Kleinbach, Karlheinz

Kleines Plädoyer für den Ordinalaspekt

Sonderpädagogik 30 (2000) 4, S. 222-235

Quellenangabe/ Reference:
Kleinbach, Karlheinz: Kleines Plädoyer für den Ordinalaspekt - In: Sonderpädagogik 30 (2000) 4, S. 222-235 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-117652 - DOI: 10.25656/01:11765

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-117652
https://doi.org/10.25656/01:11765

Kleines Plädoyer für den Ordinalaspekt

Karlheinz Kleinbach

Was machst du denn noch so spät auf?
Ich zähle die Sterne.
Kennst du wirklich alle ihre Namen?
Ja, die kenne ich.
Wie viele hast du gezählt?
Einhundert.
Es gibt aber mehr als hundert.
Ich weiß.
Wieso hast du dann aufgehört zu zählen?
Wenn man schon einhundert gezählt hat sind alle anderen Hundert gleich.

Peter Greenaway
Drowning by numbers (GB 1988)

Zusammenfassung

Im anzahlorientierten Anfangsunterricht zählen Kinder die Elemente einer Menge (‚Wie viele rote Blumen?'). Dass es dazu der *Zahlreihe* bedarf, wird von Erwachsenen oft selbstverständlich vorausgesetzt und deshalb unterrichtlich wenig berücksichtigt. Dies jedenfalls ist der Anfangsverdacht und der Anlass für den nachfolgenden Text. Es geht dabei um die Bedeutsamkeit der *Reihe* und des *ordinalen Aspekts* von Zahlen. Eine solche Aufmerksamkeit auf Reihe und Reihenfolge lässt sich nicht nur fachdidaktisch mathematisch begründen. Vielmehr gilt die Reihe in handlungs- und erkenntnistheoretischer Hinsicht als generelle *Ordnungsform.* Was mit Ordnungsform in dieser erweiterten Bedeutung sowie in mathematischer Hinsicht als Zahlreihe gemeint ist, soll nachfolgend dargestellt werden. Einige Unterrichtsbeispiele illustrieren den Ertrag einer solchen Aufmerksamkeit auf die Reihe und die Orientierung am ordinalen Zahlenaspekt in der Schule für Geistigbehinderte.

Sind Lernschwierigkeiten Kunstfehler?

Basale Förderung und damit die Frage nach dem Verhältnis von Unterricht und Therapie, Lernen mit neuen Medien, Erlebnispädagogik und sicherlich auch Lesen und Schreiben bestimmen gegenwärtig das Nachdenken über Unterricht an der Schule für Geistigbehinderte.

Durch die Möglichkeit gemeinsamer Beschulung von geistigbehinderten Kindern zusammen mit nichtbehinderten im Rahmen sog. Aussenklassen rücken zunehmend wieder *fachdidaktische* Fragestellungen in den Blickpunkt. Denn dort, wo gemeinsamer Unterricht mehr ist als ‚musischer Ausgleich', merken alle Beteiligten, dass *‚gut gemeint'* eben nicht unbedingt *‚gut'* bedeutet. Denn es wird deutlich, dass es nicht ausreicht, übliche Methoden variantenreicher zu gestalten, um alle Schüler kontinuierlich am Unterricht teilhaben zu lassen. Gemeinsamer *zieldifferenter Unterricht* soll an *einem* Lerngegenstand oder Thema verschiedene Lernvoraussetzungen berücksichtigen und dem *Lernbedarf* eines jeden Kindes gerecht werden. Das klingt ein bisschen nach Zauberformel. Und es erstaunt deshalb nicht, wenn beteiligte Lehrerinnen und Lehrer bereits während des ersten Halbjahres nach der Einschulung erkennen, dass dies etwa beim Erlernen des Lesens auf Grund des unterschiedlichen Lerntempos der Kinder kaum durchzuhalten ist.

Noch ist man nicht soweit, solche Erfahrungen als umfassendes didaktisches Problem der

Sonderpädagogik 30. Jg. 2000, Heft 4, S. 222–235

gegenwärtigen Grundschule und als Prüfstein ihrer Integrationsfähigkeit anzuerkennen und zu artikulieren. Dabei ist den Grundschullehrern die Tatsache unterschiedlicher Lerntempi nicht neu. In den vergangenen Jahren wurden etwa für den Schriftspracherwerb einige Ansätze vorgestellt, die sich notwendiger Differenzierung unter dem Stichwort *Lernschwierigkeiten* nähern (Dehn 1986, 1999; Brügelmann 1995, 1997).

Anders als für den Erstunterricht in Lesen und Schreiben gibt es bisher für den Sachunterricht bisher kaum solche Überlegungen. Aus unterrichtspraktischer Sicht ist solche Abstinenz erstaunlich und zu bedauern. Dabei bietet sich gerade dieser Lernbereich für gemeinsamen Unterricht bei Außenklassen oder für längerfristige Kooperationsvorhaben an. Denn für Eltern von Grundschülern ist Sachunterricht, obwohl Hauptfach, nicht so sehr mit Benotung und entsprechenden Karriereerwartungen verbunden wie die Fächer Deutsch und Mathematik. Neben diesem auf Begegnung und gemeinsamem Unterricht zielendem Argument gibt es noch ein inhaltliches, nämlich die Behauptung, dass *vor* dem Erwerb der Kulturtechniken Lesen und Schreiben zunächst das Verhältnis von ‚Kind und Sache' geklärt sein muss (Duncker 1994). Erst wenn dieses Verhältnis des Kindes zu seiner sozialen und gegenständlichen (Um-)Welt geklärt ist, macht es Sinn, auch jenes voranzubringen, das in symbolischen Formen wie Schrift und Zahl verfasst ist. Folgt man diesem Argument, dann wären Lesen, Schreiben und Mathematik generell sachunterrichtliche Angelegenheiten (Kleinbach 1999a).

Im Vergleich zu Lesen/Schreiben und Sachunterricht birgt der Lernbereich Mathematik eine Besonderheit. Hier ist die unterrichtliche Kooperation von Grundschulpädagogen und Sonderpädagogen aufgrund unterschiedlicher *didaktischer* Fundierungen erschwert. Die Schule für Geistigbehinderte orientiert sich eher am Anzahlbegriff von Piaget und dessen entwicklungspsychologischen Implikationen. *Klassifikation, Seriation, Invarianz,* kurz das Lösen *pränumerischer* Aufgaben, gelten dabei als notwendige Voraussetzung, bevor Kindern das Rechnen mit Zahlen ‚zugemutet' wird.

Unter Bezugnahme auf verschiedene kognitionspsychologische Studien forderte jedoch bereits 1989 Wember eine gründliche Neuorientierung des Rechenunterrichts an Sonderschulen. Er macht darauf aufmerksam, dass ein numerisches Verständnis keine Mengenvarianz voraussetzt. „Das Beherrschen Piagetscher Invarianzprobleme ist, so hat sich gezeigt, weder notwendige, noch hinreichende Voraussetzung für das Verstehen elementarer Additions- und Subtraktionsaufgaben" (Wember 1989, 26). In jüngster Zeit stellen Schulz, Bebber & Moog (1998) sowie Elisabeth Moser Opitz (1999a, 1999b, 1999c) die Bedeutung der Zahlbegriffstheorie von Piaget für das Erlernen des Rechnens erneut infrage. Für Moser Opitz liegt in der Orientierung an Piagets Zahlbegriffstheorie in der Ausbildung von Sonderschullehrerinnen und -lehrern ein zentrales Problem (vgl. Moser Opitz 1999a, 297). Ihre inhaltliche Kritik konkretisiert sie an dem kaum beachteten Unterschied zwischen Kardinal- und Ordinalzahlaspekt von Zahlen.

