

Rosch, Jens Dyskalkulie. Phänomenologie eines modernen kulturellen Unbehagens am Beispiel des dekadischen Positionssystems

Pädagogische Korrespondenz (2003) 31, S. 5-24



Quellenangabe/ Reference:

Rosch, Jens: Dyskalkulie. Phänomenologie eines modernen kulturellen Unbehagens am Beispiel des dekadischen Positionssystems - In: *Pädagogische Korrespondenz* (2003) 31, S. 5-24 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-81046 - DOI: 10.25656/01:8104

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-81046>

<https://doi.org/10.25656/01:8104>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://pk.budrich-journals.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

- 5 **DAS AKTUELLE THEMA**
Jens Rosch:
Dyskalkulie
*Phänomenologie eines modernen kulturellen Unbehagens
am Beispiel des dekadischen Positionssystems*
- 25 **DIDAKTIKUM**
Andreas Gruschka
Ganymed in den Fängen der Didaktik
- 43 **DISKUSSION**
Jens Rosch / Michael Tiedtke
Anmerkungen zu Jürgen Diederichs Sokratischem Gespräch mit Sokrates
- 50 **AUS DER FREMDE**
Stefan Blankertz
Biologismus kommt nicht von Biologie
Möglichkeiten und Grenzen biologischer Aufklärung
- 71 **DAS HISTORISCHE LEHRSTÜCK**
Hartwig Zander
Eine Sache um ihrer selbst willen tun
*Zur „Niederlegung“ eines pädagogischen Prinzips in Alexander Neills
Tagebuchaufzeichnungen*
- 96 **DISKUSSION**
Bernd Hackl
Eyes wide shut
Über die Verwechslung von Markt und Freiheit
- 101 **NACHGELESEN**
Sieglinde Jornitz
Blick zurück nach vorn
Ein Nachtrag zum „Adorno-Jahr“

Jens Rosch

Dyskalkulie

Phänomenologie eines modernen kulturellen Unbehagens am Beispiel des dekadischen Positionssystems

I

Seit etwa zwanzig Jahren ist die pädagogische Wahrnehmung in Deutschland im Prozess ihrer zunehmenden Umorientierung auf den Lernenden zu einem neuartigen Begriff gekommen: Rechenschwäche, in lateinischer Diktion auch als Dyskalkulie bezeichnet. Dabei geht es in Erweiterung jener Optik, die seit den sechziger Jahren am Phänomen der Legasthenie geschärft wurde, um das Problem von Lernschwierigkeiten und Leistungsblockaden im Bereich kultureller Grundkompetenzen: Lesen, Schreiben, Rechnen.

Während sich für Lese-Rechtschreibe-Schwierigkeiten mittlerweile sowohl das begriffliche Markenzeichen als auch eine phänomenologische Basis für die qualifizierte außerschulische Arbeit am je individuellen Problem (gemäß §35a KJHG/SGBVIII) eingebürgert haben, ist beides im Falle von Schwierigkeiten beim Rechnenlernen in einer Fachöffentlichkeit von Psychologen, Pädagogen und Therapeuten (wissenschaftlich) umstritten.¹ Einer praktischen, von Jugend- oder Sozialämtern geförderten bzw. je selbst finanzierten Hilfe in vielen konkreten Einzelfällen steht eine theoretisch-diskursive Ratlosigkeit und unvermittelte Pluralität hinsichtlich Diagnose, Therapie und Ätiologie gegenüber. Zwar scheint sich die letztere Art der Differenziertheit nicht prinzipiell vom fachwissenschaftlichen Erkenntnisstand zum LRS-Problem zu unterscheiden, doch ist dieses im internationalen Kontext des (politisch aufgeladenen) Themas Analphabetismus auf andere Weise öffentlich präsent. Eine Synthese beider Problemzonenbeschreibungen ist jedoch nicht in Sicht, weil die zum Erlernen der entsprechenden Kulturtätigkeiten notwendigen Fähigkeitsbereiche (angeblich zu) unterschiedlich sind.

Im Falle mathematischer Leistungen lassen sich diese Fähigkeiten analytisch in die Bereiche Orientierung, Vorstellung, Abstraktion, Konzentration und Gedächtnis unterscheiden.² Es zeigt sich in der Praxis, dass in der überwiegenden Zahl der Fälle nicht Konzentration und Gedächtnis das Problem sind, obwohl sie von Eltern bei der Beschreibung der Problematik ihres Kindes phänomenologisch oftmals in den Mittelpunkt gestellt werden (»Mein Kind ist unkonzentriert, wenn ich mit ihm übe.« oder »Es hat am nächsten Tag schon wieder vergessen, was wir gemeinsam geübt haben.«). Das Problem liegt statt dessen gerade in den anderen drei Fähigkeitsbereichen. Die durchgehende Konstante aber sind Fähigkeitsdefizite, die sich als Orientierungsschwierigkeiten beschreiben lassen.

Es zeigt sich, dass gerade diese Art von Schwierigkeiten, selbst wenn oder gerade wenn in der Familie diesbezügliche Dispositionen zu beobachten sind, auf dem Wege

nachholender Erfahrungen in effektiver Weise beseitigt werden können. Wie groß der entsprechende Aufwand und die entwicklungslogisch benötigte Zeit ist, kann allerdings individuell stark differieren. Denn es steckt ein gemeinsamer Lernprozess bei Eltern und Kindern dahinter: Entwicklung neuer Praxis.

II

Physiologischer Kontext von Orientierungsproblemen ist die grundsätzliche Laterali-tät des menschlichen Körpers und seines Nervensystems. Während der Körper von seiner äußeren Morphologie her spiegelsymmetrisch aufgebaut und diese paarige Symmetrie zur Erfüllung wesentlicher Funktionen (Bewegungsapparat, Sinnesorgane) unverzichtbar ist, lebt das Zentralnervensystem (wie auch die Organphysiologie des gesamten Körpers) maßgeblich als Prozess funktionaler Differenzierung und sich wechselseitig ergänzender Integration asymmetrischer Einheiten. Im Verhalten äußert sich das als Spezialisierung auf eine Körperseite bei entsprechend strukturierten Anforderungen. Kinder mit gravierenden Orientierungsproblemen haben meist noch keine entschiedene Lateralität. Ausdruck dessen sind häufige Richtungswechsel bei Anforderungen, die mit linear gegliederten Phänomenen (Schriftzüge, Bildfolgen, Handlungssequenzen) verbunden sind.

Solche Phänomene mit entsprechenden Richtungskonventionen sind in kulturellen Kontexten auf subtile Weise hochbedeutsam. So ist es im westlichen Kulturkreis üblich, von links nach rechts zu schreiben. Während sich im Bereich der Orthographie Vertauschungen einzelner Buchstaben meist nicht in einer anderen lexikalischen Bedeutung auswirken und »nur« als Normverstoß in Erscheinung treten, ist die Sache bei Zahlen bedeutungsanfälliger: aus 56 wird 65. Im Deutschen kommt erschwerend hinzu, dass bei Zahlen unter 100 (von den Zahlen 1 bis 12 und den vollen Zehnern abgesehen) zwar erst die Einer und dann die Zehner gesprochen werden, es sich im normgerechten Schreibprozess (d.h. von links nach rechts) aber genau andersherum darstellt. Kinder mit unentschiedener Lateralität neigen dazu, die Zahlwörter wörtlich zu nehmen und erst die Einer und dann die Zehner aufzuschreiben. Da sie dennoch konventionell von links nach rechts lesen, werden in der Folge z.B. die Zahlen 56 und 65 nicht mehr unterschieden. Je nach Kontext mögen sie diese Unschärfe pragmatisch kompensieren, doch bleibt dadurch das zugrunde liegende Konzept (dekadisches Positionssystem) unverstanden. In der Folge gerinnt in der Optik solcher Kinder alles Weitere, auf diesem Konzept aufbauende konventionelle Bedeutungswissen zu reiner Mystik: Das Rechnen erhält den Status eines Kochrezepts, das man so oder anders ausführen kann. Am sichersten ist die Übereinstimmung mit der Konvention (z.B. $56 + 10 = 66$ / Warum eigentlich nicht 75? Oder 57?) noch durch sukzessives Weiterzählen unter Ausschaltung bildlicher Vorstellungen zu gewährleisten.

