

Thementeil

Georg Breidenstein

Vincent und die „Apotheke“ – oder: die Didaktik des Materials

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag nimmt, unter Rückgriff auf den aktuellen Diskurs um die Materialität des Lernens und die „Dinge des Wissens“, ein didaktisches Material aus dezentriertem, individualisiertem Grundschulunterricht unter die Lupe. Zunächst wird die Funktionsweise und -logik der „Apotheke“, eines zentralen Mathematikmaterials aus der Pädagogik Maria Montessoris, beschrieben, um anschließend die konkrete und situative Benutzung dieses komplexen Ensembles an Objekten durch einen Schüler zu analysieren. Dabei herausgearbeitete didaktische Zweifel werden schließlich mit Blick auf ‚pädagogische‘ Qualitäten und die Organisationsform des untersuchten Unterrichts diskutiert.

Schlagwörter: Materialität, schulische Objekte, individualisierter Unterricht, Montessori, Mathematikdidaktik

Vincent and the “pharmacy” – or: material didactics

Referring to the contemporary discourse around „the materiality of learning“, the paper examines a didactical material found in decentralised, child-centred elementary teaching. First the functionality and logic of the „pharmacy“, a central learning advice in mathematical Montessori education, is described. Then its concrete and situational utilisation by a pupil is analysed. Doubtful didactical implications are elaborated and eventually related to the pedagogics and organisation of the specific educational setting.

Keywords: materiality, child-based learning, Montessori, didactics of mathematics

1. Einleitung¹

Die „Individualisierung des Unterrichts“ stellt derzeit einen weitreichenden normativ-programmatischen Konsens in der (Grund-)Schulpädagogik dar. Individualisierung gilt als entscheidende Maßnahme, um der Heterogenität der Schülerschaft gerecht zu werden. Spätestens mit der Einführung der jahrgangsübergreifenden „Neuen Schuleingangsstufe“ und dem Anspruch einer „inkluisiven Pädagogik“ für alle Kinder wird der Abschied vom lehrerzentrierten Klassenunterricht und die Hinwendung zu neuen Formen der Differenzierung und Individualisierung des Unterrichts unabwendbar. Die Idee, dass alle Schüler einer Lerngruppe zur gleichen Zeit am gleichen Gegenstand das Gleiche lernen, wird fallen gelassen zugunsten einer Dezentrierung des Unterrichts, der jetzt in (mehr oder weniger differenzierten) Tages- und Wochenplänen oder etwa als „Freiarbeit“ organisiert wird (Drews/Wallrabenstein 2002; Bohl/Kucharz 2010; Bartnitzky/Hecker/Lassek 2012; Bohl u.a. 2012; Kopp u.a. 2014).

1 Ich danke Birgit Brandt, Johannes Busse, Anna Roch und Nicolas Scholz für wertvolle Hinweise zu dem Manuskript.

In diesem Zusammenhang erlangen auch Lernmaterialien eine neue Prominenz. Es handelt sich um „Materialien“ aller Art: Arbeitsblätter, LÜK-Kästen, Puzzles, Spiele u.v.m. Gemeinsam ist diesen Materialien, dass sie das individualisierte, „selbstständige“ Lernen von Schülerinnen und Schülern ermöglichen, indem sie mehr oder weniger komplizierte Skripte enthalten, die die Erarbeitung bestimmter Themen anleiten oder das Einüben spezifischer Kompetenzen ermöglichen. Zu den populärsten und faszinierendsten didaktischen Objekten dieser Art gehören die von Maria Montessori entwickelten Lernmaterialien. Die Montessori-Materialien, die sich auch in Regelschulen großer Beliebtheit erfreuen, gelten in mancher Hinsicht als Königsweg einer an Selbsttätigkeit und Selbstständigkeit der Schüler orientierten Pädagogik.

Die Konstruktion von Montessori-Materialien folgt einigen zentralen Prinzipien (Ludwig 2004): Sie ermöglichen und erfordern konkrete Operationen; sie besitzen einen Aufforderungscharakter für die Schüler, auch durch ihre ästhetische Gestaltung; sie ermöglichen die unmittelbare Rückmeldung und Fehlerkontrolle; sie besitzen eine klare und durchschaubare Struktur. Die einzelnen Materialien eines Bereichs (z. B. Mathematik) stehen in systematischer Beziehung zueinander und werden in der Regel in einer bestimmten Reihenfolge in aufsteigender Schwierigkeit bearbeitet. In die bisweilen komplexen Vollzüge mit dem Material wird das Kind durch die Lehrerin in so genannten „Materialgebrauchslektionen“ eingeführt. Die zentrale didaktische Idee des Materials lässt sich folgendermaßen umreißen: „Nach einer kurzen Einführung in seine Handhabung unterstützt dieses Material den Schüler beim selbstständigen Wissenserwerb und leitet indirekt sein Arbeitsverhalten. Das Kind tritt konsequenterweise in einen inneren Dialog mit den mathematischen Entwicklungsmaterialien und wird durch die intensive Kommunikation dazu angeregt, den Handlungscharakter begrifflicher Sachverhalte durch planmäßiges Variieren, Umstrukturieren und Übertragen hervorzuheben und zu ordnen.“ (Brand 2004, S. 114) Das Material „unterstützt“, „tritt in einen inneren Dialog“ und „kommuniziert“ mit dem Kind – das sind bemerkenswerte Beschreibungen für einen nicht-menschlichen Akteur, die andeuten, welche zentrale Rolle dem Material in einem so beschaffenen, individualisierten Unterrichts- und Lernprozess zukommen soll.

Der folgende Beitrag stellt ein besonders komplexes und anspruchsvolles Mathematik-Material von Maria Montessori, die so genannte „Apotheke“, in den Mittelpunkt der Betrachtung und fragt in grundlegender und exemplarischer Weise danach, welche Bedeutung diesem didaktischen Material im Unterrichtsprozess zukommt. Die Untersuchung geht in drei Schritten vor: Zunächst wird der aktuelle Diskurs um die Materialität des Lernens und die „Dinge des Wissens“ (Röhl 2013) kurz aufgerufen, der den Blick auf die Apotheke zu perspektivieren und zu präzisieren vermag (1.). Dann nähert sich die Analyse dem Objekt mit einer phänomenologischen Beschreibung und der Vergewisserung der Funktionsweise des didaktischen Materials (2.). Die tatsächliche Bedeutung der Apotheke für die Organisation individualisierten Unterrichts erschließt sich allerdings erst aus der Beobachtung ihres konkreten und situierten Gebrauchs. Die Untersuchung widmet sich deshalb der Beobachtung der Handhabung der Apotheke durch einen Schüler in der Unterrichtssituation (3.). Dieser letzte Schritt wirft Fragen hinsichtlich der didaktischen und pädagogischen Implikationen der Apotheke auf (4.).