Piaget ging davon aus, dass sich kardinales Zahlverständnis aus der Anzahl der Elemente einer Menge aufbaut, also durch Abzählen. Dabei wird die Reihe selbst, ihre Linearität und ‚zählende Struktur', überhaupt nicht thematisiert. Neuere amerikanische kognitions- und entwicklungspsychologische Studien, auf die sich Kritiker im deutschen Sprachraum berufen, melden nicht nur Zweifel an dieser Sichtweise von Piaget an. Diese Autoren behaupten, dass pränumerische Aufgaben für den Aufbau des Zahlbegriffs weit weniger bedeutsam sind, als bisher angenommen (vgl. Moser Opitz 1999a, 298; Damerow 1994, 314). Damit wird die Bedeutung von *Klassifikation, Invarianz, Seriation, 1:1-Zuordnung* nicht generell infrage gestellt. Die Bedeutung dieser operativen Kompetenzen für die Bildung des Zahlenbegriffs wird jedoch relativiert.

Piagets Postulat vom pränumerischen Bereich als Voraussetzung für den Umgang mit Zahlen wurde von der *Fachdidaktik* bereits vor vielen Jahren zurückgewiesen (Schwartz 1972, Grote 1983, Padberg 1986, Weber 1995, zuletzt Klöckner 1994). Diese Einwände von fachdidaktischer Seite gegen Piagets Zahlbegriff heben hervor, dass die anschauliche Zählreihe als Linearisierung nicht aus dem Umgang mit Dingen, dem Klassifizieren nach Eigenschaften und dem Bündeln abzuleiten ist. Denn im Zählprozess werden die Elemente der zu zählenden Menge in eine Reihe geordnet und nummeriert, d.h. die Elemente „werden mit den

Zahlzeichen, ebenfalls der Reihe nach, belegt. Die Zahlen werden so als Ordinalzahlen genommen" (Weber 1995, 115). Reihenbildung und Zahlreihe bleiben vielmehr – gewissermaßen als blinde Passagiere oder undeklariertes Schmuggelgut – häufig unthematisiert.

Ein Indiz dafür, dass dies im Unterricht zu manchen Lernschwierigkeiten führt, zeigt der Umgang mit der *Null.* Darauf haben Reimer Kornmann und seine Mitarbeiter jüngst hingewiesen (Kornmann, Frank, Holland-Rummer & Wagner 1999). So wird in vier von zehn analysierten Schulbüchern für Sonderschulen „die Null nicht eingeführt und auch nicht als Rechenzahl berücksichtigt ... Auch die entsprechenden Handbücher enthalten keine Hinweise auf diese Thematik" (a.a.O. 34). Die daraus resultierenden Fehler in der Reihenbildung sind bekannt: Bei der Längenmessung wird das Lineal bei ‚1' angelegt, beim Ablesen der Temperatur wird der ‚Nullpunkt' übergangen, im Würfelspiel wird der Ausgangspunkt mitgezählt. Hinzu kommt, dass Kinder, die beim Zuzählen die Finger verwenden, kaum stabile Zahlensätze aufbauen und Nachbarzahlen nicht spontan nennen können.

Eine mögliche Konsequenz aus diesen Einwänden kann die Rückbesinnung auf die *Reihe als Ordnungsform* sein. Ihre fundierende Bedeutung gilt gleichermaßen für die Zahlenfolge, Linearisierung der Schrift, Abfolge von Handlungen oder für das Erzählen (Kleinbach 1999a). Nachfolgend wird die pädagogische Bedeutsamkeit der *Reihe* als gegenständliche und als mathematische Ordnungsform dargestellt. Dabei soll auch deutlich werden, worin sich beide – als die anschauliche Reihe aus konkreten Dingen und das Reihenprinzip der Zahl – voneinander unterscheiden.

Zur Bedeutung der *Reihe* als Ordnungsform in Bewegung, Sprache und Schrift

Um Wirklichkeit wahrzunehmen, zu erinnern, zu gestalten und sich darüber mit anderen zu verständigen, benötigen wir *Formen,* in denen dies geschehen kann. Ohne solche Formen bleibt jedes sinnliche Datum nur ein bloßer Reiz, auf den wir mit einem entsprechenden Schema (Reflex) reagieren. Es ist deshalb kein Zufall, dass dort, wo es um die Kultivierung des Wahrnehmens und Denkens geht, Ordnungsformen gelehrt und gelernt werden (Pestalozzi, Fröbel). Ordnungsformen sind *kulturelle* Verfahren, Notationen, Codes, Merksysteme, eine ‚Sprache' also, in der das „eigene Handeln, indem es sich selbst objektiviert, Wirklichkeit verständlich macht" (Giel 1975, 49).

Neben der *Reihe* gibt es weitere Ordnungsformen (Mengen, Topologien, geometrische Figuren, Koordinatensysteme oder Matrizen). Wir greifen die Reihe deshalb heraus, weil sie sich als durchlaufendes Element von basaler Förderung (Wahrnehmung des eigenen Körpers und des Raumes; zeitliche Orientierung) bis zu Zahlenoperationen (Zahlenreihen bei Skalen, Positionen, Entfernungsmessungen) hält. Zuvor soll deshalb an die methodische Vorzugsstellung der Reihe für Bewegung, Sprache, Schrift erinnert werden.

Dass menschliche Wahrnehmung und Bewegung einander bedingen haben auf vielfältige Weise u.a. Plessner (1980), Buytendijk (1956), Merleau-Ponty (1966) dargestellt. Der Bewegungsaspekt gilt für Sinnesmodalitäten in unterschiedlicher Weise und Umfang. Die Qualität einer Oberfläche wird *ertastet,* ein Musikstück wird *gehört,* der Blick *schweift* durch das bisher unbekannte Zimmer. Den Sinnesmodalitäten liegt eine je interne Zeitlichkeit und damit ein *Nacheinander* zugrunde (Plessner 1980, 222ff). Die Reihe ist als notwendiges Nacheinander von (Sinnes-)Daten von fundamentaler Bedeutung. So kann die Wahrnehmung des eigenen *Körpers* (Aufbau eines Körperschemas) nicht anders als in *Prozessen,* also im Nacheinander, voneinander unterschiedlicher Sinneseindrücke erfolgen. Ich sehe nicht gleichzeitig hierhin und dorthin, sondern muss mich umdrehen. Ich spüre die Berührung *erst* hier, *dann* dort. Ein bestimmtes *Nacheinander* von Körperlagen und -stellungen erfahre ich als angenehm oder nicht. Auf die *Abfolge* von warmem zu kaltem Wasser reagiere ich anders als von kalt zu warm (laut/leise, hell/dunkel). Unterschiedliche Reihenfolgen und Geschwindigkeiten gibt es auch beim Essen und Trinken, bei der Körperpflege.

Auch in bezug auf den *Raum* gibt es notwendig dieses *Nacheinander.* Entweder bin ich *hier* oder *dort.* Der Weg von A nach B wird anders erfahren als von B nach A. Architektur und Landschaftsgärten kalkulieren geradezu mit diesem Nacheinander. Unterrichtliche Möglichkeiten, an denen dieses Nacheinander für Schüler erfahrbar wird, sind Renaissancetanz, Kreuzwege, Ariadnefaden, Rosenkranz oder Wegbeschreibung.

Innerhalb alltäglicher Vollzüge orientieren wir uns an *'zuerst ... dann'*. Auch Zyklen (Tageszeit, Woche, Monat, Jahr) sind in dieser Hinsicht lineare Zeitkonzepte in Spiralform. Älter werden/wachsen bedeutet, sich (nur) in einer Richtung auf einer Lebens-Linie zu bewegen. Musik schließlich ist eine besondere Weise, zeitliche Linearität zu erleben und zu gestalten (Kleinbach 1999b).

