

# **Rechnen lernen mit der kybernetischen Methode**

**Die kybernetische Methode als Möglichkeit des  
Rechnenlernens in der Grundstufe 1,  
beschränkt auf die Operationsstufe 1 im Zahlraum 100.**

Christina Lindtner

Linz, am 27. Februar 2006

# **Diplomarbeit**

## **Thema:**

Rechnen lernen mit der kybernetischen Methode

Die kybernetische Methode als Möglichkeit des Rechnenlernens in der Grundstufe 1, beschränkt auf die Operationsstufe 1 im Zahlraum 100.

## **Themensteller/Themenstellerin:**

Fr. Mag. Simone Venhoda und Hr. Dr. Johann Klammer

## **Fächerzuordnung:**

Mathematik und Schulpädagogik

## **Verfasserin:**

Christina Lindtner

## **Ort und Datum der Abgabe:**

Linz, am 27. Februar 2006

## **Erklärung:**

„Ich erkläre, dass die vorliegende Diplomarbeit von mir selbst verfasst wurde und dass ich dazu keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet habe.

Außerdem habe ich die Reinschrift der Diplomarbeit einer Korrektur unterzogen und ein Belegexemplar verwahrt.“

Linz, am 27. Februar 2006

Christina Lindtner

## **Vorwort**

Schon im vierten Semester stellte sich die Frage: „Welches Thema wähle ich für die Diplomarbeit?“

Diese Frage erschien mir sehr wichtig, da ich meine Diplomarbeit auf jeden Fall über ein Thema schreiben wollte, das mich persönlich sehr interessiert und dessen Aufarbeitung mir in stundenlanger Arbeit nicht langweilig wird.

Außerdem stellte ich den Anspruch, dass mich die Vertiefung in das Gebiet fachlich und sachlich herausfordert und ich außerdem praktischen Nutzen daraus ziehen kann.

Auf die kybernetische Methode stieß ich durch meine Mutter, eine sehr engagierte Volksschullehrerin. Sie hatte die Grundausbildung der Methode in Klagenfurt absolviert und gerade eine erste Klasse bekommen, in der nun Rechnen, Schreiben und Lesen nach der kybernetischen Methode gelernt wurde.

Sehr interessiert und auch neugierig beschloss ich, mich mit dem Rechnenlernen nach der kybernetischen Methode auseinanderzusetzen.

Ich möchte meiner Mutter an dieser Stelle ein großes Dankeschön aussprechen für die unzähligen Telefonate und Stunden, die sie in unsere Diskussionen und vor allem in die Beantwortung meiner Fragen investiert hat.

Ein Danke auch an alle Verwandten, Freunde und Bekannten, die diese Arbeit Korrektur gelesen haben und mir so sehr viel Arbeit abnahmen.

Sehr herzlich möchte ich mich außerdem bei Herrn Hariolf Dreher bedanken, der trotz eng gestecktem Terminkalender Zeit fand diese Arbeit zu lesen.

Mein letzter Dank geht an meinen Lebensgefährten Robert, der mich immer wieder aufmunterte und neu motivierte sowie an meinen Vater für seine Art der Unterstützung.

Februar 2006, Lindtner Christina

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Die kybernetische Methode – Was ist das?</b> .....	<b>8</b>
1.1 Wie die kybernetische Methode entstand .....	8
1.2 Begriffsdefinition von „KYBERNETIK“ .....	9
1.3 Der Zusammenhang zwischen Kybernetik und Lernprozess .....	10
1.4 Die zwei Anwendungsbereiche der kybernetischen Methode .....	12
1.5 Die vier Gegenstände der kybernetischen Methode .....	12
<b>2 Die wichtigsten Arbeitsprinzipien der kybernetischen Methode</b> .....	<b>14</b>
2.1 Erstes Arbeitsprinzip – Lernen mit Hand und Mund .....	15
2.2 Zweites Arbeitsprinzip – Von den Nahsinnen zu den Fernsinnen .....	20
2.3 Drittes Arbeitsprinzip – Vom äußeren zum inneren Prozess .....	22
2.4 Viertes Arbeitsprinzip - Lernen gemäß der Informationsstufentheorie ..	23
2.5 Fünftes Arbeitsprinzip – Die Bedeutung der Nachahmung .....	26
<b>3 Die drei Teile der kybernetischen Methode</b> .....	<b>31</b>
3.1 Die Entwicklung des Handschemas .....	31
3.2 Die Entwicklung des Mundschemas .....	32
3.3 Abkoppelung von Mund- und Handbewegung .....	33
<b>4 Die Werkzeuge der kybernetischen Methode</b> .....	<b>35</b>
4.1 Die Finger .....	35
4.2 Die Stäbchen und Stäbchenbündel .....	40
4.3 Der Zahlenstrahl .....	42
4.4 Das Rechenbrett .....	45
4.5 Vergleich der Werkzeuge der kybernetischen Methode mit den MILZschen Kriterien zur Materialauswahl .....	45
<b>5 Kritische Betrachtung der herkömmlichen Unterrichtspraxis</b> .....	<b>47</b>
5.1 Von der Lust zum Frust am Lernen .....	48

5.2	Kritische Thesen zur herkömmlichen Unterrichtspraxis in drei Kernbereichen der Grundschulmathematik nach Michael GAIDOSCHIK .....	49
5.3	Sieben „Todsünden“ der gängigen Mathematikdidaktik nach Hariolf DREHER .....	54
<b>6</b>	<b><i>Praktische Umsetzung der kybernetischen Methode .....</i></b>	<b>60</b>
6.1	Wichtige Grundsätze bei der Arbeit mit der kybernetischen Methode ...	60
6.2	Erarbeitung und Festigung der Rechts-Linksorientierung.....	61
6.3	Aufbereitung des Handschemas .....	64
6.4	Abkoppelung der Mund- und Handbewegungen.....	67
6.5	Erarbeitung des Zahlraumes 10.....	68
6.6	Die Erarbeitung größerer Zahlräume .....	72
6.7	Die dynamischen Operationen .....	76
6.8	Die kleine Zehnerüber- bzw. -unterschreitung (+/- 2, 3, 4).....	79
6.9	Die statischen Operationen .....	81
6.10	Die große Zehnerüber- bzw. -unterschreitung (+/- 5, 6, 7, 8, 9) .....	84
6.11	Lösen von Sachaufgaben .....	86
<b>7</b>	<b><i>Verhält sich die kybernetische Methode kompatibel zum Lehrplan?.....</i></b>	<b>90</b>
7.1	Zum Aufbau der natürlichen Zahlen.....	90
7.2	Zur Erarbeitung und Beherrschung der Rechenoperationen.....	92
7.3	Verhält sich die kybernetische Methode kompatibel zu den fachdidaktischen Grundsätzen im Lehrplan?.....	94
	<b><i>Schlusswort.....</i></b>	<b>96</b>
	<b><i>Literaturverzeichnis .....</i></b>	<b>97</b>
	<b><i>Abbildungsverzeichnis .....</i></b>	<b>101</b>
	<b><i>Anhang.....</i></b>	<b>102</b>

## Einleitung

Diese Diplomarbeit handelt vom Rechnenlernen mit der kybernetischen Methode in der Grundstufe 1, wobei hier nicht alle vom Lehrplan vorgegebenen Lehrinhalte Berücksichtigung finden, sondern nur auf den Aufbau der natürlichen Zahlen und die additiven Rechenoperationen sowie damit verbundenen Sachaufgaben eingegangen wird.

Ziel dieser Arbeit ist es vor allem, allen Interessierten einen Einblick in die wissenschaftlichen Grundlagen und die praktische Einsetzbarkeit der Methode zu geben und zu einer kritischen Auseinandersetzung und Betrachtung dieser Methode sowie herkömmlicher Methoden anzuregen.

Im ersten Kapitel wird die kybernetische Methode und ihre bisherige Entwicklung vorgestellt und erklärt, was Kybernetik überhaupt bedeutet und in welchem Zusammenhang die Kybernetik mit dem Lernen steht.

Im zweiten Kapitel folgt eine Auflistung und Erklärung der wichtigsten Arbeitsprinzipien, während das dritte Kapitel eine kritische Betrachtung der Werkzeuge der kybernetischen Methode enthält.

Darauf folgt die Aufzählung der drei wichtigen Bereiche Hand, Mund sowie die Abkoppelung der Hand- bzw. Mundbewegungen und deren wissenschaftliche Begründung, die das Hervorheben dieser Bereiche unterstreicht.

In einer kritischen Betrachtung des herkömmlichen Mathematikunterrichts im fünften Kapitel wird insbesondere Bezug auf die Aussagen von Hariolf Dreher und Michael Gaidoschik genommen, welche beide als eine mögliche Ursache für die Entstehung von Lernschwierigkeiten in Mathematik den didaktisch-methodischen Aufbau des Unterrichts an den Grundschulen sehen.

Das sechste Kapitel enthält eine Beschreibung der praktischen Umsetzung der kybernetischen Methode im Rechenunterricht und zeigt, wie das Material in Kombination mit der Sprache eingesetzt wird und der kybernetische Erstunterricht methodisch aufgebaut ist.

Sämtliche Informationen, die in diesem Kapitel verarbeitet werden, stammen aus drei Seminaren von Hariolf Dreher (2005;2006a/b), aus dem Buch „*Rechnen Lernen – Praxis der kybernetischen Methode Band II*“ (Dreher 1996b) und aus Gesprächen mit Lehrerinnen, die schon mit der kybernetischen Methode

gearbeitet haben. Außerdem halfen mir bei der Erstellung des praktischen Teils auch die eigenen Erfahrungen, die ich bei der Förderarbeit von drei Kindern während meines Praktikums machen durfte.

Im letzten Kapitel werden die Anforderungen, welche der österreichische Lehrplan für Volksschulen an den Rechenunterricht in der Grundschule stellt, angeführt und erläutert, welche Bereiche beim Einsatz der kybernetischen Methode nicht abgedeckt werden.

Für diese Arbeit und aus eigenem Interesse habe ich eine Umfrage zur kybernetischen Methode gestartet. Die Muster der Umfragebögen finden sich im Anhang, die Umfrageergebnisse werden im Kapitel „*Praktische Umsetzung der kybernetischen Methode im Rechenunterricht der Grundstufe 1*“ verarbeitet.

Da ich leider nur 22 Umfragebögen ausgefüllt zurückbekommen habe, gilt diese Umfrage nicht als empirische Erhebung, lässt aber trotzdem Erkennen, ob die Personen, die mit der kybernetischen Methode arbeiten und an dieser Umfrage teilgenommen haben, zufrieden mit den Möglichkeiten der Methode sind oder nicht.

# **1 Die kybernetische Methode – Was ist das?**

Die kybernetische Methode ist eine Methode des Erwerbs der elementaren Kulturtechniken (also des Lesens, Schreibens und Rechnens), die sich auf Erkenntnisse aus dem Wissenschaftsbereich der Kybernetik stützt.

## **1.1 Wie die kybernetische Methode entstand**

1972 begann Eva Spindler, motiviert durch die Lernprobleme der eigenen Tochter, die kybernetische Methode zu entwickeln. Aufgrund des Erfolges und der Fortschritte ihrer Tochter, wurde Frau Spindler bald gebeten weiteren Kindern aus der Nachbarschaft zu helfen. Bald darauf arbeitete sie, engagiert durch einen Schulleiter, mit einer Gruppe lernschwacher Kinder (die überdies verhaltensauffällig geworden waren).

1978 erstellte das hessische Kultusministerium ein Gutachten über die Methode der Autodidaktin und Hilfslehrerin, in welchem dem neuen Verfahren zur Förderung von Kindern mit Lernproblemen Relevanz bescheinigt wurde.

Da diese neue Methode, trotz Gutachtens, im schulischen Feld nicht vorankam, arbeitete Frau Spindler ab 1986 in freier Praxis mit Kindern.

1990 lernte Hariolf Dreher die entwickelte Methode kennen und schätzen, da er damit seiner Tochter aus dem Teufelskreis der Lernprobleme helfen konnte.

Er beteiligte sich am Projekt von Eva Spindler und führte mit ihr eine Fördereinrichtung für Kinder mit Lernschwierigkeiten.

Die ersten Publikationen zur kybernetischen Methode „*Rechnen lernen Band I/II*“ erschienen 1996. Ein Jahr später wurden erste Seminare über die Methode zum Erlernen der Kulturtechnik Rechnen angeboten und abgehalten.

Im Schuljahr 1998/99 wurde in Baden-Württemberg zum ersten Mal eine Schulklasse gemäß der kybernetischen Methode unterrichtet. Es war anfangs gar nicht so einfach die Methode, die in der Einzelförderung entwickelt wurde, in einer Volksschulklasse mit mehr als 20 Kindern umzusetzen.

Seit dem Jahr 2000 läuft ein Akademielehrgang an der Pädagogischen Akademie in Klagenfurt.

Eva Dreher-Spindler und Hariolf Dreher widmen mittlerweile den Großteil ihrer Zeit der Fortbildungsarbeit all jener, die den Kindern mit Problemen beim Erlernen der Kulturtechniken helfen wollen. (Vgl. Dreher 2001, S. 5 f.)

## **1.2 Begriffsdefinition von „KYBERNETIK“**

Nun stellt sich die Frage: „Was heißt das Wort „KYBERNETIK“ und womit befasst sich die Kybernetik eigentlich?“

„Kybernetik“ leitet sich von „kybernetes“, der griechischen Bezeichnung für Steuermann ab und bedeutet demnach die Steuermannskunst.

„Ky/ber/ne/tik die,- (gr.: Steuermannskunst): 1. wissenschaftliche Forschungsrichtung, die Systeme verschiedenster Art (z.B. biologische, technische, soziologische Systeme) auf selbsttätige Regelungs- u. Steuerungsmechanismen hin untersucht ...“ (Duden 2000, S. 560)

Die Kybernetik ist eine sehr junge Naturwissenschaft, die erst im 20. Jahrhundert entstand. Der Hauptbegründer und Vater der Kybernetik, Norbert WIENER, definiert wie folgt: *„Wir haben beschlossen, das gesamte Gebiet der Regelungstechnik und Informationstheorie, ob bei Maschine oder Lebewesen, mit dem Namen Kybernetik zu belegen.“* (Wiener 1948; zit. n. von Cube 1965, S. 39)

Rein physiologisch gesehen ist ein menschlicher Organismus ein sich selbst regulierendes, sich selbst steuerndes System, das eigenständig lernt. Sämtliche Prozesse, die in einem menschlichen Organismus ablaufen, wie zum Beispiel die Regelung der Herzfrequenz, des Blutzuckers oder der Körpertemperatur werden automatisch (oder auch nicht-automatisch) gesteuert. Folglich handelt es sich beim Mensch um ein biokybernetisches System. (Vgl. Dreher 2001, S. 39)

Weiters postuliert WIENER: *„Unter einer einzigen Überschrift vereinigt er (der Begriff Kybernetik; Anm. d. Verf.) die Erforschung dessen, was im Zusammenhang mit dem Menschen manchmal etwas vage als Denken beschrieben wird und was auf technischem Gebiet als Steuerung und Kommunikation bekannt ist. Mit anderen Worten unternimmt die Kybernetik den Versuch (...) eine Theorie zu entwickeln, die den gesamten Bereich von Steuerung und Kommunikation in Maschinen und lebenden Organismen abdeckt.“* (Wiener 1948, S. 15; zit. n. Beats Biblionetz [27.11.05])

Frederic VESTER hingegen versteht unter Kybernetik „...die Erkennung, Steuerung und selbsttätige Regelung ineinandergreifender, vernetzter Abläufe bei minimalem Energieaufwand.“ (Vester 1981, S. 53)

Felix VON CUBE bezeichnet die Kybernetik dagegen als „...fundamentale Technik des Lebendigen.“ (Von Cube 1982; zit. n. Dreher 2001, S. 39)

### 1.3 Der Zusammenhang zwischen Kybernetik und Lernprozess

Nicht nur die Steuerung der Prozesse in einem Mensch ist kybernetischer Natur, sondern auch die Steuerung von Prozessen, in die ein Mensch eingebunden ist, wie z.B. ein Lernprozess, ist kybernetisch.

Würde man „Didaktik“ in kybernetischem Sinne definieren, könnte man sie als Wissenschaft bezeichnen, die untersucht, wie „...die Lernprozesse von Adressaten (also den Schülern/den Schülerinnen; Anm. d. Verf.) zu initiieren und zu steuern sind, um vorgegebene Lernziele in optimaler Weise zu erreichen.“ (Von Cube 1982; zit. n. Dreher 2001, S. 39)

Werden kybernetische Erkenntnisse in Lernprozessen berücksichtigt, kann laut VESTER (1981, S. 53) ein Lernziel nicht nur auf optimale Weise erreicht werden, sondern auch bei minimalem Energieaufwand. Dies ist im Regelkreis der Ausbildung und Erziehung möglich (vgl. Abb. 1).

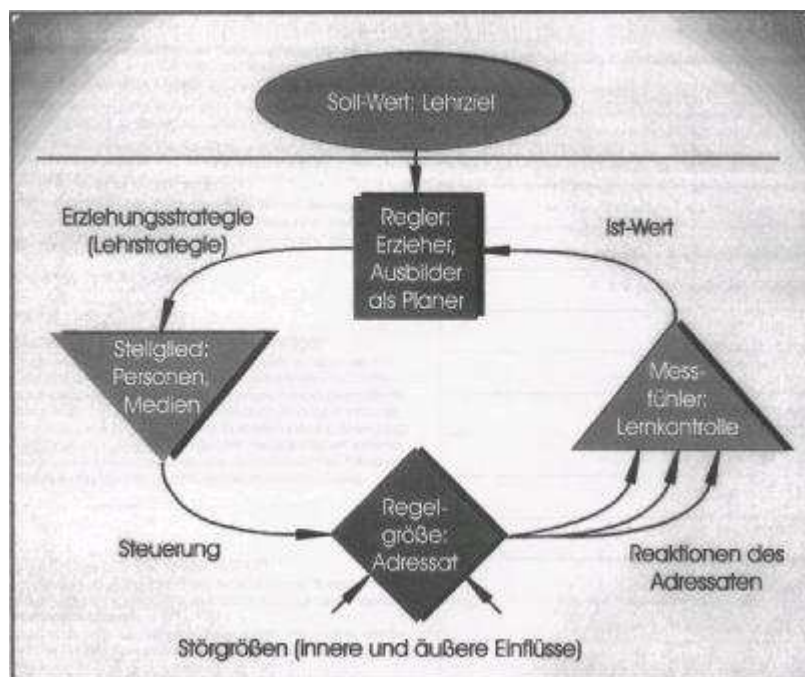


Abbildung 1

Lehrer/Lehrerin (Regler) und Schüler/Schülerin (Regelgröße) definieren gemeinsam das Lehrziel (Soll-Wert). Die Lehrperson setzt ihre Lehrstrategie mit Hilfe ihrer eigenen Person und/oder der Hilfe von Medien bzw. Materialien (Stellglieder) um und steuert so das Lernen des Schülers/der Schülerin, wobei sie immer mögliche innere und äußere Einflüsse (Störfaktoren) berücksichtigen muss. Lernkontrollen (Messfühler) dienen der Überprüfung des Lernerfolges und setzen den momentanen Lernstand (Ist-Wert) des Schülers/der Schülerin fest, der dann mit dem Lehrziel verglichen werden sollte und die Grundlage für die weitere Planung des Unterrichts bzw. der Förderung darstellt.