2. Dinge im Unterricht

Die Dinge haben Konjunktur in den Sozialwissenschaften. Es waren wohl vor allem die provozierenden und inspirierenden technik- und wissenschaftssoziologischen Arbeiten Bruno Latours (z. B. 1998, 2000), die die Fragen nach der Rolle von Dingen in (sozialen) Praktiken neu aufgeworfen haben: Wie ist die Rolle von Dingen in der Interaktion mit Menschen zu konzipieren? Wie kann der Eigenständigkeit und Eigensinnigkeit von Dingen in empirischer und theoretischer Forschung entsprochen werden? Ist den Dingen womöglich ein Akteursstatus zuzuschreiben? Dieser Diskurs hat inzwischen auch Überlegungen zu einer „Pädagogik der Dinge“ (Nohl 2011) inspiriert und auch die Unterrichtsforschung affiziert (Sørensen 2009; Kalthoff/Röhl 2011; Fetzer 2012; Röhl 2013; Wiesemann/Lange 2014; Fetzer 2014; Kalthoff 2014). Für die empirische und theoretische Beschreibung schulischen Unterrichts erscheint die Frage nach der Bedeutung der Dinge unmittelbar einleuchtend und produktiv, insofern neben der konkreten Materialität des Settings in Form von Mobiliar und räumlichen Arrangements vor allem die „Dinge des Wissens“ (Röhl 2013) eine prominente Rolle im Rahmen des unterrichtlichen Geschehens spielen. Sørensen (2009, S. 135) erläutert, wie die Einbeziehung von Materialität in die Unterrichtsforschung auch einen neuen Blick auf die Praxis des Lernens eröffnet: „This allows us to take into account how materials contribute to the formation of practice, and thus to the formation of knowledge – how, for instance, materials that represent are crucial for performing representational knowledge.“

Insbesondere Röhl (2013) arbeitet heraus, wie Objekte schulischen Unterricht (mit-)konstituieren und ihrerseits in schulischen Praktiken als „Dinge des Wissens“ konstituiert werden. Röhl's empirische Beobachtungen beziehen sich auf den Mathematik- und Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe, und zwar auf eine eher lehrerzentrierte Variante dieses Unterrichts. In Röhl's Beschreibungen sollen die Dinge „von einer geordneten Gruppe von Schülern in erster Linie betrachtet werden. Ihre Gestaltung ist dementsprechend auf die Sichtbarkeit vor der Klasse ausgerichtet“ (ebd., S. 162). Dieser Unterricht ist davon gekennzeichnet, dass Lehrpersonen *an* den Dingen etwas zeigen und dass die Wissensobjekte schließlich in Zeichen an der Wandtafel übersetzt werden. „Letztlich geht es nicht um Dinge, sondern um Repräsentationen von Dingen“ (ebd., S. 163). Die Dinge sind didaktisch zugerichtet und gegenüber der möglichen Vieldeutigkeit ihres Gebrauchs vereindeutigt, wobei die „Eigenständigkeit der Dinge“ und die „Eigensinnigkeit der Schüler“ sich durchaus „nicht immer im Einklang mit den didaktischen Absichten befinden“ (ebd., S. 164).

Im Kontrast zu einer solchen Verortung der Dinge im lehrerzentrierten Unterricht stellt der vorliegende Beitrag ein konkretes Ding aus dem dezentrierten, individualisierten Unterricht der Grundschule in den Mittelpunkt der Betrachtung. Dieses Ding ist weniger ein Anschauungsobjekt als ein Handwerkszeug, jedenfalls ein Ding, das dafür eingerichtet ist, dass Schüler mit ihm unterrichtlich *handeln*. Die „Apotheke“, um die es im Folgenden gehen soll, nimmt im Rahmen des Mathematik-Lehrgangs nach Maria Montessori (neben anderen Objekten, wie etwa dem „Perlenmaterial“ oder dem „Schachbrett“) eine zentrale Rolle ein. Die Apotheke ermöglicht die Division großer Zahlen mithilfe von Perlen, Schälchen und Holzbrettern mit Vertiefungen und ist so

eingrichtet, dass Schüler, nach einer Einführung durch die Lehrperson, selbstständig damit arbeiten, das heißt entsprechende Divisionsaufgaben lösen. Der Sinn dieses Dings erschließt sich erst im Gebrauch – auch dann allerdings nur zum Teil, wie wir sehen werden.

Die Apotheke ist kein Ding, das in den Unterricht hinein geholt wurde, um etwa für die Zwecke des Unterrichts umfunktioniert zu werden oder um als Anschauungsobjekt zu dienen, sondern wäre in der Kategorisierung von Wiesemann und Lange (2014) als ein „schulisches Artefakt“ zu bezeichnen, welches *für die Zwecke des Unterrichts erfunden und konstruiert* wurde. Dieses Objekt, genau genommen handelt es sich um ein Ensemble von Objekten, ist nur für den Zweck hergestellt worden, dass Grundschulkin-der mit seiner Hilfe Divisionsaufgaben lösen können.

3. Die „Apotheke“: Bestandteile und Gebrauch

Das didaktische Material heißt offiziell „Große Division“, wird aber von den Unterrichtsteilnehmern, Lehrerinnen wie Schülern, stets nur „Apotheke“ genannt. Dies ist bereits ein erster Hinweis auf die außergewöhnliche und unverwechselbare Gestalt dieses Lernmaterials. Das auffälligste Element dieses sehr komplexen Arrangements aus verschiedenen Objekten besteht in Glasröhrchen, die mit Perlen unterschiedlicher Farben gefüllt sind. Es handelt sich um Reagenzgläser, die ein wenig an den Chemie-Unterricht erinnern, und ihrerseits in Ständern – Holzblöcken mit entsprechenden Bohrungen – aufbewahrt werden. Es ist sicher dieses spezielle Ensemble aus Glasröhrchen, Perlen und Ständer-Blöcken, das der „Apotheke“ ihren Namen gab.²

Die Glasröhrchen sind, wie ‚richtige‘ Reagenzgläser, unten abgerundet. Sie könnten also nicht alleine stehen. Wer es aus der Hand legen will, muss das Röhrchen in die vorgesehene Vertiefung in dem Ständer stecken, wenn die Perlen nicht herauskullern sollen. Die vorgesehene, und wie wir noch sehen werden, für den didaktischen Zweck relevante Handhabung ist hier also unmittelbar in die Gestalt des Materials eingebaut. Das Material erzwingt geradezu, dass die Röhrchen, solange sie sich nicht unmittelbar in der Hand des Benutzers befinden, an dem Ort aufbewahrt werden, der sie in Zehnerblöcken zusammenfasst. Zugleich sieht man, auch das ist wichtig, auf den ersten Blick, welche Röhrchen mit Perlen befüllt und welche leer sind.

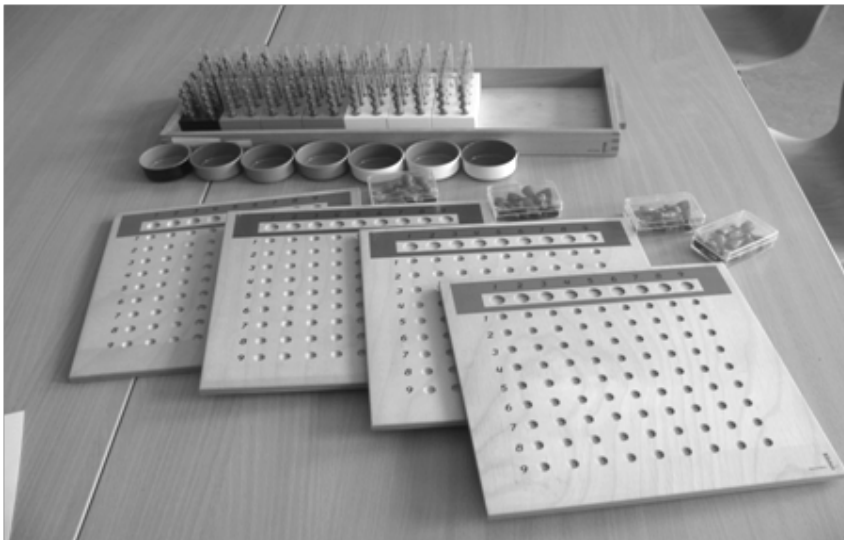
Zu den weiteren Merkmalen dieses Elementes der Apotheke gehört das Größenverhältnis von Holzperlen und Glasröhrchen: Der Umfang der Perlen ist so beschaffen, dass die Perlen übereinander in dem Reagenzglas liegen, jedenfalls nicht mehrere nebeneinander Platz haben. Außerdem ist von Bedeutung, dass das Röhrchen mit genau zehn Perlen bis zum Rand gefüllt ist. So kann auf einen Blick, ohne zu zählen, kontrolliert werden, ob tatsächlich zehn Perlen in einem Glas sind. Dies ist ein ganz entscheidender