Für gesprochene *Sprache* und *Erzählen* ist die Reihe von grundlegender Bedeutung. Wenn wir etwas erzählen, ordnen wir nacheinander, bringen Ereignisse, Dinge, Handlungen von Personen und Begegnungen mit ihnen ‚auf die Reihe' (Kaplan 2000, 43).

Ebenso wie Sprechen und Erzählen, so ist auch unsere *Schrift* linear. Im Lesen der Schrift werden die Buchstaben nacheinander (auf)*gelesen*. Dabei ist der „Begriff der *Linearisierung* weitaus wirksamer, genauer und inhärenter als alle anderen, welche man gewöhnlich für die Klassifikation der Schriften und zur Beschreibung ihrer Geschichte heranzieht." (Derrida 1984, 153).

Man hat einen viel zu engen und unangemessenen Begriff von Lesen/Schreiben, wenn man nicht begreift, „dass (auch) Fernsehsendungen und Videobänder im Grunde genommen nichts anderes sind als Texte, die Geschichten erzählen, in einer ‚Schrift' freilich verfasst, die nicht mehr auf Graphem-Phonem-Korrespondenzen, nicht mehr auf Zeilen, wohl aber auf den *linearen Duktus* von Texten rekurriert" (Hiller 1990, 172; herv. K.K.). Linearisierung ist demnach nicht nur für Erzählung und Text fundierend. Musik, Tanz, Film besitzen jeweils ihre eigenen Linearisierungsformen, d.h. *Zeitspuren, Raumspuren, Tonspuren.*

Die Reihe als *mathematische* Ordnungsform

Eine Orientierung an der *Form* kann sich auf Ernst Cassirers Erkenntnisprogramm beziehen. Innerhalb der sonderpädagogischen Theoriebildung ist eine solche Bezugnahme sicherlich ungewöhnlich und deshalb erklärungsbedürftig. Formen sind voneinander unterscheidbare „bestimmte geistige Gestaltungsweisen (...) Die Wirklichkeit scheint für uns nicht anders als in der Eigenart dieser Formen fassbar zu werden." (Cassirer 1954, 3). Sprache, Mythos, Kunst und Wissenschaft kann man als Sammlungen von Formen begreifen, in denen sich Wirklichkeit in einem je spezifischen und eigentümlichen Index bricht. In Formen lassen sich Empfindungen gewissermaßen *alphabetisieren*. Erst als eine so *geformte* Wirklichkeit werden einzelne Dinge klassifizierbar (Merkmal), benennbar und zählbar (Exemplar, Repräsentant) und erinnerbar (Erzählung). Wer also mit Ordnungsformen umgeht, der *vergleicht* und macht dabei aus Wirklichkeit eine *Welt,* in der Unterscheidungen vorkommen (Meyer-Drawe 1987a, 4). Für Cassirer ist die Reihenbildung unter allen Ordnungsformen von herausragender Bedeutung. Unseren Erkenntnismöglichkeiten liegt „ein formaler Reihenbegriff" (Cassirer 1954, 412) zu Grunde.

Cassirer geht davon aus, dass jede exakte Begriffsbildung von der Form der ‚natürlichen Zahlenreihe' ausgeht. Unter Bezugnahme auf die ethnologischen Arbeiten von Levy-Bruhl weist Cassirer darauf hin, dass es bereits bei den ‚Handbegriffen', also Zählgesten, darauf ankommt, dass „die einzelnen Dingnamen jeweilig in *einer bestimmten Folge* wiederholt werden, die als solche fest eingeprägt sein muss, so dass die einzelnen Namen stets in derselben *Ordnung* wiederkehren" (Cassirer 1954, 400). Die Dinge oder Körpernamen fungieren als Index der Zählung und zeigen frühere oder spätere Schritte innerhalb einer Gesamtreihe an. Es gilt als nachgewiesen, dass Zahlen zunächst keinen selbständigen Sinn hatten. Sie waren gebunden an das *Gezählte.* Dabei galten für verschiedene Gegenstandsarten je eigene Zahlworte. So machte es einen Unterschied, ob Kamele, Tage, Steine oder Personen gezählt wurden (Damerow 1984, 292).

Der gegenwärtige *mathematische* Zahlbegriff kann sich jedoch aus einem so orientierten *Zahlwort* nicht ableiten. Er löst sich radikal aus dinglichen Abhängigkeiten und betont stattdessen die *Ordnung* als fundierend. Damit eine Reihe entstehen kann, muss die Ordnung durch eine asymmetrische Relation definiert sein. Eine so definierte asymmetrische Relation zwischen zwei Elementen („a > b“ oder „a vor b“ oder „a niedriger als b“ oder „a rechts von b“ oder „a liegt hinter b“ usw.) stellt nicht nur exakte Ordnungseigenschaften her, sondern bezieht sich mit Funktionstermen wie >/ vor/niedriger/rechts usw. auf weitere Ordnungssysteme.

„Für den Aufbau von Zahlenreihen wie für den Begriff einer geordneten Folge überhaupt (ist) eine asymmetrische Relation unerlässlich“ (Cassirer 1954, 406). Eine Reihe im mathematischen Sinn kann entstehen, wenn das so qualifizierte Nebeneinander von zwei Elementen sich zu einer *fortlaufenden Kette* ausbildet. Dabei bezieht sich jedes Glied auf das nächste und ist mit diesem durch *eine* Regel verknüpft. Entsprechend gibt es „zwischen jedem Glied und dem darauf folgenden ein(en) *bestimmten* Unterschied“ (Cassirer 1929, 20; herv. K.K.). In einer solchen *reinen Relationsform* entscheidet „nicht das *Was* des Verknüpften, sondern das Wie der Verknüpfung“ (Cassirer 1954, 410).

Zur Zahlreihe gehört für Cassirer ein *erstes Element* und eine *Regel*, die durch wiederholte Anwendung neue Elemente erzeugt und sich so als Reihe selbst generiert. Anders als die arbiträre Buchstabenfolge im Alphabet stehen Zahlen stets in operativen Beziehungen, sind *regelrecht* (d.h. durch eine Regel) mit Verweisen auf andere Zahlen ‚aufgeladen‘. Die mathematische Reihe zählt sich gewissermaßen selbst. Elemente (Zahlen) und Beziehung (Progressionsregel) dürfen deshalb bei der Zahlreihe auch nicht getrennt werden. Darin unterscheidet sich die Zahlreihe von Serie, Rhythmus und Ornament. Der Seriation liegt zwar einer Progressionsregel zugrunde (wie beispielsweise beim Montessori-Material durch Zunahme von Gewicht, Länge oder Durchmesser von Walzen). Im Gegensatz dazu lässt sich der Zahlbegriff nicht aus solchen akzidentiellen Dingeigenschaften ableiten. „Der Gedanke, die Zahl aus der sukzessiven Addition von Einheiten entstehen zu lassen und in dieser Operation ihre eigentliche begriffliche Wesenheit zu begründen, muss (...) aufgegeben werden“ (Cassirer 1929, 79), weil die Zahl nach dieser Erklärung keinerlei spezifisch-inhaltliche Merkmale enthält, sondern allgemeiner Ausdruck der Ordnungs- und Reihenform ist. Die Zahl selbst ist das Schema, in der Ordnung und Reihung dargestellt wird.

