

OBJEKTE

Tobias Röhl

Auffordern

Postphänomenologische Überlegungen zur Materialität schulischen Unterrichtens

I. Einleitung

Bildung und Schulunterricht sind nicht nur Domänen menschlicher Interaktion und Kommunikation, sondern auch dingliche Welten. Von profanen Gegenständen wie Tischen und Stühlen, Türen und Fenstern bis hin zu den zentralen Artefakten des Unterrichtens wie etwa Wandtafel und Versuchsanordnungen – eine Reihe von Dingen macht Schulunterricht, so wie ihn die meisten von uns kennen, überhaupt erst in dieser Form möglich. Schenkte die klassische Unterrichtsforschung den Dingen des Schulunterrichts lange Zeit keine nennenswerte Achtung, gibt es nun vermehrt Studien, die sich mit dieser materiellen Dimension der Bildung auseinandersetzen. Während einige Arbeiten Praktiken des Gebrauchs im Umgang mit den Dingen stark machen, sehen andere Dinge als Teil eines komplexen Arrangements aus Menschen, Dingen und Diskursen. Unter Rückgriff auf (post-)phänomenologische Autoren möchte der Beitrag zeigen, dass es über diese Ansätze hinaus lohnenswert ist, sich mit der sinnlichen Dimension der schulischen Dinge auseinanderzusetzen. Im Folgenden stelle ich deshalb zunächst den bisherigen Forschungsstand zu den Dingen in der Bildungsforschung kurz dar, um dann an empirischen Beispielen zu zeigen, wie (post-)phänomenologische Überlegungen der qualitativen Unterrichtsforschung helfen können, die Dinge des Schulunterrichts in ihrer Sinnlichkeit ernst zu nehmen.

Die Überlegungen stützen sich auf ein ethnographisches Forschungsprojekt zur Materialität des Mathematik- und Physikunterrichts. Im Fokus dieser Forschung und dieses Beitrags stehen die *Dinge des Wissens* im Schulunterricht, d.h. gegenständliche Arrangements, die – anders als etwa das Mobiliar – für die *Darstellung* schulischen Wissens zentral sind: die Wandtafel, interaktive Whiteboards, Beamer und Computer sowie Versuchsanordnungen und Anschauungsobjekte. Forschungsleitend sind Fragen nach dem Zusammenhang von Praxis und Dingen. Im Laufe des Projekts habe ich vier weiterführende Schulen – drei Gymnasien, eine Gesamtschule – in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz besucht und dort über mehrere Monate hinweg den Unterricht unterschiedlicher Klassen und Lehrer begleitet, Fotos geschossen sowie Skizzen und

Beobachtungsprotokolle angefertigt. Einen Teil der Unterrichtsstunden konnte ich zudem mit einem digitalen Diktiergerät aufzeichnen.

II. Dinge in der Bildungsforschung

Die qualitative Bildungsforschung hat Bildung und Schulunterricht lange Zeit vor allem als Domäne menschlicher Kultur und sozialer Interaktion gefasst (siehe nur Hammersley 1990; Woods 1990; Zinnecker 1986). Die Materialität der Bildung und damit auch die Dinge des Schulunterrichts haben dementsprechend lange keine nennenswerte Rolle gespielt. Seit den 1990er-Jahren zeichnet sich jedoch ein zunehmend sichtbares, aber auch heterogenes Forschungsfeld ab, das die materielle Dimension von Bildung und Schulunterricht in das Zentrum der Forschung rückt.

Sozio-kulturelle Lerntheorien betonen unter Rückgriff auf Lew Wygotski und Alexei Leontjew die Rolle von Artefakten als vermittelnde Werkzeuge des Lernens (Arievitch 2007; Cobb 2002; Reveles et al. 2007). In diesen Werkzeugen hat sich historisches Wissen darüber eingelagert, wie man bestimmte Probleme angeht. Studien zur Multimodalität des Schulunterrichts beschreiben Dinge – neben der Lautsprache, Gesten usw. – als eine Ebene der Kommunikation (Jewitt 2008; Kress et al. 2001). Pitsch/Ayaß (2008) interpretieren dementsprechend den Schlüssel, den eine Lehrperson geräuschvoll auf das Pult ablegt, als Signal, das den Unterrichtsbeginn markieren soll. Weitere Forschungen setzen sich – unter Rückgriff auf kulturwissenschaftliche Überlegungen zur Schriftlichkeit – mit dem Gebrauch und der Performativität der Wandtafel auseinander (Kalthoff/Röhl 2011; Kalthoff 1997: 99ff.). Diese Arbeiten analysieren u.a. die choreografierende Leistung der Wandtafel und die Verknüpfung zweier Medien: Visualisiert wird an der Wandtafel, aber durch die Schrift. In der fachdidaktisch orientierten Unterrichtsforschung beschäftigt sich beispielsweise Jörg Voigt (1991) mit dem Einsatz von Bildern im Mathematikunterricht der Grundschule und weist auf das Problem ihrer Ambiguität hin. Physikdidaktische Lehrbücher (Kircher et al. 2002; Mikelskis-Seifert/Rabe 2007) sehen in Wandtafel und Experiment unterschiedliche didaktische Medien, die verschiedene Sinne ansprechen. Generell wird häufig angenommen, dass eine möglichst große Bandbreite verschiedenster medialer Kanäle ein besseres Verständnis des Stoffs ermöglicht (Mayer 2009).¹

Hier möchte ich aber vor allem zwei Strömungen innerhalb der Unterrichtsforschung vorstellen und diskutieren, die sich ganz explizit mit den Dingen des Unterrichts beschäftigen. Während die erste Strömung

1 In der Erforschung schulischer Räume werden (zumindest implizit) auch Dinge thematisiert; hierauf gehe ich nicht ein; siehe aber Beiträge in diesem Band).

deutlich ethnomethodologische Züge trägt, orientiert sich die zweite vor allem an der Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT). Indem sie die materielle Dimension der Bildung zum Thema der Forschung machen, öffnen beide Zugänge die *black box* der schulischen Dinge. Während die ethnomethodologische Perspektive sich in erster Linie dafür interessiert, wie Dinge in mundane Praktiken des Gebrauchs eingebunden sind, zeigt die ANT den konstitutiven Beitrag der Dinge zum Unterricht als Netzwerk aus unterschiedlichen Akteuren.

Ethnomethodologisch orientierte Unterrichtsforschung

Ethnomethodologische bzw. konversationsanalytische Perspektiven sind seit langem fester Bestandteil der qualitativen Unterrichtsforschung. Mit der Ethnomethodologie fassen einige Unterrichtsforscher schulischen Unterricht als von den Teilnehmern hervorgebrachte und immer wieder zu bestätigende Situation (Wiesemann/Amann 2002). Während die frühen Studien zum Schulunterricht so vor allem die lokale Gerechtigkeit des Unterrichtsgesprächs nachzeichneten (McHoul 1990; Payne/Hustler 1980), befassen sich neuere Untersuchungen – auch unter dem Einfluss der Workplace Studies (Knoblauch/Heath 2006) – vermehrt mit den Dingen des Unterrichts. Die Workplace Studies beforschen berufliche Arbeit in situ und interessieren sich für die ganz und gar mundanen Praktiken verschiedenster Professionen. Dabei kommen auch die immer wichtiger werdenden technischen Artefakte des Arbeitslebens in den Blick. Analog dazu beschäftigen sich ethnomethodologisch orientierte Arbeiten zum Unterricht mit der Wandtafel (Macbeth 1994; siehe auch Greiffenhagen in diesem Band), dem Einsatz von Lernsoftware (Birmingham et al. 2002) oder Demonstrationsexperimenten (Lynch/Macbeth 1998). Die ethnomethodologischen Studien zu den Dingen des Unterrichts interessieren sich vor allem dafür, wie Dinge des Unterrichts mit Gebrauchspraktiken verbunden sind. So zeigen Lynch/Macbeth (1998), dass Praktiken des Zeigens und Kommentierens erforderlich sind, damit Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht etwas an einem Demonstrationsexperiment sehen können. Birmingham et al. (2002) beschreiben, wie der Einsatz von Lernsoftware im Englischunterricht an einer britischen Schule die Interaktion zwischen Lehrern und Schülern verändert. Da der Fortschritt der Schüler beim Bearbeiten einer Aufgabe am Bildschirm sichtbar ist, nehmen diese häufig die antizipierten Einwände der über ihre Schultern schauenden Lehrerin vorweg. Sie greift zudem viel häufiger auf nonverbale Zeigegesten zur Steuerung der Aufmerksamkeit der Schüler zurück.

Akteur-Netzwerk-Theorie und Unterrichtsforschung

Ein weiterer Zweig innerhalb der qualitativen Bildungs- und Unterrichtsforschung greift auf Konzepte aus den Science and Technology Studies (STS) und hier vor allem auf die Akteur-Netzwerk-Theorie zurück, um sich der Materialität der Bildung und Erziehung anzunähern (für einen Überblick siehe Fenwick/Edwards 2010). Die STS beschreiben (natur-)wissenschaftliches Wissen als Ergebnis situierter Praktiken der Wissenschaftler in ihren Labors (Knorr-Cetina 1984; Pickering 1995). In Studien zum naturwissenschaftlichen Unterricht hielt diese Perspektive recht früh Einzug (Kelly et al. 1993; Roth 1998). Hier dienen die STS vor allem als Kontrastfolie zum klassischen naturwissenschaftlichen Unterricht und sollen dabei helfen einen naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwerfen, der sich an authentischen wissenschaftlichen Praktiken orientiert.² Die Schüler sollen die mundanen Praktiken des Kartierens, Messens, Aufzeichnens und Schreibens kennenlernen. Damit nehmen auch die technischen Artefakte und Darstellungsmittel einen breiten Raum ein. So plädieren etwa Roth/McGinn (1998) dafür, Schülern Diagramme und andere wissenschaftliche Inskriptionen (Karten, Tabellen, Schaubilder usw.) nicht losgelöst von den Praktiken ihrer Herstellung und Verwendung zu vermitteln. Nur dann sei ein tatsächliches Verständnis dieser wissenschaftlichen Darstellungstechniken gewährleistet.