Doch nicht nur die Organisation des Lernprozesses selbst ist ausschlaggebend, sondern auch die Art und Weise, wie ein Kind Informationen aufnimmt, verarbeitet und verwendet. Die Aufgabe des Lehrers/der Lehrerin besteht darin, diese Prozesse so zu steuern, dass sie erfolgreich verlaufen, wobei eine unnötige Bevormundung dadurch vermieden werden sollte, dass der Lehrer/die Lehrerin die Verantwortung der Steuerung der Prozesse dann dem Schüler/der Schülerin übergibt, wenn dieser/diese genug Selbststeuerungsfähigkeit ausgebildet hat. Dem Lehrer/der Lehrerin muss während des Lernprozesses immer bewusst sein, dass der Schüler/die Schülerin in sehr hohem Ausmaß dynamisch ist, d.h., dass sich das kybernetische System „Schüler“ permanent durch den Lernprozess ändert. (Vgl. Dreher 2001, S. 40 ff.)

Doch nicht nur diese Dynamik muss unbedingt berücksichtigt werden, sondern auch die Tatsache, dass es *„...bestimmte grundsätzliche Prinzipien, die wir immer wieder bei jedem Kind feststellen können“* gibt. (Ayres 1998, S. 21)

Laut AYRES (1998, S. 24 f.) entwickelt ein Kind durch sämtliche Aktivitäten während der einzelnen Entwicklungsstufen Bausteine, auf denen immer komplexere Verhaltensweisen aufbauen. Als Beispiel wird genannt, dass Kinder zuerst die Sinne, die etwas über den eigenen Körper und seiner Beziehung zum Gravitationsfeld der Erde aussagen, entwickeln. Erst danach können mit diesen Erfahrungen weitere Bausteine gebildet werden, die als Voraussetzung für die Entwicklung jener Sinne gelten, die etwas darüber aussagen, was entfernt von vom eigenen Körper vor sich geht.

Werden derartige Umstände nicht berücksichtigt, kann die Informationsverarbeitung im kybernetischen System „Schüler“ ins Stocken

geraten. Mit Hilfe einer an der Kybernetik orientierten Methode werden in gegebenem Fall entsprechend viele Schritte in der Entwicklung zurückgegangen, um die Bausteine der kindlichen Entwicklung zu finden, die nicht vollständig oder nur ungenügend entwickelt sind. Diese werden dann in notwendigem Maße nachgearbeitet und somit in ihrer Entwicklung vervollständigt. Erst dann hat das System „Schüler“ die Voraussetzungen, um die geforderten Lerninhalte zu bewältigen.

#### **1.4 Die zwei Anwendungsbereiche der kybernetischen Methode**

Die kybernetische Methode richtet sich nicht nur auf die Beschreibung eines funktionierenden Prozesses, sondern auch darauf, einen nicht funktionierenden Prozess durch die Nacharbeit an den Grundbausteinen zu korrigieren. (Vgl. Dreher 2001, S. 42)

Viel besser als eine Korrektur bzw. eine Therapie ist natürlich Prävention. Das bedeutet *„...eine alters- und entwicklungsgerechte Ausgestaltung des Lernprozesses von vorneherein, so daß [!] ein Kind gar nicht in Gefahr kommt, mit seinem Lernprozeß [!] auf Grund zu laufen.“* (Dreher 2001, S. 42)

Die beiden Anwendungsbereiche der kybernetischen Methode liegen also einerseits in der Beseitigung bereits entstandener Schwierigkeiten und andererseits in der Prävention von Lese-Rechtschreibschwierigkeit und Rechenschwäche.

Der folgende Satz trifft den Nagel auf den Kopf:

**„Vorbeugung ist besser als Nachhilfe und Förderunterricht bei bereits entstandenen und verfestigten Lernproblemen!“** (Dreher 2001, S. 7; Unterstr. u. Fettherv. d. Verf.)

#### **1.5 Die vier Gegenstände der kybernetischen Methode**

Die drei schulischen Gegenstände der kybernetischen Methode sind das Erlernen **des Rechnens, des Lesens und des Rechtschreibens**<sup>1</sup>.

Der vierte Gegenstand ist die **Aufmerksamkeitsentwicklung**.

---

<sup>1</sup> Hierzu gehört außerdem Grammatik und Aufsatztraining.

Bei der kybernetischen Methode wird durch die ständig beteiligten Bewegungshandlungen eine handelnde Aufmerksamkeit vom Kind erfordert. Diese handelnde Aufmerksamkeit entspricht dem Entwicklungsstand der Kinder besser und liegt eine Stufe vor der Aufmerksamkeitsleistung mit Hilfe von Auge und Ohr.

Die Aufmerksamkeitsentwicklung eines Schulanfängers ist noch nicht so weit vorangeschritten, dass man von ihm verlangen könnte, mit den Fernsinnen allein aufmerksam zu sein. Über die handelnde Aufmerksamkeit wird der Weg zu einer rezeptiven<sup>1</sup> Aufmerksamkeit mit den Fernsinnen Auge und Ohr gebahnt. (Vgl. Dreher 2001, S. 8 f.)

---

<sup>1</sup> rezeptiv: aufnehmend, empfänglich

## 2 Die wichtigsten Arbeitsprinzipien der kybernetischen Methode

Die kybernetische Methode unterscheidet sich in vielerlei Hinsicht von herkömmlichen Methoden des Grundschulunterrichts.

Zieht man in Betracht, dass in Österreich eine Unmenge an Geld für Nachhilfestunden ausgegeben wird, viele Schüler ihre Schulzeit geplagt von Schulstress, Notendruck und sogar Schulangst verbringen und noch mehr Eltern fast jeden Nachmittag Hausaufgabenkriege mit ihren Kindern führen, wäre es von Vorteil, wenn durch Änderungen der Unterrichtsmethodik der Grundschule eine Verbesserung der Situation eintreten würde.

Es ist aber auch nachvollziehbar, dass ein Fachmann wie Jens Holger LORENZ, der sich intensiv und eingehend mit der Problematik der Dyskalkulie beschäftigt, einer solch neuen Methode sehr skeptisch gegenübersteht und die kybernetische Methode mit den Worten: *„Die Autoren machen sich anheischig, einer neuen Methode auf die Spur gekommen zu sein, nach der angeblich jedes Kind rechnen lernen kann.“* (Lorenz 1998, S. 58), spürbar belächelt.

Michael GAIDOSCHIK (2001, S. 1 ff.) beschuldigt Hariolf Dreher und Eva Dreher-Spindler in seiner Kritik über die kybernetische Methode *„unseriöse Heilsversprechungen“* zu machen, während die Herausgeber<sup>1</sup> des Buches *„Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie“* (Lenart 2003, S. 11) die kybernetische Methode als Förderansatz sehen, der bei Kindern mit sensomotorischen Defiziten sicher erfolgsversprechend bzw. durchaus präventiv wirksam sein kann.

Auch erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass viele Lehrer, die schon mit der kybernetischen Methode arbeiten, durchwegs positive Rückmeldungen geben und die kybernetische Methode als *„ständig sehr nützlich“* bzw. *„recht nützlich“* einstufen.<sup>2</sup>

Zum Thema *„kybernetische Methode“* stehen also konträre Meinungen im Raum.

---

<sup>1</sup> Friederike LENART, Hubert SCHAUPP, Norbert HOLZER (Hrg.)

<sup>2</sup> Siehe Anhang

Im folgenden Kapitel werden die wichtigsten Arbeitsprinzipien (Vgl. Dreher 2000) der kybernetischen Methode behandelt, die auch jene wissenschaftlichen Grundlagen beinhalten, auf denen die genannte Methode aufbaut. Es ist wie Friederike LENART sagt: „...Aufgabe der Rezipientin/des Rezipienten, einen kritischen Vergleich anzustellen...“. (Lenart 2003, S. 11)

## **2.1 Erstes Arbeitsprinzip – Lernen mit Hand und Mund**

**Für Volksschüler/Volksschülerinnen bedeutet „Bewegte Schule“ nicht nur ein Lernen mit dem ganzen Körper, sondern vor allem ein Lernen mit Hand und Mund.**

*„Bewegung ist nicht alles, aber ohne Bewegung läuft nichts!“* (Köckenberger 2004, S. 448)

Laut KÖCKENBERGER (2004, S. 448 f.) gibt es keinerlei Lernen ohne Bewegung, denn jedes Lernen benötigt den Körper des Kindes mit seinen Sinnen und Wahrnehmungssystemen. Der Körper dient als Bindeglied zwischen dem Kind und seiner Außenwelt. Auch das Lesen, Schreiben und Rechnen erfordert, neben frühkindlichen Bewegungserfahrungen als Basis, den Einsatz einer Vielzahl von komplexen Wahrnehmungs-, Bewegungs- und Handlungsabläufen.

Der gesamte menschliche Lern- und Aneignungsprozess verläuft über das Handeln, nämlich von der materiellen Handlung über die sprachliche Handlung bis zur Handlung in der Vorstellung. Die Handlungsgrundlage ist wesentlicher Teil des kognitiven Lernens und besonders beim Kleinkind sind kognitive Lernprozesse immer an sensomotorische Erfahrungen gebunden. (Vgl. Kiphard 1990, S. 72)

Wahrnehmung und Bewegung bedingen sich beim Lernen gegenseitig. Dies lässt sich aus Hinweisen aus der stammesgeschichtlichen Entwicklung von Lebewesen entnehmen, die besagen, dass sich Wahrnehmungssysteme zusammen mit Bewegungssystemen entwickelt haben. (Vgl. Dreher 2001, S. 25 ff.)

*„Wahrnehmung und Bewegung bilden immer eine Einheit.“* (Kiphard 1990, S. 76)

In diesem Zusammenhang ist ein wichtiger Grundgedanke der kybernetischen Methode zu nennen, der aus der Wahrnehmungspsychologie und der Entwicklungspsychologie stammt: Die Wahrnehmung dient vor allem der bewussten und zielgerichteten Steuerung von Bewegungen und erst sekundär dem Bedürfnis nach Informationskonsum.

Damit sich ein Lebewesen zielgerichtet bewegen kann, muss es Informationen über die Umwelt durch die körperfernen Sinne, genauso wie Information über den eigenen Körper durch die körpernahen Sinne verarbeiten, verknüpfen und aufeinander abstimmen. Erst wenn „äußere“ und „innere“ Wahrnehmungen derartig im Zentralnervensystem verarbeitet wurden, erhält das Gehirn brauchbare Informationen für das Lernen (vgl. Abb. 2). (Vgl. Dreher 2001, S. 25 ff.)



**Abbildung 2**

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse ist es schwer vorstellbar, dass Kinder bei einem Unterricht, der vorwiegend auditiv und visuell ansprechend gestaltet ist, sehr viel lernen werden.

Dass das Handeln (das zielgerichtete Bewegen) für das Lernen so große Bedeutung hat, gilt ebenso für das Erlernen mathematischer Inhalte, denn auch bei der Aneignung dieser beginnt das Kind mit dem äußeren Handlungsvollzug, also mit der realen Materialhandlung. (Vgl. Kiphard 1990, S. 72)

Die Fähigkeit zu rechnen, logische Zusammenhänge zu erkennen und mathematische Vorstellungsbilder zu entwickeln ist nicht nur abhängig vom äußeren Handlungsvollzug, sondern setzt laut MILZ<sup>1</sup> (2004, S. 29) „die *Entwicklung integrativer Prozesse*“ voraus.

---

<sup>1</sup> Milz (2004, S. 25) meint damit „die *Integration einzelner Sinnesmodalitäten zu funktionellen Systemen*“ und „das *Zusammenspiel vielfältiger und vielschichtiger Wahrnehmungsvorgänge*“.

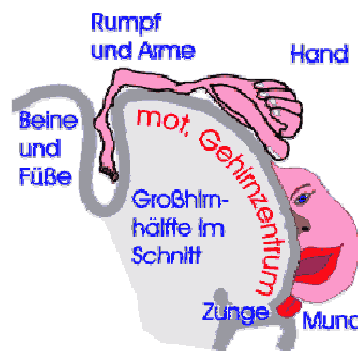
Ein Kind, das als „schulreif“ angesehen werden kann, also bereit ist die Kulturtechniken zu erlernen, muss gewisse Voraussetzungen im Bereich der vestibulären<sup>1</sup>, propriozeptiven<sup>2</sup> und taktilen Wahrnehmung erfüllen.

Dazu gehören laut MILZ ein gut ausgebildetes Körperschema, motorische Geschicklichkeit, entsprechende Raumwahrnehmung, gut ausgebildete Hand-Augekoordination und Figur-Grunddifferenzierung. Ein Kind muss außerdem fähig sein, Formkonstanz, Raumlage und Raumbeziehungen zu erkennen. (Vgl. Milz 2004, S. 27 ff.)

Lauter Fähigkeiten, die sich nur durch Bewegung und die aktive Erschließung der Umwelt ausbilden können.

DREHER (1996a; 1996b) betont in seinen Publikationen zur kybernetischen Methode aber nicht nur, wie wichtig die gezielte Bewegung mit dem ganzen Körper für das Lernen ist, sondern vor allem die Wichtigkeit der gezielten Bewegungen mit Hand und Mund in diesem Zusammenhang.

Warum Hand und Mund so große Bedeutung für das Lernen haben, kann aus folgender Abbildung entnommen werden (vgl. Abb. 3).



**Abbildung 3**

Diese Grafik zeigt das motorische Gehirnzentrum, das für die Steuerung der äußeren Körperteile verantwortlich ist. Je größer ein Körperteil abgebildet ist, desto genauer beschäftigt sich das Gehirn mit der motorischen Steuerung dieses Bereiches. Es ist unschwer erkennbar, dass die Hand, die Finger, der Mund und die Zunge viel Platz im motorischen Gehirnzentrum einnehmen. (Vgl. Dreher 1996b, S. 28)

---

<sup>1</sup> vestibulär: das Gleichgewicht und die Bewegung betreffend.

<sup>2</sup> propriozeptiv: die Bewegung und Stellung von Muskeln und Gelenken betreffend.

Die Entstehung einer derartig ungleichgewichtigen Zuteilung des Platzes im Gehirn hat gute Gründe:

Da sich die Hände und der Mund für die Informationsverarbeitung im Laufe der Evolution als bedeutsamer und überlebenswichtiger herausgestellt haben als andere Körperteile und ein Lernen ohne sie kaum möglich ist, wurde ihnen auch entsprechend mehr Kapazität im Hirn zugestanden. (Vgl. Schachl 1998, S. 20)



**Abbildung 4**

Das Wort „BE-GREIFEN“ zeigt eindrucksvoll, welche Bedeutung das Tasten und das Greifen für den Menschen hat. Die Hand, welche für das Begreifen ja besonders wichtig ist, hat deshalb etwa 17 000 sehr dicht aneinander liegende Sensoren.

Wie bedeutsam Informationen sind, die über die Hand ins Gehirn gelangen, zeigt auch das folgende Beispiel einer Frau, namens Hellen Keller:

*„Obwohl blind und taub, konnte sie (Hellen Keller; Anm. d. Verf.) die Sprache so gut erlernen, dass sie Schriftstellerin werden konnte. Wie ist so etwas möglich? Die Betreuerin schrieb ihr die Worte in die Hand, während Hellen den entsprechenden Gegenstand betastete – Wort-Tast-Koordination. Gehirnbiologisch gibt es dafür nur eine Erklärung – die Informationen vom Tastorgan müssen im Gehirn auch Felder erreichen, die mit Sprache zu tun haben und können nicht nur auf das sensorische Feld beschränkt bleiben – die einzelnen Vorgänge bleiben jedoch noch einige Zeit schwer erklärbar.“* (Schachl 1998, S. 44)

Dieses Beispiel zeigt sehr eindrucksvoll, WIE VIEL ein Mensch über die Hände lernen kann!

Die folgende Abbildung (vgl. Abb. 5) macht deutlich, was jeder Mensch aus eigenen Erfahrungen bestätigen kann. Dinge, die GETAN wurden, bleiben eindeutig länger im Gedächtnis hängen, als Dinge, die nur gesehen, gehört oder gelesen wurden.

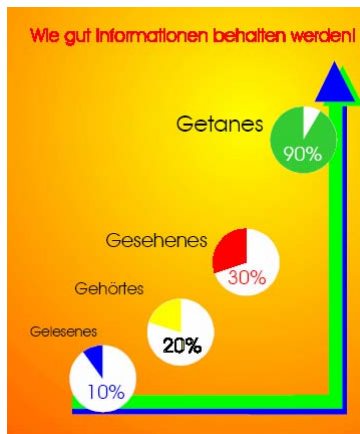


Abbildung 5

Dies erklärt auch warum es Menschen gibt, die jahrelang nicht schwimmen, Rad oder Schi fahren und es trotzdem nicht verlernt haben. Anders verhält es sich bei in der Schulzeit erlernten Sprachen. Eine Person, die mit 16 Jahren zuletzt Englisch gesprochen hat und dies mit 50 wieder tun sollte, obwohl sie in der Zwischenzeit nie Gebrauch von der gelernten Sprache gemacht hat, wird große Probleme haben, sich an Grammatik und Vokabeln zu erinnern.

Über Bewegung Fertigkeiten zu erlernen ist sehr mühevoll und zeitaufwändig. Doch der Lohn ist, dass man dadurch aufgebaute Fertigkeiten und Fähigkeiten fast nicht mehr verlernt. (Vgl. Dreher [28.12.05])

*„Wenn man etwas mit einer Sache getan hat, dann bleibt sie viel besser im Gedächtnis. Es sind taktile und kinästhetische Wahrnehmungsspeicherungen und Bewegungsmuster damit verbunden.“* (Dreher [28.12.05])

Betrachtet man oben genannte Argumente, die eindeutig bestätigen, dass die Bewegung unabkömmlich für das Lernen ist, dann ist es nur logisch - gerade Kindern im Grundschulalter – möglichst viel Lernen durch Bewegung zu bieten.

Die kybernetische Methode ermöglicht folglich ein Lernen, Verstehen und Verinnerlichen der Kulturtechniken unter Berücksichtigung der Bedeutung der Bewegung. Doch anders als bei gängigen Methoden des Unterrichts, die durchaus der Bedeutung der Bewegung Rechnung tragen, wird bei der kybernetischen Methode besonders die gezielte Bewegung von Mund und Hand und dessen Einfluss auf das Lernen hervorgehoben.