Aspekte einer didaktischen Neuorientierung

Die Reihe als Ordnungsform hat eine methodische Vorzugsstellung, weil sich ihre Produktivität bezüglich unterschiedlicher Phänomenfelder (des Empfindung, des Raums, der Zeit, der Sprache und Schrift) entfalten lässt. Hier kommen Reihen als Abfolgen von Bewegung, Orten, Vollzüge, Erzählung und/oder hinterlassene Spur vor. Alle diese Reihen bestehen aus erfahrbaren Gliedern: Ich kann die Wochentage als Abfolge aufsagen, oder die Orte, die wir auf dem Ausflug nacheinander besucht haben; Kleidung ziehe ich in einer *bestimmten* Reihenfolge an. Dies gilt auch für das Hinzufügen der Zutaten beim Kochen. Dazu werden (noch) keine Zahlen benötigt. Die Glieder der Reihe sind nach dem Prinzip ‚eins nach dem andern‘ geordnet.

Die natürlichen Zahlen sind *linear* geordnet. Auf diese Ordnung gründet sich ihr Gebrauch als Ordinalzahlen, das heißt als Mittel, um Ordnungen zu identifizieren. Die lineare Ordnung wird besonders deutlich im Fingerzählen.

Das Fingerzählen ist an dieser Stelle besonders zu erwähnen, weil von fachdidaktischer Seite darauf hingewiesen wird, wie sehr das Abzählen mit den Fingern die Entwicklung des Zählens beeinträchtigt, ja verhindert (Gerster 1996). Bei aller sachlichen Berechtigung berücksichtigt diese Kritik m.E. nur ungenügend, dass Fingerzählen nicht ein beliebiges Rechenmittel neben vielen anderen ist. Der Sinn des Zählaktes liegt in seiner *körperlichen* Ausführung, in seinem Vollzug, in der ‚Zählgeste‘ (vgl. Cassirer 1954, 399). Der Kreis der Zahlen reicht dabei soweit wie die Bewegung. Die Zahl ist dabei (noch) eher ‚Handgriff‘ wie ‚Denkbegriff‘: *Dies* ist der Daumen, *der* schüttelt die Pflaumen, *der* liest sie auf, *der* bringt sie nach Haus, und *dieser* kleine Schelm, der isst sie alle auf. Korrekterweise spricht Klaus Mollenhauer deshalb auch von *Fingererzählung* statt Fingerzählung. In Fingerspielen und Abzählreimen wird deutlich, dass mathematisches Wissen immer eingebettet und verstrickt ist mit lebensweltlicher Erfahrung (Meyer-Drawe 1987b, 11). „Im Spiel mit dem Erwachsenen ahmt das Kind die Bewegung nicht nach, sondern korrespondiert mit dieser“ (Mollenhauer 1989, 40), und zwar so, dass es auf den Fingerdruck der Mutter mit eigener Energie antwortet, die jenem Druck entspricht. Obwohl dieser anfängliche Umgang mit Zahlworten ‚stoffhaft' sinnlich ist, werden dabei die Namen für Finger und Hand zu Eigennamen für bestimmte Zahlen. Es ist also nicht mehr der Daumen, der gezeigt wird, sondern der Daumen *repräsentiert* in solchen Fingerspielen die Zahl ‚Eins', die Hand die ‚Fünf' usw. Bereits beim Fingerzählen kommt es also auf eine bestimmte Reihenfolge an, die „als solche fest eingeprägt sein muss, so dass die einzelnen Namen stets in derselben Ordnung wiederkehren. Sobald diese Bedingung erfüllt ist, wächst jegliches Element, das dieser Folge angehört, über seine anfängliche Bedeutung hinaus (...) ist jetzt zum *Stellenzeichen* geworden" (Cassirer 1954, 400). Es geht also auch beim Fingerzählen nicht um sinnliche Gegenstände und/oder Körperteile, sondern darum, *an welcher Stelle* ein Körperteil in der Abfolge vorkommt. Das Zählwort (‚Daumen', ‚Hand' usw.) ist Ausdruck einer geistigen Operation, die (noch) den sinnlichen Rückhalt braucht, die sich „gleichsam ängstlich an die Anschauung einzelner Gegenstände (anlehnt)" (ebd.).

Unterrichtliche Anregungen zur Reihe

Die nachfolgenden Beispiele sind keine ausformulierten Unterrichtsentwürfe. Es geht in den vier Beispielen um die Frage, wie man mit Kindern die gegenständliche Reihe und den ordinalen Aspekt der Zahl angemessen thematisieren kann. ‚Angemessen' – diese Formulierung aus dem Schneiderhandwerk umschreibt das eigentlich didaktische Problem: Wie kann die Ordnungsform *Reihe* für Kinder zum Wirklichkeit erschließenden Medium werden? Die Beispiele antworten auf diese Frage ganz unterschiedlich. Wie können Schüler *Progression* erfahren, die nicht über Anzahl bestimmt ist? Über eine senkrecht gestellte Walzenoberfläche lässt sich ein Spiral-Weg legen, auf dem Positionen markiert werden können. Hierbei werden Richtungsangabe innerhalb einer Reihe (nach oben/unten), Positionsbestimmung und Skalierung wichtig (s.u.: Beispiel „Zahlenschraube"). Um die Herstellung und die Spielmöglichkeiten mit ca. 150 quadratischen Holztafeln geht es im zweiten Beispiel. In der Erprobung wurde deutlich, wie sich auch schwächere Schüler den Zahlenraum bis 100 zugänglich machen können. An einem Bild von Jasper Johns *(‚Zero through nine')* erarbeiten sich im dritten Beispiel Schüler mehr als die Ziffernfolge von 0 bis 9. Im letzten Beispiel wird ein Bilderbuch vorgestellt, in dem es ums Warten geht: Wo stellt man sich im Supermarkt an die Kasse und was hat die Warteschlange mit Rechnen zu tun? Dieses Bilderbuch von Norman Junge zu einem Text von Ernst Jandl eröffnet vielfältige Zugangsweisen zur Reihe. In unterschiedlichem Umfang werden dabei auch *sprachliche* (syntaktische und semantische) Strukturen wichtig, mit denen Kinder zu ordinalen („Rang") und nominalen („Nummer") Zuweisungen gelangen.

Beispiel 1: „Zahlenschraube" – Eine Teppichrolle zum Verständnis von Skalen
Aus einer ausgedienten Pappröhre, wie sie für den Transport von Teppichböden gebraucht wird, lässt sich leicht eine Zahlenschraube herstellen. Die Pappröhre ist an einem Bindfaden senkrecht und drehbar aufgehängt. Auf die Pappröhre lässt sich eine Spirale zeichnen (oder mit Kreppband aufkleben). Die Position für eine Umdrehung wird markiert, die Strecke dazwischen wird in zehn gleichlange Abschnitte (9 Skalenstriche) zerlegt. Auf dieser Spirale lassen sich die Zahlen aufsteigend von 0 bis 100 eintragen. Durch diese Anordnung der Dezimalzahlen stehen 10/20/30 ... 11/21/31 ... usw. stets senkrecht übereinander. Wie geht die Zahlenreihe weiter, wenn wir eine längere Teppichrolle verwenden? Kann man die Zahlenreihe in umgekehrter Richtung weiterschreiben?!

Beispiel 2: „Holzlegetafeln"
Material: Quadratische Holztafeln 15 cm × 15 cm Kantenlänge, auf einer Fläche fortlaufend nummeriert von 0 bis 100, sowie gleich große Holztafeln mit Anfangsbuchstaben der Schüler, ca. 30 leere Holztafeln; Tafeln beidseitig gewachst.