2 Die populäre Bezeichnung „Apotheke“ ist in der offiziellen Begleitpublikation, der Handreichung für die Lehrperson, in Klammern hinter dem offiziellen Namen vermerkt – ein weiterer Hinweis für die Gebräuchlichkeit und Verbreitung dieses Spitznamens der „Großen Division“, wobei anzumerken ist, dass dieses Bild von einer Apotheke etwas anachronistisch wirkt und kaum den lebensweltlichen Vorstellungen, die Kinder von einer Apotheke haben, entsprechen dürfte.

Abbildung 1: Glasröhrchen, Perlen und Holzböcke

„Kniff“ des Materials, denn anderenfalls müssten in der unterrichtlichen Handhabung immer wieder in mühsamer Weise zehn Perlen abgezählt werden. – Dass hier allerdings mit einer gewissen Tücke des Objektes zu rechnen ist, werden wir später noch sehen.

Das komplexe Gesamtensemble der „Apotheke“ besteht noch aus weiteren Elementen.

Abbildung 2: Die vollständige „Apotheke“

Die Perlen befinden sich, wie beschrieben, in den Glasröhrchen, die wiederum in Zehner-Blöcken auf einem dafür vorgesehenen, passgenauen Tablett aufbewahrt und transportiert werden. Drei der Ständerblöcke sind weiß, drei grau und einer ist schwarz. Dazu kommen Schälchen, die außen in den Farben der Ständerblöcke und innen in den Farben der Perlen (rot, grün, blau) gefärbt sind. Ein weiteres Element der Apotheke besteht aus vier Kästchen, die jeweils neun Spielfiguren (Kegel) enthalten, wiederum in den Farben grün, blau, rot und noch einmal grün. Einen letzten, für die mathematischen Operationen entscheidenden Bestandteil der Apotheke bilden vier Holzbretter mit jeweils neunmal neun im Quadrat angeordneten Vertiefungen, in die je eine Perle genau hineinpasst. Die waagerechten Reihen sind von oben nach unten am linken Rand von eins bis neun durchnummeriert. Außerdem enthält jedes Brett eine weitere ‚waagerechte‘ Reihe mit neun Vertiefungen, die mit einer der bekannten drei Farben markiert ist und in die die Füße der Spielfiguren hineinpassen – abgerundete und abgeflachte Vertiefungen in einem Brett also, die die Division großer Zahlen ermöglichen sollen.

Man ahnt, in dieses Material ist ein kompliziertes Skript eingebaut und selbst wenn man weiß, dass es sich bei der „Apotheke“ um ein Mathematik-Material handelt, wird man seine Gebrauchsweise ohne Anleitung schwerlich erschließen. Dem mathematischen Laien erscheint dieses Arrangement aus Glasröhrchen, Perlen, Holzblöcken, Spielfiguren, Brettern und Vertiefungen einigermmaßen rätselhaft.³ Wir müssen also davon ausgehen, dass es Schülerinnen oder Schülern kaum oder nur in den seltensten Fällen gelingen dürfte, selbst zu „entdecken“, wie man mit Hilfe dieses Materials große Zahlen dividiert. Das ist aber auch gar nicht vorgesehen, denn im Rahmen der Montessori-Didaktik gibt es zu jedem Material eine Einführung, eine so genannte „Darbietung“, durch die Lehrperson. Diese Darbietung ist detailliert und mit Beispielaufgaben in dem Begleitheft zum jeweiligen Material beschrieben und so konzipiert, dass sie im Prinzip wörtlich von der Lehrkraft übernommen und zur Aufführung gebracht werden soll. In dieser Form erklärt, oder besser zeigt, *eine* Lehrkraft *einem* Kind Schritt für Schritt, wie das Material, in unserem Fall die Apotheke, zu handhaben ist. Jeder Schritt ist vom Kind nachzuvollziehen und gegebenenfalls zu üben, bevor der nächste Schritt eingeführt wird. Die Einführung durch die Lehrperson erklärt also nicht die Funktionsweise der Apotheke, oder gar die dahinter stehenden mathematischen Operationen, sondern stellt eher eine Art ‚Gebrauchsanweisung‘ dar – man muss nicht verstanden haben, wie sie funktioniert, um die Apotheke ‚bedienen‘ zu können.

Es ist hier nicht der Platz, die Einführung in den Gebrauch der Apotheke im Detail zu referieren.⁴ Zitiert sei allerdings das im Begleitheft ausgewiesene Ziel: „Verteilen großer, bis siebenstelliger Dividenten an ein- bis vierstellige Divisoren.“ Und außerdem: „Hinführen zum schriftlichen Divisionsverfahren“ (Montessori-Vereinigung e. V. 1997, S. 51). Darauf folgt eine Altersangabe: „ab 6 Jahren“ (ebd.). In einer Kommentarspalte am rechten Rand, in der verschiedene der konkreten Angaben oder Schritte in knapper Form didaktisch kommentiert werden, ist dazu vermerkt: „Das Material wird

3 Und auch dem Mathematiker erschließt es sich nicht unmittelbar. Als wir eine Gruppe von Mathematikdidaktikern ohne weitere Anleitung mit der „Apotheke“ konfrontierten, dauerte es eine ganze Weile, bis sie die Vorgehensweise, die die Division großer Zahlen ermöglicht, herausgefunden hatten.

4 Verwiesen sei auf Montessori-Vereinigung e. V. 1997, S. 51-56.

über mehrere Jahre gebraucht“ (ebd.). Und tatsächlich haben wir das Hantieren mit der Apotheke in der jahrgangsübergreifenden Schulklasse in allen Altersstufen beobachtet – mehr dazu weiter unten.