## 2.2 Zweites Arbeitsprinzip – Von den Nahsinnen zu den Fernsinnen

Lernen entwickelt sich vom Gebrauch der Nahsinne zum Einsatz der Fernsinne Sehen und Hören. Aber das darf nicht zu früh geschehen.

Die folgende Abbildung (vgl. Abb. 6) zeigt die Wichtigkeit der verschiedenen Wahrnehmungskanäle in Abhängigkeit vom Lebensalter eines Kindes bzw. Jugendlichen. Es lässt sich eindeutig ablesen, dass ein Baby Informationen zum größten Teil aus taktilen Wahrnehmungen und der Bewegungswahrnehmung bezieht, während ein Jugendlicher mit 15 Jahren hauptsächlich auf visuelle und auditive Wahrnehmungen zurückgreift.

Bei einem sechsjährigen Schulanfänger/einer sechsjährigen Schulanfängerin ist es immer noch so, dass die Tast- und Bewegungswahrnehmung einen größeren, wichtigeren Bereich einnimmt als das Hören und Sehen. Während der Grundschulzeit kippt dieses Verhältnis, die Bedeutung des Hörens und Sehens tritt in den Vordergrund. (Vgl. Dreher [28.12.05])



Abbildung 6

Das Lernen entwickelt sich also vom schwerpunktmäßigen Gebrauch der körpernahen Sinne zum schwerpunktmäßigen Gebrauch der körperfernen Sinne, die den Vorteil haben, dass sie weitaus flexibler und effizienter sind. Probleme ergeben sich nur dann, wenn dies zu früh geschieht und sich die körperfernen Sinne nicht auf Erfahrungen stützen können, die zuvor mit den körpernahen Sinnen gemacht wurden. (Vgl. Dreher [28.12.05])

Wird die Entwicklung der Hand-Augekoordination betrachtet, so kann festgestellt werden, dass sich der oben genannte Verlauf von den körpernahen zu den körperfernen Sinnen hier bestätigt.

Zu Beginn ist es vor allem die Hand, die Informationen über die Umwelt einholt und erst später kommt das Auge dazu. Die Hand führt das Auge bis es gelernt hat zu sehen, was die Hand fühlt. Wenn dies der Fall ist, beginnt das Auge die Führung zu übernehmen und die Hände folgen ihm. Treten aber Schwierigkeiten auf, fällt der Mensch zurück auf die Vorstufe der Hand-Augekoordination (der Finger bzw. die Hand führt erneut das Auge). (Vgl. Milz 2004, S. 31 f.)

Grundvoraussetzung für eine funktionierende Hand-Augekoordination ist demzufolge, dass ein Kind fähig ist, mit den Händen Informationen einzuholen, genau zu fühlen und zu betasten. Ist diese Wahrnehmung über die Hände unzureichend ausgebildet, kann es zu einer Störung der Hand-Augekoordination kommen.

MILZ (2004, S. 34) erklärt: *„Da (...) alles erst ergriffen werden muss, bevor es begriffen werden kann, folgt u.U. auf ungenaues Greifen auch ungenaues Begreifen. Oder es kommt (...) zu einer partiell getrennten Entwicklung von visueller Perzeption<sup>1</sup> und Handmotorik.“*

Das würde bedeuten, dass ein Kind, das Defizite in der Wahrnehmung der Hände hat, versucht mit den Augen zu kompensieren, was die Finger nicht fühlen. Wobei „Kompensation“ hier sicher das falsche Wort ist, da die Informationen, die über die Hände eingeholt werden, nie über die visuelle Wahrnehmung tatsächlich ausgeglichen werden können.

Wie weiter unten beschrieben, ist es beim Rechnenlernen mit der kybernetischen Methode auch Aufgabe das Handschema der Kinder entsprechend zu entwickeln, um eventuell auftretende Defizite in der Wahrnehmung mit den Händen bzw. der Handmotorik zu Beginn aufzuarbeiten.

Wie schon erwähnt, sollte die Verschiebung des schwerpunktmäßigen Gebrauchs der Nahsinne zu jenem der Fernsinne beim Lernen nicht zu früh passieren. Diese Verschiebung passiert aber dann eindeutig zu früh, wenn zwei- oder dreijährige Kinder – sehend und hörend – bis zum Zappeln vor dem Fernseher sitzen. (Vgl. Dreher [28.12.05])

---

<sup>1</sup>Perzeption: Reizaufnahme durch Sinneszellen

Die Zeit, die die Kinder früher mit der aktiven Entdeckung ihre Umwelt und mit Bewegung verbrachten, wird heute größtenteils vor der Flimmerkiste verschwendet.

Die dadurch fehlenden oder fehlerhaften alltäglichen Erfahrungen im sensomotorischen Bereich äußern sich in Entwicklungsrückständen bzw. -defiziten, die im Zusammenhang mit dem Bedarf nach viel Bewegung und Aufmerksamkeit stehen und Lernschwierigkeiten, wie z.B. Dyskalkulie zur Folge haben können. (Vgl. Köckenberger 2004, S. 448)

Um ähnliche Folgen zu verhindern oder zumindest zu vermindern, wäre es zielführend und wünschenswert, den Schwerpunkt von der Bewegungs- und Tastwahrnehmung zur visuellen und auditiven Wahrnehmung beim Lernen NICHT zu früh zu verschieben.

### ***2.3 Drittes Arbeitsprinzip – Vom äußeren zum inneren Prozess***

**Lernen muss sich zunächst in einem äußeren Prozess vollziehen, bevor es zu einem inneren Prozess wird.**

Hier muss erst einmal geklärt werden, was als „äußerer“ bzw. „innerer“ Prozess tituiert wird. Dies wird im Folgenden an einem Beispiel aus dem Rechenunterricht versucht.

Wird einem Kind z.B. die Rechenaufgabe „Wie viel ist 7 und 6?“ gestellt, wird es, wenn es schon fähig ist eine derartige Aufgabe zu lösen, kurz überlegen, um dann die Antwort „7 und 6 ist 13“ zu geben.

Der Prozess, der im Kopf des Kindes abläuft, wenn es diese Rechnung löst, ist für einen Außenstehenden nicht sichtbar und nicht nachvollziehbar. Es handelt sich hier um einen **inneren Prozess**.

Diesem inneren Prozess muss laut DREHER ([28.12.05]) ein **äußerer Prozess** vorausgehen, der für den Lehrer/die Lehrerin nachvollziehbar ist, denn erst dann kann festgestellt werden, was beim inneren Prozess überhaupt abläuft. Solange die Lehrperson den äußeren Prozess verfolgen kann, ist es ihr auch möglich bei auftretenden Fehlern korrigierend einzugreifen und dem Kind zu helfen, Stolpersteine, die auf dem Weg zur Lösung liegen können, zu beseitigen. Der äußere Prozess kann sichtbar, durch die Verwendung der Stäbe und Finger, und hörbar, durch die Verbalisierung der Handlung mit dem Material sein.

Die korrekte Verbalisierung zur oben gestellten Aufgabe würde wie folgt lauten: „6 besteht aus 3 und 3. 7 und 3 ist 10 und 3 ist 13. Also: 7 und 6 ist 13.“

Hat das Kind diesen Weg begriffen und verstanden, wird es auch nicht mehr das Bedürfnis haben, ihn laut verbal zu kommentieren oder handelnd darzustellen, sondern wird innerlich und leise für sich rechnen.

Laut RADIGK (1986, S. 45) kann man von einem Lernenden nicht erwarten, innere sprachliche Denkleistungen zu vollziehen, wenn er äußere sprachliche Leistungen nicht produzieren kann.

*„Alles Lernen muß [!] sich deshalb zunächst in einem äußeren Prozeß [!] vollziehen. Nur dann, wenn wir dessen gewiß [!] sein können, daß [!] die äußeren Erfahrungen bereits internalisiert<sup>1</sup> sind, wenn der Lernende also ohne die konkreten Sinneswahrnehmungen in der Lage ist, die Vorstellungen zu mobilisieren und zu aktivieren, können wir einen verbal bestimmten abstrakten Lernprozeß [!] ansteuern.“* (Radigk 1986, S. 45)

## **2.4 Viertes Arbeitsprinzip - Lernen gemäß der Informationsstufentheorie**

Die heute gängige und anerkannte Mathematikdidaktik orientiert sich vor allem an der Stufentheorie PIAGETs und abgeleitet davon, an den Verinnerlichungsstufen von AEBLI und/oder den Repräsentationsebenen nach BRUNER.<sup>2</sup>

Die kybernetische Methode hingegen orientiert sich am Informationsstufenmodell nach Werner RADIGK.

Laut RADIGK (1986, S. 45 f.) lassen sich die vom Menschen verwendeten Systeme innerhalb einer dreistufigen Kodierung einordnen. Er sieht die drei Stufen als eine Abstufung der Informationsmöglichkeit und nennt sie darum erste, zweite und dritte INFORMATIONSSTUFE.

Es wird nicht nur nach Art der Informationen, die auf den einzelnen Stufen eingeholt werden, sondern auch nach Art der Kodierung dieser Informationen

---

<sup>1</sup> internalisieren: verinnerlichen

<sup>2</sup> Ich habe im Laufe meiner Ausbildung (an der PABOÖ) nur Konzepte kennen gelernt, die auf PIAGET, AEBLI bzw. BRUNER basieren.

unterschieden. Die Stufen bauen aufeinander auf und schließen einander ein, so ist es z.B. unmöglich, Informationen der zweiten Stufe aufzunehmen und sinnvoll zu verarbeiten, ohne zuvor entsprechende Informationen auf der ersten Stufe gesammelt, verarbeitet und gespeichert zu haben.

*„Die zweite Informationsstufe wäre im wahrsten Sinne des Wortes sinnlos, würde sie nicht die Gesamtheit der ersten Informationsstufe in sich einschließen, sie aufnehmen und zum Bestandteil dieses neuen höheren Systems werden lassen.“*  
(Radigk 1986, S. 58)

Im Folgenden werden die drei Informationsstufen kurz erläutert und der Zusammenhang mit dem Rechnenlernen in der Grundschule aufgezeigt.

#### **2.4.1 Die erste Informationsstufe – die Stufe der Realität**

Auf der ersten Informationsstufe erhält das Kind Informationen (Sinngelhalte) über die reale und unmittelbare Umwelt durch sinnliche Erfahrungen und die handelnde Auseinandersetzung mit dieser. RADIGK beklagt, dass der Relevanz der Informationen der genannten Stufe meist zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, da dieses Gebiet in der Regel ja nicht das Problem der Schule ist und zu langsam erkannt wird, dass Lernschwierigkeiten sehr oft auf mangelhaft entwickelte Grundleistungen zurückzuführen sind. (Vgl. Radigk 1986, S. 49)

Auf dieser Stufe nimmt ein Mensch die Außenwelt und den eigenen Körper über seine Sinne wahr und kodiert die Wahrnehmungen, indem er sie als neuronale Netze im Hirn abspeichert, wobei ähnliche Erfahrungen zusammengefasst und einander zugeordnet werden. (Vgl. Dreher 2001, S. 69)

Beim Rechnenlernen mit der kybernetischen Methode würde diese Informationsstufe dem **real hantierenden Rechnen durch Nachahmung entsprechen**, also dem Rechnen mit den Fingern.

#### **2.4.2 Die zweite Informationsstufe – die Stufe der Lautsprache**

Die Sinngelhalte, die auf der ersten Informationsstufe wahrgenommen, erfahren, geordnet und gespeichert wurden, werden nun durch akustische Signale, die wir als Sprache bezeichnen, kodiert. Um diese Inhalte einem Zweiten oder Dritten zu übermitteln, ist die Verwendung eines gemeinsamen Codes, einer gemeinsamen Sprache notwendig. (Vgl. Dreher 2001, S. 69)

Die Lautsprache bringt die Ablösung von der Realität mit sich. Sie ist ein Mittel der geistigen Kommunikation, ermöglicht somit geistige (abstrakte) Operationen, verallgemeinert und macht Sachverhalte leichter handhabbar. Das Vorhandensein von Sprache allein garantiert noch kein sprachliches Denken, denn dies wird erst durch den problemorientierten Umgang mit dem sprachlichen Material möglich. (Vgl. Radigk 1986, S. 54)

Im Hinblick auf das Rechnenlernen, wird auf dieser Stufe das real handelnde Rechnen **versprachlicht**. Dies geschieht zuerst in einem äußeren Prozess (siehe oben), bis die Handlung als Vorstellungsbild verinnerlicht wurde und das Kind so viel Sicherheit gewonnen hat, dass es den Vorgang nicht mehr laut verbal kommentieren muss. Ist das der Fall, wird das Rechnen zu einem inneren Prozess, was aber keinesfalls bedeutet, dass das Kind aufhört den Vorgang sprachlich zu kommentieren. Gesprochen wird nun nur mehr innerlich und leise, wobei sich die gedanklichen Kommentare mit der Zeit auf ein Maß verkürzen, das für das Kind nicht störend, sondern hilfreich ist und den Rechengang immer flexibler und schneller werden lässt.

### **2.4.3 Die dritte Informationsstufe – die Stufe der Schriftsprache**

Auf der dritten Informationsstufe werden Informationen erneut kodiert. Dieses Mal aber nicht durch akustische Signale, sondern durch Schriftzeichen, wie Ziffern oder Buchstaben. Diese Schriftzeichen werden meist<sup>1</sup> visuell wahrgenommen, verarbeitet und dann in Lautsprache und Sinngesamt dekodiert.

Für die Entwicklung von geistigen Operationen ist die Buchstabenschrift von großer Bedeutung, da die Kodierung von Information durch schriftliche Zeichen es erst möglich macht, diese zu transportieren, zu speichern und jederzeit, auch in Abwesenheit des Produzenten, wieder abzurufen. Die Schriftsprache macht also die externe Speicherung von Wissen und die hochgradige Abstraktion von Sinngesamt möglich. (Vgl. Radigk 1986, S. 55 f.)

Betrachtet man die Rechnung „ $7 + 2 =$ “, so scheint es nicht schwierig zu sein, diese Aufgabe zu lösen. Die Lösung ist aber nur dann möglich, wenn die doch

---

<sup>1</sup> Ausgenommen sind hier natürlich Schriftsysteme für Blinde und Taubblinde.

sehr abstrakten Zeichen „7“ und „2“, genauso wie „+“ und „=“ in die Lautsprache umgewandelt und in ihrem Sinn erkannt werden.

Ein Kind muss verstehen, dass es sich um sieben Dinge (welcher Art auch immer) handelt, zu denen zwei Dinge dazugegeben werden. Hat der Schüler/die Schülerin nie begriffen, dass es sich bei der Zahl 7 um eine Menge aus 7 Gegenständen handelt und hat er/sie nie den Vorgang des Dazugebens aktiv miterlebt bzw. durchgeführt, so wird es ihm/ihr schwer möglich sein, eine entsprechende Aufgabe richtig und ohne Schwierigkeiten zu lösen.

Darum erscheint es logisch, dass Kinder erst fähig sind Informationen abstrakt durch mathematische Schriftzeichen zu kodieren bzw. zu dekodieren, wenn sie eine Zahl (bzw. später eine mathematische Operation) sinnlich erfahren, die dazugehörigen taktil-kinästhetischen, auditiven und visuellen Reize im Gehirn gespeichert haben und diese Erfahrungen verbalisieren können. Diese Leistung kann erst dann erbracht werden, wenn die dafür wichtigen Informationen auf der ersten und zweiten Stufe gesammelt, verarbeitet und gespeichert wurden.

Auch KÜHNEL (1950, S. 152) spricht sich dafür aus, *„die Ziffer von der ersten Stufe des Rechenunterrichts auszuschließen“* bzw. diese so lange nicht zu benutzen, bis für die Schüler das Zahlwort die hauptsächlichste Stellvertretung des Zahlbegriffs geworden ist, also eine erste Abstrahierung der Menge von sieben Gegenständen auf das Wort „SIEBEN“ gelungen ist.

Laut DREHER muss sich das Rechnenlernen vom Fundament der ersten Informationsstufe zur Versprachlichung auf der zweiten Informationsstufe hinbewegen, denn erst wenn der Übergang von der Materialhandlung auf die Versprachlichung der Sinngehalte gelungen ist, ist es sinnvoll, den Vorgang durch Schriftzeichen zu abstrahieren. (Vgl. Dreher 2000 S. 23)

## **2.5 Fünftes Arbeitsprinzip – Die Bedeutung der Nachahmung**

**Die Bedeutung der Nachahmung darf als eine Form des Lernens nicht vernachlässigt werden.**

Albert BANDURA entwickelte, im Gegensatz zu den bestehenden behavioristischen Lerntheorien, die Theorie des „Lernens am Modell“, bei dem Denk- und Wahrnehmungsprozesse des Menschen miteinbezogen werden. Kurz zusammengefasst besagt diese Theorie, dass Kinder am Vorbild anderer

Menschen lernen. Dies geschieht dadurch, dass sie zuerst in der **Aneignungsphase** Verhaltensweisen exakt beobachten, die für sie daraus resultierende, relevante Information speichern und dann in der **Ausführungsphase** das Gespeicherte durch das Umsetzen in eine Handlung motorisch reproduzieren. (Vgl. Hobmair 1996, S. 157 ff.)

Die theoretischen Aussagen BANDURAs zum Beobachtungslernen werden beim Erlernen der Kulturtechniken gemäß der kybernetischen Methode laut DREHER (1996a, S. 88) „...*ausnahmslos, widerspruchslos und vollständig umgesetzt...*“.

Dem Lernen am Modell bzw. dem Lernen durch Nachahmung kommt im Leben eines Menschen große Bedeutung zu. So lernen Kinder die Sprache, kulturelle Gepflogenheiten, den Umgang mit Gegenständen, motorische Fertigkeiten, wie Rad fahren, Schwimmen, Ski fahren oder auch das Spielen eines Musikinstrumentes vor allem dadurch, dass sie genau beobachten und motorisch reproduzieren, also nachahmen.

Auch Hans AEBLI (1994) erkannte den Wert des Nachahmungslernens, dem im Zeitalter des entdeckenden Lernens und des offenen Unterrichts sehr oft skeptisch gegenüber gestanden wird.

*„In der Schule und in der Lehrerbildung hatten emanzipatorische Anliegen zur Folge, daß [!] man in der psychologischen, pädagogischen und didaktischen Theorie nichts von Nachahmungslernen hielt. Diese Grundform des Lernens roch zu sehr nach Abhängigkeit von der Erwachsenenwelt, von aufgedrängten Normen, also nach Irrationalität und Rückständigkeit.“* (Aebli 1994, S. 65 f.)

Wird die Form des nachahmenden Lernens wirklich als zu konservativ und zu abhängig vom Erwachsenen bezeichnet und daraufhin aus dem Unterricht der Grundschule verbannt – sofern dies überhaupt möglich ist –, bleibt fraglich, wie die Kinder dann Rechnen, Schreiben und Lesen lernen sollten!?