Auf diese Weise wird dann wohl oft ein (zunächst nur) punktuelles Defizit habitualisiert und möglicherweise erst Jahre später diagnostiziert. Was dies für die konkrete Lerngeschichte des betreffenden Schülers bedeuten mag, soll hier der Vorstellung des Lesers überlassen bleiben. In der Therapie von Rechenschwäche gibt es dafür einen Fachausdruck: zählender Rechner.³

III

Auch wenn das dekadische Positionssystem in seiner Bedeutung nicht verstanden wurde, ist es möglich, sich im Rahmen seiner Syntax mit Hilfe der Finger oder anderer Zählhilfen so zu bewegen, dass Additionsaufgaben bis tausend und darüber hinaus auf formal korrekte Weise bearbeitet werden können. »Schuld daran« ist das sogenannte schriftliche Verfahren der Addition, das (wie andere Segnungen von Wissenschaft und Technik auch) dem Menschen Möglichkeiten und Werkzeuge zur Manipulation seiner (im vorliegenden Falle symbolischen) Umwelt in die Hand gibt, deren Funktionieren er nicht versteht und deren Ergebnisse er nicht kritisch zu beurteilen weiß. Dann ist es gut möglich, dass der Formalismus der schriftlichen Addition zu einem Ergebnis führt, für das der »rechnende Zauberlehrling« nicht einmal einen Namen findet.⁴

Doch zunächst mag es scheinen, als seien die im ersten und zweiten Lernjahr aufgetretenen Probleme mit vertauschten Ziffern, langwierigen Zählstrategien o.ä. verschwunden. Zwar sind nicht immer alle Ergebnisse richtig, aber insgesamt sieht es so aus, als hätte das Kind nun zu rechnen gelernt. Spätestens im dritten Lernjahr (wenn wohlmeinende Eltern oder Freunde das nicht schon vorher getan haben) wurde ihm mit der Addition dreistelliger Zahlen nämlich ein Formalismus vermittelt, der es ihm erlaubt, auch Aufgaben wie $38 + 49$ »im Kopf« zu lösen: Man rechnet einfach $3 + 4$ und schreibt die 7 hin, dann rechnet man $8 + 9$ und »schreibt« die – halt! – von der 17 nur die 7 hin, aber die steht ja schon da – Glück gehabt, na dann braucht man diesmal nicht »durchzustreichen«, sondern kann das Ergebnis von $7 + 1$ gleich neben die 7 »schreiben«, auf die Seite, wo schon das Gleichheitszeichen steht (– »da ist nämlich noch Platz, weil ich die erste Zahl nie gleich hinter das Gleich schreibe...«)

Oder in der Stilisierung einer auf das Niveau der Informationsgesellschaft gebrachten Pippi Langstrumpf: »Ob nun 819 größer als 918 ist oder umgekehrt, kann man daran merken, was vorne steht, aber zum Glück wird man bei sowas nicht so oft gefragt. Bei 1024 und 819 weiß ich's einfach, weil tausend mehr is als hundert, aber bei so Zahlen wie 4827 und 4728 muss man ziemlich genau hingucken, hat was mit 47 und 48 zu tun. Noch schwerer wird's bei 2748 und 2847, da komme ich manchmal durcheinander, aber unmöglich is es bei so langen Telefonnummern, die kann man sich doch wirklich nicht alle auf einmal merken! Heute is dann der bescheuerte Knilch von Mathelehrer ausgetickt – ich sollte die Telefonnummer von einer dieser Rechenaufgaben vorlesen: dreiundzwanzigfünftausendzweihundertzwei ... Dabei hat der mich doch das ganze letzte halbe Jahr in Ruhe gelassen, und dass ich rechnen kann, hat der ja gesehen.«

Wem dieser fiktive Monolog zur Charakterisierung modernen mathematischen Alltagswissens übertrieben erscheint, der erinnere sich an seine eigenen frühen Versuche in Bruchrechnung: Gab es da nie zweihundertfünfunddreißig-Komma-zweihundertzwei? Und was bedeutet das eigentlich? Hat das wirklich was mit halben Torten zu tun? Oder eher mit Bauchschmerzen? (Irgend so einen kleinsten gemeinsamen Tortenheber muss es doch auch in solch einem Falle geben! Anderthalb Stunden vielleicht, oder zwei Meter fünfzig...) Und wer in der Figur des »ausrastenden Matheknilchs« eine Übertreibung vermutet, der versuche sich in eine Mutter oder einen

Vater hineinzuversetzen, die seit Wochen oder Monaten (abwechselnd oder gemeinsam, aber mit gleichbleibend fehlendem Erfolg) versuchen, ihrer jüngeren Tochter die Anfänge der Bruchrechnung zu erklären: »Gleichnamig machen und so weiter, wir üben nun schon fast jeden Tag, aber sie will (!) es einfach nicht kapiern. Wir haben es doch alle irgendwie gelernt. Stattdessen fange ich jedes Mal wieder von vorne an...«

Die Symptome für mangelnde Beziehungsfähigkeit in Bezug auf Mathematik und Rechnen mögen so vielfältig sein, dass manche Wissenschaftler den Begriff Dyskalkulie ablehnen und stattdessen lieber von »Schwierigkeiten beim Rechnenlernen« reden möchten.⁵ Diese sind in der Tat vielgestaltig und ganz sicher auch nicht von der klinischen Form eines Knochenbruchs oder einer Invasion fremder Viren und Bakterien. Aber bei aller Vielfalt der konkreten Ausprägung von kognitiven Defiziten und »anderen Gewohnheiten« scheint allen Betroffenen in Bezug auf (gewisse) Zahlen bzw. ihre Verbindungen eines gemeinsam zu sein: ein grundlegender Mangel an jenem »körpereigenen Eiweiß«, das langfristig unumgänglich ist für den Aufbau von mathematischem Verständnis. Gemeint ist der sogenannte Aha-Effekt.

IV

Gemäß neuesten neurowissenschaftlichen Erkenntnissen ist das Gehirn ein »Darm mit Gedächtnis«.⁶ Insofern ist die Metapher der Dyskalkulie als einer ernsthaften kognitiven Ernährungsstörung nicht so weit hergeholt, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag. Was sich hinter diesem »Label« an komplexer Symptomatik alles verbergen kann, wurde bereits angedeutet. Aus konstruktivistischer Perspektive lassen sich die entsprechenden Defizite begrifflich leicht so auflösen, dass ein affektneutraler Beobachter darin eine gängige Hierarchisierung der Grundschulmathematik nach Schwierigkeits- bzw. Klassenstufen wiedererkennt. (In didaktisch avancierteren Varianten ist mittlerweile durch »formale Synthese« dieser beiden Unterscheidungen von Kompetenzniveaus die Rede.) In dieser Hinsicht handelt es sich bei der Rechenschwäche »lediglich« um von Stufe zu Stufe mitgeschlepptes, »unverdautes« Wissen. Dieser Logik zufolge hätte der rechenschwache Proband die Schwierigkeiten nachträglich nur noch einmal zu verdauen, und das Problem wäre erledigt. Inwieweit dies auch für andere Kontexte (wie Wissenschaft) gelten mag, soll hier zunächst dahingestellt bleiben.

Wichtiger und interessanter scheint es zu sein, die entwicklungspsychologischen Kontexte der entsprechenden Defizite genauer unter die Lupe zu nehmen. Dann könnte nämlich ein anderes Problem in den Blick kommen, welches sich jenseits (oder diesseits) bereichsspezifischer Ausfälle bei Kindern im Übergang vom präoperationalen in das Stadium der konkreten Operationen stellt: Resistenz gegen Instruktion. Da scheinen die meisten Kinder mit Lernschwierigkeiten, denen ein Therapeut im Zuge seiner Praxis regelmäßig begegnet, zu stehen. Da zeigt sich ein Unterschied, welcher Lernschwierigkeiten im allgemeinen Sinne begrifflich mit jenen konkreten Problemen zu kontrastieren vermag, welche sich im hier diskutierten Fall thematisch in Bezug auf Zahlen und Zahldarstellungen zeigen. (Später mögen frustrierende Prozente

oder das gefährliche X hinzukommen, doch ändert dies nichts am Unterschied selbst.) Und dieser Unterschied besteht »seiner Substanz nach« maßgeblich in Emotion und Angst.

Dieter Katzenbach spricht in diesem Sinne von der affektiven Dimension des Erkennens und beschreibt die komplexe (theoretisch zwischen Piaget und Psychoanalyse angesiedelte) Problematik wie folgt: »Denn Kognition bzw. kognitive Entwicklung wird damit in einer spannungsvollen Dynamik situiert, in der es um die Balance zwischen Kontrolle und Kontrollverlust geht, und in der es notwendig zu Gefühlen von (Omni-) Potenz auf der einen und von Ohnmacht, Kränkung und Angst auf der anderen Seite kommen muß.⁷ Insbesondere ist auf einen engen Zusammenhang zwischen Kognition und Angst zu schließen, denn Angst stellt sich zwangsläufig dann ein, wenn die Kognition ihr Ziel verfehlt, die Umwelt voraussagbar und damit kontrollierbar zu halten. Das Verhältnis zwischen Angst und Kognition muß daher (als) äußerst ambivalent gedacht werden. Die Kognition dient zwar einerseits der Angstre-

duktion, indem sie die Kontrolle über die Umwelt sichert. Dazu bedient sie sich der besagten (die Wahrnehmung filternden – J. R.) Referenzrahmen, vorläufigen »Theorien«, auch wenn diese partiell falsch (aber doch »funktional« in Bezug auf das »Problem in seiner gegenwärtigen Fassung« – J. R.) sein mögen. Kognitive Weiterentwicklung dagegen bedeutet, diese vorläufigen Theorien irgendwann in Frage zu stellen, zu modifizieren, durch neue und bessere zu ersetzen. Dies verlangt wiederum, zumindest vorläufig, die Kontrolle über die Umwelt aufzugeben und damit ein temporär erhöhtes Angstniveau zu ertragen.«⁸

Ein »präoperationales Kind« (im Sinne Piagets) stünde demnach vor dem Konflikt, zwei sich widersprechende kognitive Schemata (das der Gewohnheit und das der Instruktion) so aufeinander zu beziehen, dass ein »koordiniertes Schema höherer Ebene« entsteht. Im Falle von rechenschwachen Kindern wäre das in erster Instanz ein Übergang vom zählenden Rechnen zur metakognitiv gesteuerten Anwendung effektiver Rechenstrategien. Wie kognitiv voraussetzungsreich und affektiv problematisch ein solcher Übergang sein kann, dürfte jedem erfahrenen Therapeuten vertraut sein. Andererseits scheint es eine relativ klare Grenze zu geben, jenseits derer ein Kind nicht mehr als zählender Rechner bezeichnet werden kann. Und diese Grenze lässt sich auf kognitiver Ebene allein nicht beschreiben.