Um wenigstens eine grobe Vorstellung von der Funktionsweise der Apotheke zu stiften, sei das konkrete Vorgehen ganz knapp umrissen:

1. Der Dividend wird mit den Perlen in den Schälchen dargestellt. Dabei sind die Farben der Schälchen und der Perlen zu beachten: grün steht für die Einer, blau für die Zehner und rot für die Hunderter, wobei die Außenfarbe die Gruppe der Einer, Tausender und der Million anzeigt und die Innenfarbe den Stellenwert innerhalb der jeweiligen Gruppe. Auf diese Weise können mit Perlen und Schälchen bis zu siebenstellige Zahlen dargestellt werden.
2. Auf dem oberen Rand der Divisionsbretter wird mittels der Spielfiguren der Divisor dargestellt (Einer grün, Zehner blau, Hunderter rot) – bis zu vierstellige Divisoren können auf den vier Brettern dargestellt werden.
3. Nach diesen Vorbereitungen kann der Vorgang des Verteilens des Dividenten an den Divisor in Gang gesetzt werden. Man beginnt mit dem höchsten Stellenwert, verteilt die Perlen auf dem betreffenden Brett an die Reihen, die mit einer Spielfigur markiert sind, soweit es geht, und tauscht schließlich den Rest, der sich nicht mehr verteilen lässt, in Perlen des nächst niedrigen Stellenwertes. Diese Perlen verteilt man zusammen mit den schon im Schälchen befindlichen, diesem Stellenwert zugehörigen Perlen, und wiederholt diesen Vorgang bis zu den Einern.
4. Die Zwischenergebnisse zu den jeweiligen Stellenwerten werden auf einem Zettel notiert, wobei sich das Endergebnis auch anhand der benutzten Reihen auf den Brettern ablesen lässt.⁵

Was lässt sich also bis hierhin über die Apotheke festhalten? Es handelt sich um ein komplexes, aus verschiedenen Teilen bestehendes Material, das es ermöglicht, mithilfe einer mehrschrittigen Prozedur des Verteilens von Perlen in Vertiefungen eines oder mehrerer Holzbretter, Zahlen bis in den Millionenbereich durch Zahlen bis in den Tausenderbereich zu teilen. Dabei muss man im Prinzip nur bis zehn zählen, Farben unterscheiden und sich die Schritte der Prozedur merken können. Diese verblüffende Leistung des didaktischen Materials beruht auf der Symbolisierung des Stellenwertes von Zahlen durch Farben und auf der *Materialisierung* des Dezimalsystems durch Vertiefungen in Holzbrettern.⁶

Im Effekt können mithilfe der Apotheke tatsächlich bereits sechsjährige Kinder Divisionsaufgaben lösen, die ansonsten jenseits des in der Grundschule üblichen Zahlenbereichs liegen. – „Lösen“ im Sinne der Ermittlung des richtigen Ergebnisses. Ob sich dabei entsprechende Zahlvorstellungen oder auch kognitive Repräsentationen des Divi-

5 Wem das zu abstrakt ist, dem sei empfohlen, in einer einschlägigen „Lernwerkstatt“ eine Apotheke zu leihen und die Sache auszuprobieren.

6 Wobei hier irritieren mag, dass es sich eben nicht um zehn, sondern um neun Reihen handelt – dies ist erforderlich, weil bei der Erfüllung der zehn bereits der nächste Stellenwert angesprochen ist. Insofern wird das Dezimalsystem aber weniger veranschaulicht, als funktional eingebaut in das Material.

sionsvorganges herausbilden (können) ist eine Frage, die aus didaktischer Sicht hier zu stellen ist. Man muss in dieser Hinsicht wohl eher skeptisch sein, denn eine Vorstellung von der Größe der Zahlen geht bei deren Zerlegung in die Stellenwerte verloren und die Operation der Division, die mathematisch eigentlich auch als *Aufteilung* zu fassen wäre, wird hier allein in einen Vorgang des *Verteilens* übersetzt.⁷

Wir kommen auf diese Zweifel aus didaktischer Perspektive zurück. Zunächst soll es jetzt aber um die Beobachtung eines Schülers beim Gebrauch der Apotheke im Kontext der Unterrichtssituation gehen. Denn, so wird sich dabei zeigen, das in das Material eingebaute Skript determiniert seinen Gebrauch keineswegs vollständig.⁸

4. Vincent und die Apotheke: die unterrichtliche Handhabung des Lernmaterials

Die folgenden Beobachtungen stammen aus dem Kontext eines Forschungsprojektes, das der praxeologischen Analyse des Alltags individualisierten Unterrichts gewidmet ist.⁹ Das Forschungsinteresse des Projektes richtet sich auf die situierten Anforderungen des dezentrierten Unterrichts an das Lehrer- wie das Schülerhandeln. Diese Perspektive konkretisiert sich hier als Frage nach den Anforderungen, die das Material stellt, und nach den Optionen, die es eröffnet – es geht also um die Bedeutung des Materials für den konkreten Vollzug individualisierten Unterrichts. Diese ist im Folgenden exemplarisch an der Beschreibung der Arbeit eines Schülers mit der Apotheke zu untersuchen.

Ich sehe von weitem, dass Vincent sich ein interessantes „Material“ geholt hat, die „Apotheke“ und setze mich zu ihm um zuzuschauen. Es geht um die Division von großen Zahlen, in diesem Fall um 7762929 geteilt durch 3. Vincent stellt drei grüne Männchen an den oberen Rand des Brettes und teilt von nun an die Perlen in Dreierabteilungen, d.h. er legt sie in Dreierreihen unter die Männchen, wenn ein Rest bleibt, muss dieser „eingetauscht“ werden gegen die nächste Farbe. Zwischendurch notiert Vincent Zahlen (Zwischenergebnisse) in seinem Heft. Das Ganze wirkt sehr routiniert, Vincent hantiert mit den Röhrchen, Schalen und Perlen und zögert an keiner Stelle.

Aus den ersten Bemerkungen spricht die Faszination des Beobachters angesichts dieses rätselhaften Materials und dessen routinierter Handhabung durch einen relativ jungen Schüler (Vincent besucht die Schule im dritten Jahr). Der Beobachter versucht im Zuschauen zu verstehen, worum es dabei geht und was Vincent hier tut. Er vergewissert sich zunächst der Aufgabe, denn diese muss ja den fachlich-inhaltlichen Anlass für

7 Vgl. zu den Grundvorstellungen von der Division etwa Krauthausen/Scherer (2007, S. 27ff).

8 Auf die, bisweilen überraschenden, Möglichkeiten, die das Material über den pädagogisch-didaktisch vorgesehenen Gebrauch hinaus enthält, wird man oft erst in der Beobachtung des Schülerhandelns aufmerksam (vgl. auch Wiesemann/Lange 2014).

9 Es handelt sich um das DFG-Projekt „Individualisierung und Kontrolle“, das derzeit unter der Leitung von Sandra Rademacher und mir am Zentrum für Schul- und Bildungsforschung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg durchgeführt wird. Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen sind Sabine Dorow und Christin Menzel. Die Beobachtung von Vincent habe ich durchgeführt, aber die Analysen beruhen auf intensiven gemeinsamen Diskussionen.

Vincents Tun bieten, das auf den ersten Blick wie ein Spiel mit Perlen und Männchen erscheint. Tatsächlich wird also eine *Divisionsaufgabe* in das Hantieren mit Röhrchen, Schalen und Perlen übersetzt – eine Rechenaufgabe wird zur ‚Handarbeit‘, wobei die einzelnen Verrichtungen vom Beobachter zwar beschrieben, aber in ihrer Funktionalität für die Lösung der Aufgabe wohl noch nicht verstanden werden. Gerade vor dem Hintergrund des eigenen Unverständnisses erscheint ihm die Versiertheit und Routine des Schülers beim Bearbeiten der Aufgabe bemerkenswert – die Vollzüge sind jedenfalls nicht mit Nachdenken (das in gelegentlichem Zögern zum Ausdruck kommen müsste) verbunden. Der ‚Drittklässler‘ operiert hier in einer Weise mit dem Material, die den erwachsenen Beobachter verblüfft und überfordert.