Das System der Buchstabenschrift oder Rechenoperationen durch Versuch und Irrtum neu entdecken?

Allein durch entdeckendes Lernen so komplexe Fertigkeiten wie Lesen, Schreiben und Rechnen zu erlernen, erscheint unvorstellbar.

Mit dem Erwerb der elementaren Kulturtechniken (mit Hilfe eines gewissen Maßes an Nachahmungslernen) ist die Voraussetzung für den freien Umgang mit Wissen

und Information geschaffen, der die Freiheit und emanzipatorische Entfaltungsmöglichkeit einer Person erst ermöglicht.

*„Kreativ sein aufgrund der Beherrschung des Stoffs, nicht der Entdeckung des Stoffs!“* (Dreher 2000, S. 6)

Diese Aussage trifft den Nagel auf den Kopf. Kann ein Kind erst einmal rechnen, schreiben und lesen, stehen ihm sämtliche Türen und Wege offen, die Welt zu erkunden und die dort zur Verfügung stehenden Informationen nach Belieben zu nutzen.

Dreher (1996a, S. 87 ff.) bezieht sich in seiner Argumentation für das Nachahmungslernen besonders auf die Ansichten von Hans AEBLI, der in seinem Buch *„Zwölf Grundformen des Lehrens“* das Vormachen<sup>1</sup> und Nachmachen als eine Grundform beschreibt.

Laut AEBLI (1994, S. 68 ff.) ist das Lernen durch Nachahmung unvermeidlich, da der Schüler/die Schülerin bei der aufmerksamen Beobachtung des Lehrers/der Lehrerin die Handlung, die dieser/diese durchführt, sofort innerlich mitmacht bzw. innerlich nachahmt.

Hat ein Schüler/eine Schülerin eine Handlung oder einen Bewegungsablauf genau beobachtet und darauf aufbauend auch schon innerlich nachgeahmt, so muss das Üben einsetzen, wobei es sich dabei um die Bemühung um einen präzisen Bewegungsablauf handelt. (Vgl. Dreher 1996a, S. 99)

### **2.5.1 Die Regeln des Vormachens und Nachahmens**

DREHER (2001, S. 90 ff.) zitiert AEBLIs sieben Regeln des Vormachens und fünf Regeln des nachahmenden Übens.

---

<sup>1</sup> AEBLI verwendet statt „Vormachen“ den Begriff „Vorzeigen“. DREHER ersetzt den Begriff „Vorzeigen“ in seinen Ausführungen korrigierend durch „Vormachen“ und bezieht sich, in seiner Begründung dafür, auf den Duden, der das Wort „Vorzeigen“ als „das Zeigen einer Sache, damit diese von jemandem geprüft werden kann, wie zum Beispiel einen Ausweis oder eine Fahrkarte“ beschreibt, während das Wort „Vormachen“ durch „jemandem zeigen, wie etwas gemacht wird“ erklärt wird. Aufgrund der genannten Worterklärung wird auch in den hier vorliegenden Ausführungen der Begriff „Vormachen“ verwendet.

Da diese Regeln beim Rechnenlernen gemäß der kybernetischen Methode umgesetzt werden sollten und auch gute Anhaltspunkte liefern, werden sie im Folgenden angeführt und kurz erläutert.

Die **erste Regel** besagt, dass der Lehrer/die Lehrerin Sorge dafür zu tragen hat, dass die Schüler/die Schülerinnen aufmerksam aufpassen, wenn etwas vorgemacht wird. Eine Forderung, die sicherstellen sollte, dass der Schüler/die Schülerin die vorgemachten Bewegungen während der aufmerksamen Beobachtung schon innerlich nachahmt.

Die **zweite Regel** legt der Lehrperson nahe, den zu lernenden Bewegungsablauf langsam, eindringlich und wiederholt vorzumachen. Langsam und eindringlich, damit die Schüler/die Schülerinnen genug Zeit haben die Bewegung zu beobachten, wiederholt, damit die Vorstellung des Bewegungsablaufs präzisiert und wenn nötig korrigiert werden kann.

Die **Regeln drei und vier** lassen sich von den Informationsstufen nach RADIGK ableiten. In der einen geht es vorrangig um die Bewegung bzw. um die Teilbewegung, also um die taktile und propriozeptive Wahrnehmung, während in der zweiten die Kodierung der Bewegung durch Lautsprache verlangt wird.

Komplexe Bewegungsabläufe werden in ihre Einzelteile zerlegt, wobei es notwendig ist, vor und nach der Zerlegung in die einzelnen Teilbewegungen, den flüssigen Vollzug der Endform der gewünschten Bewegung zu demonstrieren.

Die Teilbewegungen werden durch knappe sprachliche Hinweise, welche die Aufmerksamkeit des Schülers/der Schülerin auf die wesentlichen Aspekte der Bewegung lenken, benannt.

An die Lehrperson wird in der **fünften Regel** der Anspruch gestellt, sich selbst und die Schüler/die Schülerinnen so zu platzieren, dass alle Beteiligten einander gut sehen können.

In den **letzten beiden Regeln** ist festgelegt, dass der Lehrer/die Lehrerin sicherstellen soll, dass der Schüler/die Schülerin eine genaue Zielvorstellung hat, motiviert ist, diese zu erreichen und fähig ist, seine Handlungen im Hinblick auf diese Zielvorstellung selbst zu überprüfen, was die Überprüfung durch die Lehrperson mit der Zeit überflüssig macht.

Beim nachahmenden Üben ist es wünschenswert in einem **gemeinsamen Rhythmus** zu üben, falls genannter vorhanden ist, was z.B. beim Rechnen in Einer-, Zweier-, Dreier-,... Schritten durchaus zutrifft.

Die Aufgabe der Lehrperson ist es dabei, **durch Mitmachen und Mitsprechen den richtigen Vollzug zu unterstützen**, aber auch zu merken, wann diese Unterstützung nicht mehr nötig ist, um sich dann zurückzuziehen.

Weiters darf sich der Lehrer/die Lehrerin nicht darauf beschränken auf auftretende Fehler hinzuweisen, sondern hat die Aufgabe, **die erwünschte Bewegung noch einmal richtig und fehlerfrei zu demonstrieren**.

Genau wie bei der Demonstration sollte auch beim Üben ein **Bewegungsablauf in seine Einzelteile zerlegt** werden, denn bevor man einen Ablauf von Bewegungen kann, muss man erst seine Einzelteile beherrschen.

*„Was langsam nicht geht, ist schnell nichts wert!“* (Dreher 2006a; Seminar Mitschrift)

Eine letzte Forderung an die Lehrperson ist, dass sie **bei jeder Übungslektion klar definierte Ziele** setzt, diese Ziele auch transparent für den Schüler/die Schülerin sind und die Fortschritte der Leistung jedes einzelnen Schülers/jeder einzelnen Schülerin aufgezeichnet und dokumentiert werden, da es sehr motivierend ist, zu sehen wie die Entwicklung vorangeht.

Beim Rechnenlernen mit der kybernetischen Methode wird sehr großer Wert auf die exakten Ausführungen der Bewegungen gelegt und die präzise Handlung mit Stäbchen und Stäbchenbündel gefordert, *„...damit die Aussagekraft, die in der Anordnung liegt, nicht durch ein wildes Herumlegen der Bündel ins Vage abgeleitet.“* (Dreher 1996a, S. 102)

### **3 Die drei Teile der kybernetischen Methode**

Beim Rechnenlernen mit der kybernetischen Methode müssen bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllt sein. Dazu gehören die Entwicklung des Hand- und Mundschemas sowie die Abkoppelung von Mund und Hand.

Warum genau diesen drei Bereichen so große Bedeutung beigemessen wird, möge im Folgenden näher erläutert werden.

#### **3.1 Die Entwicklung des Handschemas**

Beobachtungen von Josef GERSTMANN besagen, dass ein Zusammenhang zwischen der so genannten „Fingeragnosie“ und Rechenschwäche besteht. Unter „Fingeragnosie“ versteht man die Unfähigkeit, die eigenen Finger ohne visuelle Kontrolle benennen bzw. spüren zu können. Abgeleitet von diesen Beobachtungen lässt sich die Behauptung aufstellen, dass das Erlernen der Kulturtechnik Rechnen in Zusammenhang mit der Entwicklung des Finger- bzw. Handschemas steht. (Vgl. Dreher 1996a, S. 19)

Unter der Entwicklung des Handschemas versteht Dreher *„...daß [!] die Hand vom Schüler bereits allein vom Fühlen, dem Tastgefühl und dem Bewegungsgefühl (, also dem taktilen und dem kinästhetischen Empfinden,) her in allen ihren Teilen fein unterschieden werden kann und daß [!] alle diese Teile der Hand, die Finger, einzeln bewußt [!] bewegt werden können.“* (Dreher 1996a, S. 21)

Erst wenn sich der Schüler/die Schülerin die Hand als Modell im Kopf vollständig vorstellen kann und diese Vorstellung mit der Wirklichkeit der Hand übereinstimmt, kann von einem gut entwickelten Handschema gesprochen werden.

Dass ein Zusammenhang zwischen unzureichender motorischen Entwicklung und Rechenschwäche bestehen kann, bestätigen auch LORENZ (1992) und MILZ (2004).<sup>1</sup>

Eine weitere Untersuchung, welche die Betonung von Hand und Finger rechtfertigt, stammt von Gerhard HABERLAND. Diese Untersuchung besagt, dass die Diskriminierung des Fingerrechnens unterbleiben muss, da ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Rechenschwäche und dem Verbiehen

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel: „Die wichtigsten Arbeitsprinzipien der kybernetischen Methode“

des Rechnens mit den Fingern besteht. Laut dieser Studie verschärft sich das Problem der Rechenschwäche bei steigender Konsequenz, mit der das Fingerrechnen verboten wird. Sehr interessant ist außerdem der Hinweis, dass handlos geborene Kinder nach der Einschulung Phantomglieder entwickeln, um daran zu rechnen. (Vgl. Dreher 1996a, S. 19)

Weiters liegen Ergebnisse von sowjetischen Studien vor, die besagen, dass das isolierte Bewegen von einzelnen Fingern nur von sprechenden Kindern geleistet wird und dass Fingerspiele und gezielte Übungen mit den Fingern positive Auswirkungen auf das Sprechverhalten von Kindern haben.<sup>1</sup> Da sich die Hirnareale für Handmotorik und Sprache in enger Nachbarschaft befinden, wäre eine gegenseitige Beeinflussung durchaus möglich.<sup>2</sup> (Vgl. Dreher 1996b, S. 32)

Wie schon erwähnt, geht es bei der Entwicklung des Handschemas darum, eine Vorstellung der Hand und der Finger zu entwickeln und durch gezielte Übungen eine bessere Beweglichkeit der Finger zu erreichen. Es sollte dem Kind möglich sein, bewusst einzelne Finger oder mehrere Finger simultan zu bewegen und zwar ohne die eigenen Hände dabei zu betrachten.

Welche Übungen konkret zur Entwicklung des Handschemas in der Praxis eingesetzt werden können, wird im Kapitel „*Praktische Umsetzung der kybernetischen Methode*“ näher beschrieben.

### **3.2 Die Entwicklung des Mundschemas**

Die Entwicklung des Mundschemas ist in erster Linie für das Erlernen der Kulturtechniken Schreiben und Lesen relevant, darum sei hier nur in aller Kürze das Wichtigste erwähnt.

Das Kind sollte durch eine Entwicklung des Mundschemas, was bedeutet, dass es die Bewegungen bei der Produktion jedes Lautes bewusst wahrnimmt und mit entsprechenden Begriffen beschreiben kann, nicht nur die in der Schule geforderte

---

<sup>1</sup> Die Studien wurden von den zwei russischen Frauen FOMINA und KOLZOWA 1975 gemacht. (Vgl. Dreher 1996b, S. 32)

<sup>2</sup> Diese Beeinflussung erscheint wahrscheinlich, wenn man bedenkt, dass schon Säuglinge, wenn sie zu saugen beginnen, ihre Hände zu Fäusten schließen, also sogar ein instinktiver Reflex aus einer Verknüpfung von Mund- und Handmotorik besteht.

Laut-Buchstabenbeziehung erfassen, sondern Verständnis für eine Laut-Lautbewegungs-Buchstabenbeziehung aufbauen. (Vgl. Dreher 1996a, S. 23)

Das bewusste Wahrnehmen der Lautbewegung, das im herkömmlichen Unterricht nicht gefordert wird, sollte dem Kind Hilfe dabei bieten, Laute zu erkennen (also eine entsprechende phonologische Bewusstheit zu entwickeln) und außerdem die Fähigkeit des lautgetreuen Schreibens zu entwickeln, für die das Erkennen bzw. Heraushören von Lauten unabdingbar ist.

### **3.3 Abkoppelung von Mund- und Handbewegung**

Es ist bei Kindern sehr oft beobachtbar, dass bei für sie schwierigen, feinmotorischen Aktivitäten mit den Händen, wie zum Beispiel dem Schreiben oder Malen, ein unwillkürliches Mitbewegen der Zunge erfolgt. Die Anspannung, die bei den geforderten Bewegungen in der Hand entsteht, überträgt sich auf die Zunge und löst dort ebenfalls Anspannung oder sogar Bewegung aus. (Vgl. Dreher 1996a, S. 17)

Umgekehrt kann sich auch die Anspannung der Sprechwerkzeuge auf die Hände auswirken. Dies ist zwar äußerlich nicht so gut sichtbar wie die Bewegung der Zunge, aber durchaus messbar. In Fällen extremer Anspannung der Sprechwerkzeuge, wie es zum Beispiel bei stotternden Menschen der Fall ist, ist auch die Anspannung der Hände beobachtbar.<sup>1</sup>

Der gleichzeitige Gebrauch der Hände und der Sprechwerkzeuge, der beim Schreiben und gleichzeitigen Mitsprechen verlangt wird, erfordert die Abkoppelung von Mund und Hand. Das heißt, dass der eine Bereich, nämlich die Hand, beansprucht werden kann, ohne im zweiten Bereich, dem Mund, Anspannung auszulösen und umgekehrt.

Laut Dreher (1996a, S. 23) verläuft die Abkoppelung von Hand und Mund in drei Stufen.

In der **ersten Schwierigkeitsstufe** werden von einem der Bereiche gezielte Übungen verlangt, während der andere Bereich locker bleiben sollte. Ein Beispiel dafür wäre, dass ein Kind mit großen Mundbewegungen Laute produziert,

---

<sup>1</sup> Unkontrollierbare Bewegungen mit den Händen gehören meist zur Symptomatik des Stotterns (Literaturhinweis: Natke, Ulrich: Stottern. Bern: Huber Verlag 2000)

während eine zweite Person dessen Finger, die möglichst locker gelassen werden sollten, in die Hand nimmt und unregelmäßig bewegt.



Abbildung 7

Übungen der **zweiten Schwierigkeitsstufe** verlangen, dass in beiden Bereichen Bewegung ausgeführt werden. In einem Bereich eher schwierigere, im anderen Bereiche eher einfache Bewegungen. Dazu gehören zum Beispiel Klatsch-und-Patsch-Spiele oder Übungen des lustigen Sprechzeichnens von Gabriele Roß<sup>1</sup>.

Auf der **dritten und letzten Schwierigkeitsstufe** werden dem Kind in beiden feinmotorischen Bereichen differenzierte Leistungen abverlangt. Es handelt sich hier besonders um die Übung des sprachbegleiteten Schreibens<sup>2</sup>.

*„Jedes Kind sollte in beiden Bereichen, mit Mund und Hand, eine altersgerechte Kompetenz der Bewegungssteuerung erreichen und jedes Kind sollte locker bleiben können in dem einen Bereich, wenn nur der andere gefordert ist und jedes Kind sollte beide Bereiche der Feinmotorik unabhängig und doch koordiniert miteinander zu steuern vermögen.“* (Dreher 1996a, S. 19)

---

<sup>1</sup> Literaturhinweis: Roß, Gabriele/ Erker, Robert: Lustiges Sprechzeichnen. Pattloch 2000

<sup>2</sup> Diese Fertigkeit wird zum Beispiel beim lautgetreuen Schreiben oder beim Aufschreiben einer Rechnung aus dem Gedächtnis verlangt.

## **4 Die Werkzeuge der kybernetischen Methode**

Bevor auf die praktische Umsetzung der kybernetischen Methode genau eingegangen wird, erscheint es sinnvoll, näher zu beleuchten welche „Werkzeuge“<sup>1</sup> bei der Arbeit mit der kybernetischen Methode eingesetzt werden und warum gerade diese Materialien ausgewählt wurden.

Eine kleine Gruppe von Lernmaterialien, nämlich die Finger, die Stäbe bzw. Stäbchenbündel und der Zahlenstrahl sowie deren kombinierte Verwendung, führt beim Rechnenlernen mit der kybernetischen Methode zur Entwicklung des Zahlbegriffs. Die Grundlagen der Zahlbegriffsentwicklung sind Körpererfahrungen und taktil-kinästhetische Reize, die bei der Verwendung der Finger auftreten und verarbeitet werden.

Durch Verwendung und Kombination von verschiedenen Materialien wird eine Übertragung des Gelernten auf andere strukturähnliche Bereiche möglich. Dieser so genannte Transfer ist eine erste Abstraktionsleistung von einem konkreten Anschauungsmittel zu einem anderen, also ein erster Schritt zum Ziel des abstrakten, nicht anschauungsgebundenen Rechnens. (Vgl. Dreher 1996b, S. 52)

Dabei spielt auch die Sprache in Kombination mit der Handlung und dem Material eine wichtige Rolle.<sup>2</sup>

Im Folgenden werden kurz die einzelnen Werkzeuge und ihr Nutzen für das Erlernen der Kulturtechnik Rechnen dargestellt sowie Kritikpunkte von verschiedenen Mathematikdidaktikern/Mathematikdidaktikerinnen an den Werkzeugen der kybernetischen Methode angeführt.

### **4.1 Die Finger**

Im Zentrum der kybernetischen Methode stehen die Hände und die zehn Finger. Ein durchaus nahe liegendes Werkzeug zur Erarbeitung unseres Zahlraumes, das

---

<sup>1</sup> Hier wird bewusst der Begriff „Werkzeug“ verwendet, da andere Begriffe, wie zum Beispiel „Veranschaulichungsmittel“, schon allein durch die Bezeichnung stark visuell orientiert sind. Der Begriff „Werkzeug“ sollte verdeutlichen, dass es sich um Materialien handelt, mit denen vorwiegend gehandelt wird, die also nicht schwerpunktmäßig den visuellen Sinn ansprechen.

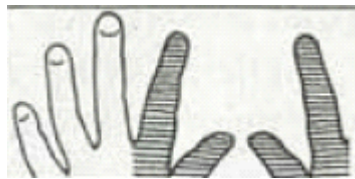
<sup>2</sup> Siehe Kapitel „*Praktische Umsetzung der kybernetischen Methode*“.

immer vorhanden, körpernah und durch die Gliederung der zehn Finger in fünf und fünf sehr anschaulich zur Erarbeitung des dekadischen Zahlensystems ist.

