interpretant der 6. Triade wird Repräsentamen in der 7. Triade. Dieses Repräsentamen ruft als Interpretanten den Schreibanlass für „5 Tag“ hervor (Blue, 1 in Tab. 3). BLUE drückt hier den Interpretanten als Inskription aus. Damit wird einerseits ein Interaktionsangebot an seinen Chatpartner DICK DOOF eröffnet. Andererseits deutet dies darauf hin, dass BLUE glaubt, eine Lösung gefunden zu haben, die er als eine solche auch ausweisen will und veröffentlicht.

BLUES Inskription erscheint auf dem Whiteboard neben den von DICK DOOF bereits notierten „6 Tagen“. Diese Niederschrift kann als die Lösung verstanden werden, die DICK DOOF vorschlägt. Dabei hat er sicher im Blick, dass rechnerisch die Strecke von 3,2 m bei 60 cm pro Tag nach 6 Tagen überschritten ist. Es liegt somit auf dem Whiteboard eine Inskription vor, die kurzfristig aus zwei sich widersprechenden Lösungsvorschlägen besteht: „5 Tag“ und „6 Tagen“ was vermutlich von beiden Chatpartnern als nicht



hinnehmbar angesehen wird: Die Inskription enthält einen Widerspruch. BLUE streicht DICK DOOFS Lösung „6 Tagen“ durch. Damit signalisiert er: Meine Lösung „5 Tag“ ist richtig und deine Lösung „6 Tagen“ ist falsch. Die Inskription ist zu einer widerspruchsfreien weiter entwickelt worden.

BLUE bezieht sich in der folgenden Auseinandersetzung auf den Lösungsvorschlag von DICK DOOF (Triade 8 bis 11 und 13). In Triade 9 ist die von DICK DOOF vorgeschlagene Lösung „6 Tagen“ das Repräsentamen. In ihm spiegelt sich DICK DOOFS bisherige Arbeit an der Aufgabe wieder. Das Durchstreichen dieser Lösung stellt BLUES Interpretanten zu diesem Lösungsvorschlag dar: Er bekundet seinen Einspruch. Ebenso werden in den folgenden Handlungen Interventionsversuche von DICK DOOF von BLUE durchgestrichen (Triaden 10, 12 und 14). In BLUES Selbstgespräch wird diese Interpretation des Geschehens durch sein „nein, nein, das kann nicht sein“ (Blue, 3 in Tab. 3) gestärkt.

Das Repräsentamen in Triade 8 wird von BLUE als falscher Lösungsvorschlag gedeutet. Objekt ist hier also der Gegenvorschlag des Chatpartners, der abgelehnt wird und gestrichen werden kann, weil er falsch erscheint. In den Triaden 9, 10, 11, und 13 wird dieser Prozess fortgesetzt. Aus BLUES Perspektive unterliegt dem Prozess das Allgemeine II, dass falsche Lösungen für einen falschen Ansatz sprechen und sowohl Lösungen als auch Ansätze und Erklärungen dazu verworfen werden können. Er liefert hierzu keine expliziten Gründe. Er streicht schlichtweg alle Ansätze von DICK DOOF durch. Sein Handeln kann so gedeutet werden, dass er die von DICK DOOF hervorgebrachten Inskriptionen verwirft: Falsche Lösung lässt auf falschen Ansatz schließen (Allgemeines II).

Den Triaden 12, 14 und 15 liegt das Allgemeine III zugrunde, dass eine der Lösungen durchgesetzt werden muss. Dies wird durch Einkreisen in Triade 12 deutlich gemacht. Auch durch eine Erklärung in Triade 14 wird dies ausgedrückt, aber nicht für den Partner zugänglich gemacht. Die Äußerung in Triade 15, die den Partner zum Wechsel der Aufgabe anregt, macht nochmals deutlich, dass die Aufgabe aus BLUES Sicht bereits gelöst ist.