Bevor er die Perlen aus dem Röhrchen in die Schale schüttet, was sehr schön klackert, prüft er deren Zahl. Es müssen immer zehn Perlen in einem Röhrchen sein. Wenn man nicht zählen will, kann man es an der Höhe der Perlen im Röhrchen abschätzen, denn die Perlen liegen im Prinzip eine über der anderen im Röhrchen. Die Höhe von 10 Perlen kann allerdings etwas unterschiedlich ausfallen, je nachdem wie gerade sie übereinander liegen. Während des routinierten Vorgehens von Vincent hört man immer wieder das leise Klackern der Perlen. Zwischendurch schüttelt er die Perlenröhrchen mit dem Daumen auf der Öffnung, etwa wie ein Chemiker, das ist eine wiederkehrende Operation, die auch ein schönes Geräusch macht.

Der Beobachter, der die mathematischen Funktionen der einzelnen Verrichtungen nicht versteht, verlegt sich auf die Beschreibung der sinnlichen Qualitäten dieser Praktiken, insbesondere auf die akustischen Effekte. Dies ist auch ein Aspekt der Materialität des „Materials“, dass seine Handhabung mit spezifischen Geräuschen verbunden ist. Gerade diese Geräusche, das Klackern der Perlen, stehen hier für die Diskrepanz zwischen der Alltäglichkeit, die die Prozeduren für den Schüler besitzen, und der Befremdung, mit der der Beobachter immer noch das Geschehen verfolgt.

Auch das Bild des „Chemikers“ spricht von dem Versuch des Beobachters zu verstehen, was hier vor sich geht: Hat das Schütteln des Röhrchens mit den Perlen einen sachlich-funktionalen Grund im Rahmen der Aufgabenbearbeitung? Oder geht es Vincent um die Erzeugung des Geräusches? Die Operation des Schüttelns, die offenbar auch zu Vincents Routinen gehört, ist jedenfalls nicht, das ergibt die Recherche im Begleitmaterial zur Apotheke, Bestandteil der offiziellen und per Darbietung eingeführten Verrichtungen, die mit diesem Material vorgesehen sind. Sie wäre demzufolge eine ‚Erfindung‘ Vincents (oder eines seiner Mitschüler), die möglicherweise darauf zielt, die zehn Perlen im Reagenzglas wieder zurecht zu rütteln, damit ihre Anzahl klar abzulesen ist. Die Tücke des Materials besteht darin, dass die Röhrchen zwar darauf ausgerichtet sind, immer zehn Perlen zu enthalten, da die Perlen aber nicht genau übereinander liegen, kann es zu Irrtümern kommen.¹⁰ – Es mag allerdings auch sein, dass es bei Vincents spielerisch-professioneller Praxis des Reagenzglas-Schüttelns um die anderen, die zusätzlichen Möglichkeiten geht, die das Material bietet: Man kann eben nicht nur rechnen damit, sondern auch spielen.

10 Diesen Fall haben wir auch bei der Arbeit einer Mitschülerin von Vincent mit der Apotheke beobachtet. Die Schülerin kam dann auf ein falsches Ergebnis, hatte es aber sehr schwer, ihren Fehler zu finden.

In der folgenden Beobachtung wird noch deutlicher, welchen Überschuss an Möglichkeiten die Apotheke enthält, die weit über das vorgesehene Skript hinaus gehen und mit der Bearbeitung der Divisionsaufgabe gar nichts zu tun haben.

Einmal springen ihm zwei rote Perlen weg, die er dann auf dem Fußboden sucht und wieder findet. Man könne mit den Perlen „Fangen spielen“, erläutert Vincent mir.

Vincent macht beides: Er befolgt das vorgegebene Programm der Apotheke und er „spielt“, wie er die Suche nach den Perlen auf dem glatten Linoleumboden selbst nennt! In der Benennung und Erläuterung des „*Fangen Spielens*“ gegenüber dem Beobachter kommt zum Ausdruck, dass es sich auch dabei um eine Routine handelt, die Vincent als integralen Bestandteil der Arbeit mit der Apotheke betrachtet. Spiel und Aufgabenbearbeitung schließen sich nicht aus – im Gegenteil, mit den zusätzlichen Möglichkeiten des Spielens, die die Apotheke bietet, kann man den Unterhaltungswert der Arbeit steigern.¹¹

Was bis hierhin als eindrucksvolle Kombination aus spielerischem Umgang mit ansprechenden Materialien und dem Lösen von äußerst anspruchsvollen Rechenaufgaben erschien, verliert mit der nächsten Äußerung Vincents jäh seinen Zauber:

Nach einiger Zeit und mancher Perlenreihe meint Vincent zu mir gewandt: „Das ist eigentlich Zeitverschwendung, das kann ich auch im Kopf“. Er nimmt sich vor: „Die nächste Aufgabe mach ich im Kopf – das ist viel zu aufwändig mit den Perlen“. Außerdem erklärt Vincent: „Das ist immer richtig, das ist langweilig“. Und tatsächlich, er hat inzwischen die nächste Aufgabe angefangen, allerdings wieder mit Perlen, als er bemerkt: „Oh, ich hab die letzte Aufgabe noch nicht kontrolliert!“ Er nimmt noch einmal das Kärtchen mit der letzten Aufgabe hervor, dreht es um und schaut auf das Ergebnis – es entspricht offenbar dem, was er auch heraus bekommen hat. Ich frage, ob man sich nicht auch vertun könne? – „Doch, aber nur wenn man falsch eintauscht“, erläutert Vincent fachmännisch, wenn man sich mit den Farben vertut und z.B. eine 1 für eine 11 tauscht.

Die didaktische Funktion der Apotheke wird mit dieser Äußerung Vincents ausgesprochen fragwürdig. Indem er die Arbeit mit der Apotheke als „*Zeitverschwendung*“ kennzeichnet und in der Bemerkung, die das Hantieren mit den Perlen als „*viel zu aufwändig*“ bezeichnet, erscheint die Apotheke als ein Hilfsmittel, dessen Vincent nicht oder nicht mehr bedarf, denn das Ziel, die Ermittlung des Ergebnisses, könne er auch „*im Kopf*“ realisieren. Wir wissen nicht, ob Vincent sich dem Beobachter gegenüber seiner Kopfrechenfähigkeiten brüsten will, denn er arbeitet weiterhin mit der Apotheke, insgesamt scheint er sich aber sehr sicher zu sein, dass er die Aufgaben auch ohne Apotheke lösen könnte. Warum vollzieht ein Schüler all die aufwändigen Verrichtungen, die das Rechnen mit dem Material erfordert, wenn er auch einfacher an die Lösung der Aufgabe käme? Auf diese Frage müssen wir zurückkommen.

Außerdem bezeichnet Vincent als „*langweilig*“, dass es „*immer richtig*“ sei. Langweilig ist die Arbeit mit der Apotheke für ihn offenbar, weil sie ihn vor keine kognitiven Herausforderungen stellt – Mathematik ist zur reinen Handarbeit geworden, es handelt sich um die manuelle, aber automatisierte Produktion von Rechenergebnissen. Für Vincent ist noch nicht einmal die Korrektheit des Ergebnisses eine Frage oder gar spannend – er vergisst, das Ergebnis zu kontrollieren! Die Apotheke wird zu einer Ma-

11 Zur Relevanz des Unterhaltungswertes der Arbeit im Rahmen des „Schülerjobs“ vgl. Breidenstein (2006).

schine, die bei korrekter Handhabung richtige Ergebnisse hervorbringt, fast wie ein Taschenrechner (dessen Ergebnisse man auch nicht kontrollieren würde).