Andere Autoren nutzen hingegen die Konzepte der STS, um damit einen Zugang zu Bildung und ihrer Materialität zu finden. Hier dient vor allem die von Bruno Latour, Michel Callon und anderen entwickelte Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT) als Bezugspunkt. Dinge sind hier als nicht-menschliche Akteure an heterogenen Netzwerken beteiligt (Latour 2006). Nur im Verbund mit anderen menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren (Dinge, Texte usw.) kann ein Akteur handeln. So kann für Latour weder dem menschlichen Schützen, noch der Schusswaffe allein die Wirkmacht eines tödlichen Schusses zugeschrieben werden, sondern nur einem Hybrid aus Mensch und Schusswaffe. Das Netzwerk in der ANT ist aber keineswegs durch das Hier und Jetzt einer Situation eingegrenzt, sondern reicht weit darüber hinaus und umfasst – über die in den Dingen eingeschriebenen Skripte – nicht anwesende Akteure (Latour 2001; Johnson 2006). So ist beispielsweise das Kultusministerium über die Lehrpläne in den Schulbüchern im Unterricht anwesend oder ich als Autor und Sie als Leserin oder Leser dank literarischer Mittel in diesem

- 2 Lynch/Macbeth (1998) kritisieren den Vergleich von Naturwissenschaft und naturwissenschaftlichem Unterricht. Der Vergleich ignoriert die praktischen und situativen Besonderheiten des Unterrichtens, die nicht als Defizit, sondern als Bedingung schulischen Lehrens und Lernens zu verstehen sind.

Text. Damit sich die heterogenen Akteure im Netzwerk zusammenschließen, ist allerdings Übersetzungsarbeit notwendig, d.h., Akteure müssen füreinander anschlussfähig gemacht und dadurch transformiert werden (Callon 2006). Während sich beispielsweise ein Lehrplan an die lokalen Bedingungen des Unterrichts anpassen muss, müssen sich Lehrer und Schüler ihrerseits dem Lehrplan fügen. Einmal so zustande gekommene Netzwerke sind ihrerseits Akteure, deren einzelne Bestandteile und Entstehungsgeschichte größtenteils in einer Black Box verschwinden. Gerade dadurch sind sie wirkmächtig und relativ stabil.³

Einige Autoren beschreiben so mit der ANT Bildung und Unterricht als raum-zeitliche Grenzen überschreitendes Netzwerk aus menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren (etwa McGregor 2004; Waltz 2006). Bildung ist hier kein Projekt nur menschlicher Akteure, die sich willfähriger Werkzeuge bedienen. Dinge konfigurieren den Unterricht mit und erlauben es eine über die Situation reichende Kontinuität zu schaffen. So macht beispielsweise ein Aufgabenblatt ein Fach und seine Wissenspraktiken am heimischen Schreibtisch präsent und umgekehrt kann die zu Hause erbrachte Leistung des Schülers in den Unterricht hinein getragen werden (Nespor 1994). In der Bildungs- und Unterrichtsforschung kommt so aber nicht nur die Materialität der Erziehung in den Blick, sondern auch die Brüche und Heterogenitäten, die in der schulischen Praxis zu finden sind (Fenwick/Edwards 2010). Wenn ein neuer Lehrplan oder neue Technik Einzug in den Unterricht hält, dann verändern sich sowohl Unterricht als auch Lehrplan und Technik. Gegen eine Logik der Implementierung setzen diese Studien auf – größtenteils unberechenbare – wechselseitige Anpassungsprozesse. Unter Rückgriff auf Weiterentwicklungen der ANT beschreibt Estrid Sørensen (2009) den Einsatz einer Lernsoftware in einer dänischen Grundschule als fluide Praxis. Die Schüler gestalten dort eine virtuelle Lernumgebung, indem sie laufend neue Versatzstücke aus dem World Wide Web zusammentragen und der virtuellen Welt hinzufügen. Anders als der Netzwerkbegriff der klassischen ANT macht der Begriff des Fluiden deutlich, dass sich Assoziationen und Arrangements im ständigen Wandel befinden können. In der fluiden Gestalt des Netzwerkes können einzelne Elemente ausgetauscht werden oder gänzlich wegfallen, die Assoziation bleibt dennoch stabil. Damit verfehlt für Sørensen auch der auf Wahrheit und Repräsentation angewiesene Wissensbegriff die neueren technisch vermittelten Formen des Lehrens und Lernens. Es geht dort nicht mehr um einen individuellen

3 Ich beschreibe hier die klassische ANT, die das Netzwerk als relativ stabile Einheit fasst (zur Weiterentwicklung der ANT siehe bspw. Law/Hassard 1999; Latour 2007).

Zuwachs an Wissen, sondern um eine Erweiterung der nicht nach dem Muster der Repräsentation geschaffenen Assoziation.

III. Postphänomenologische Überlegungen zu den Dingen

Ethnomethodologisch orientierte Studien machen uns darauf aufmerksam, dass Dinge im Unterricht nicht einfach da, sondern in Praktiken des Gebrauchs eingebunden sind. Erst durch diese Praktiken sind die Dinge beispielsweise dazu in der Lage etwas zu zeigen. Die ANT schreibt den Dingen hingegen eine wesentlich stärkere Wirkmacht zu und beschreibt, wie sie die anderen Elemente des Netzwerks transformieren. Mit anderen »theories of arrangement« (Schatzki 2002: xii) betont die ANT ferner, dass jeder Akteur durch seine Verbindungen zu anderen Akteuren bestimmt ist. Die Netzwerkperspektive interessiert sich so vor allem für das Arrangement als Ganzes und sein Zustandekommen sowie für Transformationsketten, die weit über die Situation hinaus reichen. Dabei verliert die ANT jedoch oftmals aus den Augen, was im Hier und Jetzt der Situation, im Gewirr der Praktiken vor sich geht (Kalthoff 2009: 277f.; Verbeek 2005: 165f.). Ob nun ein menschlicher Akteur oder ein nicht-menschlicher Akteur eine durch seine Relationen bestimmte Position im Netzwerk einnimmt, spielt für die ANT keine Rolle (Rammert 2006: 185). Sie kennt dabei auch keinen Unterschied zwischen Assoziationen, die Menschen und Menschen miteinander verbinden oder aber Dinge und Menschen. Überspitzt gesagt: Die letztlich semiotische Perspektive der ANT hinterlässt so eine sinnliche Wüste, die weder Körper noch deren Sinnlichkeit kennt. Gerade für die Frage danach, wie Dinge im Schulunterricht Wissen darstellen, scheint mir aber die sinnliche Dimension der Dinge zentral.

Don Ihde (1990; 2003; 2009) betont in seinem Werk eben die von der ANT sträflich vernachlässigte leiblich-sinnliche Seite technischer Artefakte. Unter Rückgriff auf Maurice Merleau-Ponty und Martin Heidegger entwickelt er sein postphänomenologisches Programm, das er in Abgrenzung von Edmund Husserls Transzendentalphänomenologie als empirische und pragmatistisch informierte Technikphilosophie entwirft. Ziel der postphänomenologischen Analysen ist nicht mehr die Fundierung von Erkenntnis im transzendentalen ego, sondern die Analyse ganz konkreter Mensch-Technik-Beziehungen. Diese unterscheidet Ihde danach, wie sie zwischen Mensch und Welt vermitteln (Ihde 1990: 72ff.; 2009: 42ff.). Die Postphänomenologie unterscheidet so drei grundlegende Typen von Mensch-Ding-Beziehungen:

1. *Vermittlungsbeziehungen* (»relations of mediation«): Technische Artefakte treten oftmals als Vermittler zwischen Mensch und Welt auf. Einerseits können sie so in *verleiblichten Beziehungen* (»embodiment relations«) zum Teil unseres leiblichen Weltbezugs werden und so nahezu transparent unsere Wahrnehmung transformieren. So vermittelt etwa ein Teleskop ein vergrößertes Bild eines Himmelskörpers ohne selbst dabei im Fokus der Aufmerksamkeit zu stehen. Wir sehen durch das Teleskop hindurch auf etwas Anderes. In *hermeneutischen Beziehungen* (»hermeneutic relations«) sind zwar die Dinge selbst Gegenstand unserer Wahrnehmung, aber man interpretiert sie als Zeichen, d.h. im Hinblick auf etwas nicht unbedingt unmittelbar Anwesendes. Ein Thermometer kann uns so mitteilen, dass es draußen kalt ist, ohne dass wir die Kälte spüren müssen.
2. *Alteritätsbeziehungen* (»alterity relations«): Dinge können uns aber auch als quasi-eigenständiges Gegenüber begegnen. Sie sind dann weniger vermittelnde Instanz als vielmehr das Andere, auf das wir unsere Aufmerksamkeit richten. Roboter, aber auch Spielzeug sind Beispiele für Alteritätsbeziehungen. Von Dingen geht hier oftmals eine uns einfangende Faszination aus.
3. *Hintergrundbeziehungen* (»background relations«): Heizungen und Klimaanlage sind Beispiele für technische Artefakte, die – solange sie einwandfrei funktionieren – im Hintergrund arbeiten. Sie verändern zwar den Zustand der Welt (und damit indirekt auch unseren Bezug zur Welt), erfordern aber dazu in der Regel nicht unsere direkte Zuwendung.