7 Vergleich der Lernkarten

Dargestellt werden soll hier, wie der Vergleich zweier Problemlöseprozesse durch die Analyse mit den oben beschriebenen Mitteln ermöglicht wird. Es handelt sich dabei um erste Deutungshypothesen zu den verglichenen Beispielen. Im Vordergrund steht die Darstellung des Analyseinstrumentes selbst. Zum Vergleich werden die semiotischen Lernkarten herangezogen (s. Abb. 6 und 7).

Im zweiten Beispiel verläuft die Lösung in 3 linearen Strängen (s. Abb. 7). Es gibt für BLUE keinen Zweifel an seiner Lösung. Daher hat BLUE auch keinen Zweifel daran, dass das Ergebnis des Partners falsch sein muss und das eigene durchzusetzen ist. Eine für ihn klare Vorgehensweise bietet keinen Anlass, über die Inskription in einen Dialog mit dem Partner einzutreten und sich mit dessen Vorschlag auseinanderzusetzen. Der eigene Lösungsvorschlag wird gewissermaßen gradlinig entwickelt und mit „5 Tag“ (Blue, 1 in Tab. 3) dem Partner zur Kenntnis gegeben. Der eigene Lösungsvorschlag wird für den Partner nicht begründet und der Weg dorthin nicht erläutert. In der Auseinandersetzung mit dem Lösungsvorschlag des Partners wird dieser nicht durch schriftliche Argumente widerlegt, sondern durch Streichung verworfen. Diesem Streichen entspricht auch das

Einkreisen des eigenen Vorschlages, um diesen als den richtigen durchzusetzen. Die inhaltliche Auseinandersetzung wird von BLUE nicht gesucht und findet in diesem Ausschnitt nicht statt.

Im ersten Beispiel verlief der Prozess anders (s. Abb. 6): Es gibt hier für die FLIPPERS offensichtlich bis zur 7. Triade keine Einsicht in die Art des Lösungsansatzes, aber eine offene Herangehensweise der FLIPPERS mit dem noch unklaren Lösungsansatz. Danach folgt der von einem der FLIPPERS vollzogene abduktive Schluss: Er erklärt sich die vorgeschlagene Inskription als eine durch eine bestimmte Gesetzmäßigkeit erzeugte Zahlenfolge. Der Lösungsansatz der SLEEPERS kann also ab der 8. Triade erkannt und rekonstruiert und die Lösung kann als solche auch von den FLIPPERS ermittelt werden. Man sieht hier einen Schritt im Prozess der Aufgabenbearbeitung, der den Lernprozess der FLIPPERS widerspiegelt. Der Wechsel des Allgemeinen deutet dabei auf eine Weiterentwicklung im Lösungsprozess hin und kann ein Merkmal für Lernschritte in der Bearbeitungssituation sein. Dabei ist der Gebrauch verschiedener Zeichen im ersten Beispiel mit dem Wechsel des Allgemeinen verbunden. Dies betont den Schritt von der 7. zur 8. Triade und hebt dessen Bedeutung hervor. Dieser Schritt scheint auch deshalb möglich, weil die SLEEPERS alle Zwischenergebnisse als Inskription den Partnern zur Verfügung stellen und die FLIPPERS sich mit der Inskription offen und wohlwollend auseinandersetzen. Im ersten Beispiel gibt es in der Entwicklung des Prozesses eine Art Deutungs-widerstand, der durch den Übergang zur 8. Triade gelöst wird. Die Repräsentanten in den Triaden 1-7, die Schritte der SLEEPERS zur Lösung darstellen, sind für die FLIPPERS vorerst nicht zu deuten. Durch den abduktiven Schluss von FLIPPER1 jedoch, ist eine Möglichkeit der Deutung gegeben. Mit der Auflösung dieses Deutungs-widerstandes ist ein Schritt im Lernprozess verbunden. In der semiotischen Lernkarte stellt sich der Widerstand auch dadurch dar, dass es sich zunächst um die Deutung einzelner scheinbar unverbundener Zeichen und Kombinationen von Ziffern handelt. Die Überwindung des Widerstandes und der Lernschritt werden durch den Wechsel des Allgemeinen und den Übergang zur Interpretation der gesamten bisherigen Inskription als Zahlenfolge dargestellt.