Wenn man die vorgesehenen Schritte alle durchführt, kommt automatisch das richtige Ergebnis dabei heraus. Die Zweifel des Beobachters richten sich auf den ‚menschlichen Faktor‘, der möglicherweise als Fehlerquelle in Frage kommt. Dies gesteht Vincent auch zu, wobei er den (geläufigen?) Fehler auch klar zu benennen weiß: die Verwechslung der Farben beim Tausch – ein Flüchtigkeitsfehler, auf dessen Vermeidung man seine Sorgfalt richten muss. Auch die Benennung dieser Fehlermöglichkeit verweist letztlich auf den ‚technischen‘ oder maschinellen Charakter des Vorganges, bei dem es darum geht, die Anzahl von Perlen in Glasröhrchen zu überprüfen und die richtigen Farben zu beachten.

Vincent verlässt sich so sehr auf den Algorithmus der Apotheke, dass er sich sogar die Kontrolle des Ergebnisses erspart. Dem Algorithmus kann man nur ‚blind‘ vertrauen. Auch wenn man anhand der vorgesehenen Ergebniskontrolle (auf der Rückseite des Aufgabekärtchens steht das Ergebnis) feststellt, dass das eigene Ergebnis falsch ist, weiß man nicht, wo der Fehler passiert ist. Der Fehler ist irgendwo in der ‚black box‘ der Rechenmaschine passiert und es bleibt nur, den ganzen Vorgang zu wiederholen in der Hoffnung, dass der Fehler diesmal vermieden wird.

Die Division großer Zahlen erscheint in der Beobachtung Vincents und seiner Arbeit mit der Apotheke nicht als kognitive Herausforderung, sondern als eine Tätigkeit, bei der allenfalls eine gewisse Sorgfalt auf die exakte Ausführung der vorgesehenen Verrichtungen zu verwenden ist. Dabei ist der mathematische Vorgang, um den es geht, die Division großer Zahlen, vermutlich kaum noch (kognitiv) repräsentiert. Insofern die Division in einen Vorgang des *Verteilens* von Perlen überführt ist, kann jedenfalls keine Vorstellung von den Größenrelationen der Zahlen entstehen (zumal die Stellenwerte durch Farben symbolisiert sind). Die Division lässt sich zwar durchaus als Verteilung auffassen, die als mechanischer Vorgang bei kleineren Zahlen auch praktikabel ist;¹² bei größeren Zahlen kommt diese Auffassung aber an Grenzen – es sei denn, man erfindet einen Mechanismus, der den Stellenwert der Zahlen einbezieht, wie es mit der Apotheke geschehen ist.¹³ Wenn man hingegen die Division als *Aufteilung* auffasst, fragt man danach, wie viele Teilmengen ‚hinein passen‘, wenn man einen Dividenten durch einen Divisor teilt. In diesem Fall entwickelt man eine Vorstellung von den Größenrelationen und kann z. B. auch Schätzungen abgeben, welches Ergebnis *ungefähr* in Frage kommt. Diese Vorstellung von der Division ist nicht nur alltagspraktisch relevant, sondern auch mathematisch eine wichtige Voraussetzung für eine sinnvolle Repräsentation dieser Grundrechenart.

Die Skepsis gegenüber dem didaktischen Gehalt der Apotheke, die bei deren genauerer Betrachtung aufgekommen war, konkretisiert sich also in der Beobachtung Vincents und seiner Handhabung der Apotheke: Der Schüler führt die vorgesehenen

12 So wird die Division auch oft eingeführt: „Verteile 15 Äpfel an 5 Kinder“ o. ä. (z. B. Gasteiger/Hasemann 2014, S. 134). Bei der Vorstellung des Verteilens steht die Menge der Teilmengen also fest und es geht um die Frage, wie viele Elemente auf eine Teilmenge entfallen.

13 Diesen Vorgang kann man als „gebündeltes Verteilen“ verstehen, wie es im Prinzip auch der schriftlichen Division zu Grunde liegt.

Operationen zwar routiniert und versiert durch, aber es ist nicht erkennbar, dass er sich kognitiv mit der Divisionsaufgabe auseinandersetzen würde, bis dahin, dass er sich für die Korrektheit des Ergebnisses kaum interessiert. Aus mathematikdidaktischer Sicht (Radatz/Schipper 2000; Padberg/Benz 2011) würde man wohl eher dafür plädieren, Grundvorstellungen von der Division an kleineren Zahlen einzuführen und nicht zu schnell komplizierte Algorithmen zu etablieren, die zwar die Division großer Zahlen ermöglichen, die aber ein Verständnis des Vorgangs verstellen.

5. Schluss: die Inszenierung selbständigen Lernens

Eine weitere Überraschung erlebte der Beobachter in der Pause, die an die beschriebene Beobachtung anschloss. Während dem Beobachter angesichts der Auskünfte Vincents Zweifel am didaktischen Gehalt der Apotheke gekommen waren,¹⁴ geriet eine der Lehrkräfte angesichts der Szene mit Vincent, die sie wohl aus etwas größerer Entfernung beobachtet hatte, ins Schwärmen.

Im Pausengespräch am Tisch der Lehrerinnen beim Frühstückskaffee rühmt Frau Ohm mir gegenüber die Arbeit Vincents mit der Apotheke als „vorbildlich“. Diese Szene hätte man für einen Lehrfilm nehmen können, meint sie. Auch Frau Lehmann bestätigt, dass Vincent es genau so mache, wie sie es ihm gezeigt habe, er sei sehr sorgfältig bei dieser Arbeit.

Was ist es, das die beiden Lehrerinnen hier so in Begeisterung versetzt? Sie sind offensichtlich erfreut, dass der Beobachter von der Universität sich gerade Vincent und seine Arbeit mit der Apotheke für die Fokussierung seiner Unterrichtsbeobachtungen ausgesucht hat, und wollen sicher gehen, dass ihm die besondere Qualität dieser Schülertätigkeit auch bewusst ist. Denn es geht zugleich um Qualitäten ihres Unterrichts, auf die die Lehrerinnen stolz sind und die sie *zeigen* möchten. Einen Hinweis auf diese Qualitäten enthält das Lob der „Sorgfalt“ Vincents und der präzisen Ausführung der Verrichtungen, der es genau so mache, *wie es ihm gezeigt wurde*. Bei einer Tätigkeit, bei der es auf die korrekte und selbständige Ausführung einer komplexen Prozedur ankommt, kann Vincents Tun als „vorbildlich“ und vorzeigbar gelten. Der Beobachter bringt allerdings vorsichtig die Äußerungen Vincents in das Gespräch ein, um zu sehen, wie die Lehrerinnen sich dazu positionieren:

Auf meinen Hinweis, dass Vincent erklärt habe, er könne das auch im Kopf rechnen, bestätigen die Lehrerinnen seine Aussage. Es sei überhaupt so, dass die „Apotheke“ so kompliziert sei, dass sie von schwächeren oder lernbehinderten Schülern kaum gehandhabt werden könne. Die könnten sich die ganzen Handgriffe (sie haben ein anderes Wort benutzt) gar nicht merken.