Ihdes Typologie der Mensch-Ding-Beziehungen zielt auf die Frage nach der Vermittlung menschlicher Erfahrung und Wahrnehmung durch technische Artefakte und in welchem Maße diese selbst Objekt unseres Wirkens sind. Dabei interessiert sich Ihde dafür, wie Technik bestimmte Aspekte verstärkt (»amplification«), andere aber in den Hintergrund rückt (»reduction«). Während uns beispielsweise ein Teleskop Details auf der Mondoberfläche erkennen lässt, verlieren wir den größeren Zusammenhang des Nachthimmels aus den Augen. Dinge sind dabei keine neutralen Werkzeuge zwischen Welt und Mensch, sondern *Mittler*, die aktiv an dieser Beziehung mitwirken. Dies versteht Ihde als »technological intentionality« (1990: 141). Während Husserl Intentionalität für das menschliche Bewusstsein reservierte, ist für Ihde auch Technik gerichtet und bestimmt so, wie wir über die Technik die Welt erfahren. Indem technische Artefakte dermaßen unseren Weltbezug vermitteln und dadurch transformieren, verändern sie auch uns (Ihde 2009: 44). Postphänomenologisch muss deshalb von einer »interrelational ontology« gesprochen werden, in der Technik und Mensch sich ko-konstituieren.

Das postphänomenologische Programm Ihdes wird von Verbeek (2005) aufgenommen und in einen direkten Dialog mit der ANT gebracht. Damit ergänzt er die Postphänomenologie um eine »existentielle« Dimension und kann so nicht nur von dinglich vermittelter Erfahrung, sondern auch von derart vermittelten Handlungen sprechen (Verbeek 2005: 161ff.). Dinge heben eben nicht nur hervor und blenden aus, sondern fordern dadurch auch bestimmte Handlungen heraus und hemmen andere. Während Latour sich für die Übersetzung von Handlungsprogrammen in großen Netzwerkzusammenhängen interessiert, befasst sich Verbeek mit den durch die Erfahrungsdimension übersetzten Handlungen. Wenn beispielsweise ein Hotelschlüssel⁴ durch seine Größe als schweres, störendes Ding in der Hosentasche wahrgenommen wird, so fordert dies die Gäste dazu auf, den Schlüssel an der Rezeption abzugeben, und hemmt sie, ihn mitzunehmen. Kurzum, die Aufforderung der Dinge liegt für Verbeek in ihrer leiblich wahrnehmbaren Sinnlichkeit.

Der Begriff der Aufforderung findet sich auch in der phänomenologisch orientierten Pädagogik wieder (Langeveld 1955; Meyer-Drawe 1999). Hier dient er dazu, die enge Verwicklung von Mensch und Welt zu betonen. Dinge als Teil der Welt sind nicht bloße Empfänger einer menschlichen Sinnzuschreibung, sondern greifen auch auf die Menschen über. Sie affizieren, fordern auf und heraus. Um diesem Appell der Dinge nachzugehen schlägt Stieve (2008) vor, dem kindlichen Zugang zur Welt zu folgen. Kinder sind in noch viel stärkerem Maße als Erwachsene empfänglich für die vorsprachliche und vorkonventionelle Aufforderung der Dinge. Damit ist auch hier eine sinnliche und leibliche Dimension der Dinge angesprochen, die eben nur begrenzt im Sinne einer »agency« gefasst werden kann.⁵

Postphänomenologisch kann man die Dinge des Schulunterrichts also vor allem hinsichtlich ihrer Fähigkeit betrachten, die Teilnehmer zu bestimmten Praktiken aufzufordern, andere aber zu hemmen. Diese

4 Ein bekanntes Beispiel Latours (2006), mit dem sich Verbeek ausgiebig auseinandersetzt.

5 Mit der Aufforderung der Dinge sind Aspekte der materiellen Umwelt angesprochen, die sich auch in James J. Gibsons Wahrnehmungspsychologie (1977) und seinem Konzept der *affordance* ausmachen lassen. Die *affordance* eines Dings ist immer in Hinblick auf ein spezifisches Tier (dies schließt den Menschen ein) zu verstehen und bestimmt, was sich diesem Tier darbietet. Eine feste Oberfläche bietet etwa insofern Halt, als ein Tier mit Beinen darauf laufen, eines mit Flossen sich aber nur schwer fortbewegen kann; ein Hammer bietet sich der menschlichen Hand zum Hämmern dar usw. Allerdings weist Dant (2004: 66ff.) darauf hin, dass die »theory of affordances« – zumindest in ihrer ursprünglichen Ausformulierung – die soziale Dimension des Dinggebrauchs unterbelichtet lässt und die bisweilen enge leibliche Verwicklung von Dingen und Menschen vernachlässigt.

Aufforderung liegt in der auf den menschlichen Leib gerichtete Sinnlichkeit der Dinge. Anders ausgedrückt: Die Dinge bieten den menschlichen Sinnen etwas dar, verändern dadurch den menschlichen Weltbezug und eröffnen dadurch Handlungsmöglichkeiten, verschließen aber andere. Es gilt, die Begriffe der Postphänomenologie als sozio-materielles Vokabular zu nutzen, um diese sinnliche Dimension der Dinge des Schulunterrichts analytisch beschreiben zu können. Wie schaffen es die Dinge des Schulunterrichts Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen? Auf welche Weise binden sie die Schüler ein? Zu welchen Handlungen fordern sie auf, welche hemmen sie? Folgende Begriffspaare dienen mir dabei als heuristische Matrix:

1. *Mensch-Ding-Beziehungen*: Bleibt die ANT bezüglich der Assoziationen zwischen den Elementen des Netzwerks vage und legt eine semiotische Gleichgültigkeit an den Tag, soll hier mit der Postphänomenologie danach gefragt werden, wie sich Dinge und Menschen zueinander in Beziehung setzen. Treten die Dinge als Anderes in den Vordergrund oder sind sie quasi-transparente Mittler? Wie lassen sich diese Beziehungen im Schulunterricht charakterisieren? Lassen sich z.B. Unterschiede zwischen der Wandtafel mit ihrer Schrift und den Demonstrationsexperimenten feststellen und was hat dies für Auswirkungen auf das dargestellte Wissen?
2. *Verstärken/Abschwächen*: Da Dinge des Wissens darstellende Dinge sind, sollen die postphänomenologischen Überlegungen zu den Vermittlungsbeziehungen hier aufgenommen werden. Welche Aspekte werden durch dingliche Darstellungen des Wissens verstärkt, welche geraten aus dem Blick?
3. *Auffordern/Hemmen*: Dinge des Wissens – so eine zentrale Annahme – sprechen Schüler aber auch ganz unterschiedlich an. Sie fordern auf und heraus. Dies tun sie in jeweils einer ihr ganz eigenen Weise als Teil von Mensch-Ding-Beziehungen. Wie fordert die Wandtafel die Unterrichtsteilnehmer dazu auf, sie zu betrachten oder zu beschreiben? Welche Handlungen fordert das Demonstrationsexperiment ein?

Diese Themen möchte ich als empirische und durch ethnographische Beobachtungen zu beantwortende Fragen behandeln. Einerseits sollen mir dabei Beobachtungen der Praktiken der Lehrer und Schüler im Umgang mit den Dingen dabei helfen, Antworten auf diese Fragen zu finden. Andererseits greife ich auch auf autoethnographische Überlegungen zurück und beschreibe, wie die Dinge auf mich wirken. Zwar bin ich kein Schüler, aber innerhalb der Unterrichtsräume nehme ich doch eine ähnliche Position ein und so bieten sich mir die Dinge des Wissens in ganz ähnlicher Weise dar.

Eine solche materielle Ethnographie greift aber auch kritisch auf die eingangs skizzierten Vorarbeiten aus der Unterrichtsforschung zurück.

Ethnomethodologisch orientierte Studien machen uns darauf aufmerksam, dass Dinge im Unterricht nicht einfach da sind, sondern in Praktiken des Gebrauchs eingebunden sind. Erst durch diese Praktiken sind die Dinge beispielsweise dazu in der Lage etwas zu zeigen. Mit der ANT öffnet sich die *black box* der schulischen Dinge in zweierlei Hinsicht. Zum einen kann man so den konstitutiven Beitrag der Dinge zum Unterricht nachzeichnen, zum anderen schärft die ANT den Blick für die wechselseitige Transformation menschlicher (Schüler, Lehrer) und dinglicher Unterrichtsteilnehmer in komplexen sozio-materiellen Gefügen. Mit Schatzkis Praxistheorie (2002: xi) verstehe ich diese Gefüge allerdings als »mesh of orders and practices«, die sich gegenseitig kontextualisieren (Röhl 2012).

IV. Die Aufforderung schulischer Dinge des Wissens

Worin liegt nun also die Aufforderung der Dinge des Wissens im Schulunterricht? Wie schaffen sie es als Wissensvermittler aufzutreten? Anhand von zwei empirischen Beispielen möchte ich diese Fragen beantworten und die Stärken einer postphänomenologisch informierten Ethnographie aufzeigen.

Zeichenträger und operative Fläche: Wandtafel/Schrift

Eines der prominentesten Dinge des Schulunterrichts ist wohl die Wandtafel. Bei ihrer Einführung im 18. Jahrhundert zunächst nicht nur wohlwollend aufgenommen, wird sie im 19. Jahrhundert schnell zum zentralen Unterrichtsmedium des modernen Zusammenunterrichts (Wagner 2004: 170; Petrat 1979: 197ff.). Sie ist mittlerweile so eng mit unserer Vorstellung von traditionellem lehrerzentriertem Schulunterricht verknüpft, dass Kritik am Frontalunterricht mit der Forderung gleichgesetzt wird, die Wandtafel »endlich abzuhängen«.⁶ Heute ist sie zumeist aus Stahlemaille gefertigt und in dunkelgrün gehalten. In den meisten Klassenzimmern hängt mindestens eine Wandtafel am Kopfende des Raums, direkt hinter dem Lehrerpult. Im Zusammenspiel mit der Anordnung des Mobiliars (und damit auch der Schüler) kommt ihr so ein zentraler, weil öffentlich sichtbarer und stets präsenter Platz im Klassenzimmer zu (Breidenstein 2004: 93). Betrachten wir folgendes Beispiel aus dem Mathematikunterricht einer 5. Klasse:

6 Siehe Frankfurter Rundschau vom 16.6.2009, S. 12f.

Frau Dassel kündigt »was neues« an. Hierzu befeuchtet sie eine Ecke des mittleren Teils der Tafel mit dem Schwamm und klebt 12 farbige Quadrate aus Moosgummi als Rechteck auf (siehe Abb. 2 und 3). Als die Schüler schätzen sollen, wie groß ein einzelnes Quadrat ist, kommen sie schnell darauf, dass es sich um 1 dm^2 große Quadrate handelt. So ist es den Schülern ein leichtes Antworten auf die Frage nach der Länge (4 dm), der Breite (3 dm) und auch der »Größe« des Rechtecks (12 dm^2) zu finden. Während ein Schüler die »Größe« anhand der Anzahl der Rechtecke ermittelt, kann ein anderer darauf hinweisen, dass man auch darauf kommt, indem man die Breite mit der Länge multipliziert. Frau Dassel erläutert, dass man die »Größe« Flächeninhalt nennt und ergänzt das Tafelbild um den neuen Begriff und die von den Schülern gemachten Angaben. Sie fügt hinzu, dass man den Flächeninhalt deshalb mit A abkürze, weil das A für »Area« stehe.