Der lineare semiotische Prozess im zweiten Beispiel ist auf die fehlende Auseinandersetzung über den Weg zur Lösung der Aufgabe zurückführbar. Hier wird von BLUE auch kein Schritt in einem Lernprozess vollzogen. Es wird ein Algorithmus zur Lösung verwendet und zu Ende geführt, ohne diesen in Frage oder zur Diskussion zu stellen. In einem solchen Aufgabenbearbeitungsprozess wird eher geübt als neu gelernt. Ein solches Üben spiegelt sich dann im linearen semiotischen Prozess wider; Widerstände und Sprünge fehlen.

Das Ziel des hier vorgestellten Ansatzes ist die Weiterentwicklung der zu Grunde gelegten Interaktionstheorie zum Mathematiklernen unter Alltagsbedingungen der Grundschule (Krummheuer & Brandt 2001; Krummheuer & Fetzer 2005). Das Interesse richtet sich dabei auf das detaillierte empirische Studium des inskriptionalen Aspektes in mathematischer Unterrichtsinteraktion. Mit der Analyse einzelner Schritte in der Interaktion mit Hilfe der Peirce'schen Zeichentriade wird dabei sehr detailliert auf die einzelnen Teile der Inskription und deren Bedeutung für die Teilnehmer der Interaktion eingegangen, während die Rekonstruktion des semiotischen Prozesses den Verlauf des kollektiven Problemlöseprozesses dokumentiert. Durch die Darstellung als semiotische Lernkarten

ist dann auch der Überblick möglich und der Vergleich mehrerer Problemlöseprozesse wird erleichtert.

8 Transkriptionslegende

1. und 7. Spalte: Äußerung/ Zeit

Hier werden die Äußerungen fortlaufend durchgezählt und die verstrichene Zeit gemessen. Die aufgeführte Zeit bezieht sich auf die Uhrzeit des „linken“ Films, d.h. der ersten Spalte.

2. und 6. Spalte: Verbale Äußerungen

- In den Transkriptionsspalten der beiden Chatgruppen sind links die Abkürzungen der Namen der aktiv an der Interaktion Beteiligten (**Times fett**) verzeichnet z.B.: **F1** als Abk. des beteiligten Kindes (hier Flipper 1)
- Die Transkriptionsspalte enthält rechts die verbalen Äußerungen (Times normal); unverständliche Äußerungen sind durch (*unverständlich*) gekennzeichnet.
- Sie beinhaltet außerdem paraverbale Informationen, z.B. Betonung und Prosodie (Sonderzeichen, s.u.)
- # verweist auf Aktionen am Computer; Schreiben die Schüler in der Chatbox oder auf dem Whiteboard, wird das Geschriebene in *Lucida Handwriting* dargestellt.

3. und 5. Spalte: Aktivitäten

Die beiden Spalten enthalten die mit # gekennzeichnete Aktionen auf dem Bildschirm oder der Tastatur der jeweiligen Chatpartner.

4. Spalte: Chatbox/ Whiteboard

Die Chatbox enthält die schriftliche Kommunikation beider Chatpartner (Arial) sowie Bilder, die während des Chats auf dem Whiteboard entstanden sind.