Wenn der Prozess des Erkennens konstruktivistisch immer wieder als Umstrukturierung von (kognitiven) Schemata beschrieben wird, so ist das im Falle rechenschwacher Kinder wohl nur die halbe Wahrheit. Vollständig wird die Sicht erst durch Einbeziehung der Angst und ihrer ambivalenten Rolle im Erkenntnisprozess. Langandauernde Resistenz gegen Instruktion bis hin zum aktiven Ignorieren »gutgemeinter Ratschläge« (oft wahrgenommen als Trotz oder gar attribuiert als Abstraktionsunfähigkeit, jene »wissenschaftliche« Variante des Vorwurfs der Dummheit) werden erst unter diesem Aspekt verständlich. Im Falle der Piaget'schen Entwicklungsstufe der konkreten Operationen kommt aber noch ein Moment hinzu: »Wesentlich ist, daß sich die beiden an diesem Prozeß beteiligten Schemata zunächst widersprechen müssen, denn sonst könnte ihre Integration nicht zu dem für Piaget für die Operationalität entscheidenden Kriterium der Reversibilität (gegenseitige Überführbarkeit der ehemals widersprüchlichen Konzepte ineinander – J. R.) führen.«⁹ Oder um bei rechenschwachen Kindern zu bleiben: Wenn man als Therapeut erreichen will, dass Zählen und Rechnen für das Kind langfristig keinen Widerspruch mehr bilden, also das Rechnen auch auf affektiver Ebene »begriffen« wurde, muss man zunächst den Unterschied zwischen beidem betonen. Nur so kann die zunächst abstrakte Erkenntnis des Funktionierens von Rechenstrategien (und seines mathematischen Hintergrundes, der »Struktur des dekadischen Positionssystems« mit dem zugehörigen Aufbau des Zahlenraums) letzten Endes real werden.

Auf dem Wege dorthin ist in jeweils konkreter Interaktion möglicherweise erst einmal zu klären, was denn eigentlich real ist und was nicht (diskursive Betonung des Unterschieds). Darin besteht wohl neben didaktisch-methodischen Kompetenzen das eigentliche Geschick des Therapeuten bei seiner Arbeit. Es schließt die kontrollierte Schaffung von (kognitiv wie affektiv realen) Verunsicherungen mit absehbar »gutem Ausgang« genauso ein wie den »selbstverständlichen« Gestus des problemlosen Problemlösens. (Letztere Formel meint genau die handlungswirksame Einheit von

Emotion und Kognition.) Dann nämlich erst gibt es auf kognitiver Ebene überhaupt etwas zu beschreiben, was sich begrifflich von der bloßen Konstatierung von »Schwierigkeiten« unterscheiden lässt.

V

Solange ein rechenschwaches Kind weiter zur Schule geht und dort mit »Telefonnummern« konfrontiert wird, die es nicht so vorlesen kann, wie die meisten anderen es tun, wird es das (kognitive) Schema des dekadischen Positionssystems (unbewusst) weiter als Bedrohung seiner eigenen, pragmatisch gewachsenen Vorstellungskomplexe empfinden. Wenn in einer Therapie mit dem Sinn für die pragmatische Realität von Zahlen und Rechenoperationen auch ein Gespür für die (objektiven) Lücken im eigenen Verständnis gewachsen sein sollte, dürfte das Schlimmste wohl überstanden sein. Vielleicht ist das Zählen einem mittlerweile noch zaghaften (oder vielleicht schon begeisterten) Rechnen gewichen, wahrscheinlich sind die Vorstellungen von den Zahlen bis eintausend nun so sicher, dass keine Verwechslungen von Positionen mehr auftreten, auch die Schreibrichtung von links nach rechts wird konsequent eingehalten. Dennoch bleibt jetzt als nicht unbedeutender Rest jene oben als dreiundzwanzigfünftausendzweihundertzwei stilisierte Zahl im »roten Bereich der Defizite« übrig. An dieser Stelle der Therapie dürften neuerliche Probleme in den (kognitiven) Bereichen der Orientierungs- und Vorstellungsfähigkeiten auftreten, obwohl gerade erstere doch überwunden geglaubt waren. Und »Schuld daran« ist diesmal die (deutsche) Sprache.¹⁰

Haben Sie sich schon einmal gefragt, was denn eigentlich den Unterschied zwischen einem Zahlwort und einer Zahl ausmacht? Um diese Frage zu beantworten, ist es nötig, zwischen Zahlen im Sinne der Mathematik und Zahlmorphemen einer gegebenen Einzelsprache zu unterscheiden. Während die mathematische Zahlenreihe einerseits potenziell unendlich und andererseits gleichmäßig gegliedert ist (und diese dezimale Gliederung ist wegen ihrer »Effektivität« mittlerweile selbstverständlicher Hintergrund ganzer Kulturkreise; das international vereinheitlichte metrische System der Maßeinheiten baut maßgeblich auf diesem Prinzip auf), handelt es sich bei den Zahlwörtern (im Deutschen) um ein geschlossenes syntaktisches (Wort-) Paradigma. Was kann man sich als linguistisch nicht vorbelasteter Mensch darunter vorstellen? Und inwiefern führt das auf einen konzeptuellen Widerspruch zum weltweit gebräuchlichen dekadischen Positionssystem?

Von einem Paradigma im Sinne der Grammatik spricht man dann, wenn sich eine Vielfalt sprachlicher Erscheinungen auf einen klar beschreibbaren strukturellen Kern bringen lässt. (In diesem Sinne ist der Begriff des sprachlichen Paradigmas, wie er sich in der strukturalen Linguistik eingebürgert hat, dem Begriff des kognitiven Schemas der beschreibenden Psychologie analog.) Und die Erscheinungen, von denen im vorliegenden Fall die Rede sein soll, umfassen die im Deutschen gebräuchlichen Zahlwörter.

Dabei soll es nicht um Sprachspiele mit der Unendlichkeit, das weite Feld der unbestimmten Numeralia (viel, mehr / weniger) oder um das Reich der Tropen gehen

(obwohl das aus der Perspektive des Themas sicher »so viel hergibt, wie Sterne am Himmel stehen« – und die weisen über den engen fachdidaktischen oder psychologischen Horizont aktueller Diskurse hinaus!), sondern zunächst nur um jene Zahlwörter, die über eine Darstellung im dekadischen Positionssystem verfügen. Dann nämlich lässt sich der fragliche Unterschied syntaktisch klar beschreiben: Während es sich bei mathematischen Zahlendarstellungen um die Kombination von zehn verschiedenen (Ziffern-) Zeichen handelt, bestehen Zahlwörter aus Zahlmorphemen, derer es im Deutschen mindestens 24 verschiedene gibt (eins/ein, zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht, neun, zehn, elf, zwölf, zwanzig, dreißig, vierzig, fünfzig, sechzig, siebzig, achtzig, neunzig, hundert, tausend, Million/Millionen, Milliarde/Milliarden), und einem für bestimmte Formen obligatorischen Fügungsmorphem (und).¹¹ Warum »macht die Sprache so etwas« – liegt es an ihrer kulturellen Antiquiertheit und dem Umstand, dass »sie noch nicht genügend Zeit hatte«, das dekadische Positionssystem zu erlernen?

VI

Der wahre Grund dafür liegt, linguistisch gesprochen, zwischen Pragmatik und Lexikologie: Einerseits müssen die Zahlmorpheme (wie andere Morpheme der Grammatik auch) die Bedingungen der morphologischen Kürze und der relativ hohen Frequenz in der Sprache erfüllen, um als Sprachbausteine funktionieren zu können.¹² Andererseits müssen Zusammensetzungen der Morpheme »auf einen Blick« überschaubar sein, um als sprachliche Zeichen in ihrer Bedeutung (wieder-)erkennbar zu sein. Bei einem zusammengesetzten Substantiv wie Wasserhahn beispielsweise liegt der Akzent auf dem ersten Morphem und sichert so die primäre assoziative Bindung an den Kontext der lexikalischen Bedeutung (über »fließendes Wasser«). Bei Zahlen (jenseits der Eins) dürfte dieser Kontext in erster Linie ihre Größe sein, welche im Zusammenhang mit der grammatischen Kategorie des Plural auf eine grundsätzliche Gegliedertheit verweist, um diese mit dem präzisierten Kontext einer Quantität (Gleichmäßigkeit der Gliederung) zu verbinden. Insofern ist dem Zahlbegriff die Frage »Was ist mehr? Was ist weniger?« pragmatisch inhärent.¹³ Würden wir nun wie jene oben beschworene Pippi Langstrumpf Zahlen statt in (gewohnten) Zahlwörtern in (vielfältigen) Telefonnummern kommunizieren, ginge genau jener pragmatische Aspekt verloren. Deshalb sind Zahlmorpheme wie hundert und tausend letztlich unverzichtbar.