Nun möchte sie von den Schülern wissen, wie man das allgemein ausdrücken könne: »Schön allgemein, wie lautet die Formel? Keine konkreten Zahlen.« Ein Schüler will es mit Abzählen versuchen. Dies stellt Frau Dassel nicht zufrieden, sie sucht eine »elegantere« Lösung und gibt den Hinweis: »Ich hab der Länge und Höhe Buchstaben verpasst.« Nun antwortet ein Schüler, dass man »a mal b malnehmen« müsse. Die Lehrerin notiert die allgemeine Formel für den Flächeninhalt eines Rechtecks in einem rotumrandeten Kasten an der Tafel und bittet die Schüler das Tafelbild ins Heft zu übertragen. Ein Schüler will wissen: »Sollen wir das auch bunt machen ((zeigt auf die Moosgummiquadrate))?« Frau Dassel meint, dies ginge im Unterricht zu lange und die Schüler könnten die Quadrate gerne zu Hause bunt anmalen. Schließlich weist sie noch darauf hin, was man beim Aufschreiben der Rechnung zum Flächeninhalt beachten muss: »Gewöhnt euch an das so ((zeigt auf » $3 \cdot 4 \text{ dm}^2$ « an der Tafel)) aufzuschreiben. Die Quadratdezimeter kommen hinter die letzte Zahl.«

Schließlich schreibt sie den zugehörigen Merksatz an die Tafel und markiert zentrale Begriffe farbige. Danach ergänzt Frau Dassel die Überschrift des Tafelbildes (»3) Flächeninhalt eines Rechtecks«) und markiert in der Rechnung die konkreten Zahlen, die mit den Begriffen korrespondieren. Schließlich will sie von den Schülern wissen, was noch fehle (»Wer fertig ist, kann sich schon mal überlegen, was noch fehlt.«), und klopft mit der Hand auf das Ende des Merksatzes. Sie wartet einige Zeit auf eine Antwort und sagt dann: »Gut! Was meint ihr, was fehlt noch?« Da von den Schülern immer noch keine Antwort kommt, zeichnet sie auf den linken Flügel der Tafel ein langgezogenes Rechteck und ergänzt die Längenangaben (siehe Abb. 1).

Frau Dassel: »Was muss man hier noch machen?«

Ein Schüler ruft rein: »Multiplizieren!«

Frau Dassel: »Das reicht nicht.«

Eine Schülerin: »Man muss umrechnen.«

Frau Dassel bestätigt dies und rechnet die 5 dm in 50 cm um. Da gongt es, aber die Lehrerin wirft sofort ein: »Wir müssen ein paar Minuten überziehen.« Sie schreibt einen letzten Satz an die Tafel und gibt eine Hausaufgabe auf (siehe Abb. 1, rechter Flügel).

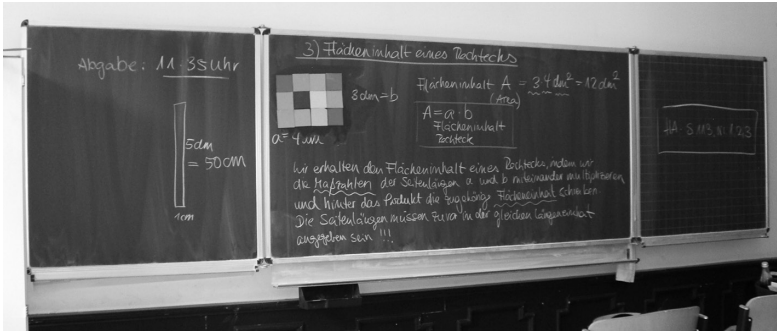


Abb. 1: Wandtafel mit geöffneten Flügeln (Röhl)

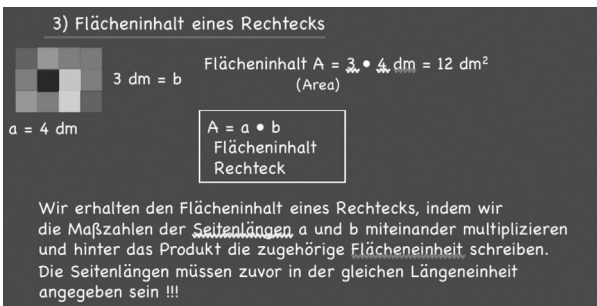


Abb. 2: Skizze des Mittelteils der Wandtafel (Röhl)

Frau Dassel beginnt die neue Unterrichtseinheit mit einem anschaulichen Beispiel: dem Moosgummirechteck. Nach und nach transformiert sie im Austausch mit den Schülern das anschauliche Beispiel in eine allgemeine Regel. Zunächst zerlegt man das Rechteck in seine einzelnen, deutlich ausgewiesenen Bestandteile und kann deren in Zahl und Maßeinheit ausdrückbare »Größe« nennen. Auf Grundlage dieses im Lehrgespräch gesicherten Wissens, können die Schüler die »Größe« des gesamten Rechtecks bestimmen: zunächst durch einfaches Abzählen, dann durch mathematisches Kalkül. Die Lehrerin ersetzt nun den alltagssprachlichen Begriff der »Größe« durch den fachsprachlichen Begriff »Flächeninhalt« und führt das dazugehörige Formelzeichen A ein. Erst jetzt fügt sie dem Moosgummirechteck schriftliche Zeichen hinzu: die Länge und Breite des Rechtecks, die neue Bezeichnung sowie die dazugehörige Rechnung. Dann überführt sie – abermals mit Hilfe von Lehrerfragen

– die konkrete Rechnung in eine allgemeine Formel zur Berechnung des Flächeninhalts. Erst dann sollen die Schüler das Angeschriebene in ihre Hefte übertragen.

Zunächst gilt es das anschauliche Beispiel in Form eines zeigenden Dings gewissermaßen zu zähmen. Schon dadurch dass es an die Tafel geklebt wird, erfährt es eine Semiotisierung. Es erscheint auf der Fläche, die normalerweise der Schrift oder Zeichnungen vorbehalten ist. Durch die schrittweise – zunächst sprachliche, dann schriftliche – Überführung des dinglichen Rechtecks in ein mathematisierbares Exemplar für seine ganze Gattung wird es endgültig zum reproduzierbaren Schriftzeichen. Ohne diese Zähmung kann es zum einen nicht in den schulischen »Wissenscontainer« (Kalthoff 1997: 94f.) eingehen, zum anderen verleitet das Moosgummirechteck dazu, als konkretes Ding behandelt zu werden: Die Schüler wollen immer wieder die einzelnen Quadrate abzählen und so den Flächeninhalt des vorliegenden Rechtecks angeben.

Eine Besonderheit der schriftlichen Darstellung ist die Idee, dass sich die Zeichen ohne weiteres reproduzieren lassen. Beim Abschreiben des Tafelbilds verfahren die Schüler nach dem Grundsatz, das Tafelbild möglichst getreu zu übertragen (»Sollen wir das auch bunt machen?«). Was an der Tafel steht, gilt als relevant und wichtig (vgl. auch Kalthoff 1997: 100ff.). Allerdings müssen Schülerantworten erst durch die Lehrerin und das Anschreiben an die Tafel ratifiziert werden. Dies unterstreicht die der Wandtafel zugeschriebene Funktion als Speicher eines kollektiven und reproduzierbaren Wissens. Die Tafel fixiert und macht das relevante Wissen des Schulunterrichts für einen längeren Zeitraum verfügbar und öffentlich sichtbar. Sowohl den Schülern als auch der Lehrerin dient sie dabei als visueller Bezugspunkt des Lehrgesprächs. Sie gibt an, worüber die Klasse gerade spricht, liefert Gesprächsstoff und leistet gleichzeitig Zeugnis vom Fortschritt einer dialogischen Erarbeitung dieses Stoffs. Die Überschrift mit der Ordnungszahl weist dem Tafelbild ein Thema zu und ordnet es in die Abfolge eines Curriculums ein. Das Wissen einer Disziplin ist so in klar voneinander abgetrennte und aufeinander aufbauende Abschnitte eingeteilt. In den Heften der Schüler überdauert dieses Wissen über die Schulstunde hinaus. Farblich hervorgehobene Formeln und »Merksätze« verweisen auf die Fiktion eines dauerhaften und kollektiven Wissens (siehe Abb. 1 und 2), auf das sich das Unterrichtsgespräch in folgenden Stunden beziehen kann (»Wie wir (!) letzte Stunde gesehen haben...«).

Allerdings erlaubt die Fixierung auch, dass die Schüler sich von der Tafel abwenden können. Die Blicke der Schüler wandern so im Unterricht von der Lehrerin zur Tafel, ins Heft, zu den Peers usw. Einerseits erkennen sie die Wichtigkeit dessen, was dort steht, an und protestieren, wenn Lehrer zu früh etwas wegwischen wollen, andererseits erfordert die Wandtafel eine bloß flanierende Aufmerksamkeit des Blicks.