Die Tafeln lassen sich zu Reihen ordnen, der Fußboden kann damit *parkettiert* (s. Abb. 1) werden (‚Fliesenleger'), unterschiedliche Lagen ergeben Ornamente, Bänder, Treppen oder Stapel. Im Hantieren, Auslegen und Verschieben der Tafeln können Schüler erkennen, dass die Tafeln die gleiche Größe haben, dass sie

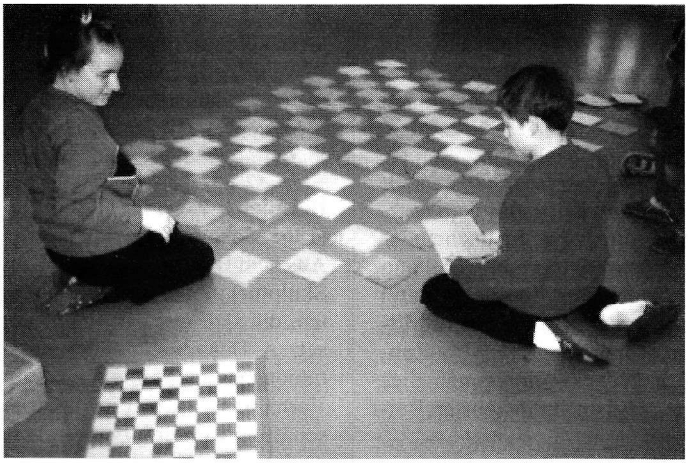

Abb. 1. Parkettieren

sich passend zusammenfügen und anschließen lassen (‚Schachbrett'). Tafeln mit Ziffern, Buchstaben und leere Tafeln gehören unterschiedlichen Gruppen an (sortieren); es gibt Tafeln mit einer und zwei Ziffern (einstellige und zweistellige Zahlen); die zweistelligen Zahlen kann man auch sortieren in die Gruppe der Zehner, Zwanziger, Dreißiger usw. Mit den ausgewählten Platten der Zahlenreihe von 0 bis 20 lässt sich ‚Elfer raus' spielen. Auf die Platten mit den Zahlen lässt sich die angezeigte Anzahl von Gegenständen legen (etwa Kleeblatt/3 , Handschuh/5 usw.). Durch die unterschiedlichen Spielmöglichkeiten können Kinder erfahren, dass die Zahlreihe ein *bewegliches Instrument* ist, das man vielfältig benutzen kann. Auch den mitspielenden Erwachsenen wird klar:

- Zahlen sind Namen der Position in der Zahlreihe (Index). Die Abfolge der Namen muss man auswendig lernen. Die Zahl ist nicht in den Dingen vorzufinden.
- Zahlen werden dargestellt durch die zehn Ziffern 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- Zählen setzt eine Abfolge/Reihenfolge voraus (Linearität).
- In der Reihe kann eine Position (Ordinalzahl) oder die Summe der Elemente (Kardinalzahl) abgezählt werden.
- Die Null als Zahl kann unterschiedliche Bedeutungen haben (Ausgangspunkt um Schritte zu zählen oder Anfang einer Längenmessung; Markierung einer Skala ‚darunter/darüber'; Ziffernschreibweise/schriftliche Darstellung der Dezimale 10, 20 usw.).

Hier noch einige Spiele, die wir ausprobiert haben:

- Zahlenreihe von 0 bis 100 als Weg ausgelegt und als einen *Videofilm* aufgenommen (Raumlage der Ziffern? Leserichtung von links nach rechts?)
- Briefkastenspiel: Hausnummern abwechselnd in gerade und ungerade ordnen (auf welcher Seite liegen die Häuser 12, 17, 3? S. Abb. 2).
- Suchspiel im Freien: Schatzsuche wie im Buch ‚Das Geheimnis der acht Zeichen' von Eric Carle (1986). Welchen Weg musst du gehen, um zum Schatz zu gelangen?
- Einzelne Zahlen der Reihe von 0 bis 100 sind mit Buchstabentafeln (Anfangsbuch-

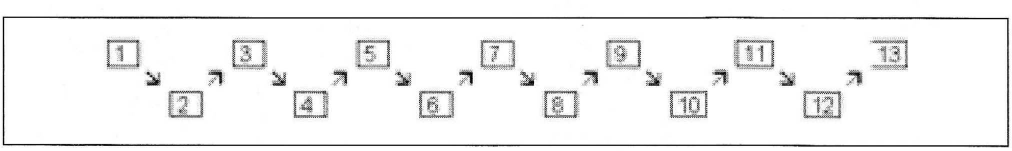

Abb. 2: ‚Hausnummern'

Abb. 3: ‚Zahlen verstecken'

staben der Schüler; s. Abb. 3) abgedeckt: Wie heißt *meine* Zahl? Wie heißt der *Nachfolger*? Wir legen die Zahlreihe nacheinander aus. Jeder Mitspieler legt eine Tafel und deckt mit seiner eigenen Buchstabentafel die von ihm gelegte Zahl zu. Bei drei Mitspielern sind so immer die letzen drei Zahlen der Reihe zugedeckt. Kann man dies auch rückwärts, also in umgekehrter Reihenfolge spielen?

- Wir suchen die Tafel, auf der unsere Hausnummer, unsere Schuhgröße, unser Alter usw. steht und machen Fotos. Ist auf dem Foto zu erkennen, weshalb wir auf dieser Position stehen?

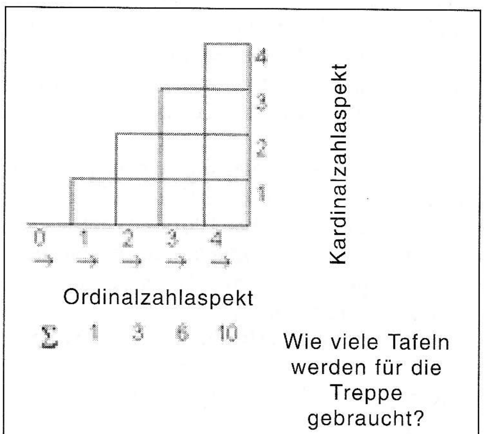

Abb. 4: ‚Treppe bauen'/ Skizze

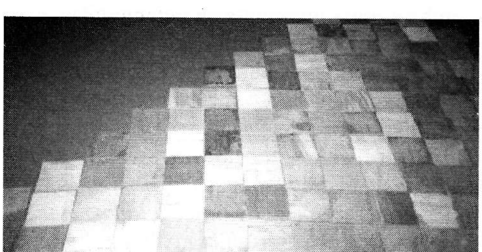

Abb. 5: ‚Treppe bauen'

- Wir legen verschiedene Aufgaben ‚Zahlenreihe' aus dem PC-Rechenprogramm *Budenberg (Rechnen 1)* nach. Wie viele Platten brauchen wir jeweils für Treppen mit drei, vier, fünf Stufen? (vgl. Abb. 4 und 5).

Beispiel 3: Zero through nine (1961, Jasper Johns)

Aus dem Bereich bildender Kunst (Malerei und Skulptur) gibt es eine große Anzahl von Arbeiten, die sich mit Zahl und Ziffer auseinandersetzen. Dass Maler sich nicht nur mit Proportionen und der Mathematisierung bildnerischer Verhältnisse – wie in der Renaissance – beschäftigen, dafür gibt es viele Beispiele gerade in der Malerei der letzten fünfzig Jahre (vgl. Maur 1997). Wie spannend für die Schüler die Auseinandersetzung eines Künstlers mit Ziffern sein kann, möchte das nachfolgende Unterrichtsbeispiel aufzeigen.