Jenseits der Tausend aber gibt es einen Sprung, welcher aus dem dekadischen Positionssystem heraus nicht zu erklären ist. Hier beginnt das pragmatische »Reich der großen Zahlen«, und auch mathematisch äußert sich das in einer syntaktischen Neuheit: Von nun an werden nämlich (der »Übersicht« halber) immer drei Ziffern – und zwar jeweils beginnend von rechts! – zu einer Gruppe zusammengefasst. Wenn man aber eine Zahl hört und will sie in Ziffernform aufschreiben, wie soll denn das – aber von links nach rechts bitteschön! – überhaupt gehen? Hier ist neue Verwirrung sachlogisch vorprogrammiert, es wird ein qualitativ neues Aha-Erlebnis unumgänglich.

Die Voraussetzungen für solch ein Erlebnis aber liegen in der (sinnvoll gebrauchten) Sprache selbst. Um beispielsweise das Wort fünftausendzweihundertzwei verstehen zu können, muss einerseits die lexikalische Bedeutung aller fünf Teilmorpheme (wie unvollkommen auch immer: zumindest muss klar sein, dass tausend »mehr ist« als hundert usw.) geläufig sein, andererseits müssen alle diese Gestalteinheiten »auf einen Blick« (im Falle eines gesprochenen Wortes: im auditiven Gedächtnis – also »gleichzeitig«) präsent sein, und schließlich – und hier liegt mit dem potenziellen Problem die eigentliche, besondere Leistung der Sprache (und des Sprechenden) – muss aus allen Teilen assoziativ eine Gesamtbedeutung erschlossen werden. Im Falle des Wortes Wasserhahn mit seinen beiden Teilmorphemen wird diese aus der Kombination der Vorstellung fließenden Wassers mit der abstrahierten äußeren Form (Aussehen, vielleicht auch Verhalten) eines verbreiteten Haustiers erschlossen. (Historisch gesehen könnten hier barocke Wasserspeyer den entscheidenden semiotischen Kontext bilden.) Dabei muss natürlich die pragmatische Voraussetzung einer prinzipiellen Vertrautheit mit dem bezeichneten Gegenstand bestehen. (Diese Bedingung könnte beispielsweise das Verständnis eines Wortes wie Gestaltpsychologie entscheidend beeinflussen.) Insofern entscheidet sich das Verständnis eines Kompositums auf »zwei Ebenen« gleichzeitig: im konkreten Kontext (»pragmatisch«) und im sprachlich-abstrakten Aufbau (»lexikologisch«). Letzteres Moment wird um so wichtiger, je länger und unübersichtlicher die Wörter sind: Hausmeisterwohnung, Gabelstaplerfahrberechtigung. (Der Zahl auf diese Weise kombinierbarer Morpheme sind in der Sprache aber Grenzen gesetzt; wird ein häufig gebrauchtes Wort zu lang und »unhandlich«, kommen elliptische Prozesse zum Zuge: von Mathematik zu Mathe etc.) An dieser Stelle nun werden zwei Effekte wesentlich, welche sowohl Wahrnehmung als auch Verständnis solcher Wortungetüme beeinflussen und in ihrer Gleichzeitigkeit entscheidend für eine schnelle Auffassung der sprachlichen Formen sein dürften: Akzent und Klammersetzung.

VII

Die Einheit dieser Momente führt direkt in den rhythmisch-semantischen Keller (oder Himmel) des Bewusstseins: Im Wort Hausmeisterwohnung liegt nämlich der Akzent auf der ersten Silbe (dem Morphem Haus). Dadurch wird verhindert, dass der Interpret das Gesamtwort falsch klammert: es als »Haus/meisterwohnung« liest. Zwar müsste das suchende Verständnis in der Folge ohnehin den uninterpretierbaren Terminus »Meisterwohnung« verwerfen und logisch unvermeidlich zur anderen Variante (»Hausmeister/wohnung«) übergehen, doch würde das möglicherweise mehr Zeit erfordern, als im Prozess des Verstehens gesprochener Rede real zur Verfügung steht, da die Sprache in der Regel weiterläuft und neue Aufmerksamkeit beansprucht. Insofern ist der Akzent eine unverzichtbare Komponente der Lautsprache, und die Folge der Akzente bildet einen Sprachrhythmus, der meist unbewusst bleibt. Daher sind die Prozesse des Sprachverstehens im Ganzen zum maßgeblichen Teil unbewusst.¹⁴

Nun wird auch ein Zahlwort wie zweihundertfünfunddreißigtausendzweihundertzwei besser verständlich. Der für die unbewusste Sprachwahrnehmung entschei-

dende Akzent liegt auf genau jenem Teilmorphem, welches im Kontext der Gesamtbedeutung (Zahlenpragmatik) den wichtigsten semantischen Anteil liefert: tausend. Dadurch zerfällt das Gesamtwort in mehrere Teile, die sich (in zeitlicher Logik) als Akzentmorphem sowie vor und nach dem Akzent »befindliche« Morpheme bzw. Morphemgruppen beschreiben lassen. Damit wird das Wort als »zusammengesetzt« wahrnehmbar: zweihundertfünfunddreißig/tausend/zweihundertzwei, allgemein A/X/B. Danach müssen dann – vorausgesetzt, das akzenttragende Morphem X wurde als Bedeutung erkannt – die beiden Morphemgruppen A und B »decodiert« werden (wird das nicht »im Schlaf« beherrscht, hat der Interpret bei einem so langen Wort wirklich keine Chance), um im »logisch nächsten« Schritt eine Gesamtbedeutung aufbauen zu können. Und dieser Schritt ist letztlich entscheidend für das Verständnis der (funktionalen) Bedeutung eines Zahlworts jenseits der Tausend.

Hier nun wird etwas wirksam, das mit gutem Grund »die unbewusste Algebra der Zahlwörter« genannt werden kann: Der Aufbau dieser Bedeutung lässt sich nämlich (mathematisch) regelgültig formalisieren als $A * X + B$, wobei $A < X$ und $B < X$ »logisch wie pragmatisch« vorauszusetzen sind. Genau an dieser Stelle haben viele Kinder, die zwar mit Zahlworten wie zweihundertfünfunddreißig, tausend und zweihundertzwei – jeweils für sich genommen – keine Probleme mehr haben, ihre größte Schwierigkeit. Und diese ursprünglich auf lexikologischer Ebene beschriebene Synthetisierungsleistung ist im Falle der Bedeutungen »großer Zahlen« ein komplexes kognitives Schema (eine neue Art sprachpragmatisch fundierter Logik; diese Logik hat – wie noch zu zeigen sein wird – einen allgemeinen Strukturkern, welcher die eigentliche Orientierungsleistung überhaupt erst verständlich werden lässt).

Die Komplexität wird darin sichtbar, dass auch die Wortbestandteile A und B – im Gegensatz zum notwendigerweise paradigmatischen X – auf strukturell gleiche Weise zusammengesetzt sein können wie die Gesamtbedeutung: zwei/hundert/fünfunddreißig oder zwei/hundert/zwei; das ist die »unbewusste Ebene« der Semantik. Damit wird jenseits der Tausend die Welt der Bedeutungen von Zahlwörtern erstmalig reflexiv (oder selbstreferentiell). Die Kinder müssen also im Falle so großer Zahlen intern eine Operation bewältigen, die sich mathematisch als Rekursion beschreiben lässt.

Zugleich wird das Orientierungsproblem in neuer Weise aktuell. Und dieses Problem hat eine semantische (den »auditiven Strukturkeim« des dekadischen Positionssystems betreffende, systematische) und eine phonetisch-phonologische Seite. Letztere hängt mit der »unbewussten Logik« des Akzents zusammen und erscheint aus einer an Regelerwartungen gespeisten, semantisierenden Perspektive heraus eher als unsystematisch.¹⁵

Bisher wurde in der Analyse von einer Mittelstellung des Akzents im Wort ausgegangen, und die Folgen dieser Konstellation waren zutiefst semantisch. Leider ist dieser (phonetisch exemplarische) Zusammenhang im Deutschen nicht durchgängig. Mehrgliedrige Zahlwörter der Gestalt A/X/B gibt es nämlich im Deutschen in »vielen« (rhythmisch und (!) semantisch) grundverschiedenen Varianten: erstens mit akzentlosem X und faktisch gleichverteiltem Doppelakzent auf A und B (fünf/und/dreißig, zwei/hundert/zwei) und zweitens mit scharf akzentuiertem X in der bereits beschriebenen Variante. Letztere Variante wird jedoch erst jenseits der hunderttausend zwin-

gend, was der oben beschriebenen Semantisierungsregel ihre phonetische Prägnanz nimmt. Der erste, gewissermaßen sprachlich-phonetische Anteil der Orientierungsleistung besteht somit in einer (internen) strukturellen Ausgliederung der (unbewusst angewandten) Regel.¹⁶

Jenseits der Million zerfällt die Bedeutung in mehrere Lexeme. Damit korrespondiert eine rein additive Erweiterung der Semantisierungsregel: $A * X + B * Y + C * Z + D$ mit $X > Y > Z$ sowie $A, B, C, D < Z$ (wobei nur einer der Anteile $A * X$, $B * Y$, $C * Z$ zwingend vorhanden sein muss; auch D ist nicht obligatorisch; spätestens hier wird das bisher ausgeklammerte graphisch-phonetische »Nullenproblem« als semiotisch-strukturelles sichtbar, doch dazu später). Das oben angedeutete Problem »kognitiver Rekursion« wird damit durch die Sprachlogik nur in quantitativer Weise erweitert. Der Erwerb des entsprechenden kognitiven Schemas wird demnach als entscheidendes Moment für das (sprachlich-konstruktive) Verständnis »so großer Zahlwörter« sichtbar.