Auch ich habe davon Gebrauch gemacht, dass die Tafel eine nur partielle Aufmerksamkeit erfordert. Nur so konnte ich sowohl die Tafelschrift abschreiben als auch gleichzeitig ethnographische Beobachtungen anstellen und Notizen anfertigen. Zur Tafel kann der Blick immer wieder zurückkehren. Sie bietet sich dem Blick an zentraler Stelle dar, man braucht von seinem Platz aus nur geradeaus zu blicken. Sie gibt demjenigen, der auf sie blickt, zumindest eine grobe Ahnung des Themas und Fortschritts der Schulstunde oder Unterrichtseinheit und rahmt dadurch das Lehrgespräch.

Die Wandtafel ist so gestaltet, dass sie eine nicht-thematische Fläche bilden kann, auf der die Schrift erscheint. Das Weiß der Kreide hebt sich von der dunkelgrünen Stahlemaillfläche ab. Sie unterteilt sich klar in verschiedene Flächen. Die innere Fläche in der Mitte ist hier (und in vielen anderen Unterrichtsstunden) der zentrale Teil. Dort finden sich die Überschrift, zentrale Merksätze und Rechnungen. Die Flügel sind hingegen oft Nebenrechnungen und Skizzen, den gestellten Hausaufgaben oder administrativen Hinweisen vorenthalten (siehe Abb. 1; auch Kalthoff/Röhl 2011). Eine Hierarchie zwischen einem zentralen Innen und peripherem Außen wird hier deutlich.

Als Zeichen löst sich die Schrift von ihrer konkreten materiellen Form als Kreidestaub auf der Tafel oder Tinte im Heft. Wandtafel und Schrift sind deshalb durch ihre »hermeneutische Transparenz« (Ihde 1990: 82) gekennzeichnet. Zwar richten Lehrerin und Schüler ihre Aufmerksamkeit auf die Wandtafel und die darauf erscheinende Schrift, aber sie blicken durch die Zeichen hindurch auf das Gemeinte. Sowohl Wandtafel als auch Schrift treten als zeigende Mittler in den Hintergrund. Ihre Leistung gilt als selbstverständlich. Wandtafel und Schrift werden nur dann zum Thema gemacht, wenn etwas den reibungslosen Ablauf stört. Lehrer beklagen sich über schlecht vom Tafeldienst geputzte Tafeln, Schüler über die unleserliche Schrift der Lehrer. Die Schrift ist allerdings – anders als die Wandtafel – insofern zentraler Bezugspunkt als nicht nur durch sie hindurch geschaut wird, sondern mit ihr operiert wird (Krämer 1997). Die Lehrerin führt auf und zeigt, wie man mit den Zeichen (Ziffern, Längeneinheiten, Operatoren) umgeht und rechnet, manchmal expliziert sie dies gar: »Gewöhnt euch an das so aufzuschreiben. Die Quadratzentimeter kommen hinter die letzte Zahl.«

Die Transparenz von Schrift und Wandtafel ist hier in einem weiteren Sinne gebrochen. Um den Schülern die Transformation von anschaulichem Beispiel zur zeichenhaften Darstellung zu verdeutlichen, schafft Frau Dassel mit dem an die Tafel geklebten Moosgummirechteck eine hybride Darstellungsform. Das Rechteck ist einerseits ein konkretes, in seiner stofflichen Materialität ernst zu nehmendes Ding, das für sich selbst steht. Andererseits ist seine Überführung in ein Zeichen bereits angelegt: Flach liegt es da, von Weitem ist es kaum von einer

farbigen Tafelzeichnung zu unterscheiden. Jedes Teilquadrat entspricht genau 1 dm^2 und erlaubt so die leichte Transformation in das Kalkül der Zahlen. Dieses *Dingzeichen* oder *Zeichending* begegnet einem Problem der Vermittlung von Mathematik: Kinder müssen zunächst einmal lernen, dass man nicht nur konkrete Dinge zählen und zusammenzählen, sondern auch mit abstrakten Zählzeichen operieren kann – die Schüler müssen also – in der Begrifflichkeit Sybille Krämers (1997) – vom »ontologischen« zum »operativen Symbolismus« gelangen. Daher sieht man das anschauliche Beispiel in der Mathematikdidaktik auch als potentielle Gefahr für eine auf eine abstrakte und ideelle Zahlenwelt zielende Mathematik an (Bikner-Ahsbahs 2001).

Präsenz des Anderen: Demonstrationsexperimente

Betrachten wir nun ein für den Physikunterricht zentrales materielles Arrangement: Demonstrationsexperimente. In der Geschichte des Physikunterrichts galten sie mal als unverzichtbarer Bestandteil einer empirischen Wissenschaft, mal als unnützes Spektakel innerhalb einer mathematisch exakt ausgerichteten Disziplin (vgl. Lind 1999). Heute sind sie fester Bestandteil staatlicher Lehrpläne. Fachdidaktisch kommt ihnen vor allem die Aufgabe zu, physikalische Phänomene und Zusammenhänge anschaulich zu zeigen (siehe etwa Mikelskis-Seifert/Rabe 2007).

Meine ethnographischen Beobachtungen des Physikunterrichts zeigen, dass Demonstrationsexperimente dies nicht ohne weiteres leisten, sondern nur dann, wenn sie in ein dichtes Gefüge von Diskursen, Praktiken und materiellen Anordnungen eingebunden sind (Röhl 2012). Im Sprechen über und Zeigen auf das Demonstrationsexperiment arbeiten Lehrer und Schüler beständig daran, den Versuch als Ding des Wissens hervorzubringen. Lehrer zeigen auf relevante Bestandteile und benennen diese: »Ich habe hier ein Gefäß gefüllt mit Wasser, eine Centmünze und ein Kupferrohr« (Physiklehrer in einer 7. Klasse). Meistens richten die Schüler ihre Blicke auf das Experiment und benennen ihrerseits, was sie beobachtet haben. In höheren Klassen gelingt dies den Schülern oftmals bereits ganz im Sinne eines naturwissenschaftlichen Sehens – nicht die ideosynkratischen Abweichungen vom gedachten Idealverlauf, sondern der Idealverlauf wird genannt. Als beispielsweise bei einem Versuch zum waagrechten Wurf, eine Holzkugel zuerst eine Bogenbahn verfolgt, dann zunächst aufs Pult, schließlich aber zu Boden fällt, beschreibt ein Schüler einer 10. Klasse dies im Sinne einer idealen Kurve und lässt den Bodenkontakt der Kugel unerwähnt.

Zunächst an der Wandtafel und dann in den Heften wird dieses Wissens in eine mobile Inskription transformiert und über die Beobachtungssituation hinaus verfügbar gehalten. Dies verleiht dem Experiment

rückwirkend seine Autorität: Das Klassenkollektiv kann sich auf die gemeinsam gemachte Beobachtung beziehen, die nun als idealisierte und formal abgesicherte Aufzeichnung vorliegt. Ferner stabilisieren auch der Physikraum und sein materielles Interieur die – oft auch ganz und gar profanen – Gegenstände, die im Versuch versammelt sind, als Dinge des Wissens. Folgendes Beispiel aus dem Physikunterricht einer 10. Klasse illustriert dieses Zusammenspiel innerhalb des sozio-materiellen Gefüges:

Herr Kanowski schreibt eine »Neue Überschrift!« an die Tafel »Akustik – Schwingungen und Wellen«. Er fährt fort und hält darunter einige zentrale Begriffe sowie einen Merksatz fest: »Wir hören ≥ 16 Hz Schwingungen als Ton. Steckdosen bzw. Trafo-Wechsel-Spannungen haben die Frequenz 50 Hz.« Schließlich schreibt er ein zweifach mit Fragezeichen versehenes »? Versuch?« unter all dies und wendet sich wieder der Klasse zu: »Vielleicht hat jemand eine Idee, wenn er da die Fragezeichen sieht.« Ein Schüler in der ersten Reihe meint, »vielleicht was mit dem Lautsprecher?« und zeigt auf einen großen Lautsprecher, der unten auf dem nahe der Tafel stehenden Rollwagen liegt. Daraufhin blicken die meisten Schüler gen Wagen, ein Schüler in einer der letzten Reihen steht auf, um einen besseren Blick zu erhaschen.

Herr Kanowski will nun wissen, bei welchen Themen die Schüler den Lautsprecher schon kennengelernt haben. Eine Schülerin weiß es: »Beim Dauermagnet.« Der Lehrer holt den Lautsprecher vom Wagen und stellt ihn aufs Pult. Dann nimmt er noch einen Magnet und eine Spule vom Wagen und bezeichnet diese als Bestandteile des Lautsprechers. Im Lehrgespräch wiederholt er den damaligen Versuch zum Lautsprecher und das Wissen zum Dauermagneten. Dabei demonstriert er an Magnet und Spule das Funktionsprinzip, indem er beide ineinanderschiebt.