Für die Auswahl des Bildes *‚Zero through Nine'* von Jasper Johns (vgl. Abb. 6) gab es zwei Anlässe. Zum einen wollten wir unsere Geburtstage in einen Kalender eintragen: Wie schreibt man den eigenen Geburtstag auf? Jeder Monat hat zwar einen Namen, aber im Ausweis und auf der Busfahrkarte wird jeder Mo-

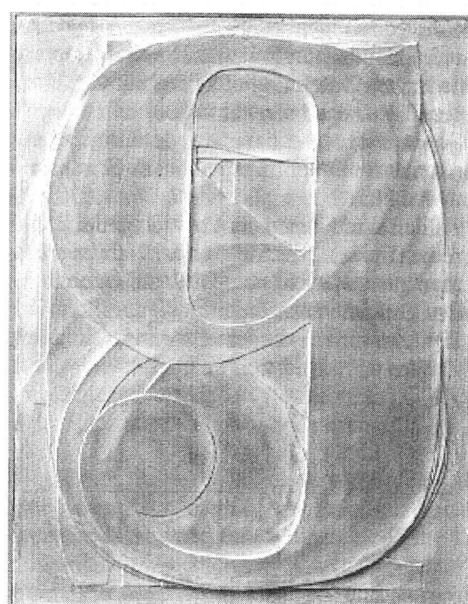

Abb. 6: ‚Zero through nine'

nat mit einer Zahl bezeichnet. Die Monate des Jahres bilden eine Zahlenreihe von 1 bis 12. In welchem Monat habe ich Geburtstag? In welcher Reihenfolge stehen unsere Geburtstage? Liegt mein Geburtstag in den Schulferien? An welchem Wochentag habe ich Geburtstag usw.? Auf unserem Kalender sind die Monate als Ziffern ausgestanzt. Jedes Monatsblatt hat eine andere Farbe. So sieht man von der nachfolgenden Ziffer jeweils kleine Flächen, mehr oder weniger gut.

Zum anderen sollten die Schüler lernen, wie man Ziffern mit Schablonen aufmalen kann (zur Herstellung der nummerierten Holztafeln s.o.). Hierzu benutzten wir Blechschablonen, die nach Gebrauch gereinigt und gestapelt in einer Schachtel aufbewahrt werden. Liegen alle Schablonen wieder in der Schachtel? Vollständig sieht man nur die oberste Schablone, die darunter liegenden sind teilweise verdeckt.

So sind die Schüler wenig erstaunt über das Bild von Jasper Johns: „Oben liegt die Neun. Die anderen Zahlen sind drunter versteckt." (Patricia) – „Die Zahlen sind ja drauf geklebt. Nicht mehr zu gebrauchen. Altes Bild." (Jens) – „Aber da unten geht's schon wieder ab." (Hakan) – „Mit Farbe über alles drüber gemalt." (Wajid)

Man sieht, dass im Bild Schablonen aufeinander geklebt sind. Deshalb kann man nicht mehr mit ihnen arbeiten, sie auslegen, einzelne Ziffern aufmalen. Die Ziffern sind weg und doch nicht weg, man kann sie nicht mehr benutzen: „Sie sind aufgeräumt. Schluss aus, weg!" (Jens)

Das Bild ist als Dia auf die Wandtafel projiziert. Wir können die Ziffern mit Finger und Kreide nachfahren. Dabei wird deutlich, dass die Zahlenreihe – anders als beim Monatskalender – rückwärts liegt (9, 8, 7, 6, ...). Kann man tatsächlich alle Ziffern von 9 bis 0 sehen? Die ausgeschnittenen, gleich großen Ziffern liegen so aufeinander, dass nur die zuoberst liegende 9 vollständig sichtbar ist, 8 und 7 sind es kaum; jedoch ist zu erkennen, dass es tiefere *Lagen* gibt. Und so sagen die Schüler die Zahlenreihe rückwärts eher *erinnernd* denn ablesend auf: „... vier, drei, zwei, null" – „Das ist ein Raketenstart!" (Hakan) Im Entstehungsjahr des Bildes (1961) fand der erste bemannte Raumflug durch den sowjetischen Kosmonauten Gagarin im Raumschiff Wostock 1 statt. Ein Zufall?!

Das Bild ist eine monochrome Oberfläche: glänzend, hart, metallartig, mit grauem Graphitstift, das Licht bricht sich an den zufällig erhabenen Rändern der Ziffern aus Karton. Dadurch entsteht eine reliefartige Oberfläche. Bei herkömmlichen Tafelbildern soll der Blick – möglichst ohne Verlust durch die Oberfläche – hindurch in den ‚Bildraum' gelangen können. Anders bei diesem Bild. Die Herstellungstechnik (aufgeklebte Ziffern aus Karton, Wachs als Träger der Farbpigmente) macht die Oberfläche als Grenze zum Thema. Der Blick bleibt an der Oberfläche hängen, es eröffnet sich kein illusionierter Bildraum.

Jasper Johns beginnt ab 1955 Flaggen, Schießscheiben, Zahlen und Schriftzeichen zu malen. Für die Darstellung dieser bewusst einfachen Dinge bringt er dabei den Bildgegenstand mit der bemalten Fläche zur Dekkung. Wie hängen Ding und Abbild zusammen? „Is it a flag or is it a painting?" fragt er programmatisch. Es geht ihm dabei nicht (mehr) um die malerische Bewältigung und Bearbeitung einer Darstellungsproblematik. Die Bildfläche wird zum Feld, auf dem Figur und Grund eine Einheit bilden.

Ziffern können gar nicht *abgebildet* werden, insofern die Abbildung die ihnen einzig angemessene Realität ist. Die Abbildung eines Hauses ist qualitativ etwas anderes als das Haus; die Abbildung der Ziffer bleibt die Ziffer und nichts anderes als die Ziffer. Die Ziffer lässt sich überhaupt nur als Abbildung vergegenständlichen.

Die Ziffern kommen (hintereinander her-)vor ohne Gegenstandszuordnung und außerhalb eines mathematischen Zusammenhangs (algebraische Operation). Sie liegen beieinander oder besser: aufeinander, so wie zwischen den Zahlen *kein Raum* liegt (denn auch alle Kommazahlen sind stets durch die vorangehende und nachfolgende Ziffer getrennt). Die obere und sichtbare Ziffer gibt jeweils die Anzahl der Elemente an, die durch sie verdeckt sind: Die sichtbare Ziffer 9 gibt das durch sie Verdeckte nicht preis, nämlich neun Elemente (Abb. 7). Diese Elemente sind jedoch nicht zählbar, sondern werden *angezeigt*. Die Reihe zählt sich selbst.

Mit der obenliegenden 9 sind die möglichen Ziffern erschöpft. Die zehn Ziffern haben voneinander unterschiedliche Gestalt und unterschiedliche Namen, mit ihnen werden die Zah-

9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Ziffern als Anzeige der Elementenzahl
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Anzahl der Elemente

Abb. 7: ‚Die Reihe zählt sich selbst‘

len von 0 bis 9 gekennzeichnet. Durch Variation dieser *Zeichen* lassen sich alle Zahlen aufschreiben. Diese Varianten darzustellen ist nicht nur *unnötig,* die Gestaltung der Oberfläche macht jede Erweiterung *unmöglich.* Jenseits vom Gebrauch lagert die versiegelte Zeichensammlung; *unbeweglich* aufeinander verklebt und *unbewegbar* wegen fehlender Operatoren. *Unlösbar* auch die mathematische Lesart des Titels ‚Null geteilt durch Neun‘ (vgl. Kaplan 2000, 85). Entlassen aus dem Gebrauch, aus dem Verkehr gezogen, „nicht mehr zu gebrauchen“ werden die Ziffern als abgelegte Schablonen im Bild-Magazin verschlossen.

Beispiel 4: Queuing: Fünfter sein

Angeblich ist die Warteschlange eine Erfindung der Engländer aus der Zeit des ersten Weltkriegs. Wer wartet lässt dem anderen, der bereits vorher da war, den Vortritt. Wer wartet reiht sich nicht nur in die Reihe, sondern in ein kulturelles Wartesystem. Er weiß etwas mit *Ankunft, Schlange,* Attraktor (der Ereignisort, auf den das Warten gerichtet ist) und *Ausgang* anzufangen. Manche Menschen, wenn sie ankommen, verhalten sich ungeduldig. Manche überblicken die Wartenden und verlassen sogleich wieder den Schauplatz *(balking)*. Andere warten eine Weile, aber auch diese werden sich nach einiger Zeit zum Gehen entscheiden *(reneging)*. Wer sich hinten anstellt macht das aus Not oder aus Überzeugung (Terzic 1999).