Eine letzte Pointe im Rahmen dieser aufschlussreichen Beobachtungssequenz aus dem Alltag individualisierten Unterrichts: Den Lehrerinnen ist durchaus bewusst, dass Vincent die einzelnen Rechenoperationen auch „im Kopf“ lösen könnte und insofern gar nicht auf die umständlichen Verrichtungen des Verteilens von Perlen in Vertiefungen auf

14 Diese Zweifel konkretisierten sich fachlich erst sehr viel später im Austausch mit Kollegen aus der Mathematikdidaktik. Insbesondere Wolfram Meyerhöfer und Torsten Fritzlar sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Holzbrettern angewiesen wäre. Die Arbeit mit der Apotheke ist im Falle von Vincent, das bestätigen die Lehrerinnen, überflüssig, wenn es um die Lösung der Divisionsaufgaben geht, denn dieser Schüler wäre wohl auch in der Lage sich schriftlicher oder halbschriftlicher Verfahren zu bedienen. Andererseits ist es auch gerade dieser Schüler, der so schön mit der Apotheke arbeiten kann! Das wird deutlich in der nächsten Bemerkung, dass die komplizierte Apotheke für „*schwächere oder lernbehinderte Schüler*“ kaum geeignet sei. Wenn man also einen „*Lehrfilm*“ über die Handhabung der Apotheke drehen (oder einem erziehungswissenschaftlichen Beobachter seinen Unterricht zeigen) möchte, dann braucht man Schüler wie Vincent, die der Apotheke zwar aus didaktischer Sicht vielleicht nicht bedürfen, die aber in der Lage sind, selbständig und sorgfältig damit zu arbeiten.

Hier stellen sich dann doch Fragen, die sich auf die übergreifende Bedeutung eines Materials wie die „Apotheke“ richten: Wenn die didaktische Funktion des Materials so fragwürdig wird, wie in der Beobachtung von Vincent und den Einschätzungen der Lehrerinnen – worin liegt dann seine Bedeutung? Welche Funktion hat die Apotheke jenseits des Dividierens großer Zahlen? Was macht die Arbeit Vincents mit der Apotheke so attraktiv, dass die Lehrerinnen am liebsten einen „Lehrfilm“ darüber drehen würden?

Zu vermuten ist, dass es dabei um die doppelte Herausforderung der Darstellbarkeit des „Lernens“ und der Organisation von „Selbständigkeit“ im individualisierten Unterricht geht. Dass das Lernen flüchtig, kaum zu beobachten und unsicher ist, stellt ein Grundproblem schulischen Unterrichts dar. Unterricht muss sich selbst seines Zweckes vergewissern und demonstrieren, dass im Rahmen dieser Veranstaltung „gelernt“ wird (oder zumindest gelernt werden könnte). Das Problem der Darstellung von „Lernen“ wird in unterschiedlichen Formaten schulischen Unterrichts in unterschiedlicher Weise bearbeitet, etwa in der Produktionsorientierung der Schülertätigkeit (Breidenstein 2006) oder in der Praxis der Prüfung, die den (möglichen) Erwerb von Wissen inszeniert (Breidenstein 2010). Im individualisierten Unterricht und seiner Realisierungsform der „Freiarbeit“ wird die Darstellung und Vergewisserung des Lernens als Arbeiten mit „Materialien“ inszeniert. Anhand der geschäftigen und sinnlich wahrnehmbaren Bearbeitung und Durcharbeitung von Materialien können alle Beteiligten sich des Lernens vergewissern.¹⁵

Lernmaterialien spielen in vielen Formen schulischen Unterrichts eine prominente Rolle, im individualisierten Unterricht aber kommt ihnen eine spezifische Funktion zu: Sie organisieren und ermöglichen das *selbständige* Lernen von Schülerinnen und Schülern. Während die Dinge in Röhls (2013) Untersuchung schon durch das räumliche Arrangement, das die Dinge des Wissens in der Regel so platziert, dass sie von allen Schülern gut gesehen werden können, in die zentrierte Ordnung des Plenumsunterrichts eingelassen sind, stellen die Lernmaterialien nach Maria Montessori ein prominentes Mittel dar, um *dezentrierte* Unterrichtsformen zu ermöglichen, indem sie für das „selbständige“ Arbeiten von Schülern konzipiert sind. Die „Selbständigkeit“ der Schüler und Schülerinnen ist pädagogisch gewünscht, aber auch organisatorisch erforderlich: Wenn eine oder zwei Lehrkräfte etwa im jahrgangsübergreifenden Unterricht eine Gruppe von 20 Kindern betreuen, die gleichzeitig an unterschiedlichen Themen arbeiten, dann muss

15 Zur sinnlich-visuellen Dimension dieses Unterrichts vgl. auch die DVD-Produktionen Mohn/Wiesemann (2007) und Mohn/Breidenstein (2013)

gewährleistet sein, dass zumindest ein Großteil dieser Kinder ihrer Hilfe nicht bedürfen.¹⁶ Der individualisierte Unterricht muss, sofern er an der Organisation und Darstellung eines beobachtbaren „Lernens“ festhält, Materialien erfinden, die (nach einer Einführung durch die Lehrperson) das „selbständige“ Arbeiten der Schülerinnen und Schüler über längere Zeiträume ermöglichen. Dies hat in paradigmatischer Weise Maria Montessori getan.

Im Vergleich mit der Apotheke erscheinen die „Dinge des Wissens“ aus der Untersuchung von Röhl (2013), welche, um unterrichtlich wirksam zu werden, auf Erläuterung und Verbalisierung im Unterrichtsdiskurs angewiesen sind, als relativ ‚schwache‘ Objekte. Demgegenüber kann die Apotheke als ein ‚starkes‘ didaktisches Objekt gefasst werden (wenn man dieses Arrangement aus unterschiedlichen Gegenständen mal als *ein* Objekt betrachtet). Starke didaktische Objekte bedürfen keines erklärenden Diskurses, sondern nur der Gebrauchsanweisung, um dann ihrerseits eine tragende Rolle im Unterrichtsgeschehen zu übernehmen. Diese Objekte generieren selbsttätig, mithilfe eines eingebauten Algorithmus, Lösungen von Aufgaben. Damit sind sie in der Lage, eine zentrale Funktion im individualisierten Unterricht zu übernehmen, der darauf angewiesen ist, den einzelnen Mitgliedern der Lerngruppe die „selbständige“ Bearbeitung von Aufgaben zu ermöglichen. Diese bemerkenswerte Leistung eines starken didaktischen Objektes wie der Apotheke hat allerdings den Preis, dass das fachliche Geschehen (in diesem Fall der Divisionsvorgang) unthematisiert bleibt.¹⁷ Mehr noch: Es erscheint nicht nur unthematisiert, sondern darüber hinaus kaum durchschaubar. Während die „Dinge des Wissens“ (Röhl 2013) so beschaffen sind, dass sie der Veranschaulichung dienen und an ihnen etwas gesehen werden kann, ist die „Apotheke“ so artifiziell und der Vorgang, um den es geht, so komplex, dass (wohl nicht nur) der Beobachter große Mühe hat, zu verstehen, was hier passiert. Was allerdings, auch bei kaum durchschaubarer mathematischer Leistung der Apotheke, bleibt, ist die Funktionslust, die sich mit ihrer Handhabung verbindet und deretwegen sich dieses didaktische Objekt bei Schülern durchaus einiger Beliebtheit erfreut, obwohl die Bearbeitung von Divisionsaufgaben mithilfe der Apotheke ohne Zweifel mühevoll und zeitaufwändig ist.