Dann will Herr Kanowski wissen, was man dem Lautsprecher hinzuzuführen müsse, damit man etwas hören kann. Es ist die Wechselspannung. Herr Kanowski: »Nehmen wir mal einen Trafo.« Er holt den Trafo und hält ihn vor sich in den Händen: »Was kann der?« Es wird geklärt, dass er verschieden starke Spannungen erzeugen kann. Der Lehrer stellt sich hinter das Pult und schließt den Trafo an den Lautsprecher an (siehe Abb. 3). Dann heißt es: »Achtung! Ganz kurz zuhören!« Die Schüler werden still und schauen nach vorne. Einige recken ihre Körper Richtung Versuchsaufbau. Es ist ein voller, tiefer Ton zu hören. Er dreht den Lautsprecher so zu den Schülern, dass man die Membran sehen kann. Auch die Oberfläche des Lautsprechers schwinde, allerdings kann man das von den Plätzen der Schüler aus nicht sehen. Von meinem Platz in der letzten Reihe kann ich jedenfalls nichts erkennen. Deshalb nimmt er eine Erbse aus einer Schüssel und legt diese hinein. Sie springt aufgeregt hin und her, verursacht dabei ein knisterndes Geräusch. Die Zeit ist fast um. Herr Kanowski diktiert den Schülern zum Abschluss der Stunde noch eine Hausaufgabe: »Beschreibe das Lautsprecher-Transformator-Experiment!«



Abbildung 3: »Lautsprecher-Transformator-Experiment« (Röhl)

Im obigen Beispiel wird deutlich, dass die Praktiken rund um den Versuchsaufbau das Experiment als etwas Zeigendes hervorbringen. Bereits die Überschrift setzt das kommende Arrangement in einen spezifischen – hier physikalischen, genauer akustischen – Verweisungszusammenhang. Schon bevor der Lautsprecher und die Kabel auf der Bühne des Pults auftauchen, sind sie explizit als Versuch benannt. Ganz ohne weiteres Zutun des Lehrers verstehen die Schüler einzelne Bestandteile, wie etwa den Lautsprecher, schon als Verweis auf vergangene und zukünftige Experimente. Das Ding wird auch hier zunächst benannt und so auch diskursiv als von Bedeutung gerahmt, bevor es dann auf das Pult gehoben und dadurch exponiert wird. Vor dem eigentlichen Versuch bestimmt die Klasse jedoch den Lautsprecher noch genauer: die *black box* seiner Funktionsweise und seines Aufbaus wird geöffnet. So wie Frau Dassel im ersten Beispiel die Schüler durch die Lehrerfrage beim Erstellen des Tafelbilds einbezogen hat, kann der Lehrer hier die Schüler am Aufbau beteiligen, indem er schrittweise die einzelnen Bestandteile des experimentellen Arrangements einführt.

Das Zeigen des Experiments fängt die (meisten) Schüler ein, sie wollen einen Blick darauf erhaschen oder etwas mit eigenen Ohren hören. Immer wieder konnte ich beobachten, wie Schüler aufstehen, um etwas zu sehen; wie sich ihre Körper Richtung Experiment beugen, wie sie plötzlich still werden. Im Demonstrationsexperiment eignet sich etwas im kopräsenten Hier und Jetzt. Anders als beispielsweise in der schriftlichen Präsentation desselben Sachverhalts erscheinen die Gesetze der Physik

als »Präsenz« (Gumbrecht 2004) eines physikalischen Phänomens. Im Lautsprecher ertönt ein Ton, er verkörpert gewissermaßen die Schwingung. Die Schüler werden in eine Erwartungshaltung versetzt, die den Versuch in seiner faszinierenden Alterität erscheinen lässt: Die Dinge und Sachverhalte sind den Schülern fremd, die jeweiligen Bestandteile eines Versuchs sind seltene Gäste des Unterrichts. Aus dem für die Schüler normalerweise nicht einsehbaren Vorbereitungsraum schieben die Lehrer ihren Rollwagen mit den Experimenten in den mit allerlei Gerätschaften ausgestatteten Physiksaal. Das Experiment zieht so die Blicke auf sich als Anderes und präsentiert den Schülern eine kopräsentante Außeralltäglichkeit. Auch ich selbst blieb von diesem und anderen Experimenten nicht unberührt. Statt mich auf die Lehrer oder die Schüler zu konzentrieren oder gar etwas in mein Notizbuch hineinzuschreiben, richtete ich im Moment der Durchführung eines Versuchs meine ganze Aufmerksamkeit auf das, was da passieren sollte und zumeist auch passierte. Die räumliche Ordnung des Physikraums ist so angelegt, dass diese Rezeptionshaltung leicht fällt. Demonstrationsexperimente sind zumeist auf dem Lehrerpult platziert und damit von den Sitzplätzen der Schüler gut sichtbar. Die Lehrer arrangieren den Versuchsaufbau so, dass die wesentlichen Bestandteile zu sehen und mit ihrer »Vorderseite« zu den Schülern gedreht sind. Im vorliegenden Physikraum sind die feststehenden Stuhl- und Bankreihen zudem wie in einem Hörsaal aufsteigend angeordnet. Die Oberkörper der Mitschüler verstellen so nur in geringem Maße den Blick auf die Demonstrationsexperimente.

Die Alterität des Experiments ist aber immer schon im Hinblick auf seine spätere Transformation in hermeneutisch zu interpretierende Zeichen gedacht. Ergebnisse von Experimenten werden an der Wandtafel in Form von Beobachtungssätzen, Formeln und Schaubildern festgehalten und für die Klassenöffentlichkeit sichtbar gemacht. Bereits davor stehen die meisten Dinge des Wissens in einem wissenschaftlichen Verweisungszusammenhang. Manchmal unterlaufen die Schüler dies, insbesondere dann, wenn alltägliche Dinge zur Anschauung verwendet werden. So reagiert beispielsweise eine Schülerin auf das Kopierpapier, das ein Mathematiklehrer als geometrisches Anschauungsobjekt mitgebracht hat, mit dem entsetzten Ausruf: »Schreiben wir etwa einen Test?« Anders als ein die Aufmerksamkeit qua seiner unberechenbaren Andersartigkeit einfangendes Spielzeug, ist die Alterität des Demonstrationsexperiment gebrochen. Die Schüler wissen – auch dank der Zeige- und Sprechpraktiken ihrer Lehrer –, dass etwas für die jeweilige Fachdisziplin Relevantes passieren wird. Sie wissen auch, dass dies vor dem Hintergrund eines disziplinären Blicks zu interpretieren und im Lehrgespräch zu benennen ist und später an der Wandtafel und dann in ihren Heften in Schriftform umgewandelt werden muss. Weichen Schüler von dieser disziplinären Perspektive ab

und benennen Aspekte, die irrelevant sind, werden sie zurechtgewiesen. Unter dem disziplinären Blick erscheint das Experiment so als ein bereits in hermeneutische Verweisungen eingelassenes Anderes. Das, was daran fasziniert und einfängt, ist – auch mit Hilfe der mathematischen Schrift – durch Deutung erklärbar. Genau wie die Lehrerfrage und Textaufgaben ihre Lösung bereits nahelegen (Voigt 1984), so wird im Schulunterricht angenommen, dass der Versuch ein eindeutig zu erklärendes Ergebnis kennt und die Ressourcen für seine Deutung den Schülern zur Verfügung stehen.

Die Aufforderung der Experimente liegt in der Präsenz einer Alterität. Ganz egal ob sie den Seh- oder den Hörsinn ansprechen, sie tun dies, indem sie das Phänomen selbst – und nicht etwa ein hermeneutisch erst auszudeutendes Zeichen – zur Erscheinung bringen. In der Kopräsenz des Anderen, des Unerwarteten, erst zu Erklärenden liegt ihre Faszination. Da sich diese Kopräsenz ereignet und nicht von Dauer ist (»Achtung! Ganz kurz zuhören!«), gilt es ihr im richtigen Moment beizuwohnen. Demonstrationsexperimente verstärken menschliche Erfahrung insofern, als sie bestimmte Aspekte isolieren und erkennbar machen. Auffällig ist am hier vorgestellten Versuchsaufbau, wie sehr dieses Zeigen in die Dinge als Arrangement eingeschrieben ist. Der Lautsprecher ist mit einem Durchmesser von rund 40 cm groß genug, damit auch Schüler in den hinteren Reihen gut sehen (und hören) können. Statt verborgen in einem Gehäuse zu stecken, liegt er offen und auf seine wesentlichen Bauteile reduziert da. Zwei farblich klar unterschiedene Kabel verbinden ihn deutlich sichtbar mit dem Trafo. Das rote und das schwarze Kabel weisen aus, dass sie bei aller Ähnlichkeit doch verschieden sind. Der Trafo ist so arrangiert, dass seine Vorderseite zum Publikum des Experiments – den Schülern – ausgerichtet ist. Auf dieser Vorderseite trägt der Trafo sein Innenleben in Form eines Schaltplans zur Schau. Knöpfe und Schalter, Leuchten und Anschlüsse sind übersichtlich angeordnet und etwas größer als an üblichen Trafos dimensioniert. Ein Lehrmittelhersteller hat großen Aufwand betrieben, um ein Gerät zu entwickeln und herzustellen, das nicht nur seine Funktion als Trafo, sondern auch als *zeigender* Trafo erfüllen kann. Zwar kann man auch eine Reihe von anderen Schaltungen an diesem Trafo vornehmen, aber es ist sofort und leicht abzulesen, welche konkrete Schaltung gerade vorliegt.⁷ Alles an diesem materiellen Arrangement ist auf das Zeigen und Präsentmachen eines physikalischen Phänomens für Augen und Ohren einer Klassenöffentlichkeit ausgerichtet und auf das Wesentliche reduziert.

7 Auch am Trafo mit seinen Schaltplänen und Schaltern wird deutlich, dass das materielle Arrangement des Demonstrationsexperiments bereits in einen hermeneutischen Zusammenhang eingelassen ist.