Paralinguistische Sonderzeichen:

^	kurzes Absetzen innerhalb einer Äußerung
(.)	Pause (max. 1 sec.)
(..)	Pause (max. 2 sec.)
(...)	Pause (max. 3 sec.)
(4 sec.)	Pause mit Angabe der Länge
\	Senken der Stimme
/	Heben der Stimme
denn	fett für starke Betonung
j a a	gesperrt für gedehnte Aussprache

Bei der Redetüberschneidung der Äußerungen ähnelt die Schreibweise der von Partituren in der Musik; die parallel zu lesenden Zeilen sind hinter den Namen durch spitze Klammern („<“) gekennzeichnet, z.B.:

F1: < hundertzwanzig plus achtzig

F2: < mmh\

9 Literatur

- Blumer, Herbert [1969]: Symbolic interactionism. Prentice-Hall, NJ: Englewood Cliffs.
- Bruner, Jerome [1996]: The culture of education. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Cobb, Paul & Bauersfeld, Heinrich (Hg.) [1995]: The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Donaldson, Magret [1982]: Wie Kinder denken. Bern: Verlag Bernd Huber.
- Dürscheid, Christa [2003]: Medienkommunikation im Kontinuum von Mündlichkeit und Schriftlichkeit. Theoretische und empirische Probleme. In: *Zeitschrift für Angewandte Linguistik*, 38 (2003), 37-56.
- Fetzer, Marei [2003]: Verschriftlichungsprozesse im Mathematikunterricht der Grundschule aus interaktionistischer Sicht. In: *JMD*, 24 (2003)3/4, 172-189.
- Goffman, E. [1974]: Frame analysis. An essay on the organisation of experience. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Gravemeijer, Kuno et al. [2000]: Symbolizing, modelling and instructional design. In: *Cobb, Paul & Yackel, Erna & Mc Clain, Kay (edit.): Symbolizing and communicating in mathematics classrooms*. London: Lawrence Erlbaum, 225-273.
- Gravemeijer, Kuno [2002]: Preamble: from models to modeling. In: *Gravemeijer, Kuno et al (edit.): Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 7-22.
- Hoffmann, Michael [1996]: Eine semiotische Modellierung von Lernprozessen. Occasional Paper 160: www.uni-bielefeld.de/idm/publikationen/occpaper/occ160/occ160.htm (08.09.2006).
- Hoffmann, Michael (Hg.) [2003]: Mathematik verstehen. Semiotische Perspektiven. Hildesheim: Franzbecker.
- Kelly, Janet [1999]: Improving problem solving through drawings. In: *Teaching Children Mathematics*, (1999), 48-51.
- Krauthausen, Günter & Scherer, Petra [2001]: Einführung in die Mathematikdidaktik. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag GmbH.
- Krummheuer, Götz [1995]: Der mathematische Anfangsunterricht: Anregungen für ein neues Verstehen früher mathematischer Lehr-Lern-Prozesse. Weinheim: Dt. Studien-Verlag.
- Krummheuer, Götz [1997]: Narrativität und Lernen: mikrosoziologische Studien zur sozialen Konstitution schulischen Lernens. Weinheim: Dt. Studien-Verlag.
- Krummheuer, Götz & Naujok, Natalie. [1999]: Grundlagen und Beispiele Interpretativer Unterrichtsforschung. Opladen: Leske und Budrich.
- Krummheuer, Götz & Brandt, Birgit [2001]: Paraphrase und Traduktion: partizipationstheoretische Elemente einer Interaktionstheorie des Mathematiklernens in der Grundschule. Weinheim [u.a.]: Beltz.
- Krummheuer, Götz & Fetzer, Marei [2005]: Der Alltag im Mathematikunterricht. Beobachten, Verstehen, Gestalten. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag GmbH.
- Krummheuer, Götz & Schreiber, Christof [2005]: Abschlussbericht zum Projekt „Chatbasierte Insriptionen im Mathematikunterricht der Grundschule“. www.math.uni-frankfurt/~krummheu/Abschlber.pdf (08.09.2006).
- Latour, Bruno & Woolgar, Steven [1986]: Laboratory life. The construction of scientific facts. 2nd edition. Princeton: Princeton University Press.
- Latour, Bruno [1987]: Science in action: How to follow scientists and engineers through society. Cambridge, MA: Harvard Press.
- Latour, Bruno [1990]: Drawing things together. In: *Lynch, Michael & Woolgar, Steve: Representation in scientific Practice*. London: First MIT Press.
- Lehrer, Richard et al. [2000]: The interrelated development of inscriptions and conceptual understanding. In: *Cobb, Paul & Yackel, Erna & Mc Clain, Kay (edit.): Symbolizing and communicating in mathematics classrooms*. London: Lawrence Erlbaum, 325-360.
- Meira, Luciano Rogerio de Lemos [1995]: The microevolution of mathematical representations in children's activities. In: *Cognition and Instruction*, 13(2), 269-313