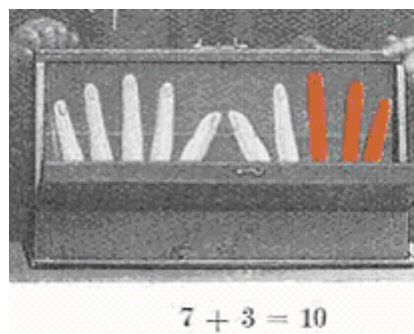
Das Verwenden der Finger „...ist nicht nur auf deren leichte Verfügbarkeit und Handhabbarkeit zurückzuführen. Die Finger unterstützen die Gedächtnisleistung durch den taktilen Faktor und bilden darüber hinaus günstig die Zehnerstruktur unseres Zahlensystems ab.“ (Radatz 1993, S. 181)

Der Gedanke, die Finger beim Rechnenlernen als Werkzeug einzusetzen, geht auf W. WLECKE zurück, der 1929 ein Buch mit den Titel „Die Finger, das Fundament des ganzen Zahlenbaues“ veröffentlichte.

Die Frage „Warum denn künstliche Apparate, wenn uns natürliche Finger weiterbringen?“ (Wlecke 1929, S. 29), beschäftigte den Mathematikdidaktiker schon damals.



**Abbildung 8**



**Abbildung 9**

In der Literatur scheint darüber Einigkeit zu herrschen (z.B. Lorenz 1992; Radatz 1993; Dreher 1996b; Gaidoschik 2002; Milz 2004), dass sehr viele Kinder, die den Zahlbegriff und die Zahlvorstellung noch nicht entsprechend entwickelt haben, als Hilfe zum Rechnen oder Zählen ihre Finger benutzen. Und zwar nicht, weil ihnen irgendjemand gesagt hat, sie sollten dies tun, sondern aus dem natürlichen Grund, dass die Finger ständig vorhanden, greifbar, fühlbar und gut gegliedert, also einfach brauchbar sind.

Die Finger sind ein körpernahes Anschauungsmittel und nicht, wie alle anderen Materialien, ein körperfernes. Die Arbeit mit den Fingern kommt den Kindern deswegen entgegen, weil sie im Grundschulalter vorwiegend über den taktil-

kinästhetischen Sinneskanal lernen<sup>1</sup> und ist deswegen auch lernphysiologisch begründet.

Hauptkritikpunkt an der Verwendung der Finger beim Rechnenlernen ist, dass diese von rechenschwachen Kindern als reine Zählhilfe eingesetzt werden können, dass also mit Hilfe der Finger die fehlende bzw. ungenügend gesicherte Zahlauffassung kompensiert wird.

Laut GAIDOSCHIK (2002, S. 32 f.) gibt es eine Unterscheidung von „*bloß vorübergehendem Zählen*“ und dem „*Zählen als Sackgasse*“. Ersteres bezeichnet er als unbedenklich, zweiteres jedoch als ernsthaftes Problem, das eine gute und gesicherte Zahlvorstellung ausschließt und in Folge dessen das Rechnen unmöglich macht. Es wird nicht gerechnet, sondern mit Hilfe der Finger eine Rechnung einfach zählend gelöst<sup>2</sup>. Er spricht von den Fingern als „*Krücke*“ und nicht als Hilfe.

LORENZ (1998, S. 58) ist der Meinung, dass sich eine Vorstellung des Zahlraumes allein durch Zählen nicht ausbilden kann, während MILZ (2004, S. 326) das Zählen als „*die Voraussetzung für die Zahlbegriffsentwicklung und den Aufbau mathematischer Operationen*“ sieht.

Laut ATZESBERGER gibt es empirische Studien, die besagen, dass das Zählen eine Rechenfertigungsgrundlage ist, welche eindeutig früher erworben wird als das simultane Erfassen von Mengenbildern und zur Ausbildung von Sicherheit im Umgang mit Ordnungszahlen führt. (Vgl. Dreher 1996a, S. 47)

Es wird nicht nur bestätigt, dass das Zählen einen Beitrag zur Ausbildung der Vorstellung des Zahlraumes leistet, sondern außerdem erklärt, dass „...*ein zählendes Erarbeiten der Rechenfertigungsgrundlagen nicht nur möglich, sondern empfehlenswert...*“ (Atzesberger 1994; zit. n. Dreher 1996a, S. 35) ist.

Dass die Finger ein (teilweise) geeignetes Material darstellen, um Mengen zu erfassen, erkennen auch LORENZ (1992), RADATZ (1993), GAIDOSCHIK (2002) und MILZ (2004).

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel: „*Die wichtigsten Arbeitsprinzipien der kybernetischen Methode*“

<sup>2</sup> Ein Beispiel: Statt  $4 + 3 = 7$  rechnet das Kind  $4 + 3 = 4, 5, 6, 7 = 7$

MILZ stellt fest, dass dem Rechnen mit den Fingern besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, weil viele Kinder diese als Hilfsmittel verwenden. Sie sieht außerdem die „*Verknüpfung von Sensomotorik und Zahlwort am ‚eigenen Leib‘*“ (Milz 2004, S. 327) als zusätzliche Hilfe bei der Entwicklung des Zahlbegriffes. Berücksichtigt man LORENZ, so gibt es zwei Aspekte beim Zählen bzw. Rechnen mit den Fingern:

- „*Ob nämlich die Kinder die Finger zum Zählen benutzen, sie also dynamisch, d.h. entsprechend einer sequentiellen Zahlwortfolge mnemotechnisch verwenden, oder*
- *ob sie lediglich die intuitive, statische Darstellung eines Zahlbildes quasi spontan einsetzen.*“ (Lorenz 1992, S. 174; Unterstr. d. Verf.)

Die Handhabung der Finger im Zuge der kybernetischen Methode verbindet diese zwei Aspekte. So entsteht eine Vorgangsweise, die dynamische und statische Elemente aufweist und den Schüler/die Schülerin schlussendlich vom Abzählen wegführt. Bei der Addition mit 2 wird zuerst eine vorgegebene Grundmenge von Fingern ausgestreckt. Die 2, die nun noch zu addieren sind, werden nicht einzeln, abzählend ausgestreckt, sondern simultan. Die Planung der geforderten Bewegung setzt die Vorstellung der Bewegung und der Anzahl der Finger voraus, durch die der Schüler/die Schülerin notwendigerweise zum Mengenbegriff gelangt. (Vgl. Dreher 1996a, S. 119)

Das Problem, das hier aufgeworfen wird, hat GAIDOSCHIK (2002, S. 71) erkannt: „*Dem Kind ist das bewusste Erleben und Nachvollziehen der eigenen Finger-Handlungen möglicherweise durch Entwicklungsrückstände in der ‚taktil-kinästhetischen Wahrnehmung‘ erschwert.*“

Darum wird die Entwicklung des Handschemas in der kybernetischen Methode als grundlegende Aufgabe gesehen. <sup>1</sup>

Es muss hier noch einmal erwähnt werden, dass das Verbot des Fingerrechnens unbedingt unterlassen werden muss. Denn es gilt als bestätigt, dass dies das vorhandene Problem nur verschärft und keineswegs löst. Die Kinder

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel: „*Die drei Teile der kybernetischen Methode*“ bzw. „*Praktische Aufbereitung der kybernetischen Methode*“

zählen dann entweder heimlich<sup>1</sup> oder versuchen wirklich ohne äußere Zählhilfe auszukommen und zählen „im Kopf“. Dieses Zählen im Kopf ist aber mit enormer Anspannung und großem Konzentrationsaufwand verbunden, der nicht über längere Zeit hindurch aufrecht zu erhalten ist. (Vgl. Gaidoschik 2002, S. 34 ff.)

Nachdem das Handschema entsprechend entwickelt wurde, das heißt, nachdem die Kinder ihre eigenen Finger benennen können und es ihnen möglich ist, einzelne Finger isoliert oder mehrere Finger gemeinsam bewusst zu bewegen und zu steuern, „...erhalten die Finger, beginnend beim linken kleinen Finger, eine Zuordnung zu den Zahlen 1 bis 10 und ebenfalls zu den Ordinalzahlen ‚der Erste‘ bis ‚der Zehnte‘.“ (Dreher 1996b, S. 5)



**Abbildung 10**



**Abbildung 11**

Der Einwand GAIDOSCHIKs (2001, S. 4), die Zuordnung der Zahlen zu den Fingern in dieser Reihenfolge sei für Kinder verwirrend, wurde von keinem der Pädagogen/Pädagoginnen, die an der Umfrage zur kybernetischen Methode teilnahmen, bestätigt.

Auch ich konnte bei den drei Kindern, die ich im mathematischen Förderunterricht gemäß der kybernetischen Methode betreute, keinerlei Verwirrung feststellen.

Durch das Rechnen bzw. Zählen mit den Fingern entwickeln sich Vorstellungsbilder der Fingermengen<sup>2</sup> bzw. der Handlungen und werden internalisiert. Die genaue Vorstellung macht die konkrete Handlung überflüssig und das Rechnen ohne Material im Kopf wird möglich.

---

<sup>1</sup> Dieses heimliche Zählen ist mit Gewissensbissen und damit auch einer psychischen Belastung verbunden.

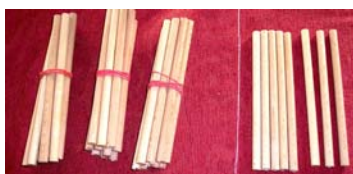
<sup>2</sup> Jeder Zahl wird ein „Fingerbild“ zugeordnet, das dann nicht nur als Bild abgespeichert, sondern auch mit zahllosen taktilen und propriozeptiven Wahrnehmungen verbunden wird.

Da sich die Finger alleine aber nur für das Operieren im Zahlraum 10 eignen, ist ein Hilfsmittel nötig, das auch die Veranschaulichung von Operationen in höheren Zahlräumen möglich macht.

Dazu eignen sich Stäbchen und Stäbchenbündel.

## **4.2 Die Stäbchen und Stäbchenbündel**

Im Zahlraum 10 bis 30 werden dickere Stäbe (ca. 1 cm Durchmesser) verwendet (vgl. Abb. 12). In höheren Zahlräumen bis 100 (1000,...) werden diese dickeren Stäbe wegen der Handhabbarkeit durch dünne Stäbe (Schaschlik-Spieße) ersetzt (vgl. Abb. 13). Die Stäbchen werden in Zehnerbündel (Hunderterbündel,...) mit Gummiringen zusammengefasst. (Vgl. Dreher 1996b, S. 55)



**Abbildung 12**



**Abbildung 13**

Personen, die den Bedenken von LORENZ<sup>1</sup> beipflichten, der Umgang mit den Stäbchen sei gefährlich, können entweder versuchen, dünne Stäbe ohne spitze Enden zu erstellen oder die Spitzen der Schaschlik-Spieße einfach abschneiden.

Die Stäbchen und Stäbchenbündel wurden als Werkzeuge der kybernetischen Methode ausgewählt, weil durch die Bündelung der Stäbe zu Zehnerbündeln die wesentlichsten Eigenschaften des dekadischen Systems abgebildet werden. (Vgl. Dreher 1996b, S. 55)

*„Man spricht beim dekadischen System ja selbst von ‚Bündelung‘. Also liegt nichts näher als eben zu bündeln.“* (Dreher 1996b, S. 55)

Bei KÜHNEL ist nachzulesen, dass es auch früher schon Grundschullehrer gab, die zur Veranschaulichung des Systems 10 Stäbchen zu einer Einheit zusammenfassten und dass man dieser Art der Veranschaulichung des Systems *„die Anerkennung nicht versagen darf“*. (Kühnel 1950, S. 102)

---

<sup>1</sup> *„Schaschlik-Stäbchen mit spitzen Enden – man stelle sich dies in einer Klasse vor!“* (Lorenz 1998, S. 58)

Neben Gründen, die für die Verwendung dieser gebündelten Stäbe sprechen, wie die dingliche Gestalt und die Merkmalsarmut<sup>1</sup> (also Einfachheit), führt KÜHNEL auch die Nachteile der Stäbe an. Der größte Nachteil sei, dass die Möglichkeit des Nachprüfens, ob ein Bündel wirklich 10 Stäbe beinhaltet, erschwert ist, weil dies nicht, wie beispielsweise bei den KÜHNEL'schen Zahlbildern<sup>2</sup>, auf einen Blick zu erfassen möglich ist. (Vgl. Kühnel 1950, S. 102)

Warum jedoch dieser Nachteil beim Einsatz der Stäbe gemäß der kybernetischen Methode nicht zutrifft, wird im Folgenden erklärt:

Bei der Einführung der Stäbe sollten die Kinder jedem einzelnen Finger einen Stab zuordnen und so die Stäbe als Repräsentanten der Finger erkennen. Erst dann werden die 10 Stäbe mit einem Gummiring zu einem Zehnerbündel zusammengefasst.

*„Also: die Kinder, die die Stäbchenbündel selber hergestellt haben, **wissen**, daß [!] jeweils 10 Stäbchen im Bündel sind, ja sein müssen. Sie haben eine Handlungserfahrung dazu im Gedächtnis, an der alle Sinne beteiligt waren.“* (Dreher 1996a, S.38; Fettherv. u. Unterstr. d. Verf.)

Die Kinder stellen die Bündel also selbsttätig her. Es entsteht die Gewissheit, dass wirklich immer 10 Stäbe ein Bündel bilden und ein ständiges Nachprüfen wird überflüssig.


GAIDOSCHIK (2002) hebt die Wichtigkeit des aktiven und handelnden Bündelns und Entbündelns als Grundlage für das Verstehen des Bündelungsprinzips hervor.

*„Zur Vermeidung von Missverständnissen ist freilich in diesem Bereich mehr noch als sonst die Erarbeitung mittels Materialhandlung unumgänglich.“* (Gaidoschik 2002, S. 93)

Zu hier Gefordertem (der Erarbeitung mittels Materialhandlung) bieten die Stäbchenbündel eine gute Möglichkeit, weil im wahrsten Sinne des Wortes ständig gebündelt und entbündelt werden muss.

---

<sup>1</sup> Zusätzliche unwesentliche Eigenschaften lenken nur vom Wesentlichen ab.

<sup>2</sup> Bei den KÜHNEL'schen Zahlbildern handelt es sich nicht wie bei den Stäben um ein Längenmodell, sondern um eine flächige Darstellung ().

Ein wichtiger und entscheidender Nachteil der Stäbe und Stabbündel muss noch genannt werden: Es ist umständlich, aufwändig und zeitintensiv mit den Stäbchen Rechnungen im additiven Bereich darzustellen und handelnd zu vollziehen, weil die Bündel jedes Mal, wenn Einer benötigt werden, aufgemacht und sobald der Zehner voll ist, wieder gebündelt werden müssen.

Durch eine Kombination der Stäbchenbündel und der Finger wird dieses Problem aber beseitigt, denn die Einer, mit denen gerechnet wird, werden durch die Finger dargestellt. Die Verwendung der Finger UND Stäbchen ermöglicht ein Rechnen, das sehr flexibel und ohne großen Aufwand durchführbar<sup>1</sup> ist. (Vgl. Dreher 1996a, S. 38)

### 4.3 **Der Zahlenstrahl**

Der Zahlenstrahl wird im Zahlraum 100 in zwei Ausführungen verwendet, eine davon für den Zahlraum bis 20 und die andere für den Zahlraum bis 100.

Der Zahlenstrahl für den Zahlraum bis 20 sollte so konzipiert sein, dass zwischen den Markierungen der Abstand so groß ist<sup>2</sup>, dass die Finger der Kinder sowie die Finger des Lehrers/der Lehrerin dort Platz finden (vgl. Abb. 14).



**Abbildung 14**

Der Zahlenstrahl für den Zahlraum bis 100 kann mit kleineren Abständen<sup>3</sup> ausgestattet werden (vgl. Abb.15). (Vgl. Dreher 1996b, S. 56)



**Abbildung 15**

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel „Praktische Umsetzung der kybernetischen Methode“

<sup>2</sup> Laut DREHER (1996b) eignet sich der Abstand von 2 cm dafür gut.

<sup>3</sup> Bei räumlicher Enge können auch Abstände von nur 0,5 cm verwendet werden, besser eignen sich aber 1 cm breite Abstände.

**„Das Wichtigste nun für alle Zahlenstrahle ist, daß [!] sie möglichst wenig Zifferangaben enthalten!“** (Dreher 1996b, S. 57)

Diese Feststellung geht auf KÜHNEL (1950, S. 103) zurück, der erklärt, dass die Entwicklung eines Größengefühls eine Schlüsselrolle bei der Zahlbegriffsentwicklung spielt. Dieses Größengefühl entsteht aber erst dann nach und nach, wenn das Kind den Zahlenstrahl immer wieder mit den Augen abtasten muss, um festzustellen, wo die gesuchte Zahl zu finden ist.

Dem Kind darf das Abzählen mit den Fingern am Zahlenstrahl nicht verboten werden, da sich die erwünschte Orientierung am Zahlenstrahl mit den Augen erst dann entwickelt, wenn Sicherheit bei der Orientierung mit Hilfe der Hände UND Augen besteht.<sup>1</sup>

In der bestehenden Fachliteratur treten bei Diskussionen darüber, ob der Zahlenstrahl hilfreich ist oder die Arbeit damit eher Schwierigkeiten mit sich bringt, Kontroverse auf.

So stellt RADATZ (1993, S. 121 f.) fest, dass sich der Zahlenstrahl zwar gut dazu eignet, Analogien, Zehnerschritte und die Operationen des Halbierens und Verdoppelns zu erkennen, aber sehr oft Schwierigkeiten im Umgang mit dem Zahlenstrahl auftreten, weil dieser ein sicheres Unterscheiden der verschiedenen Zahlaspekte<sup>2</sup> und ein sicheres Unterscheiden von rechts und links erfordert.

*„Grund dafür (für entstehende Probleme; Anm. d. Verf.) ist die Schwierigkeit, die das Nebeneinander von ‚kardinalen‘ und ‚ordinalen Zahlaspekten‘ am Zahlenstrahl für viele Kinder aufwirft“* (Gaidoschik 2002, S. 83)

Kardinal verstanden ist die Zahl „6“ am Zahlenstrahl die Summe aus 6 Längen, die Zahl „5“ um eine Länge kürzer als 6 und „8“ dafür um 2 Längen länger. Wird die Zahl „6“ aber als Ordinalzahl, als Bezeichnung für die Markierung selbst gesehen, entsteht oft Verwirrung, da sie nicht die sechste, sondern die siebte Markierung bezeichnet<sup>3</sup>. (Vgl. Gaidoschik 2002, S. 83)

---

<sup>1</sup> „Die Koordination von Auge und Hand bildet eigentlich die Grundlage für alle visuelle Wahrnehmung...“ (Milz 2004, S. 32)

<sup>2</sup> Kardinalzahlaspekt, Ordinalzahlaspekt, Maßzahlaspekt

<sup>3</sup> Die erste Markierung wird von der Zahl „0“ besetzt.