V. Schluss: Dinge des Wissens als Medien

Im Vergleich von Wandtafel/Schrift und Demonstrationsexperimenten zeigen sich wichtige Unterschiede. Während Wandtafel und Schrift als selbstverständliche Übermittler schulischen Wissens zumeist im Hintergrund verbleiben, ist die Aufmerksamkeit der Klassenöffentlichkeit direkt auf das materielle Arrangement der Demonstrationsexperimente gerichtet. Schüler und Lehrer nehmen beständig explizit Bezug auf einzelne Bestandteile des Versuchsaufbaus und rahmen dessen Zeigen sprachlich. Wandtafel und Schrift sind dagegen – zumindest im Sekundärbereich – selten explizites Thema des Schulunterrichts.⁸ Dort findet sich eine im Ding direkt verkörperte Präsenz des Dargestellten, hier eine semiotisch vermittelte Beziehung von Darstellung und Dargestelltem. In der Zeitlichkeit ihrer Aufführung stehen sich das Ereignis des Experiments und die relativ stabile Fixierung des Wissens an der Tafel gegenüber. Während der Versuch als kopräsentes Ereignis unwiderruflich verloren ist, überdauert die Tafelanschrift in den Heften der Schüler die Schulstunde, was sie darstellt, gilt als reproduzierbar. Gleichwohl haben die Analysen gezeigt, dass diese Gegenüberstellung brüchig ist. Gerade die mathematische Schrift ist sehr wohl Fokus der Aufmerksamkeit: Mit ihr wird hantiert, gerechnet und operiert. Das Demonstrationsexperiment des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist nur eingeschränkt als Teil einer Alteritätsbeziehung zu verstehen. Es wird immer schon im Hinblick auf seine Transformation in Zeichen betrachtet und seine naturwissenschaftliche Erklärung liegt schon bereit. In Zeichenform bleibt das Ding so als reproduzierbare Repräsentation erhalten. Zudem treffen wir Dingzeichen bzw. Zeichendinge wie etwa das Moosgummirechteck an, die zwischen beiden Darstellungsmodi liegen. Damit sind die schulischen Dinge des Wissens durch eine eigentümliche Mischform aus thematischem Vordergrund und Hintergrund, Anwesenheit und Abwesenheit gekennzeichnet. Einerseits hantieren Lehrer und Schüler mit ihnen und beobachten sie selbst, andererseits blicken sie durch sie hindurch auf etwas Abwesendes.

Gemein ist ihnen damit, dass sie als Medien des Schulunterrichts verstanden werden können. In der deutschsprachigen Medientheorie finden sich einige Autoren, die Medien anhand der skizzierten Gegensatzpaare beschreiben (Krämer 2008; Wiesing 2008). Damit Medien etwas Anderes zum Vorschein bringen können, muss etwas an ihnen in den Hintergrund treten. Für die Unterrichtsforschung ist diese Perspektive insofern interessant, als sie deutlich macht, dass Dinge des Wissens in zweierlei

8 Ausnahmen sind beispielsweise dann zu beobachten, wenn Lehrer neue Zeichen einführen.

Hinsicht für die Unterrichtssituation relevant sein können: (1) als anwesende Dinge und (2) als Mittler von Abwesendem, dass durch sie anwesend gemacht wird. Methodisch ist dies eine Herausforderung, da die Ethnologin nicht immer entscheiden kann, welche der Ebenen nun für das Feld relevant ist. Analytisch wirft dies die Frage auf, welche Konsequenzen diese unterschiedlichen Aufforderungsmodi der Dinge für die Unterrichtspraxis haben. Die hier gemachten Überlegungen lassen folgende Antwort zu. Als anwesende, gleichsam wilde Dinge treten sie aus dem Alltag des Unterrichts hervor und ziehen die Aufmerksamkeit auf sich. Es gilt aber sie zu zähmen und zu Medien des Schulunterrichts zu machen. Als Medien sind sie dann im Hintergrund verbleibende Boten. Dies setzt voraus, dass die Schüler eine mediale Rezeptionshaltung gegenüber den Dingen des Wissens einnehmen. Die zeigenden Dinge des Demonstrationsexperiments und insbesondere die Wandtafel sind zu diesem Zweck konstruiert, das Zeigen ist ihnen eingeschrieben. Möglichst wenig soll von ihrer Funktion als zeigende Dinge ablenken. Gleichzeitig arbeiten die Lehrer daran die Dinge und Schüler dementsprechend zu disziplinieren: die Dinge sind in den Diskurs des Unterrichts und in die zeigende Anordnung der Unterrichtsräume eingelassen, die Schüler sind über Jahre hinweg zu disziplinierten Beobachtern erzogen worden. Dinglichkeit und Medialität sind somit Kehrseiten einer Medaille (siehe auch Krämer 2008). Bei aller Unterschiedlichkeit von Wandtafel und experimentellen Arrangements sind die Grenzen zwischen beiden letztendlich fließend.

Eine wichtige Vermittlungsbeziehung habe ich bisher ausgelassen: *die verleblichte Beziehung*. Ein prototypisches Beispiel dafür wären Versuche mit dem Mikroskop. Hier tritt den Schülern eine technisch vermittelte Welt entgegen, die ohne die Hilfe des technischen Artefakts nicht zugänglich wäre. Die Schüler blicken durch das quasi-transparente Mikroskop hindurch auf etwas Anderes. Details eines Mikrokosmos' treten so zutage, der größere Zusammenhang des mikroskopierten Dings gerät aber aus dem Blick. Aber auch in den skizzierten Beispielen spielt der leibliche Weltbezug eine Rolle. Die Aufforderung der Dinge ist immer in Bezug auf die Sinne und den Leib der Schüler gedacht. Die Schrift auf der Wandtafel erscheint den Schülern vor ihren Augen, das Experiment zur Akustik betritt ihr Gehör. Ferner setzen die vorgestellten Beispiele auch routinierte Praktiken des Gebrauchs voraus, in denen die Dinge in den Händen ihrer Nutzer als Werkzeuge fungieren. Wenn Lehrer oder Schüler mit der Kreide etwas an die Tafel schreiben, dann ist die Kreide nicht Gegenstand der Aufmerksamkeit, sondern fungiert – zumindest beim kompetenten Nutzer – als quasi-transparente Verlängerung des Arms und tritt dabei in den Hintergrund. Lehrer und Schüler schreiben gleichsam *durch die Kreide hindurch* etwas an.

Abschließend möchte ich aber noch auf einen weiteren Punkt im Zusammenhang mit der leiblichen Vermittlung durch die Dinge aufmerksam machen. Dinge des Wissens fordern nicht nur dazu auf, ihnen selbst als Teil eines dinglichen Arrangements in je spezifischer Weise zu begegnen, sondern legen diese Haltung auch im Umgang mit anderen Dingen nahe. Betrachten wir dazu das Beispiel eines Schülerexperiments zur Messung von Kräften im Physikunterricht einer 7. Klasse. Nach einer mündlichen Einführung in die Thematik verteilt die Lehrerin Experimentierkästen an die Schüler. Mit Hilfe eines Arbeitsblatts bauen die Schüler eine Apparatur auf, bei der es gilt, verschieden schwere Gewichte an eine Stahlfeder zu hängen und dann die Ausdehnung dieser Feder zu messen. Einige Zeit später ist ein Teil der Schüler mit dem Versuch fertig und sucht sich andere Beschäftigungsmöglichkeiten:

Nachdem eine Schülerin vor mir mit dem Versuch fertig ist, hängt sie ihren Schlüsselanhänger (eine Entenfigur) an die Stahlfeder in der Versuchsapparatur. Eine andere Schülerin vor mir befestigt das Mäppchen ihrer Mitschülerin an ein loses Gummiband und meint: »Boah, dein Mäppchen is schwer!«

Das Schülerexperiment legt hier nahe, nicht nur die dafür vorgesehenen Gewichte als zu messende Dinge wahrzunehmen, sondern auch die alltäglichen Gegenstände der Schüler. Das messende Ding eröffnet einen messenden Zugang zur Welt. Dabei handelt es sich aber nicht um eine durch und durch rationale Welt, in der die Schüler die Dinge kühl registrieren. Auch hier affizieren die Dinge die Schüler, wecken Neugier, bringen sie zum Staunen, nötigen sie zu affektiven Ausrufen. Schüler lernen somit nicht nur die Dinge des Wissens im Schulunterricht als Medien zu sehen, sondern auch eine an den Dingen eingeübte Sicht auf die Welt.

Dinge erscheinen hier einerseits als zu zähmende Objekte, die in die Sprache einer Disziplin übersetzt werden müssen, damit sie zu Dingen des Wissens werden. Andererseits zähmen sie gewissermaßen auch die Menschen, indem sie Rezeptionshaltungen und Praktiken des Gebrauchs nahelegen. Im Rahmen einer Bildungssoziologie, die die Dinge, Zeichen und Körper als konstitutiven Bestandteil der Praxis versteht (siehe Kalthoff 2011), eröffnen postphänomenologische Überlegungen so einen Zugang zur Materialität des Schulunterrichts. Dinge und Zeichen sind als verschiedene, aber aufeinander bezogene Aufforderungsmodi zu begreifen, die sinnlich auf Körper gerichtet sind. Über den Schulunterricht und Bildung hinaus können so auch Antworten auf die Frage nach der Verwicklung von Mensch und Ding in der Praxis gefunden werden. Die hier vorgeschlagene Perspektive sucht die Antwort in der sinnlichen Aufforderung der Dinge. Damit stellt sie sich gegen eine ›harte‹ *agency* (etwa bei Latour 2001) und versteht den Beitrag der Dinge zur Praxis

als Präfiguration, die manche menschliche Handlung praktikabler, andere aber weniger praktikabel macht.