Doch auf der phonetisch-phonologischen Seite der Orientierungsleistung gibt es noch ein weiteres, eher sprachrhythmisches Wahrnehmungsproblem. In einem so langen Wort wie zweihundertfünfunddreißigtausendzweihundertzwei tauchen nämlich Nebenbetonungen ($x_i, i=1,2,3,\dots$) auf, welche die (möglicherweise unbewusste) Vorstellung gleichermaßen zu strukturieren wie zu verwirren vermögen.¹⁷ An dieser Stelle nun wird ein Übergang von der morphematischen zur syllabotonischen¹⁸ Beschreibungsebene fällig, was zu folgender Gestalt des Zahlworts führt:

zwei(x1)/hun/dert/fünf(x2)/und/drei(x3)/Big/tau(X)/send/zwei(x4)/hun/dert/zwei(x5).

Die (rhythmisch-morphematische) Grundstruktur $A/X/B$ zerfällt also auf der »Versebene« der Wahrnehmung – wenn man nicht vorhandene Silbenbetonungen graphisch als 0 markiert – in die folgende Feinstruktur:

x1 0 0 x2 0 x3 0 X 0 x4 0 0 x5
 »tütatätütatütatammatütatüt«

Abgesehen davon, dass dieser Rhythmus bei weitem kein metrischer ist und somit von einem Interpreten (etwa auf dem Alphorn) musikalisch einiges verlangt, entblättert die Semantik dieser Darstellung nun die rhythmisch bedeckten erogenen Zonen des Unbewussten einer Zahl wie zweihundertfünfunddreißigtausendzweihundertzwei. Liest man das Wort nur mit »halbem Ohr« (lässt die unbetonten Silben im Keller des Bewusstseins verschwinden), dann bietet sich der attentional schweifenden Aufmerksamkeit nämlich ein Vers aus den fernen dionysischen Gegenden von Finnegans Wake: zweitatafünftadreitatau(send)zweitatazwei. Erkennen Sie die Zahl noch? Dann erfüllen Sie tatsächlich alle Voraussetzungen, um in einer Regelschule in die fünfte Klasse versetzt zu werden.

VIII

In der fünften Klasse nämlich wird das dekadische Positionssystem als »kognitives Schema« de facto vorausgesetzt. Wer es bis dahin nicht erworben hat, wird im Weiteren zwangsläufig in Bedrängnis geraten. Fast »logisch zwangsläufig« erscheint auch die (historische) »Reaktion der Institution Schule« auf das nun erstmalig in neuen Dimensionen virulent werdende Differenzierungsproblem: Am Gymnasium darf ohne »schlechtes pädagogisches Gewissen« von allen Zöglingen eine knallharte dekadische Positionierung erwartet werden, an der Realschule hängt alles am »pädagogischen Geschmack des Matheknilchs« (der potenziell alle Vektorpunkte im Kraftfeld zwischen dem pädagogischen Minuspol einfühlenden Verstehens und dem pseudodidaktischen Pluspol der schon erwähnten knallharten Linie annehmen oder auch gut in diesem Feld oszillieren kann)¹⁹, die sozial schwachen Dyskalkulytiker werden an der Hauptschule entweder auf den (im vorliegenden Kontext numerischen) Dienst am Vaterland gedrillt oder aber in der Folge ganz mit »größeren Summen« in Ruhe gelassen (auf Telefonnummern, SMS und andere Zauberspiele im blühenden Garten der Entfremdung fixiert). Vielleicht lernen ja auf diese Weise alle »irgendwie rechnen«, vielleicht hat mancher »eigenwillige Hausmeister« oder »gelernte Gabelstaplerfahrer« auf diese Weise mit knapp vierzig auch sein Aha-Erlebnis, wenn er seiner didaktisch gebildeten Frau beim »Üben mit den Kleinen« zusieht, vielleicht werden die Eltern eines (sozial kompetenten) »gymnasialen Dyskalkulytikers« für ihr leidendes Goldkind rechtzeitig einen »privaten Wissensspeyer« engagieren: Als kulturell irreduzibler Rest diesseits aller Bildungstheorien bleibt jedoch eine Anforderung namens dekadisches Positionssystem zurück, und die bildet ein »kognitives Schema«. Sozial »feinere Unterschiede« dürften ein Jahr später mit den ersten »Brüchen im Bewusstsein« auch am Gymnasium »zwangsläufig« entstehen.

Aus der eben nur kurz aufgefalteten bildungspolitischen (oder -theoretischen) Optik des »dekadischen Positionssystems« heraus lohnt es sich vielleicht, einen abschließenden Blick auf die konkreten Anforderungen zu werfen, welche sich hinter dem hier affektiv so stark aufgeladenen Begriff verbergen. Im Zuge der bisherigen Überlegungen sollte klargeworden sein, dass didaktisch zumindest zwischen zwei Darstellungsebenen unterschieden werden muss: der graphischen und der lautsprachlichen. (Inwieweit diese Unterscheidung konstitutiv für eine qualitativ neue didaktische Analytik sein könnte, wird im Beitrag dieser Ausgabe »Anmerkungen zu Jürgen Diederichs Sokratischem Gespräch mit Sokrates« angedeutet – vgl. dort FN 4.) Im vorliegenden Beitrag wurde bisher implizit die These verfochten, Rechnen als kognitive Leistung sei (nach ihrer maßgeblich visuell gestifteten Realität) danach vor allem eine auf lautsprachlicher Ebene zu vollziehende Anforderung.²⁰ Um nicht den Verdacht des latenten Phonozentrismus aufkommen zu lassen, ist es nun an der Zeit, auch dem graphischen Schema des dekadischen Positionssystems die ihm gebührende Aufmerksamkeit zu widmen.

Kulturhistorisch gesehen waren seine Erfinder nicht »klüger oder dümmer«, als wir potenziellen Dyskalkulytiker (mit dem beschriebenen »Telefonnummern-Syndrom«) es heute immer noch sind: Im alten Indien wurde eine Zahl wie 123 nämlich – nun darf man staunen! – als formales einzweidrei gelesen. (Ein ähnliches Kauderwelsch

wie unser heutiges Einmaleins.) Aus der Perspektive eines Meisters über die zugrunde liegende Struktur ist das sicher kein Problem. Hat man zu denken und zu rechnen gelernt, besteht das Problem wohl eher darin, den Gedanken eine prägnante Form zu geben und – im Falle der Zahlen – eine kurze und in ihrer Klarheit effektive Schreibweise zu finden. Aus dieser Perspektive heraus ist das Problem nicht eines von Hunderten, Tausendern oder Millionen, sondern schlicht und ergreifend die Paradoxie einer Anforderung von der Art »Darstellung des Nichts«. Seine kulturhistorisch früheste Lösung erhielt das Problem wohl vor viertausend Jahren in einem babylonischen Tempel, als ein Schreiber jene bewusst freigelassene (semiotisch aufgeladene) Stelle zwischen zwei anderen Zahlzeichen erfand, die ihrerseits noch einmal anderthalb tausend Jahre brauchte, um die Form eines kleinen Punkts anzunehmen. Unabhängig von Babel erfanden vor zweitausenddreihundert Jahren die Olmeken und Maya ein Stellenwertsystem mit Nullzeichen, in dem die Ziffern selbst kleine Graffiti waren, welche schon aus bildästhetischen Gründen keine visuelle Leerstelle dulden konnten.²¹

Nun lässt sich auch der graphische Aspekt des Telefonnummern-Syndroms beschreiben: Vielleicht wird zweittatazwei noch richtig in 202 (bzw. 2002) »übersetzt« und deutlich von zweitatazwanta unterschieden. Die eigentliche kulturhistorische Unterscheidung zwischen einer Schreibweise ohne Null wie »22« und nullhaltigen Zeichenfolgen wie »220« oder »202« setzt neben dem Verständnis für die kulturelle Zeichenhaftigkeit des Nichts eine grundlegende Ahnung vom Unterschied graphischer und phonetischer Darstellungen voraus und ist für heutige Kinder (normalerweise) wohl spätestens in dem Augenblick kein Problem mehr, da sie die doppelte, funktionale und pragmatische, Bedeutung des Zahlworts hundert²² erfasst haben: Rhythmisch drückt sich das in einer Erweiterung des (unbewussten) »metrischen Paradigmas« von tüta (dreizehn) und tütatüta (einundzwanzig) um die nichtmetrischen Rhythmus-elemente tütatatü (zweihundertzwei) sowie tütatatüta (zweihundertzwanzig) aus. Dahinter steckt dann eine diagrammatische, auf graphischer wie auf phonetischer Ebene jeweils »eigenlogisch« aufgebaute, semiotische Gesamtstruktur.