- Meira, Luciano Rogerio de Lemos [2002]: Mathematical representations as systems of notations-in-use. In: *Gravemeijer, Kuno et al (edit) Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 87-103.
- Morgan, Candia [1998]: *Writing mathematically. The discourse of investigation*. London: Falmer Press.
- Naujok, Natascha & Brandt, Birgit, et al. [2004]: Interaktion im Unterricht. In: *Jesper, W & Böhme, J: Handbuch der Unterrichtsforschung*. Wiesbaden, Verlag für Sozialwissenschaften. 753-773.
- Nöth, Winfried [2000]: *Handbuch der Semiotik*, 2., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Metzler Verlag.
- Peirce, Charles Sander: *Collected Papers of Charles Sanders Peirce (Volumes I-VI ed. by Charles Hartshorne and Paul Weiss, 1931-1935)*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Pimm, David [1987]: *Speaking mathematically. Communication in mathematics classrooms*. London, New York: Routledge.
- Presmeg, Norma [2001]: Progressive Mathematizing Using Semiotic chaining. The 25th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Discussion Group 3, Semiotics in Mathematics Education: <http://www.math.uncc.edu/~sae/dg3/> (08.09.2006).
- Roth, W.-Michael & McGinn, Michelle [1998]: Inscriptions: Toward a theory of representing as social practice. *Review of Educational Research* 68 (1), 35-59.
- Schreiber, Christof [2004a]: Lösungskompetenzen erweitern – „Mathe-Chat“ als experimentelle Lernumgebung. In: *Carle, Ursula & Unckel, Anne (Hrsg.). Entwicklungszeiten – Forschungsperspektiven für die Grundschule*. Opladen: Leske und Budrich, 127-134.
- Schreiber, Christof [2004b]: Mathematische Inskriptionen in kollektiven Aufgabenbearbeitungsprozessen aus semiotischer Perspektive. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht*, Hildesheim: Franzbecker, 525-528.
- Schreiber, Christof [2004c]: The interactive development of mathematical inscriptions - a semiotic perspective on pupils externalisation in an internet chat about mathematical problems. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 36 (2004) 6, 185-195.
- Schreiber, Christof [2005]: Semiotische Lernkarten. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht*, Hildesheim: Franzbecker, 525-528.
- Schreiber, Christof [2005]: Semiotic Processes in a Mathematical Internet – Chat. In: *ERME: Proceedings 2005*. <http://cerme4.crm.es/Papers%20definitius/8/ChristofSchreiber.pdf> (08.09.2006).
- Sfard, Anna [2000]: Symbolizing Mathematical Relativity Into Being – Or How Mathematical Discourse and Mathematical Objects Create Each Other. In: *Cobb, P. & Yackel, E. & McClain, K. (edit.): Symbolizing and communicating in mathematics classrooms*. London: Lawrence Erlbaum, 37-98.
- Sherin, Bruce. L. [2000]: How students invent representations of motion - a genetic account. In: *Journal of Mathematical Behavior*, 19 (2000) 4, 399-441.

Adresse des Autors

Christof Schreiber
J.W. Goethe Universität
Institut für Didaktik der Mathematik
Robert Mayer Str. 4
60325 Frankfurt

Manuskripteingang: 27. April 2006
Typskripteingang: 11. September 2006