Literatur

- Arievitch, I. M., 2007: An Activity Theory Perspective on Educational Technology and Learning. In: D. W. Kritt/L. T. Winegar (Hg.): *Education and Technology. Critical Perspectives, Possible Futures*. Lanham, MD: Lexington, S. 49–72.
- Bikner-Ahsbahr, A., 2001: Eine Interaktionsanalyse zur Entwicklung von Bruchvorstellungen im Rahmen einer Unterrichtssequenz. *Journal für Mathematikdidaktik* 22(3/4): 179–206.
- Birmingham, P., Davies, C./Greiffenhagen, C., 2002: Turn to Face the Bard. Making Sense of Three-Way Interactions Between Teacher, Pupils and Technology in the Classroom. *Education, Communication & Information*, 2(2): 139–161.
- Breidenstein, G., 2004: Klassenräume. Eine Analyse räumlicher Bedingungen und Effekte des Schülerhandelns. *Zeitschrift für Bildungs-, Beratungs- und Sozialforschung* 5(1), S. 87–107.
- Callon, M., 2006: Einige Elemente einer Soziologie der Übersetzung. Die Domestikation der Kammuscheln und der Fischer der St. Brieu-Bucht. In: A. Belliger/D. J. Krieger (Hg.): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld: Transcript, S. 135–174.
- Cobb, P., 2002: Reasoning with Tools and Inscriptions. *The Journal of the Learning Sciences* 11(2/3): 187–215.
- Dant, T., 2004: The Driver-Car. *Theory, Culture & Society* 21(4–5): 61–79.
- Fenwick, T./Edwards, R., 2010. *Actor-Network Theory in Education*. London: Routledge.
- Gibson, J. J., 1977: The Theory of Affordances. In: R. Shaw/J. Bransford (Hg.): *Perceiving, Acting, and Knowing. Toward an Ecological Psychology*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, S. 67–82.
- Gumbrecht, H. U., 2004: *Diesseits der Hermeneutik. Über die Produktion von Präsenz*, Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Hammersley, M., 1990. *Classroom Ethnography. Empirical and Methodological Essays*. Milton Keynes: Open University Press.
- Ilhde, D., 2009. *Postphenomenology and Technoscience. The Peking University Lectures*. New York: State University of New York Press.
- Ilhde, D., 2003: *Postphenomenology – Again?*, Aarhus: Department of Information and Media Studies, University of Aarhus.
- Ilhde, D., 1990. *Technology and the Lifeworld. From Garden to Earth*. Bloomington: Indiana University Press.
- Jewitt, C., 2008: Multimodality and Literacy in School Classrooms. *Review of Research in Education* 32(1): 241–267.

- Johnson, J., 2006: Die Vermischung von Menschen und Nicht-Menschen. Die Soziologie eines Türschließers. In: A. Belliger/D. J. Krieger (Hg.): ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie. Bielefeld: Transcript, S. 237–258.
- Kalthoff, H., 2011: Social Studies of Teaching and Education. Skizze einer sozio-materiellen Bildungsforschung. In: D. Šuber/H. Schäfer/S. Prinz (Hg.): Pierre Bourdieu und die Kulturwissenschaften. Zur Aktualität eines undisziplinierten Denkens. Konstanz: UVK, S. 107–131.
- Kalthoff, H., 2009: Die Finanzsoziologie: Social Studies of Finance. Zur neuen Soziologie ökonomischen Wissens. In: J. Beckert/C. Deutschmann (Hg.): Wirtschaftssoziologie (Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft 49): 266–287.
- Kalthoff, H., 1997: Wohlerzogenheit. Eine Ethnographie deutscher Internatsschulen, Frankfurt/Main: Campus.
- Kalthoff, H./Röhl, T., 2011: Interobjectivity and Interactivity. Material Objects and Discourse in Class. *Human Studies* 34(4): 451–469.
- Kelly, G. J./Carlsen, W. S./Cunningham, C. M., 1993: Science Education in Sociocultural Context. Perspectives from the Sociology of Science. *Science Education* 77(2): 207–220.
- Kircher, E./Girwidz, R./Häußler, P., 2002: Physikdidaktik: Eine Einführung. Berlin: Springer.
- Knoblauch, H./Heath, C., 2006: Die Workplace Studies. In: W. Rammert/C. Schubert (Hg.): Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik. Frankfurt/Main: Campus: S. 141–161.
- Knorr Cetina, K., 1984: Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft, Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Krämer, S., 1997: Kalküle als Repräsentationen. Zur Genese des operativen Symbolgebrauches in der Neuzeit. In: H.-J. Rheinberger/M. Hagner/B. Wähgig-Schmidt (Hg.): Räume des Wissens. Repräsentation, Codierung, Spur. Berlin: Akademie, S. 112–122.
- Krämer, S., 2008: Medium, Bote, Übertragung. Kleine Metaphysik der Medialität, Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Kress, G./Carey, J./Ogborn, J./Tsatsarelis, C., 2001: Multimodal Teaching and Learning. The Rhetorics of the Science Classroom. London/New York: Continuum.
- Langeveld, M. J. 1955: Das Ding in der Welt des Kindes. *Zeitschrift für Pädagogik* 1(1): 69–83.
- Latour, B., 2007: Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Latour, B., 2006: Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie und Genealogie. In: A. Belliger/D. J. Krieger (Hg.): ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie. Bielefeld: Transcript, S. 483–528.
- Latour, B., 2001: Eine Soziologie ohne Objekt? Anmerkungen zur Interobjektivität. *Berliner Journal für Soziologie* 11(2): 237–252.

- Law, J./Hassard, J. (Hg.), 1999. *Actor Network Theory and After*. Oxford: Blackwell.
- Lind, G., 1999. Der Physikunterricht an den deutschen Gymnasien vom Beginn des 18. Jahrhunderts bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts. In: I. F. Goodson/S. Hopmann/K. Riquarts (Hg.): *Das Schulfach als Handlungsrahmen. Vergleichende Untersuchung zur Geschichte und Funktion der Schulfächer*. Köln: Böhlau: 109–150.
- Lynch, M./Macbeth, D., 1998: Demonstrating Physics Lessons. In: J. G. Greeno/S. V. Goldman (Hg.): *Thinking Practices in Mathematics and Science Learning*. Mahwah: Erlbaum, S. 269–297.
- Macbeth, D., 1994: Classroom Encounters with the Unspeakable. »Do You See, Danelle?« *Discourse Processes* 17(2): 311–335.
- Mayer, R. E., 2009. *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McGregor, J., 2004: Spatiality and the Place of the Material in Schools. *Pedagogy, Culture & Society* 12(3): 347–372.
- McHoul, A., 1990. The Organization of Repair in Classroom Talk. *Language in Society* 19(3): 349–377.
- Meyer-Drawe, K., 1999. Herausforderung durch die Dinge. Das Andere im Bildungsprozeß. *Zeitschrift für Pädagogik* 45: 329–342.
- Mikelskis-Seifert, S./Rabe, T. (Hg.), 2007: *Physik-Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen.
- Nespor, J., 1994: *Knowledge in Motion. Space, Time and Curriculum in Undergraduate Physics and Management*. London: Routledge.
- Payne, G./Hustler, D., 1980. Teaching the Class: The Practical Management of a Cohort. *British Journal of Sociology of Education* 1(1): 49–66.
- Petrat, G., 1979. *Schulunterricht. Seine Sozialgeschichte in Deutschland 1750–1850*. München: Ehrenwirth.
- Pickering, A., 1995: *The Mangle of Practice: Time, Agency, and Science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Pitsch, K./Ayaß, R., 2008: Gespräche in der Schule. Interaktion im Unterricht als multimodaler Prozess. In: H. Willems (Hg.): *Lehr(er)buch Soziologie. Für die pädagogischen und soziologischen Studiengänge*. Wiesbaden: VS, S. 959–982.
- Rammert, W., 2006: Technik in Aktion. Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen. In: W. Rammert/C. Schubert (Hg.): *Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik*. Frankfurt/Main: Campus, S. 163–195.
- Reveles, J./Kelly, G. J./Duran, R., 2007: A Sociocultural Perspective on Mediated Activity in Third Grade Science. *Cultural Studies of Science Education* 1(3): 467–495.
- Röhl, T., 2012: From Witnessing to Recording. Material Objects and the Epistemic Configuration of Science Classes. *Pedagogy, Culture & Society* 20(1): 49–70.
- Roth, W.-M., 1998: Science and Technology Studies and Science Education. A Natural Match? *Research in Science Education* 28(1): 1–7.

- Roth, W.-M./McGinn, M. K., 1998: Inscriptions. Toward a Theory of Representing as Social Practice. *Review of Educational Research* 68(1): 35–59.
- Schatzki, T. R., 2002: *The Site of the Social. A Philosophical Account of the Constitution of Social Life and Change*. University Park: Pennsylvania State University Press.
- Sørensen, E., 2009: *The Materiality of Learning. Technology and Knowledge in Educational Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stieve, C., 2008: *Von den Dingen lernen. Die Gegenstände unserer Kindheit*. München: Fink.
- Verbeek, P.-P., 2005: *What Things Do. Philosophical Reflections on Technology, Agency, and Design*. University Park: Penn State Press.
- Voigt, J., 1984: Der kurztaktige, fragend-entwickelnde Mathematikunterricht. *Szenen und Analysen. mathematica didactica* 7(1): 161–186.
- Voigt, J., 1991: Die mikroethnographische Erkundung von Mathematikunterricht. In: H. Maier/J. Voigt/H. Bauersfeld (Hg.): *Interpretative Unterrichtsforschung*. Köln: Aulis, S. 152–173.
- Wagner, W.-R., 2004: Medienkompetenz revisited. *Medien als Werkzeuge der Weltaneignung. Ein pädagogisches Programm*. München: Kopaed.
- Waltz, S. B., 2006: Nonhumans Unbound. Actor-Network Theory and the Reconsideration of »Things« in Educational Foundations. *Educational Foundations* 20(3.4): 51–68.
- Wiesemann, J./Amann, K., 2002: Situationistische Unterrichtsforschung. In: G. Breidenstein/A. Combe/W. Helsper/B. Stelmaszyk (Hg.): *Forum Qualitative Schulforschung 2. Interpretative Unterrichts- und Schulbegleitforschung*. Opladen: Leske & Budrich, S. 133–158.
- Wiesing, L., 2008: Was sind Medien? In: S. Münker/A. Roesler (Hg.): *Was ist ein Medium?* Frankfurt/Main: Suhrkamp, S. 235–248.
- Woods, P., 1990. *The Happiest Days? How Pupils Cope with Schools*. Basingstoke: Falmer Press.
- Zinnecker, J. (Hg.), 1986: *Der heimliche Lehrplan. Untersuchungen zum Schulunterricht*, Weinheim: Beltz.