Laut GAIDOSCHIK (2002, S. 83) erfordert die Arbeit mit dem Zahlenstrahl ein gesichertes Zahlverständnis und ist deshalb kein geeignetes Material für den Eingangsbereich. Denn ein Kind, das sich auf keinen sicheren Zahlbegriff stützen kann, wird den Zahlenstrahl mit all seinen Einer-Markierungen nur als Zählhilfe nutzen.

LORENZ (1992, S. 151 ff.) erklärt aber, dass das Rechnen durch Vor- und Zurückspringen, also durch Zählen, nur dann möglich ist, wenn der Zahlenstrahl durchgehend nummeriert ist.<sup>1</sup>

Da bei der kybernetischen Methode die Rechts-Linksorientierung eine wichtige Rolle spielt und die Sicherheit bei der Unterscheidung von rechts und links als Voraussetzung für mathematisches Denken gesehen wird<sup>2</sup>, wird diese Unterscheidung im Vorfeld entsprechend geübt und dürfte keine Schwierigkeiten mehr bereiten. Treten aber trotzdem Schwierigkeiten auf, werden diese nicht „kompensiert“, indem man einen „Trick“ anwendet, wie LORENZ (1992, S. 154) empfiehlt, der darin besteht, den Zahlenstrahl einfach vertikal von unten nach oben zu benutzen. Ganz im Gegenteil: Es wird versucht, durch vielfältige Übungen und die Orientierung an der Großhand<sup>3</sup>, die nötige Sicherheit bei der Rechts-Linksorientierung herzustellen.

Dadurch, dass die Kinder bei der Einführung Stäbe bzw. Finger sehr genau am Zahlenstrahl platzieren, begreifen sie die Zahlen am Zahlenstrahl als Kardinalzahlen. Weiters wird die Zehnerstruktur des Zahlensystems vorher durch das Bündeln und Entbündeln der Stäbe erarbeitet und muss nun „nur“ mehr auf den Zahlenstrahl übertragen werden.

Unter diesen Voraussetzungen sieht auch LORENZ (1992, S. 100 f.) den Zahlenstrahl als sinnvolles Material zur Erarbeitung einer Zahlenraumvorstellung.

---

<sup>1</sup> Aus oben genannten Gründen ist dies bei der Handhabung des Zahlenstrahls gemäß der kybernetischen Methode nicht der Fall und bleibt deswegen unberücksichtigt.

<sup>2</sup> Diese Meinung teilen auch MILZ (2004, S.44 ff.) und GAIDOSCHIK (2002, S.15 f.).

<sup>3</sup> Egal ob Rechts- oder Linkshänder, begrüßt wird immer mit der rechten Hand.

#### **4.4 Das Rechenbrett**

Das Rechenbrett dient dazu, dem Schüler/der Schülerin die Sicht auf seine/ihre Hände zu nehmen und ihn/sie so zu zwingen, sich allein auf den taktil-kinästhetischen Wahrnehmungskanal, auf das Tasten zu konzentrieren. Dies ist notwendig, damit eventuelle Defizite und Entwicklungsrückstände in der taktil-kinästhetischen Wahrnehmung aufgearbeitet werden.

Gewährt man den Kindern immer die Sicht auf die Finger bzw. die Bewegungen der Finger, werden manche versuchen, das ungenügend entwickelte Handschema visuell zu kompensieren.

Das Kind spürt dann nicht, dass gerade der Ringfinger berührt wird, sondern sieht es und kann den Finger nur deshalb richtig benennen. (Vgl. Dreher 1996b, S. 54)

#### **4.5 Vergleich der Werkzeuge der kybernetischen Methode mit den MILZschen Kriterien zur Materialauswahl**

Im Folgenden wird erläutert ob und inwiefern die oben genannten Materialien den „Kriterien zur Materialauswahl“ nach Ingeborg MILZ entsprechen. (Vgl. Milz 2004, S. 330 ff.)

MILZ (2004) plädiert darauf ansprechende, robuste und leicht zu pflegende Materialien einzusetzen, die, falls selbst gemacht, einer ausgewogenen Kosten-Nutzen Rechnung entsprechen.

Diese erste Forderung an das Material kann als erfüllt angesehen werden, da sämtliche Werkzeuge widerstandsfähig sind, die Kinder ansprechen und im Vergleich zu vielen anderen Lernmaterialien sehr kostengünstig und einfach selbst herzustellen sind.

Zum Einsatz sollten laut MILZ verschiedene Materialien kommen, die jeweils einen (anderen) Sinneskanal berücksichtigen und ansprechen, wobei der Zugang über die Bewegung und das Tasten besonders wichtig ist.

Auch diesen Forderungen entspricht das oben genannte Material, wobei besonders das Rechnen mit den Fingern einen Zugang über die Bewegung und den Tastsinn auf eine einzigartige Weise ermöglicht.

Verwendetes Material sollte Feinmotorik und Koordination schulen und die eigenständige Fehlerkontrolle ermöglichen.

Gerade diesen Punkt haben Lehrer/Lehrerinnen und Einzeltherapeuten/ Einzeltherapeutinnen an den Werkzeugen der kybernetischen Methode vielfach als sehr positiv bewertet. Feinmotorik und Koordination werden ständig beim Rechnen mit den Fingern geschult. Zur Kontrolle für die im Kopf errechneten Ergebnisse stehen die Stäbe und Finger stets zur Verfügung.

Das Material sollte außerdem durch klare und eindeutige Strukturen ausgezeichnet sein und den ritualisierten Umgang begünstigen. Wenn der Umgang mit dem Material klar ist, können die Kinder ihre ganze (handelnde) Aufmerksamkeit dem mathematischen Inhalt widmen.

Die kybernetische Methode stellt nicht nur die Anforderung der Klarheit und Strukturiertheit an das Material, sondern dieselbe auch an den Umgang mit diesem, weil erst dadurch mathematische Prozesse für die Kinder genügend einsichtig werden.

## 5 Kritische Betrachtung der herkömmlichen<sup>1</sup> Unterrichtspraxis

„**1,6 Milliarden Schillinge** (also ca. 116 Mio. Euro; Anm. d. Verf.) *allein* geben nach Aussagen der oberösterreichischen Arbeiterkammer die Eltern der österreichischen Schüler für Nachhilfestunden im Jahr aus. (...) **Jeder zehnte Volksschüler** (Grundschüler), **jeder dritte Hauptschüler** und gar **jeder zweite Schüler im gymnasialen Bereich** benötigt Nachhilfe.“ (Dreher 1996b, S. 3; Unterstr. u. Fettherv. d. Verf.)

Nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass laut RADATZ (1993, S. 4) der Anteil der Schüler/Schülerinnen mit Lernschwierigkeiten im Mathematikunterricht 15 – 20 % beträgt. Das Ergebnis eines Tests des Forschungsprojektes „*Dyskalkulie: Wahrnehmung und Fakten*“ bestätigt außerdem, dass 5 % der österreichischen Schüler/Schülerinnen das Soll<sup>2</sup> einer abgeschlossenen ersten Schulstufe eindeutig nicht erfüllen. (Vgl. Lenart [21.01.06])

Ferner muss es Ursachen dafür geben, dass bis zu 30% der Schüler/Schülerinnen dringend einer zusätzlichen Förderung außerhalb der Schule im Lesen und Schreiben bedürfen. (Vgl. Dreher 1996b, S. 63)

Die angeführten Zahlen stimmen nachdenklich und regen zu einer kritischen Betrachtung unserer Schule und ihrer Methoden an.

Da in Österreichs Grundschulen nach den Richtlinien des Rahmenlehrplanes gearbeitet werden muss, der allen Lehrern/Lehrerinnen die Freiheit der Methodenwahl einräumt, scheint es die Aufgabe jedes einzelnen Lehrers und jeder einzelnen Lehrerin zu sein, die verwendeten Methoden nach bestem Wissen und Gewissen auszuwählen, was die kritische Auseinandersetzung mit ALLEN mögliche Methoden, unter der Berücksichtigung der neuesten lerntheoretischen Erkenntnisse zum jeweiligen Themenbereich, im Vorhinein voraussetzt.

Es will hier gar nicht behauptet werden, dass die Lösung für die (offensichtlichen) Probleme in der Unterrichtspraxis der Grundschulen in der Verwendung EINER

---

<sup>1</sup> Mit „herkömmlich“ werden hier didaktische Maßnahmen bezeichnet, die in Österreich hohen Verbreitungsgrad haben.

<sup>2</sup> Dieses Soll legte eine Gruppe aus erfahrenen Lehrern/Lehrerinnen der Grundstufe 1 fest.

Methode liegt. Es soll nur aufgezeigt werden, dass es durchaus Sinn macht, gängige Methoden kritisch zu hinterfragen und als Konsequenz Änderungen im Unterricht der Grundschule vorzunehmen.

Dieses Kapitel befasst sich mit der kritischen Auseinandersetzung des Grundschulunterrichts, insbesondere des mathematischen Erstunterrichts und sollte zur oben genannten kritischen Auseinandersetzung mit allen möglichen Methoden anregen.

### **5.1 Von der Lust zum Frust am Lernen**

Durch eine Befragung am Schulanfang stellten BREUER und WEUFFEN (1994, S. 19 f.) fest, dass fast alle Anfänger/Anfängerinnen eine positive Einstellung zur Schule an den Tag legen. Bei einer weiteren Befragung derselben Kinder ein halbes Jahr später entschieden sich deutlich weniger Kinder für die Schule. *„Fast jeder dritte Schüler äußert ambivalente Gefühle, jeder fünfte ein deutliches Unbehagen.“* (Breuer 1994, S. 20)

Um die positive Einstellung der Schüler/der Schülerinnen zur Schule zu erhalten, ist es die Aufgabe des Lehrers/der Lehrerin den Kindern Erfolgserlebnisse zu verschaffen, denn erfolgreiche Schüler/Schülerinnen gehen fast immer gerne zur Schule. (Vgl. Breuer 1994, S.20)

Doch wie können jedem Schüler/jeder Schülerin Erfolgserlebnisse verschafft werden, die ihm/ihr zeigen, dass Lernen etwas sehr Positives sein kann, das sogar Spaß macht?

Laut DREHER (2005; Seminarmitschrift) ist dies dadurch zu erreichen, dass ein neuer Lerninhalt erst dann erarbeitet werden darf, wenn der vorher erarbeitete Stoffinhalt leicht fällt und Freude bereitet.

Hierzu ein kurzes Beispiel:

*„Ein rechenschwacher Schüler der 3. Volksschulklasse zeigte endlich in der Einzeltherapie mit der kybernetischen Methode Erfolge und beherrschte die Dreierreihe fehlerfrei. Als seine Eltern darauf drängten, nun endlich auch alle restlichen Malreihen zu erarbeiten, sagte das Kind etwas niedergeschlagen: „Darf ich denn die Dreierreihe nicht noch ein bisschen können?“* (Dreher 2005; Seminarmitschrift)

Bei Kindern mit Lernschwierigkeiten wird das Stadium der leicht fallenden und Freude bereitenden Anwendung fast NIE erreicht.

Diesen Schülern/Schülerinnen wird ein Lerninhalt präsentiert, für dessen Aneignung und Erarbeitung sie nicht so viel Zeit bekommen, wie sie benötigen würden, um den Erfolg des Lernens zu ernten. Im Gegenteil: Während sie noch Probleme mit dem ersten Inhalt haben, wird ihnen der nächste angeboten, den sie folglich wieder nicht richtig beherrschen, wenn schon wieder ein neues Stoffgebiet auf dem Programm steht.

Ein schwacher Schüler/eine schwache Schülerin erreicht das Stadium „Erfolgsenerlebnis“ und „Freude am Lernen“ selten und erhält ein völlig falsches Bild vom Lernen. Lernen wird eng mit Frustration verbunden und dadurch negativ behaftet und dies zu Recht. (Vgl. Dreher 2005; Seminarmitschrift)

## **5.2 Kritische Thesen zur herkömmlichen Unterrichtspraxis in drei Kernbereichen der Grundschulmathematik nach Michael GAIDOSCHIK**

Michael GAIDOSCHIK lädt in seinem Beitrag in dem Buch „*Rechenschwäche-Rechenstörung-Dyskalkulie*“ zum Nachdenken darüber ein, „...*ob nicht manches was hierzulande Tag für Tag im Rahmen des ‚herkömmlichen‘ Rechenunterrichtes Grundschulern geboten und abverlangt wird, selbst einen wesentlichen Beitrag zum Entstehen von Rechenstörungen leistet.*“ (Gaidoschik 2003, S. 128 ff.; Fettherv. u. Unterstr. d. Verf.)

Er formuliert Thesen, welche die Fehler der gängigen Mathematikdidaktik im Bereich der Behandlung des Zahlraumes 10, der Erarbeitung des Zahlenraumes 100 und der Erarbeitung des kleinen Einmaleins<sup>1</sup> aufzeigen und begründet sie. Die Empfehlung alternativen Vorgehens „...*kann in diesem Rahmen freilich nur grob umrissen, in seinen Grundüberlegungen nur angedeutet werden.*“ (Gaidoschik 2003, S. 129)

---

<sup>1</sup> Da sich diese Arbeit nicht mit Operationen der 2. Stufe befasst, werden die Erläuterungen zur Einführung des Einmaleins ausgespart.

### **5.2.1 Thesen zur Behandlung des Zahlraumes 10 (Vgl. Gaidoschik 2003, S.128 – 136)**

Zu diesem Thema stellt GAIDOSCHIK zwei Thesen auf:

Laut der **ersten These** versagt die österreichische Grundschuldidaktik im Bereich der Mathematik insofern als es im Zahlraum 10 weitgehend den Kindern überlassen wird, ob sie den zählenden Zahlenumgang hinter sich lassen und sich somit selbst die Tür zu einem (wahrscheinlich) besseren Lernen öffnen.

In der **zweiten These** verstärkt er diesen Vorwurf mit der Behauptung, dass einzelne Maßnahmen sogar das Festhalten an zählenden Lösungsverfahren provozieren.

GAIDOSCHIK begründet diese Thesen, indem er zuerst feststellt, dass im mathematischen Erstunterricht offenbar häufig der Irrglaube besteht, ein Kind müsse die Grundaufgaben des Zahlraumes 10 nur oft genug lösen, um sich diese schließlich einzuprägen und sie zu beherrschen. Der Meinung, dass dies nicht ohne den Rahmen eines klaren didaktischen Konzepts möglich ist, kann ich mich anschließen.

Es wird außerdem bemängelt, dass manche Lehrer/Lehrerinnen dem Loslösen vom zählenden Rechnen, das nun einmal die vorherrschende Lösungsstrategie aller Schulanfänger/Schulanfängerinnen darstellt, zuwenig Aufmerksamkeit schenken und davon ausgehen, dass die Loslösung von selbst erfolgen wird, wenn Rechenaufgaben nur oft genug zählend gelöst werden.

Ein weiterer Punkt der die Aussagen der oben genannten Thesen stützen sollte, ist nach GAIDOSCHIK der Irrglaube, dass der handelnde Vollzug einer Rechnung mit gut strukturiertem Material ausreicht, um die Fertigkeit des nichtzählenden Rechnens zu erlernen, denn *„...ohne gezieltes Hinführen zu nichtzählenden Handlungen, ohne Bewusstmachung der zugrunde liegenden mathematischen Zusammenhänge bleibt das vielbeschworene ‚vom Angreifen zum Begreifen‘ für viele Kinder ein frommer Wunsch.“* (Gaidoschik 2003, S. 134)

Kritisiert werden überdies etliche in Österreich approbierte Lehrwerke<sup>1</sup>, die zum Beispiel den durchnummerierten Zahlenstrahl so einsetzen, dass die geforderten

---

<sup>1</sup> GAIDOSCHIK führt hier keines der Lehrwerke namentlich an.

Aufgaben nur zählend als Vor- und Zurückschreiten gelöst werden können oder die Kinder auffordern, Plus- und Minusaufgaben zeichnerisch zu lösen, was aufgrund der Tatsache, dass immer nur ein Kreis (Apfel, Punkt,...) nach dem anderen gezeichnet oder durchgestrichen werden kann, eine „*Verführung zum Zählen*“ (Gaidoschik 2003, S. 135) darstellt.

GAIDOSCHIK schließt seine Ausführungen mit den Worten: „*Wenn dieses* (gemeint ist das zählende Rechnen; Anm. d. Verf.) – *zum Glück – vom Großteil der mit solchen didaktischen Einfällen bedachten Kinder schließlich doch überwunden wird, dann darf, wer boshaft sein will, mit einiger Berechtigung anmerken: nicht dank, sondern trotz dieses Unterrichts.*“ (Gaidoschik 2003, S. 136; Unterstr. u. Fettherv. d. Verf.)

### **5.2.2 Thesen zur Erarbeitung des Zahlraumes 100 (Vgl. Gaidoschik 2003, S. 136 – 147)**

GAIDOSCHIK kritisiert hier in **der ersten These** die typische Segmentierung in der Erarbeitung des Zahlraumes bis 100, die für Kinder die Einsicht in die Systematik des Stellenwertsystems und für Lehrer/Lehrerinnen das Erkennen diesbezüglicher Fehlentwicklungen erschwert.

In der **zweiten These** beanstandet er, dass dem Bündelungsprinzip nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt wird, gibt aber auch dem Einsatz problematischer Materialien die Schuld an der Beibehaltung einer einseitig ordinalen Zahlauffassung.

Zum Schluss werden in der **dritten These** die unzureichenden didaktischen Mittel bemängelt, mit welchen den Schwierigkeiten beim Erlernen der Schreib- und Sprechweise zweistelliger Zahlen zum Teil begegnet wird.

Nun die Begründung zu oben genannten Thesen:

Der Lehrplan der Volksschule (2000, S. 292) sieht „*das Erarbeiten des Zahlraumes bis 100 ausgehend von gesicherten Zahlenräumen*“ vor und spricht vom „*...Durchgliedern des schrittweise zu erarbeitenden Zahlraumes*“.

GAIDOSCHIK hält diese Art der Erarbeitung für problematisch. Da im herkömmlichen Unterricht nach der Erarbeitung des Zahlraumes 10 zunächst nur die Erweiterung um die Zahlen 11 bis 20 vorgesehen ist, wird es dem Kind erschwert, die Regelmäßigkeit der Stellenschreibweise zu erkennen, da es ja im

Anfangsunterricht nur mit einer „1“ (im Ausnahmefall auch einmal mit der „2“) als Zehnerstelle konfrontiert wird.