Es gibt Situationen, in denen bilden Menschen selten eine Warteschlange (Bushaltestelle, Schlussverkauf, Einlass zu Konzert). Alle sind sie Wartekonkurrenten und keiner kann erschließen, wer zuerst gekommen ist, wer ‚ältere‘ Anrechte hat. Weil jeder drängt, kann man das so entstehende Gedränge auf alle anderen schieben.

Die lineare Wartereihe hat als Ziel die Individualisierung der Wartenden: Ich warte vor der Toilette, beim Arzt, an der Kasse im Supermarkt oder im Sportunterricht beim Geräteturnen. Beim Warten in der Reihe gibt es manchmal Gespräche (vor dem Kino, im Theater am Flughafen). Hier ist die Warteschlange sichtbar. Es gibt aber Situationen, in denen die lineare Reihenfolge nicht ohne weiteres ersichtlich ist (Bestellung und Bedienung im Restaurant). Bei geschäftlichen Telefonaten gelange ich manchmal in eine ‚Warteschleife‘ oder in ein Wartenetz. Hier bleibt mir die Regel für das Vorrücken verborgen und ich erfahre auch nicht, wie viele Wartende vor mir sind. Wie reihe ich mich etwa im Wartezimmer des Arztes in die Warteschlange?

Die Warteschlange verfügt über interne Regeln. So,

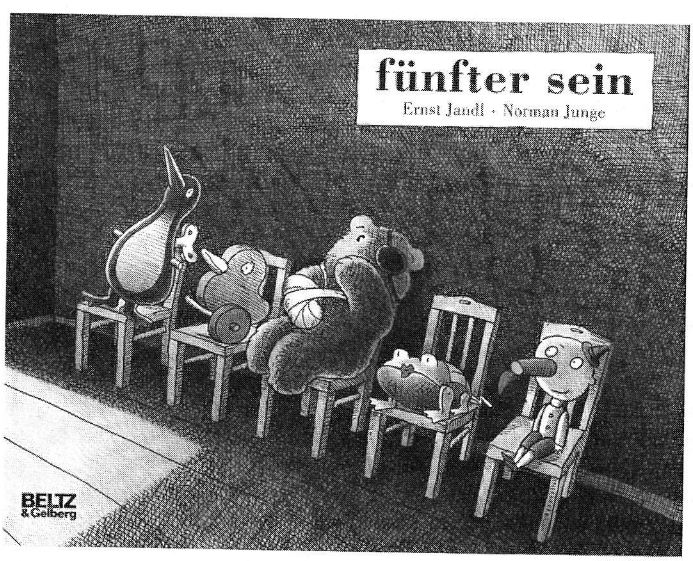

Abb. 8: ‚Fünfter sein‘ (Titelblatt Bilderbuch Jandl/Junge)

strebt sie nach Einhaltung ihrer Formation durch Orientierung des Einzelnen am Vordermann. D.h. der Vordermann ist dafür verantwortlich, dass die Formation eingehalten wird. Wenn einer in die Reihe drängelt, so gibt es stets nur einen, der unmittelbar betroffen ist. Dieser duldet den Drängler oder versucht mit ihm die Situation zu klären. Weil sich die Position der je *vor ihm* Stehenden in bezug auf den Attraktor nicht verschlechtert, werden diese sich kaum mit dem Drängler auseinandersetzen. Wenn die *hinter ihm* Stehenden sich gegen die plötzliche Veränderung der Situation wehren, so müssen sie ihren Platz in der Schlange verlassen. Das werden sie kaum tun. Der Drängler hat also immer nur einen Gegner, und genau aus diesem Grunde stehen seine Chancen auf Erfolg, formal gesehen *fifty-fifty*. Nicht genug, dass der Drängler (s)eine Lücke sucht! Wie unerträglich eng muss der Schlangesteher hinter seinem Vordermann stehen, damit keine Lücke entsteht? Warten hat einen Grund vor oder außerhalb der Schlange: Ich möchte eine Eintrittskarte, ich muss mich untersuchen lassen. Der Drängler erzeugt zusätzlich einen internen Grund. Zusätzliches Warten wegen einem Drängler erscheint länger. Oft findet der Drängler vereinbarte oder zufällige Komplizenschaft: z.B. er erkennt in der Warteschlange eine Person, zu der er sich unter anderen Umständen kaum so vertraulich verhalten würde. Seinen Platzvorteil nutzt manchmal auch der Schlangesteher, um sich und seine Position einem Außenstehenden anzubiedern/anzubieten. Der kommunikative Preis für einen solchen Platz kann manchmal recht hoch sein. Allein: Wer eine solche Offerte zurückweist gilt schnell als taktlos. Die Schlange selbst wartet stets auf den Letzten; so wenigstens im Bilderbuch „Fünfter sein" von Ernst Jandl und Norman Junge (1997) (Abb. 8)

Tür auf, einer raus, einer rein, vierter sein.
Tür auf, einer raus, einer rein, dritter sein.
Tür auf, einer raus, einer rein, zweiter sein.
Tür auf, einer raus, einer rein, nächster sein.
Tür auf, einer raus, selber rein, tagherrdoktor.

Aus der einzigen, der *Leibperspektive*, erzählt Ernst Jandl die Geschichte. Und es ist eine Leidensgeschichte. Wie lange muss ich denn noch warten! Und vor allem: Was erwartet mich?! Aus der zeitlichen Reihe (Folge) ‚Wann komme ich endlich dran?' wird eine räumliche: ‚Wer sitzt *vor* mir?' Die Regel ‚vor mir' wird im Bilderbuch als Sitzreihe visualisiert. Deshalb kann ich abzählen, als wievielter ich drankomme. Diejenigen, die vor mir sitzen sind das Maß der Wartezeit. Mit der Darstellung als räumliche Konstellation ist auch eine Dynamisierung verbunden, nämlich ein Positionswechsel, also ein Regelsystem, nach dem die Glieder/Daten der Reihe verarbeitet/prozessiert werden. Deshalb eignet sich dieses Bilderbuch für szenische Spiele besonders gut.

Abschluss

Es wäre falsch, das Zufällige und Interessante unserer Wahrnehmungswelt gegen die exakten und eindeutigen mathematischen Ordnungsformen auszuspielen. Gerade aus dem letzten Beispiel wird deutlich, wie sich diese Ordnungsformen als bestimmte und bestimmende Physiognomien unserer Realität zeigen (vgl. Meyer-Drawe 1987b, 10). Aus den Unterrichtsbeispielen wird auch deutlich, wie weit wir noch von einer konsistenten didaktischen Fundierung entfernt sind. Ganz in Übereinstimmung mit dem Unterrichtsgegenstand müssen wir sicherlich ‚bei Null' , also vorne beginnen. Der Zahlwortreihe sollte dabei besondere Beachtung zukommen. Dazu reicht die alleinige Fundierung in einem entwicklungspsychologischen Zahlverständnis nicht aus. Vielmehr müssen die mathematisch-fachdidaktischen Fragestellungen vermehrt aufgenommen und im Kontext des je besonderen Förderbedarfs konkretisiert werden.

Literatur

Brügelmann, H. (1997). Kinder erfinden Sprache und Schrift. Friedrich Verlag Jahresheft 1997, 58–60.

Brügelmann, H., Balhorn, H. & Füssenich, I. (Hrsg.) (1995). Am Rande der Schrift. Zwischen Sprachenvielfalt und Analphabetismus. Lengwil: Libelle.