Allerdings hat bereits dieses einfache rhythmisch-semantische Schema seine Ausnahme – die tüta-Sieben, was in tüta-siebzehn noch rhythmisch abgefangen wird, aber schon bei tütatatüta-siebenundzwanzig getrommelt ebenso gut als zweihundertzwanzig oder gar als zweitausendzwanzig interpretiert werden könnte.²³ Insofern ist die Zahl sieben im Deutschen tatsächlich etwas Besonderes. Man mag in der Regelwidrigkeit ein phonetisches Propädeutikum für die Rhythmen jenseits der hundert oder aber eine unlogische Quelle für Verwirrung sehen.²⁴ Bei zweitatafünftadreitatau(send)-zweitatazwei aber treten gleich zwei verschiedene Schwierigkeiten auf einmal ins Bild, und jede ist, für sich genommen, bereits eine Herausforderung der (kognitiven) Orientierungsfähigkeit. Entscheidend für die Beherrschung des entsprechenden »kognitiven Schemas« ist jedoch ihre semiotisch-diagrammatische Einheit.

Die erste Schwierigkeit liegt im Grenzbereich von rhythmischer und semantischer Wahrnehmung. In einem so langen Wort ergeben sich unbewusste Effekte, die mit dem Rhythmus des Ganzen, mithin der akustischen Einbindung im Redefluss, zu tun haben, was nun unvermeidlich an Gedichte gemahnt. Um die Sache nicht unnötig zu verkomplizieren wird folgende, oben bereits angedeutete (schematische) Modellierung vorgenommen, die jedem Lyrikliebhaber als Gotteslästerung erscheinen muss:

tütatatütatütatammatütatütatü

als rhythmisches Schema eines freien (d.h. nicht metrischen) Verses.²⁵ Dann nämlich wird deutlich: Der »sechshebige Vers«

zweihundertfünfunddreißigtausendzweihundertzwei

zerfällt (nach der Art eines Alexandriners) per Zäsur in zwei Hälften – und jetzt wird es in der Tat semantisch interessant! – zu:

zweihundertfünfunddreißig/tausendzweihundertzwei.

Oder diagrammatisch aufgelöst:

tütatatütatütatü/tammatütatütatü = 235 1202.

Auch wenn dieser Vers keine romanische Formvollendung erreicht, zeigt er doch das Wahrnehmungsprinzip: Aufgrund seiner Länge bildet ein sechshebiger Vers einen Widerstand aus gegen die simultane Wahrnehmung als Ganzes und zerfällt in zwei dreihebige Halbverse. Wem das nun noch nicht »anschaulich« genug oder »zu unkonkret« ist, der nehme die Zäsur näher unter die Lupe: Ihre minimale morphematische Umgebung lautet: dreißig/tausend. Das ist aber »im Keim« gerade der multiplikative semantische Kern ($A \cdot X$) eines bereits bekannten kognitiven Schemas ($A \cdot X + B$).

Damit wird auch die zweite Herausforderung der kognitiv grundlegenden, an die Ebene der »unbewussten Semantik« gekoppelten Orientierungsfähigkeit sichtbar: Die Zäsur wirkt nicht nur verfremdend auf den konventionellen syllabotonischen Sprachrhythmus eines nach halbwegs logischen Prinzipien betonten Zahlworts, sondern signifiziert sich auch noch selbst als »implizite Aufforderung zum Multiplizieren«.²⁶

IX

Hier nun ist die didaktische Kunst endgültig bis auf den unbewussten Grund ihres (vorhandenen oder fehlenden) methodischen Bewusstseins abgesunken: bis zum peniblen Unterschied zwischen hundert und einhundert. Dieser ist nämlich neben allen rhythmischen Finessen ein zutiefst semantischer. Hier können Kinder das (unbewusste) Multiplizieren im Geiste lernen. Alternativ dazu könnte die Gelegenheit, nebenbei etwas Wichtiges gezeigt zu bekommen, (wieder einmal) ungenutzt vorübergehen.

Didaktik ist unter Künstlern wohl deshalb so verschrien, weil ihr unnatürlich betonender Zeigegestus etwas Penetrantes hat. Insofern ist Didaktik ein Kind des Barock mit seinen höfischen Sitten, Ritualen und Ausschweifungen. Brecht war der erste unter den Modernen, welcher den romantischen Affekt gegen die vorherrschende (postbarocke, klassizistische, potenziell mechanistische) Zeigementalität ernsthaft zu heilen versuchte – mit allen dramaturgischen Mitteln der therapeutischen Kunst.

Spätestens in der (klassischen) Moderne wird der Zeigegestus reflexiv. Mit der Erfindung des Pointers als indirekt adressierter Sprunganweisung in Computerprogrammen wird dieser Gestus dann technisch auf so radikale Weise entpersonalisiert, dass seitdem wohl alle Verweise im Prinzip selbstreferentiell sind.²⁷ Umso wichtiger ist es für den Autor, alle dem frei schweifenden Denken im Laufe des Schreibens entschlüpften Versprechungen einzulösen. Und da steht nun noch eine Konkretisierung ins Haus: Was ist unter dem metaphorisch anmutenden Begriff »auditiver Strukturkeim des dekadischen Positionssystems« zu verstehen? Inwiefern hat das etwas mit Dyskalkulie bzw. der (Durchbrechung der) kognitiven Gewohnheit zählenden Rechnens zu tun?

Das Problem lässt sich als basale Orientierungsanforderung beim Gebrauch und der internen (funktionalen) Interpretation von Zahlwörtern verstehen. Alle zusammengesetzten Zahlwörter sind kognitive Konstruktionsanleitungen. Und jener mysteriöse strukturelle Kern (»Verständniskeim«) ist nun genau die elementare Regel, welche den Konstruktionsprozess (unbewusst, in der Regel sprachlich nicht expliziert) steuert. Hier erhält ein Begriff wie Metakognition zumindest einen Teil seiner möglichen operationalen Bedeutungen. Die Regel selbst wiederum ist aber so abstrakt, dass sie sprachpragmatisch ihre Gestalt mehrfach ändern muss – je nachdem, in welchem Zahlenraum der Interpret gerade weilt: im Zwanziger-, Hunderter- oder Tausenderraum bzw. (in echter und endgültiger kognitiver Synthese) im Reich der großen Zahlen, wo die modernen semantischen Freiheitsgrade entsprechend dem Gesetz logischer Polykontextualität verteilt werden.²⁸

Im Zwanzigerraum²⁹ folgt auf ein von »ein« und »zwei« verschiedenes Ziffernzahlmorphem das Morphem zehn. Die Fügung ist ein »Nullmorphem« und trägt eine »additive Bedeutung«. Das korrespondiert mit einer rein visuellen³⁰ Logik.

Im Hunderterraum³¹ folgt ab zwanzig auf ein Ziffernzahlmorphem die Fügung »und« und schließlich ein von den Ziffernzahlmorphemen per (nachstellender) Suffigierung abgeleitetes Zehnerzahlenmorphem. Die Fügung »und« trägt additive Bedeutung, während das Postfix -zig als Multiplikation der Ziffernzahlen mit zehn zu interpretieren ist.³² Der Vorstellung wird die Fähigkeit einer (unbewussten visuellen) Vervielfachung der dekadischen Einheit zehn zugemutet.³³ Auch die Reihenfolge der Operationen wird mit ihrem semantischen Unterschied erstmalig bedeutsam: erst Suffigierung, danach Morphemverbindung. Semantisch korrespondiert das mit der mathematischen Generalisierung »Punktrechnung geht vor Strichrechnung.«³⁴ Deren Strukturkeim erwerben die Kinder also bereits in der zweiten Klasse. Ohne eine solche Festlegung der Operationsreihenfolge wären Ergebnis bzw. Gesamtbedeutung semantisch mehrdeutig.

Im Tausenderraum³⁵ explodiert der Regelbegriff: Jenseits von hundert folgt auf ein Ziffernzahlmorphem das Morphem hundert und anschließend ein einfaches oder zusammengesetztes Zahlwort aus dem Hunderterraum.³⁶ Die Syntax fächert sich in Regelvarianten und Ausnahmen auf. Von hundert bis zweihundert ist das dem Morphem hundert vorangestellte Ziffernzahlmorphem »ein« nicht obligatorisch, die mit der entsprechenden Fügung verbundene multiplikative Bedeutung bleibt latent. Ab zweihundert generalisiert sich diese Bedeutung exemplarisch in jedem vollen Hunderter. Das syntaktische Schema des Voranstellens verbindet sich mit einer festen

Bedeutung. Gleichzeitig verfeinert sich die Semantik. Die im Zwanzigerraum erworbene Semantisierung der syntaktischen Voranstellung als (visuelle) Addition wird aufgebrochen – die Einheit der Differenz von Syntax und Semantik erzeugt erstmalig Polykontextualität.³⁷ A/zehn ist additiv und B/hundert multiplikativ zu interpretieren. Die Fügung »und« erfährt im Hunderterraum nun nachträglich eine differenzlogische Signifizierung. Sie verweist einerseits auf die (pragmatisch-quantitative) Bedeutungsdifferenz von zehn und hundert³⁸, andererseits bleibt ihre Bedeutung konventionell als Addition interpretierbar. Damit wird die Differenz von Syntax und Semantik überhaupt erst (kognitiv) strukturell. A/zehn und B/hundert landen in der abstrahierten »Syntax«-Klasse (unter dem Merkmal: »Einem Ziffernzahlmorphem folgt etwas Größeres.«), wo sich Bedeutungen in der Vorstellung differenzieren lassen (transferierbare Gestalt, Schema). A/zehn und Bundzwanzig bis Cundneunzig landen in einer abstrahierten (additiven) »Semantik«-Klasse, deren (bzgl. der Klassenbildungslogik »zufällige«) größenpragmatisch codifizierte Syntaxeigenschaft (wenn X vor Y, dann $X < Y$) ab hundert zwar prinzipiell bestehen bleibt (neunzehnhundert, hunderttausend), aber dann mit einer zusätzlichen semantischen Differenz (Addition/Multiplikation), hinter der strukturell die obige »Syntax«-Klasse steckt³⁹, interpretiert werden muss⁴⁰ (differenzierbare Gestalt). Letztere Klasse (interner Repräsentation) beschreibt (im Netz ihres Kontextes an Unterscheidungen) eine basale Orientierungsfähigkeit.