*„Der Zehner bleibt etwas Singuläres, es gibt davon entweder genau 1 oder eben nicht; die (später für den Umgang mit beliebigen zweistelligen Zahlen gerade entscheidende) Überlegung, welches Zeichen für Zehner, welches für Einer steht, erübrigt sich weitgehend: Wenn überhaupt zwei Zeichen nebeneinanderstehen, dann ist die 1 eben der Zehner (und bei 11 muss ich ohnehin nicht unterscheiden...).“* (Gaidoschik 2003, S. 138)

Bei der Erweiterung des Zahlraumes bis 100 steht das Kind dann laut GAIDOSCHIK vor der Problematik, dass es die, der Zahlenreihe bis 99 zu Grunde liegende Zehner-Einer-Systematik, nicht ansatzweise verstanden hat.

Das aus oben genanntem Problem resultierende Fehlen der Kenntnis um das Bündelungsprinzip, wird durch die unreflektierte Verwendung von strukturell völlig unterschiedlichen Materialien, wie es oft der Fall ist, nicht behoben. Materialien, wie der durchnummerierte Zahlenstrahl, das Hunderterfeld oder die russische Rechenmaschine sind nach GAIDOSCHIK für das vorrangige Unterrichtsziel „Einsicht in das Zehner-System“ wenig bis gar nicht geeignet, weil diese Materialien keine bewusste Entbündelung verlangen.

Die Stäbe, Stabbündel und Finger, die beim Rechnenlernen mit der kybernetischen Methode verwendet werden, sind unter diesem Aspekt betrachtet durchaus geeignet, da damit ständig die bewusste Bündelung und Entbündelung durchgeführt wird.

GAIDOSCHIK führt die Einerwürfel und Zehnerstangen<sup>1</sup> als geeignetes Material zur Erarbeitung des Bündelungsprinzips an, wendet aber ein, dass dieses Material „*vermutlich*“ nicht zum richtigen Einsatz kommt.

Dieser richtige Einsatz bestehe darin, dem Kind Zehnerstangen und Einerwürfel ungeordnet vorzulegen und ihm die Aufgabe zu stellen, diese zu ordnen und

---

<sup>1</sup> Bei der Arbeit mit den Dienes-Mehrsystemblöcken stellt sich dem kritischen Betrachter die Frage, warum Zahlen, deren Anordnung durch ein einziges System, nämlich das dekadische System, geregelt ist, durch „MEHR-SYSTEM“ Blöcke dargestellt werden sollten. Ob eine Zuordnung unterschiedlicher geometrischer Qualitäten zu den verschiedenen Zahlräumen sinnvoll ist, erscheint fraglich.

selbständig richtig zu entscheiden, an welcher Stelle die Anzahl der Zehner bzw. die der Einer zu notieren ist.

Zum Thema des Erlernens der richtigen Schreib- und Sprechweise zweistelliger Zahlen äußert sich GAIDOSCHIK wie folgt: *„Um vieles plausibler scheint mir jedenfalls die Annahme, dass Zehner-Einer-Vertauschungen im Kontext des Zahlenlesens und –schreibens (...) zunächst einmal unmittelbare Folge des (...) ‚Raumlagefehlers der deutschen Sprache‘ sind; so betrachtet, ist an den genannten ‚50 % Anfangsinversionen‘<sup>1</sup> eher erklärungsbedürftig, dass nicht mehr Kinder diese Auffälligkeiten zeigen.“* (Gaidoschik, 2003 S. 145)

Die Frage: *„Im Fall zweistelliger Zahlen will man zwei Schritte auf einmal haben. Warum?“* (Gaidoschik 2003, S. 147), ist begründet.

Der Mathematikdidaktiker schlägt deshalb vor, bei auftretenden Problemen in einem ersten Schritt die Systematik der Zehner-Einer-Schreibweise zu erarbeiten, ohne das Problem der Sprechweise zu behandeln und erst in einem zweiten Schritt die richtige Aussprache zu erlernen.<sup>2</sup>

Er weist außerdem darauf hin, dass man mit der Erarbeitung der Aussprache vom Regelfall ausgehen sollte, d.h. es sollte nicht mit der Aussprache der Zahlen 11 – 19 begonnen werden<sup>3</sup>, da diese eine Ausnahme darstellen.<sup>4</sup>

Die Argumentation GAIDOSCHIKs zeigt deutlich, dass die Methodik im Unterricht unserer Schulen keineswegs unfehlbar ist und durch gezielte und wohlüberlegte Veränderungen mit Sicherheit Verbesserungen erreicht werden könnten.

---

<sup>1</sup> Klöckner J. bezeichnet das Problem einer falschen Schreib- bzw. Sprechweise als „Anfangsinversion“ und stellt fest, dass es bei mindestens 50% aller Schüler zu beobachten ist. (Vgl. Gaidoschik 2003, S. 144)

<sup>2</sup> Geht man von den Informationsstufen RADIGKs aus, muss zuerst die Sprechweise und erst dann die Schreibweise aufgearbeitet werden.

<sup>3</sup> Charakteristisch ist ja das gesprochene „-zig“, wie bei „Vierundzwanzig“. Dies kommt bei den Zahlwörtern der Zahlen 11 – 19 nicht vor.

<sup>4</sup> Den meisten Kindern sind die Zahlwörter von 11 bis 19 bei Schuleintritt schon bekannt. Ein Auslassen dieser Zahlwörter bzw. Zahlen könnte verwirren.

### **5.3 Sieben „Todsünden“ der gängigen Mathematikdidaktik nach Hariolf DREHER**

DREHER formuliert sieben „Todsünden“ der gängigen Mathematikdidaktik, die seiner Meinung nach die Hauptprobleme des mathematischen Erstunterrichts und die Ursache für viele Lernschwierigkeiten beim Rechnenlernen in der Grundschule darstellen.

Diese „Todsünden“ werden hier angeführt und kurz erläutert. (Vgl. Dreher 1996a, S. 171 ff.; Fettherv. d. Verf.)

#### **5.3.1 Sünde Nummer 1**

***„Keine angemessene Berücksichtigung der Fingermotorik bei der Entwicklung des Zahlbegriffs, häufig sogar Unterdrücken von Fingerhilfe“***

Wie schon im Kapitel „Die drei Teile der kybernetischen Methode“ erwähnt, gibt es Studien, die einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Rechenschwäche und der Unfähigkeit, die eigenen Finger zu benennen bzw. zu spüren, feststellen. Außerdem wurde beobachtet, dass sich das Problem der Lernschwierigkeiten im mathematischen Bereich verschärft, wenn das Rechnen mit den Fingern verboten wird.

Ausgehend von dieser Sachlage sind die Entwicklung des Handschemas und das Training der Fingermotorik von großer Bedeutung und dürfen nicht vernachlässigt werden.

#### **5.3.2 Sünde Nummer 2**

***„Ausgangspunkt der Zahlbegriffsentwicklung ist der Mengenbegriff, nicht der Akt des Zählens.“<sup>1</sup>***

*„Zuerst kommt das Zählen, dann das Simultanerfassen...“* (Dreher 1996a, S. 35).

Diese Meinung teilen auch MILZ (2004, S. 326), die das Zählen als Voraussetzung für die Zahlbegriffsentwicklung sieht, und ATZESBERGER, der ein zählendes Erarbeiten der Rechenfertigungsgrundlage für empfehlenswert hält. (Vgl. Dreher 1996a, S. 35)

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel: „Die Werkzeuge der kybernetischen Methode“

Da die meisten Schulanfänger schon mehr oder weniger weit zählen können, ist es logisch genau hier anzuknüpfen und von der Zählfertigkeit zum simultanen Erfassen von Mengen zu kommen und nicht umgekehrt.

### **5.3.3 Sünde Nummer 3**

#### ***„Gleichzeitige Einführung von Zahlwort und Zifferschreibweise“***

Die kybernetische Methode orientiert sich hier an Johannes KÜHNEL (1950, S. 151 ff.), der schon damals erkannte, dass die Ziffer kein Symbol für den zu denkenden Begriff, sondern für das den Begriff deckende Wort, nämlich das Zahlwort ist.

Auf Grund dieser Tatsache empfiehlt er dringend *„..., daß [!] Ziffern so lange nicht benutzt werden dürfen, als die Kinder die Zahlgrößen noch dinglich erfassen...“* und die Ziffer *„...erst dann, wenn das Zahlwort die hauptsächlichste Stellvertretung für den Zahlbegriff geworden ist...“* eingeführt werden sollte.

Eine weitere Begründung für diese Forderung liegt im Aufbau der Informationsstufen nach RADIGK, der betont, dass zuerst die Handlung, dann die Lautsprache und erst zuletzt die Schriftsprache berücksichtigt werden muss<sup>1</sup>.

DREHER (1996a, S. 184) betont, dass das Erlernen der Zifferschreibweise und das Rechnenlernen ebenso wenig gleichzeitig passieren dürfen, wie dies beim Erlernen des Schreibens und des Sprechens der Fall ist.

GAIDOSCHIK unterstützt mit der Aussage: *„Wie stets, sind Bedingung (welche in diesem Fall eine erste Abstrahierung der Menge durch das Zahlwort darstellt; Anm. d. Verf.) und Bedingtes (nämlich die Zifferschreibweise; Anm. d. Verf.) zweierlei, es handelt sich also der Sache nach um zwei Lernschritte.“* (Gaidoschik 2003, S. 146), die Forderung nach einer zeitlich verschobenen Einführung von Zahlwort und Zifferschreibweise

Zwei Lernschritte, die nacheinander erarbeitet werden müssen, da das Abverlangen beider Leistungen zur selben Zeit eine Überforderung bedeuten würde.

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel: *„Die wichtigsten Arbeitsprinzipien der kybernetischen Methode“*

#### **5.3.4 Sünde Nummer 4**

***„Einführung der Operationen der ersten Stufe, d.h. ‚plus‘ und ‚minus‘, zuerst anhand der statischen Operation des Zerlegens, anstatt mit dem aufbauenden Addieren und dem abbauenden Subtrahieren zu beginnen.“***

KÜHNEL (1950, S. 52) bezeichnet die Addition und die Subtraktion als fortschreitende (oder auch dynamische) Beziehung, als einen Vorgang mit zeitlichem Ende und einem Ergebnis. Demgegenüber stehen die ruhenden (oder auch statischen) Beziehungen, nämlich das Ergänzen und Zerlegen, wobei der fortschreitenden Beziehung des Addierens die ruhende Beziehung des Zerlegens in Summanden und der fortschreitenden Beziehung des Subtrahierens die ruhende Beziehung des „*additiven Messens*“ oder auch Ergänzens entspricht.

*„So wichtig diese (die statischen Beziehungen; Anm. d. Verf.) nun sind, so haben sie in der Entwicklung doch nicht primäre Geltung, sondern sekundäre: sie stellen sich erst ein, nachdem Beziehungen operativen Charakters erworben und ausgeübt worden sind.“* (Kühnel 1950, S. 60)

Diese „*Beziehungen operativen Charakters*“ werden allein durch die aktive Ausführung gewonnen, nämlich indem das Kind die Möglichkeit bekommt, selbst handelnd viele Male hinzuzutun und wegzunehmen. (Vgl. Dreher 1996a, S. 38)

Oben angeführte Argumente dienen als Begründung für die Forderung, den Erwerb der dynamischen vor den Erwerb der statischen Operationen zu stellen.

#### **5.3.5 Sünde Nummer 5**

***„Automatisieren‘(Auswendiglernen) anstatt ausreichendem ‚Durcharbeiten‘ der Operationen der vier Grundrechenarten“***

*„Üben, üben, üben!“*

Nicht selten hört man diese Worte von Lehrern/Lehrerinnen oder Eltern, die ihren Schülern/Schülerinnen bzw. Kindern einen Weg weisen wollen, die Kulturtechnik Rechnen zu erlernen. Und wirklich sitzen viele Kinder dann auch lange Zeit bei ihren Rechenübungen und plagen sich ab, wobei die Belohnung dafür meist nur spärlicher Erfolg ist.

Die Problematik besteht darin, dass häufiges und wiederholtes Üben einen Weg darstellt, Zahlbeziehungen einfach auswendig zu lernen. Dieses Auswendiglernen

verhilft zu kurzzeitigen Erfolgserlebnissen, bringt aber große kognitive Belastungen für den Schüler/die Schülerin mit sich und versagt vollkommen als Hilfe zur Lösung von Aufgaben in komplexeren Zahlräumen, da es schlichtweg unmöglich ist, sich so große Mengen von Zahlbeziehungen auswendig zu merken.

Kinder, die sich etwas auswendig merken tun dies im Vergleich zu den Kindern, die die Inhalte begriffen und verinnerlicht haben, außerdem meist verspätet, mit unverhältnismäßig hohem Lernaufwand und dann oft nur lückenhaft. (Vgl. Gaidoschik 2003, S. 131)

Darum ist es laut KÜHNEL auch schlichtweg falsch, *„die Übung als eine Bedingung oder als eine Form des Erwerbs anzusprechen. Sie bedeutet Befestigung, Sicherung, aber nicht Erwerb.“* (Kühnel 1950, S. 61)

Der Erwerb des Verständnisses der Operationsstrukturen muss vielmehr handelnd passieren. Durch die oft wiederholte Ausführung des Dazutuns und Wegnehmens nimmt die Klarheit über die Handlung, die den Operationen zugrunde liegt, zu. Die Operation wird immer rascher und richtiger erkannt und erst diese wiederholt richtige Erkennung führt zur erwünschten Automatisierung. (Vgl. Kühnel 1950, S. 61)

DREHER (2005; Seminar Mitschrift) führt als Folgen des Auswendiglernens den Konkretismus, den Verbalismus und den Skriptizismus an. Die Ursache für die genannten Phänomene ist vor allem das fehlende Verständnis für die Bedeutung dessen, was das Kind tut, sagt oder schreibt.

So ist es möglich, dass ein Kind eine Rechenaufgabe richtig löst, wenn es ein gut strukturiertes Material zur Hand hat, an dem es abzählen kann, aber bei der Lösung derselben Aufgabe versagt, sobald es dieses Material nicht mehr als „Krücke“ benutzen darf. Dieses **Kleben am Material** wird auch **Konkretismus** genannt.

Als **Verbalismus** wird es bezeichnet, wenn Kinder einfach eine Abfolge von Wörtern bzw. Sätzen **als leere Worthülsen** auswendig lernen und „im Schlaf“ (wie dies oft beim Lernen des kleinen Einmaleins gefordert wird) aufsagen können.

Ist ein Kind **auf Schreibweisen fixiert**, obwohl die wirkliche Bedeutung nicht klar und die verbale Entschlüsselung nicht möglich ist, nennt man dies **Skriptizismus**.

### **5.3.6 Sünde Nummer 6**

***„Allzu frühe Verwendung ikonographischer Darstellungen, lange bevor für viele Schüler das erforderliche Hantieren ausreichend zur Entwicklung des Operationsverständnisses geführt hat.“***

Wie schon oben erwähnt, entwickelt sich das Verständnis für mathematische Operationen vor allem durch den handelnden Vollzug der Operationen, also durch das aktive Dazutun und Wegnehmen und nicht durch das Betrachten von Bildern, auf denen das Dazutun und Wegnehmen dargestellt ist.

Es ist leider oft der Fall, dass den Kindern für den handelnden Umgang mit dem Material und für die handelnde Durchführung von Operationen nicht genug Zeit gelassen wird. Der Transfer der Operation von der Handlung auf die bildliche Darstellung wird oft verlangt, obwohl dieser noch gar nicht geleistet werden KANN.

### **5.3.7 Sünde Nummer 7**

***„Unklarheiten zwischen Umgangssprache und Mathematik-Sprache bleiben beim Schüler bestehen. Die Übersetzung der mathematischen Termini wird nicht ausreichend geleistet, dafür wird gehofft, daß [!] der Schüler die Begriffe aus dem ‚operativen‘ Gebrauch heraus versteht.“***

Darüber, ob im mathematischen Erstunterricht die Bezeichnungen „plus“ und „minus“ oder eher die Bezeichnungen „und“ und „weg“ eingesetzt werden sollten, existieren schon längere Zeit Diskussionen.

Laut DREHER (1996a, S. 187) entsteht diese Problematik vor allem deswegen, weil Begriffe wie „plus“ und „minus“ nicht dem kindlichen Wortschatz entstammen und die Einführung dieser Begriffe, also die sprachliche Anbindung an den Wortschatz der Schüler/der Schülerinnen, meist nicht adäquat geleistet wird.

Dabei ist es schon im Rahmenlehrplan der Volksschule festgelegt, dass *„...auf eine altersadäquate, nicht formalistische Sprechweise zu achten ist.“* (Vgl. Lehrplan 2000, S. 314)

Für ein Kind, das nicht verstanden hat, was „plus“ bedeutet ist es unmöglich das Sätzchen „2 plus 1 gleich 3“ in eigenen Worten auszudrücken. Doch genau dies wäre das Ziel. Das Kind muss den Übergang vom eigenen Wortschatz hin zur neuen Mathematiksprache leisten und dabei braucht es Unterstützung.

Eine Rechnung wie zum Beispiel „ $2 + 3 = 5$ “ bedeutet ja nicht nur „2 plus 3 gleich 5“, sondern kann auch „5 lässt sich zerlegen in 2 plus 3“ oder „5 besteht aus 2 plus 3“ bedeuten. „Plus“ kann also hier entweder für ein „Hinzutun“ oder für ein „Bestehen aus“ stehen.

Klärt man mit den Kindern den Begriff „plus“ in dieser Deutlichkeit unter Berücksichtigung des kindlichen Wortschatzes, so werden sie das Wort verstehen und verwenden können und es wird ihnen jederzeit möglich sein, eine Rechnung wie „1 plus 2 gleich 3“ in eigenen Worten auszudrücken. (Vgl. Dreher 1996a, S. 188)

## **6 Praktische Umsetzung der kybernetischen Methode**

Das folgende Kapitel will darstellen und klären, wie das nachahmende, sprachlich begleitete Handeln mit den Fingern bzw. dem Material die Loslösung von ebendiesen und die Verschiebung der Rechengvorgänge in die Vorstellung ermöglicht.

Hier wird aufgezeigt, wie mathematische Inhalte<sup>1</sup> gemäß der kybernetischen Methode der Reihe nach aufgebaut, gegliedert, aufbereitet und erarbeitet werden. Außerdem werden eigene praktische Erfahrungen eingebracht sowie die Ergebnisse der für diese Arbeit gemachten Umfrage zur kybernetischen Methode vorgestellt.

### **6.1 Wichtige Grundsätze bei der Arbeit mit der kybernetischen Methode**

**„Freiwillig mit sportlicher Einstellung bis zum Erfolgserlebnis!“**

Dieser Satz beinhaltet drei wesentliche Punkte, die laut DREHER (1996b, S. 66 f.) beim Lernen mit Kindern immer vorhanden sein sollten:

- die Freiwilligkeit und der Wille zum Lernen sowie
- das Bewusstsein, dass Lernen nicht immer lustig, sondern auch anstrengend sein kann und Disziplin erfordert und am Ende der Lernanstrengung
- ein Erfolgserlebnis, das den Aufwand und die aufgebrauchte Bereitschaft belohnt.