Zusammenfassend betrachtet erscheint Vincents Arbeit mit der Apotheke „pädagogisch wertvoll“ in der Darstellung von Selbständigkeit und in der Dokumentation von avancierten Rechenkompetenzen. (Es sei daran erinnert, dass hier von einem achttjährigen Schüler Divisionsaufgaben aus dem Millionenbereich gelöst werden.) Didaktisch fragwürdig wird die Arbeit mit der Apotheke allerdings in der Trivialisierung des Divisionsvorgangs als Verteilung und in der Etablierung eines verselbständigten Algorithmus, der vom Bearbeiter der Apotheke kaum zu durchschauen ist. Pädagogisches Glück und didaktischer Zweifel hängen wohl insofern zusammen, als vermutlich gerade die Inszenierung „selbständigen“ Lernens die Standardisierung der Schülertätigkeiten erfordert. Komplexe Lernmaterialien instruieren und ‚führen‘ das Tun von Schülerinnen

16 Zum Problem der knappen Ressource Lehrkraft und seine Handhabung vgl. Dorow u.a. (2012) und Breidenstein (2014).

17 In der Klassifizierung der Repräsentationsformen von Wissensbereichen nach Bruner (1974) wäre festzuhalten, dass die Division hier zwar „enaktiv“, aber weder „ikonisch“ noch „symbolisch“ repräsentiert wird.

und Schülern, so dass sie ohne die Hilfe von Lehrpersonen zu den richtigen Ergebnissen kommen. ‚Selbständig‘ sind hier also vor allem die didaktischen Objekte, indem sie (bei vorschriftsgemäßigem Gebrauch) Aufgaben lösen und zugleich (darüber hinaus) Möglichkeiten des Spielens anbieten.

Autorenangaben

Prof. Dr. Georg Breidenstein
Institut für Schulpädagogik und Grundschuldidaktik
Arbeitsbereich Grundschulpädagogik
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
georg.breidenstein@paedagogik.uni-halle.de

Literatur

- Bartnitzky, H./Hecker, U./Lassek, M. (Hrsg.) (2012): Individuell fördern – Kompetenzen stärken (Kl. 1 und 2). Frankfurt/Main: Grundschulverband.
- Bohl, T./Bönsch, M./Trautmann, M./Wischer, B. (Hrsg.) (2012): Binnendifferenzierung. Teil 1: Didaktische Grundlagen und Forschungsergebnisse zur Binnendifferenzierung im Unterricht. Immenhausen: Prolog.
- Bohl, T./Kucharz, D. (2010): Offener Unterricht heute. Konzeptionelle und didaktische Weiterentwicklung. Weinheim: Beltz.
- Brand, G. (2004): Mathematische Bildung. In: Ludwig, H.: Montessori-Schulen und ihre Didaktik. Baltmannsweiler : Schneider Verlag Hohengehren, S. 113-126.
- Breidenstein, G. (2006): Teilnahme am Unterricht. Ethnographische Studien zum Schülerjob. Wiesbaden: VS-Verlag.
- Breidenstein, G. (2010): Überlegungen zu einer Theorie des Unterrichts. In: Zeitschrift für Pädagogik 56,6, S. 869-887.
- Breidenstein, G. (2014): Die Individualisierung des Lernens unter den Bedingungen der Institution Schule. In: Kopp, B./Martschinke, S. et al. (Hrsg.): Individuelle Förderung und Lernen in der Gemeinschaft. Wiesbaden: Springer VS, S. 35-50.
- Bruner, J. S. (1974): Entwurf einer Unterrichtstheorie. Berlin: Berlin-Verlag.
- Dorow, S./Breidenstein, G./Menzel, C./Rademacher, Sandra (2012): Anstellen statt Melden – Die Warteschlange im individualisierten Unterricht. In: Hellmich, F./Förster, S./Hoya, F. (Hrsg.): Bedingungen des Lehrens und Lernens in der Grundschule. Wiesbaden: Springer VS, S. 77-80.
- Drews, U./Wallrabenstein, W. (Hrsg.) (2002): Freiarbeit in der Grundschule. Offener Unterricht in Theorie, Forschung und Praxis. Frankfurt a. M.: Grundschulverband – Arbeitskreis Grundschule e.V.
- Fetzer, M. (2012): Lernen in einer Welt der Dinge. Methodologische Diskussion eines objektintegrierenden Ansatzes zur mikroethnografischen Unterrichtsanalyse. In: Friebertshäuser, B./Kelle, H. et al. (Hrsg.): Feld und Theorie. Herausforderungen erziehungswissenschaftlicher Ethnographie. Opladen: Barbara Budrich, S. 121-136.

- Fetzer, M. (2014): Mit Objekten rechnen. Empirische Unterrichtsforschung auf den Spuren von Materialien im Mathematikunterricht. In: Alkemeyer, T./Kalthoff, H./Rieger-Ladich, M. (Hrsg.): *Bildungspraktiken. Körper – Räume – Artefakte*. Weilerswist: Velbrück.
- Gasteiger, H./Hasemann, K. (2014): *Anfangsunterricht Mathematik*. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Kalthoff, H. (2014): Die Dinglichkeit der sozialen Welt. Erscheint in: Thompson, C./Jergus, K./Breidenstein, G. (Hrsg.): *Interferenzen. Perspektiven kulturwissenschaftlicher Bildungsforschung*. Weilerswist: Velbrück.
- Kalthoff, H./Röhl, T. (2011): Interobjectivity and Interactivity. *Material Objects and Discourse in Class*. In: *Human Studies* 34 (4), S. 451-469.
- Krauthausen, G./Scherer, P. (2007): *Einführung in die Mathematikdidaktik*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Kopp, B./Martschinke, S./Munser-Kiefer, M./Haider, M./Kirschhock, E.-M./Ranger, G./Renner, G. (Hrsg.) (2014): *Individuelle Förderung und Lernen in der Gemeinschaft*. Wiesbaden: Springer VS.
- Latour, B. (1998): *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*. Frankfurt a. M.: Fischer-Taschenbuch-Verlag.
- Latour, B. (2000): *Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Ludwig, H. (2004): *Montessori-Schulen und ihre Didaktik*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Mohn, B.-E./ Breidenstein, G. (2013): *Arbeitswelten in der Grundschule. Praktiken der Individualisierung von Unterricht*. Göttingen: IVE.
- Mohn, B.-E./Wiesemann, J. (2007): *Handwerk des Lernens. Kamera-ethnographische Studien zur verborgenen Kreativität im Klassenzimmer*. Göttingen: IWF.
- Montessori-Vereinigung e.V. Sitz Aachen (1997): *Montessori-Material (Teil 1-3)*. Zelhem: Nienhuis-Verlag.
- Montessori, M. (1991): *Die Entdeckung des Kindes*. Freiburg i. Br.: Herder.
- Nohl, A.-M. (2011): *Pädagogik der Dinge*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Padberg, F./Benz, C. (2011): *Didaktik der Arithmetik: für Lehrerbildung und Lehrerfortbildung*. Wiesbaden: Spektrum Akademischer Verlag.
- Radatz, H./Schipper, W./Dröge, R./Ebeling, A. (2000): *Handbuch für den Mathematikunterricht an der Grundschule. Band 4*. Braunschweig: Schroedel.
- Röhl, T. (2013): *Dinge des Wissens. Schulunterricht als sozio-materielle Praxis*. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Sørensen, E. (2009): *The Materiality of Learning*. Cambridge: University Press.
- Wiesemann, J./Lange, J. (2014): Schülerhandeln und die Dinge des Lernens. Zum Verhältnis von Sinn und Objektgebrauch. In: Alkemeyer, T./Kalthoff, H./Rieger-Ladich, M.: *Bildungspraktiken. Körper – Räume – Artefakte*. Weilerswist: Velbrück.