Auf Handlungsebene wird sie als kognitive Irritationsresistenz gegenüber auditiv-graphischen Unterschieden (auf erster Stufe Vertauschungen) in der Zeichenreihenfolge wirksam, wobei diese Fähigkeit kulturell erst mit einer festgelegten Richtung in Bezug auf das internalisierte Körperschema bedeutsam wird.⁴¹ Auf Vorstellungsebene kann man vom syntaktischen Keim des kognitiven Schemas »dekadisches Positionssystem« sprechen. Seine semantische Seite ist maßgeblich an die Interpretation der räumlichen und (!) zeitlichen Unterscheidung vor/nach gebunden. Allgemein gesagt: »Und« wird zusätzlich zur sprachlich-visuellen Primärbedeutung (Addition) mit intern zu repräsentierenden »feinen Unterschieden« aufgeladen (syntaktisch-semantisches Kontextwissen). Darin implizit enthaltene (nur »potenziell codierte«) Fügungsbedeutungen sind auditiv-syntaktisch.

Damit wird auch die syntaktische Unterscheidung vor/nach »potenziell regelhaltig«. Sie wird in der Gestalt A/X/B strukturell reflexiv und operativ selbstreferentiell: Folgen in einem zahlensemantischen Syntagma zwei Unterscheidungen »am Wortanfang« aufeinander, so ist (im Deutschen) die erste einerseits »fast immer« als größenpragmatische Differenz $A < X$ markiert (Syntax) und andererseits (dann) fast immer als Multiplikationsoperation $A * X$ zu interpretieren (Semantik), während die zweite syntaktische vor/nach-Unterscheidung »fast immer« als Additionsoperation $A * X + B$ interpretiert werden muss, womit eine »spiegelsymmetrisch« umgekehrte größenpragmatische Relation $X > B$ korrespondiert.⁴² Dies ist nun wahrlich der richtige Moment, um eine alte informationsphilosophische Weisheit in ihrer Bedeutung zu feiern: *Es gibt Unterschiede, die einen Unterschied machen.*⁴³ Und natürlich ist – wie jedem Künstler geläufig – Semantik eine (Spät-) Folge (komplizierter) syntaktischer Strukturierungsleistungen (vgl. dazu bei Juri Lotman die Unterscheidung zwischen »raumzeitlicher« Kommunikation und »psychischer« Autokommunikation).

Die damit verbundene visuelle Vorstellungsfähigkeit macht im entwicklungspsychologischen Stadium der konkreten Operationen ein weiteres, auf Bild- und Handlungsebene zu differenzierendes kognitives Schema aus: »zweimal drei«. Vorbei.

Man sieht, wie unübersichtlich eine solche operationalisierende Regelbeschreibung wird und welche kognitive Leistung der Interpret intern zu erbringen hat. Zur Darstellung solcher Zusammenhänge ist die algebraische Formelsprache der Mathematik besser geeignet als die natürliche Sprache. Die entsprechenden Bedeutungsstrukturen fallen jedoch nicht vom Himmel. Auf der (subjektiven) Vorstellungsebene, wo die mathematische Syntaxerweiterung durch Klammern zur Festlegung der zeitlichen Operationsreihenfolge:

$$235\ 202 = 235 \cdot 1000 + 202 = (2 \cdot 100 + 5 + 30) \cdot 1000 + 2 \cdot 100 + 2$$

nicht explizit sichtbar werden muss, gewinnt die Frage der Reihenfolge als Generalisierung von (funktionaler) Eindeutigkeit die neue lernpsychologische Dimension eines potenziellen Orientierungsproblems. Der Interpret muss »vorwärts und rückwärts« denken können. Insofern sind kognitive Orientierungsleistungen unterschwellige Sprachkompetenzen auf visueller Basis.

Der fragliche auditive Strukturkeim, der die Zahlen zwischen hundert und tausend betrifft, lässt sich nun in assoziativ-funktionaler Kurzform folgendermaßen verbalisieren: vorher/nachher bedeutet für Ziffernzahlen soviel wie Geburt & Tod! Vor der Hundert bedeutet es mal⁴⁴, nach der Hundert bedeutet es und. Und und ist plus⁴⁵. Schluss.

EPILOG

Quod erat demonstrandum! könnte man denken, oder scheinbar bescheidener: »Und sehe, dass wir nichts wissen können...« Im Schock einer dergestalt aufgefächerten Problemsicht auf die vermeintlich einfache Welt der Zahlen jedoch entsteht die eigentlich interessante Frage: Wie kommt es, dass so viele Menschen in der Schule (oder später) das Rechnen lernen, ohne von der Kompliziertheit dessen, was sie tun, auch nur eine Ahnung zu bekommen? Ist es denn um die Welt wirklich so schlimm bestellt, wie wilde Geschichtenerzähler bereits vor knapp zweitausend Jahren diagnostiziert hatten: »...denn sie wissen nicht, was sie tun.«? Und ist der zentrale Ort dieses Tuns – die Schule, auf deren kulturelle Erfolge viele von uns so stolz sind – tatsächlich nur ein Tempel, in welchem geistige Falschmünzer und intellektuelle Trickbetrüger ihr profitables Unwesen treiben? Auch wenn es schwer fällt, diese Fragen letztgültig zu bejahen, so bleibt beim Autor doch ein nicht ohne Weiteres aus dem Zimmer zu weisendes Unbehagen zurück.

ANMERKUNGEN

- 1 Annemarie Fritz / Gabi Ricken / Siegbert Schmidt: Über die Schwierigkeiten mit der Rechenschwäche – eine Zwischenbilanz zum Thema. In: Annemarie Fritz / Gabi Ricken / Siegbert Schmidt (Hrsg.): *Rechenschwäche: Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie*. Weinheim-Basel-Berlin 2003, S. 452-468.
- 2 Andrea Schulz: *Lernschwierigkeiten im Mathematikunterricht der Grundschule*. Berlin 1995, S. 42-83 sowie Andrea Schulz: *Integrative Lerntherapie – eine außerschulische Hilfe für Kinder mit Rechenschwäche*. In: Annemarie Fritz u.a., a.a.O., S. 429-443 (v.a. S. 437).
- 3 Wie Unterricht aktiv an der Genese eines solchen Phänomens beteiligt sein kann, ist aus dem Beitrag von Hedwig Tücking: *Die Zehnerüberschreitung: eine der ersten Bewährungsproben für Lehrer und Schüler*. In: *Pädagogische Korrespondenz* Heft 12 (Herbst 1993), S. 101-107 zu ersehen.
- 4 Ein Fall von Entfremdung im klassischen Sinne des Begriffs.
- 5 So etwa Annemarie Fritz u.a., a.a.O., S. 453.
- 6 Vgl. Hania Luczak: *Neurologie: Wie der Bauch den Kopf bestimmt*. In: *GEO Magazin* 11/00 (www.geo.de)
- 7 Möglicherweise ist das eine von vornherein therapeutische Perspektive, die ihren »blinden Fleck« in einem (nicht ausschließlich potenzbezogenen) Begriff der Lust hat, welcher das implizite Ziel des Prozesses markiert. In Bezug auf eine Lerntherapie ließe sich das Übersetzen in »Vertrautheit im Umgang mit dem Gegenstand« oder gar »Freude an Mathematik«.
- 8 Dieter Katzenbach: *Kognition, Angstregulation und die Entwicklung der Abwehrmechanismen. Ein Beitrag zum Verständnis behinderter Lernfähigkeit*. In: *Jahrbuch für Psychoanalytische Pädagogik* 10. Herausgegeben von W. Datler u.a. im Auftrag des Frankfurter Arbeitskreises für Psychoanalytische Pädagogik, Gießen 1999, S. 128.
- 9 Ebd., S. 132f.
- 10 Damit erreicht die Beschreibung erstmalig ein Abstraktionsniveau, welches der Sache nach den Problemen von Legasthenie und Dyskalkulie angemessen erscheint. Orientierung als kognitive Grundfähigkeit wird damit im Prinzip auf die gemeinsame Beschreibungsebene von phonologischer und graphematischer Bewusstheit gehoben. Im Sinne einer »Einsicht« ginge es dann um ein basales Differenzbewusstsein.
- 11 Harald Weinrich: *Sprache in Texten*. Stuttgart 1976, S. 199-218 (v. a. S. 204).
- 12 Ebd., S. 204.
- 13 Grammatisch äußert sich das einerseits in Form von unbestimmten Zahlwörtern (Indefinita) und der mit ihrer Bedeutung verbundenen »Ungenauigkeitsstruktur«, andererseits in der Opposition bestimmter / unbestimmter Artikel (hinter welcher sich die syntaktische Kategorie der Determination des Substantivs verbirgt). Vgl. zu diesen Details Harald Weinrich, a.a.O., S. 210-215 oder auch S. 217-218 zu einer möglichen Grammatik
- 14 Dies betrifft nicht nur die auditive Seite – bei bildlich-assoziativen Auffassungsprozessen, v.a. im Bereich der sogenannten nonverbalen Kommunikation, sind ähnliche Zusammenhänge zu konstatieren. Dann übernehmen Mimik und Gestik die Rolle der Betonung.
- 15 Gleichwohl gibt es auch hier eine Systematik, die jedoch eher »poetischer Natur« ist.
- 16 Diese Leistung liegt logisch-pragmatisch auf der Ebene des Lesens alphabetisch organisierter Schrift: In der Vorstellung müssen einzelne Phoneme im Wort vom Wort als Ganzem unterschieden werden.
- 17 Kognitionspsychologen reden an dieser Stelle gern von interner Repräsentation, ohne von der ursprünglichen Präsentation auch nur eine Ahnung zu haben; (vielleicht sollten sie in ihren Labors mehr Gedichte lesen...).
- 18 Damit ist jene Beschreibungsebene gemeint, auf welcher etwa Linguisten an die Analyse der metrischen Struktur eines Gedichts oder, noch genauer, an die rhythmische Analyse einer Verszeile herangehen. Im Gegensatz zum Französischen oder Polnischen, wo die Verse aufgrund der entsprechenden Wortbetonungen traditionell rein syllabisch aufgebaut sind (d.h. aus einer festen Anzahl von Silben bestehen), handelt es sich bei den Versifikationen im Deutschen, Russischen und Englischen um Mischungen aus fester Silbenanzahl (syllabisches Prinzip) und fester Zahl an Betonungen (tonisches Prinzip). Ein metrisches Schema entsteht dann aus einer festen Anzahl von gleichartigen Versfüßen, wobei ein Versfuß aus einer festen Anzahl von Silben besteht und genau eine Betonung enthält, deren Platz obendrein festgelegt ist. Ein Jambus etwa ist ein zweisilbiger Versfuß mit Endbetonung (vgl. den jambischen Vers von Goethe: »Ich ging im Walde so vor mich hin...«), im Gegensatz zum Trochäus, dem zweisilbigen Pendant mit Anfangsbetonung. Bei freien Versen ist die Sache allerdings komplizierter, da Ausnahmen zur Regel werden.