Buytendijk, F.J.J. (1956). Allgemeine Theorie der menschlichen Haltung und Bewegung. Berlin: Springer.

Carle, E. (1989). Das Geheimnis der acht Zeichen. Hildesheim: Gerstenberg.

Cassirer, E. (1923). Substanzbegriff und Funktionsbegriff. Berlin: Bruno Cassirer (2. Aufl.).

Cassirer, E. (1954). Phänomenologie der Erkenntnis. Dritter Teil der Philosophie der Symbolischen Formen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft (Reprodruck der 2. Aufl.).

Damerow, P. (1994). Vorüberlegungen zu einer historischen Epistemologie der Zahlbegriffsentwicklung. In: Dux, G. & Wenzel, U. (Hrsg.). Der Prozess der Geistesgeschichte. Studien zur ontogenetischen Entwicklung des Geistes. Frankfurt: Suhrkamp 248–323.

Dehn, M. (1999). Texte und Kontexte. Berlin: Volk und Wissen.

Dehn, M. (Hrsg.) (1986). Elementare Schriftkultur – Schwierige Lernentwicklung und Unterrichtskonzept. Weinheim: Beltz.

Derrida, J. (1984). Grammatologie. Frankfurt: Suhrkamp (2. Aufl.).

Duncker, L. (1994). Lernen als Kulturaneignung. Schultheoretische Grundlagen des Elementarunterrichts. Weinheim: Beltz.

Gerster, H.-D. (1996). Vom Fingerrechnen zum Kopfrechnen – Methodische Schritte aus der Sackgasse des zählenden Rechnens. In: Eberle, G. & Kornmann, R. (Hrsg.). Lernschwierigkeiten und Vermittlungsprobleme im Mathematikunterricht an Grund- und Sonderschulen, Weinheim: Beltz 137–162.

Giel, K. (1975). Vorbemerkungen zur einer Theorie des Elementarunterrichts. In: Giel, K. et al. (Hrsg.). Stücke zu einem mehrperspektivischen Unterricht. Aufsätze zur Konzeption 2, Stuttgart: Klett 8–181.

Grote, A. (1983). Anzahl, Zahl und Menge. Die phänomenologischen Grundlagen der Arithmetik. Hamburg: Felix Meiner.

Hiller, G.G. (1990). Zur Alphabetisierung benachteiligter Kinder. In: Hiller G.G. & Kautter, H. (Hrsg.). Chance stiften – Über Psychologie und Pädagogik in den Hinterhöfen der Gesellschaft. Ulm: Vaas 171–184.

Jandl, E. & Junge, N. (1997). Fünfter sein. Weinheim: Beltz & Gelberg.

Kaplan, R. (2000). Die Geschichte der Null. Frankfurt: Campus.

Kleinbach, K. (1999a). Getrocknete Stimmen – Auf dem Weg zu einer Didaktik des Lesens und Schreibens. Lernen konkret, 18, 2–8.

Kleinbach, K. (1999b). Stimm-Bruch: Über Artikulationsförderung in der Ober- und Werkstufe. Ein Beitrag zu Musik und Kommunikation. In: Klöpfer, S. (Hrsg.). Schule für Geistigbehinderte im Dialog. Heidelberg: Schindele 119–128.

Klöckner, J. (1994). Sprachliche Aspekte im mathematischen Anfangsunterricht. Mathematische Unterrichtspraxis, 15 , 1–6.

Kornmann, R. Frank/Holland-Rummer/Wagner (1999). Probleme beim Rechen mit der Null. Erklärungsansätze und pädagogische Hilfen. Weinheim: Beltz.

Maur K. v. (Hrsg.) (1997). Magie der Zahl in der Kunst des 20. Jahrhunderts. Katalog zur Ausstellung der Staatsgalerie Stuttgart. Ostfildern: Cantz.

Merleau-Ponty, M. (1966). Phänomenologie der Wahrnehmung. Berlin: de Gruyter.

Meyer-Drawe, K. (1987a). Mathematik und Philosophie. Der Mathematikunterricht, 33, 3–6.

Meyer-Drawe, K. (1987b). Mathematisches Erkennen zwischen Kreation und Architektonik. Philosophische Anregungen für eine Didaktik der Mathematik. Der Mathematikunterricht, 33, 7–17.

Mollenhauer, K. (1989). Fingerzählungen – eine pädagogische Spekulation. In: Lippitz, W. & Rittelmeyer, C. (Hrsg.). Phänomene des Kinderlebens. Beispiele und methodische Probleme einer pädagogischen Phänomenologie. Bad Heilbrunn: Klinkhardt 39–51.

Moser Opitz, E. (1999a). Mathematischer Erstunterricht im heilpädagogischen Bereich: Anfragen und Überlegungen. Vierteljahreszeitschrift für Heilpädagogik und ihre Nachbargebiete, 68, 293–307.

Moser Opitz, E. (1999b). Zum Ausbau von Zahlbegriffen bei geistigbehinderten Schülerinnen und Schülern. Bulletin Arbeitsgemeinschaft LehrerInnen für Geistigbehinderte, 82, 7–14.

Moser Opitz, E. (1999c). Lernbehinderte Kinder nicht unterfordern: Zur Situation des heilpädagogischen Mathematik-Erstunterrichts in der Schweiz. In: Neubrand, M. (Hrsg.). Beiträge zum Mathematikunterricht. Hildesheim: Franzbecker 381–384.

Padberg, F. (1986). Didaktik der Arithmetik. Mannheim: Bl.-Wiss.-Verlag (= Lehrbücher und Monographien zur Didaktik der Mathematik Band 7).

Plessner, H. (1980). Einheit der Sinne – Grundlinien einer Ästhesiologie des Geistes. Gesammelte Schriften, Band 3. Frankfurt: Suhrkamp 7–316.

Plessner, H. (1980). Anthropologie der Sinne. Gesammelte Schriften, Band 3. Frankfurt: Suhrkamp 317–394.

Schulz, A., Bebber, N. & Moog W. (1998). Mathematische Basiskompetenzen lernbehinderter Sonderschüler. Eine Erhebung mit dem Dortmunder Rechentest für die Eingangsstufe – DORTE-E. Zeitschrift für Heilpädagogik, 49, 402–411.

Schwartz, E. (Hrsg.) (1972). Mathematik in der Grundschule. Frankfurt: Franzbecker (= Vorträge der 33. Tagung für Didaktik der Mathematik in Bern).

Terzic, Z. (1999). Traktat über die Warteschlange. http://www.brock.uni-wuppertal.de/Projekte/zoran/Traktat/schlange.html.

Weber, H. (1995). Elementares Rechnen aus konstruktiver Sicht. Didaktik der Mathematik, 23, 112–124.

Wember, F. (1989). Die sonderpädagogische Förderung elementarer mathematischer Begriffsbildung auf entwicklungspsychologischer Grundlage. Das Beispiel des Zahlbegriffs. Zeitschrift für Heilpädagogik, 40, 433–443.

Wember, F. (1996). Anzahl und Ordnungszahl, Anschauer und Zähler – Über Streitfragen mit Tradition und Möglichkeiten einer kontentvaliden Lernstandsmessung im elementaren mathematischen Lernbereich. In: Eberle, G. & Kornmann, R. (Hrsg.). Die Lernschwierigkeiten und Vermittlungsprobleme im Mathematikunterricht an Grund- und Sonderschulen. Weinheim: Beltz 105–136.

Eine längere Version dieses Textes ist auch unter www.zak-net.de/kleinbach/default.htm zu finden

Anschrift des Verfassers:

Dr. *Karlheinz Kleinbach*
Dahlienstraße 25
72 236 Balingen