- 19 Wirklich empirische Untersuchungen dürften hier die sozialwissenschaftliche Wahrheit »früher unbewusster Prägung« von Mathematiklehrern ans Tageslicht bringen.
- 20 Das erinnert an Wygotskis »Denken als innere Rede«.
- 21 John D. Barrow: Warum die Welt mathematisch ist. Frankfurt am Main 1993, S. 36-39.
- 22 Als Nachfolger der neunundneunzig in Ziffernschreibweise sowie als morphematische Basis für den weiteren Verlauf der Zahlwortreihe.
- 23 Ist diese daktylische Ausnahme nicht märchenhaft romantisch? (Ein Daktylus ist ein dreisilbiger Versfuß mit Anfangsbetonung, also ein tütata.)
- 24 In jedem Falle macht es die Ambivalenz des »unbewusst Erkannten« deutlich.
- 25 Der formal-absurden Vollständigkeit halber: als einzige Verszeile in einem faktisch einstrophen Gedicht. Diese moderne Form an der Grenze zur Prosa tauchte erstmalig vor gut hundert Jahren auf – vielleicht war im Gefolge von Baudelaires später Prosadichtung Rimbaud der »erste Durchgekallte dieses Formats«. Mittlerweile ist diese Form in einem Kanon wie Hans Magnus Enzensbergers »Museum der modernen Poesie« (Frankfurt 1960) keine absurde Ausnahme mehr.
- 26 Damit ist die Paradoxie der Anforderung auf die Spitze getrieben: Die Zäsur muss einerseits (phonetisch) ignoriert werden, um andererseits (semantisch) als Multiplikation interpretiert werden zu können.
- 27 Keine Autorität kommt mehr umhin, sich zum Objekt der eigenen Anweisungen zu machen. Manche sehen in der damit verbundenen universalistischen Erwartung logischer Konsistenz sogar eine implizite Ethik.
- 28 In diagrammatischer Logik hieße das: Einerseits muss die Regel real sein (»unbewusste Mechanik«), um andererseits ihre Gestalt (»semiotische Operation«) im konkreten Kontext so frei variieren zu können, dass sich das Verständnis (»symbolische Reproduzierbarkeit«) bis in imaginäre Bereiche ausweitet und dort Spuren hinterlässt.
- 29 Mathematisch sind das die Zahlen von 1 bis 20; im Sinne kognitiver Konstruktionsanleitungen meint der Begriff allerdings nur die zusammengesetzten Zahlwörter von 13 bis 19.
- 30 Etwa: drei Äpfel neben zehn Äpfeln sind dreizehn Äpfel.
- 31 Mathematisch sind das die Zahlen von 1 bis 100; im Sinne einer Erweiterung des Repertoires kognitiver Konstruktionsanleitungen meint der Begriff nun die paradigmatischen Zahlwörter zwanzig, dreißig, ..., neunzig sowie die Zusammensetzungen von 21 bis 29, von 31 bis 39, ..., von 91 bis 99.
- 32 Die Zahlwörter drei, vier, fünf, acht, neun bleiben unter der Operation der Suffigierung unverändert, während aus zwei jeweils zwan-, aus sechs jeweils sech- sowie aus sieben jeweils sieb- wird.
- 33 Insofern ist ein Zahlwort wie neunzig ein Diagramm: Die »auditive Operation« des Suffigierens wird mit der »visuellen Operation« des Vervielfachens so verbunden, dass ein (neues) Zeichen entsteht. Die entsprechende Fähigkeit zur Zeichenbildung (und –interpretation) fällt schlicht und ergreifend unter einen unspektakulären Begriff wie »Zahlverständnis« (der 90; insofern ist ein Wort wie Verständnis selbst eine Metapher – vgl. stehen, Stand).
- 34 Auch ein Zahlwort wie zweiundneunzig ist damit semiotisch gesehen ein Diagramm (nun höherer logischer Ordnung): (i) zwei/und/neunzig = 2 + 90; (ii) neunzig = 9 * 10; »also« (iii) zweiundneunzig = 2 + 9 * 10. Man kann die entsprechende Wortbildungsfähigkeit als diagrammatischen Keim für logisches Schließen ansehen; in diesem Sinne ist ein Diagramm höherer Ordnung ein impliziter logischer Operator.
- 35 Mathematisch sind das die Zahlen von 1 bis 1000; interessant hinsichtlich neuer diagrammatischer Elemente sind nun Zahlen wie 102, 200, 202, 220, 222 u.ä. Nun wird aus dem naiven Regelbegriff (»richtig/falsch«) ein logischer Regelbegriff (»Bedeutung 1 / Bedeutung 2«, z.B. hundertzwei / zweihundert für die »auditive« Operation einer Vertauschung der Reihenfolge von Morphemen).
- 36 Nun wird auch die Formulierung der Regel rekursiv hinsichtlich der aufgebauten Kontexte: Aus logisch verbundenen Diagrammen entsteht ein Zeichensystem. Ab nun gehört zu jeder Regel ein Kontext; und damit können Regeln weit (»global«) oder eng (»lokal«) gefasst sein. Die Beschreibung von Regeln ist damit selbst potenziell regelgeleitet (»semiotisch«).
- 37 Aus der »Regel im Zwanzigerraum« wird eine »Ausnahme im Tausenderraum«, ohne dass sich an deren diagrammatischem Kern etwas geändert hätte. Das erinnert an den Begriff der dialektischen Negation.
- 38 Etwa: »Zwischen drei/zehn und drei/hundert liegt drei/und/neunzig.« Damit erhält die Fügung »und« einen assoziativen Platz auf der (bewussten oder unbewussten) pragmatischen Größenskala der Zahlwörter.
- 39 und damit der kontextuelle Unterschied von Hunderter- und Tausenderraum.
- 40 Etwa: »Wenn X vor Y und $X < Y$, dann hängt die Entscheidung, ob $X * Y$ oder $X + Y$ vom Kontext ab.«

Dadurch entsteht ein potenziell systematischer Entscheidungsbaum, der im Interpretationsprozess auch mögliche logische Negationen einschließt, etwa: »Wenn X vor Y, aber $X > Y$, dann kann es sich nicht um den Kontext des Hundertraums handeln.« (Bsp.: hundertzwei, tausendeinhundert).

41 Das ist die Ebene eines semiotischen Systems mit diagrammatischem Kern.

42 Mögliche Ausnahmen (etwa: zweitausendzweihundert) verweisen auf Vorrangregeln und erfordern zu ihrer Beschreibung einen erweiterten Kontext.

43 Gregory Batesons genialer Informationsbegriff, der mittels semantischer Rekursion implizit die Differenz von Syntax und Semantik markiert

44 »... * 100«

45 »100 + ...«