Begegnen Kinder den Anstrengungen des Lernens mit sportlicher Einstellung, haben sie vielleicht knapp vor der Resignation noch einmal die Kraft, sich aufzuraffen und weiterzumachen, besonders dann, wenn sie wissen bzw. schon erfahren haben, dass es sich letztendlich lohnen wird. Es ist eine der wichtigsten Aufgaben der Lehrkraft, den Schülern/Schülerinnen zu Erfolgserlebnissen zu verhelfen. Hat ein Kind sein Ziel erreicht, sind meist alle Anstrengungen vergessen und es bringt neue Kraft und Motivation auf, um die Erreichung des nächsten Zieles in Angriff zu nehmen.

---

<sup>1</sup> Wie schon erwähnt, bleiben die mathematischen Inhalte auf die Zahlbegriffsentwicklung und die erste Operationsstufe beschränkt.

DREHER ist wie MILZ der Meinung, dass Lernen nicht immer „spielerisch“ und „lustig“ ist. *„Zu fragen ist auch, welches (...) Kinderbild hinter der Auffassung steckt, dass man Kindern alles hübsch verpacken muss, um sie zum Arbeiten und Lernen zu bekommen. Ich bin der Meinung, dass Kinder von sich aus lernen und wachsen wollen...“* (Milz 2004, S. 330).

Kinder wollen von sich aus lernen und wachsen, wenn die ihnen gestellten Aufgaben ihrem Lern- und Arbeitsniveau entsprechen und klar strukturiertes Material mit geregelter Handhabung das Lernen unterstützt. (Vgl. Milz, 2004 S. 330)

Der Unterricht bzw. die Förderung gemäß der kybernetischen Methode will diesen Forderungen entsprechen.

## **6.2 Erarbeitung und Festigung der Rechts-Linksorientierung**

Wie schon weiter oben erwähnt, ist eine sichere Unterscheidung von rechts und links Teil einer gut funktionierenden Raum-Lage-Orientierung bzw. Raumvorstellung, die wiederum als notwendige Voraussetzungen für mathematisches Denken gelten.

Auch die sichere Unterscheidung von Positionen wie oben, unten, vorne und hinten gehören zu einer gut ausgebildeten Raum-Lage-Orientierung. Diese Positionen zu unterscheiden ist für ein Kind einfacher, weil sie am eigenen Körper fühlbar sind. „Unten ist da, wo die Füße den Boden berühren und hinten ist dort, wo ich gerade nichts sehe.“

Die Unterscheidung von rechts und links gestaltet sich schwieriger, weil es nicht ersichtlich ist, welche Seite die rechte, und welche die linke ist. Im Grunde handelt es sich um die beliebige Zuordnung der Begriffe „rechts“ und „links“ zu je einer Seite, die nur darum Allgemeingültigkeit beansprucht, weil sich alle Menschen daran halten. Wo rechts und wo links ist, muss gelernt und automatisiert werden. (Vgl. Dreher 2006a; Seminar Mitschrift)

Genannte Argumente rechtfertigen die besondere Aufmerksamkeit, mit der die Unterscheidung von rechts und links gemäß der kybernetischen Methode bedacht wird.

Im Folgenden werden einige Übungen angeführt, die im praktischen Unterricht der Grundstufe 1<sup>1</sup> eingesetzt werden, um eine sichere Unterscheidungsfähigkeit von rechts und links zu erreichen.

Zu Beginn lernen die Kinder die Grußhand<sup>2</sup> als Orientierung einzusetzen. Weiß ein Kind nicht mehr, wo rechts bzw. wo links ist, kann dies jederzeit durch Einsatz der Grußhand überprüft werden (vgl. Abb. 16).



**Abbildung 16**

Es können Klopf- und Sprech- bzw. Schreit- und Sprechspiele eingesetzt werden. Die Lehrperson gibt den gewünschten Rhythmus (zum Beispiel „rechts, rechts, links“) vor, die Kinder sprechen nach und klopfen gleichzeitig mit genannter Hand auf den Tisch bzw. stampfen mit dem jeweiligen Fuß auf den Boden und erhalten so zusätzlich taktil-kinästhetische Reize.

Es ist wichtig, dass die Kinder die Relativität der Positionen rechts und links begreifen und verstehen, dass diese Begriffe immer an die Position des eigenen Körpers gebunden sind.

Bei einem Spiel, bei dem das besonders deutlich wird, wird ein Lied gesungen:

*„Die Kreisel drehn sich, die Kreisel drehn sich und auf einmal bleibn die Kreisel stehn!“* (Dreher 2004; Kybernetische Methode im Kindergarten – ein Lehr- und Schulungsfilm)

---

<sup>1</sup> Idealerweise werden diese Übungen schon im Kindergarten mit den Kindern durchgeführt, da die sichere Unterscheidung von rechts und links als Voraussetzung für das Erlernen der Kulturtechnik Rechnen schon bei Schuleintritt gegeben sein sollte. (Vgl. Dreher 2004; Kybernetische Methode im Kindergarten – Ein Lehr- und Schulungsfilm)

<sup>2</sup> Die Grußhand ist konventionell bedingt immer die rechte Hand. Diese Orientierungshilfe ist im Gegensatz zu anderen, künstlichen Hilfen, wie einem Band oder Ähnlichem, immer vorhanden. Die Orientierung an der Schreibhand birgt Probleme, weil diese im Vorschulalter oft noch nicht ausgebildet ist und weil sie keineswegs die rechte Hand sein muss.

Solange dieses Lied gesungen wird, drehen sich die Kinder. Bei „stehn“ bleiben alle stehen. Nun wird ein Kind ausgewählt, das in ganzen Sätzen beschreibt, was rechts, links, vor bzw. hinter ihm ist, während es in die passende Richtung zeigt.

„Von mir aus gesehen ist **jetzt** die Tafel vorne. Von mir aus gesehen sind **jetzt** die Fenster rechts. Von mir aus gesehen ist **jetzt** das Waschbecken hinten. Von mir aus gesehen ist **jetzt** die Tür links.“

Das Wörtchen „jetzt“ macht deutlich, dass die Zuordnung der Positionen jetzt korrekt ist, sich aber bei Veränderung der Lage des eigenen Körpers (die eintritt, wenn sich das Kind das nächste Mal dreht) auch ändert.

Um den Kindern diese Relativität bewusst zu machen, stellen sich vier Kinder ohne Handfassung im Kreis auf und beschreiben nacheinander<sup>1</sup>, in welcher räumlichen Lage sich z.B. die Tür jetzt von ihnen aus gesehen befindet (vgl. Abb. 17).



**Abbildung 17**

Zuletzt sollte sich jedes Kind in der Vorstellung in die Position eines anderen versetzen können und verbalisieren, was sich rechts und links von dieser anderen Person aus gesehen befindet.

Dazu stellen sich zwei Kinder gegenüber. Das eine fragt: „Was ist von mir aus gesehen jetzt rechts?“ Das gefragte Kind überlegt und antwortet dann im ganzen Satz: „Von dir aus gesehen ist jetzt das Waschbecken rechts!“

Erst wenn diese Übungen schnell und ohne große Nachdenkpausen bewältigt werden, ist die Fertigkeit der sicheren Rechts-Linksunterscheidung gegeben.

---

<sup>1</sup> Die Beschreibung sollte in ganzen Sätzen nach obigem Schema erfolgen.

### **6.3 Aufbereitung des Handschemas**

Bevor mit dem Rechnen gemäß der kybernetischen Methode begonnen wird, ist es wichtig, dass die Schüler/die Schülerinnen eine klare Vorstellung von den Teilen ihrer Hände haben, diese benennen können und außerdem fähig sind, gezielt und bewusst einzelne oder auch mehrere Finger gleichzeitig zu bewegen.

#### **6.3.1 Die Funktion des Rechenbrettes**

Bei der Entwicklung des Handschemas sollte vor allem darauf Wert gelegt werden, dass die Kinder ihre Finger genau spüren und auch ohne visuelle Kontrolle der eigenen Hände fähig sind, Bewegungen mit den Fingern nachzuahmen. Darum ist es von Bedeutung, dass alle Übungen zuerst ohne Sicht auf die Finger unter Verwendung des Rechenbrettes stattfinden. Erst wenn dies gut funktioniert, ist gewährleistet, dass durch das Auge nicht die fehlerhafte Wahrnehmungsfähigkeit der Hand kompensiert wird, sondern dass die visuelle Kontrolle unterstützende und ergänzende Funktion hat.<sup>1</sup> (Vgl. Dreher 2006a; Seminar Mitschrift)



Abbildung 18



Abbildung 19

#### **6.3.2 Unterscheiden und Benennen der einzelnen Finger**

In der ersten Stufe der Aufbereitung des Handschemas geht es darum, dass alle Finger schnell und korrekt benannt werden können. Die Fingernamen werden mit Hilfe einfacher Fingerspiele erarbeitet, so können z.B. jeden Tag in der Früh alle Finger mit einem kurzen Spiel geweckt werden:

*„Das ist der Daumen, der weckt alle Finger auf. Guten Morgen Zeigefinger, guten Morgen Mittelfinger, guten Morgen Ringfinger, guten Morgen kleiner Finger!“*

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel: „Die wichtigsten Arbeitsprinzipien der kybernetischen Methode“

(Dreher 2004; Kybernetische Methode im Kindergarten – ein Lehr- und Schulungsfilm)

Bei jedem „guten Morgen“ wird der Daumen gegen den entsprechenden Finger gedrückt. Dieses Spiel verlangt die Koordination der Fingerbewegungen und wird zu Beginn wahrscheinlich mehr Zeit erfordern. Nach mehrmaligem Üben kann das Tempo immer mehr gesteigert werden, was den Kindern meist viel Spaß macht.

Eine weitere Möglichkeit der Übung der Fingernamen unter Einbeziehung und Wiederholung der Rechts-Linksorientierung wird im Folgenden beschrieben:

Zwei Kinder sitzen sich gegenüber, wobei einem der Kinder durch das Rechenbrett die Sicht auf die Finger versperrt ist. Das andere Kind berührt einen Finger des „blinden“ Kindes und dieses verbalisiert die Berührung korrekt: „Der linke kleine Finger wurde berührt!“

Ist es für das Kind zu schwierig, den Finger anhand der einfachen Berührung zu erkennen, kann er statt nur berührt auch bewegt werden, denn so helfen nicht nur taktile, sondern auch kinästhetische Informationen, die Berührung richtig zu lokalisieren. Auch die Arbeit mit Fingerbildern bietet Möglichkeiten die Fingernamen zu üben. Die Kinder sehen sich verschiedene Fingerbilder an (vgl. Abb. 20 bzw. 21) und ahmen sie nach. Wichtig hierbei ist vor allem die Verbalisierung: „Wie viele Finger sind ausgestreckt bzw. eingezogen, wie heißen sie?“



Abbildung 20



Abbildung 21

### **6.3.3 Symmetrische Fingerübungen**

Unter symmetrischen Fingerübungen versteht man Fingerbewegungen, die symmetrisch mit beiden Händen gleichzeitig ablaufen.

Es werden z.B. zuerst beide Daumen (Zeigefinger, Mittelfinger,...) ausgestreckt und wieder eingezogen oder es werden Daumen und Zeigefinger (Zeigefinger und

Mittelfinger, Mittelfinger und Ringfinger,...) ausgestreckt und wieder eingezogen. Egal welche Bewegungen mit den Fingern der einen Hand gemacht werden, die andere Hand macht mit denselben Fingern dieselben Bewegungen mit (vgl. Abb. 22 bzw. 23).



**Abbildung 22**



**Abbildung 23**

Als Variation können bei genannten Übungen die Finger ausgestreckt und eingezogen, aus dem am Tisch liegenden Zustand angehoben oder aus dem über dem Tisch schwebendem Zustand aufgedrückt werden.

#### **6.3.4 Asymmetrische Fingerübungen**

Unter asymmetrischen Übungen versteht man Fingerbewegungen, die asymmetrisch mit beiden Händen gleichzeitig ablaufen.

Es werden zum Beispiel die zwei am weitesten links liegende Finger jeder Hand ausgestreckt (der kleine Finger und der Ringfinger an der linken und der Daumen und der Zeigefinger an der rechten Hand)<sup>1</sup> (vgl. Abb. 24). Oder es werden an einer Hand die Finger ausgestreckt, die an der anderen Hand eingezogen bleiben (vgl. Abb. 25).



**Abbildung 24**



**Abbildung 25**

Laut der gemachten Umfrage konnten alle beteiligten Personen beobachten, dass die Übungen mit den Fingern Auswirkungen auf die Aufmerksamkeit bzw. eine Steigerung der Konzentrationsfähigkeit zur Folge hatten, wobei sechs Personen

---

<sup>1</sup> Asymmetrische Fingerübungen erfordern außerdem die sichere Unterscheidung von rechts und links, haben also auch übende und wiederholende Funktion.

diese Auswirkungen als „sehr gut beobachtbar“, zehn Personen als „gut beobachtbar“ und sechs als „teilweise beobachtbar“ einstuften.

Einige Teilnehmer merkten außerdem an, dass sich durch die Übungen mit den Fingern das feinmotorische Geschick der Kinder verbesserte und infolge dessen auch die Schrift schöner und regelmäßiger wurde.

#### **6.4 Abkoppelung der Mund- und Handbewegungen**

Warum die Abkoppelung der Mundbewegungen von den Handbewegungen (und umgekehrt) so wichtig ist, wird im Kapitel „*Die drei Teile der kybernetischen Methode*“ näher erläutert. Hier werden nun noch zwei Beispiele angeführt, durch die erstens erkannt werden kann, ob ein Kind Probleme bei der Abkoppelung hat und durch die zweitens genannte Abkoppelung geübt werden kann.

Bei der ersten Übung lernt das Kind zuerst den Spruch „*Rolle, rolle, keine Bange, immer länger wird die Schlange!*“ (Dreher 2004; Kybernetische Methode im Kindergarten – ein Lehr- und Schulungsfilm)

Anschließend bekommt es ein wenig Plastilin, das es nun mit beiden Händen so rollen sollte, dass auch wirklich eine Schlange daraus wird, während es den gelernten Spruch dazu aufsagt (vgl. Abb. 26). Es gibt nun Kinder, die entweder rollen oder sprechen können. Dies ist ein eindeutiges Zeichen dafür, dass die Bewegungen von Hand und Mund sehr stark voneinander abhängig sind. Auch wenn die Sprechweise des Kindes stark am Rhythmus der Bewegung orientiert ist und die Schlange nicht gleichmäßig, sondern nur an zwei Stellen dünner wird, ist die Abkoppelung von Mund und Hand nicht abgeschlossen. (Vgl. Dreher 2005; Seminarschrift)



**Abbildung 26**

Die zweite Übung ist ein Klatsch- und Patschspiel mit folgendem Text: „*ABC, wir Freunde sind o.k.! Ich gebe dir die rechte Hand und du gibst mir die linke Hand. ABC, wir Freunde sind o.k.!*“ (Vgl. Dreher 2004; Kybernetische Methode im Kindergarten – ein Lehr- und Schulungsfilm)

Die Bewegungen zum Text sind eine Kombination aus dem Patschen auf die Schenkel, dem Klatschen in die eigenen Hände und dem Klatschen in die Hände des Mitspielers, wobei immer mit beiden Händen geklatscht und gepatscht wird, außer bei der Textstelle „die rechte Hand“ und „die linke Hand“. Hier wird nur mit der genannten Hand in die passende Hand des Gegenübers geklatscht.

Auch die drei Kinder mit denen ich nach meinem Praktikum noch fünf Wochen lang in der Förderstunde arbeiten durfte, hatten Probleme im Bereich der Abkoppelung. Während ihnen die Übung „Rolle, rolle,...“ leicht fiel, hatten alle drei Schwierigkeiten, Sprache und Bewegung beim Klatsch- und Patschspiel zu koordinieren.

## **6.5 Erarbeitung des Zahlraumes 10**

Nun werden den Fingern von links beginnend zuerst Ordinalzahlen und dann Kardinalzahlen zugeordnet (vgl. Abb. 10 und 11).

Die Kinder haben die Aufgabe nachahmend zu lernen. Sie sollten vorerst zusehen und zuhören, wie die Lehrkraft welchen Finger bezeichnet, um dann gemeinsam mit dem Lehrer/der Lehrerin mitzumachen und mitzusprechen.<sup>1</sup>

### **6.5.1 Vorwärts- und Rückwärtszählen mit den Fingern**

Der Ausgangspunkt der Zahlbegriffsentwicklung ist hier, wie schon weiter oben<sup>2</sup> erörtert, das Zählen. Darum wird zu Beginn laut von 1 bis 10 und wieder zurück gezählt, wobei das Kind, dessen Hände mit ausgestreckten Fingern flach am Tisch liegen, bei jedem Zahlwort den entsprechenden Finger anhebt.<sup>3</sup>

Dann werden die Hände nicht mehr mit ausgestreckten, sondern mit eingezogenen Fingern auf den Tisch gelegt. Diese Fingerposition entspricht der Menge „0“. Nun wird zu zählen begonnen:

Das Kind spricht „eins“ und streckt den kleinen Finger der linken Hand aus. Es hebt beide Hände leicht an, spricht „zwei“, streckt dabei den linken Ringfinger aus

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel: „Die wichtigsten Arbeitsprinzipien der kybernetischen Methode“

<sup>2</sup> Siehe Kapitel: „Kritische Betrachtung der herkömmlichen Praxis“ bzw. „Die Werkzeuge der kybernetischen Methode“

<sup>3</sup> Die Aufmerksamkeit liegt hier am Ordinalzahlaspekt. Die Zahl „2“ bezeichnet den zweiten Finger.

und drückt beide Finger auf. Durch die taktil-kinästhetischen Reize, die beim Aufdrücken wahrgenommen werden, spürt das Kind simultan die Menge „2“.<sup>1</sup>

So wird bis 10 und zurück gezählt, wobei beim Zurückzählen jeweils ein Finger eingezogen und die neu entstandene Fingermenge aufgedrückt wird. Entscheidend ist, dass Sprache und Tun exakt aufeinander abgestimmt sind.

### **6.5.2 Unterscheidung von Ordinal- und Kardinalzahlen**

Ist die Zuordnung der Zahlen zu den Fingern klar, werden Fingerübungen in Verbindung mit den Kardinal- und Ordinalzahlen gemacht.

Der Lehrer/die Lehrerin sagt beispielsweise: „Zeig mir die ersten vier Finger!“ oder „Zeig mir den siebten Finger!“. Diese Übung kann auch in ein Spiel verpackt werden, bei dem die Lehrkraft die Katze ist und die Finger der Kinder Mäuse darstellen. Die Katze fordert dann z.B. die mutige achte Maus auf (die ersten fünf Mäuse, die zweite Maus, die ersten acht Mäuse,...), herauszukommen. (Vgl. Dreher 2004; Kybernetische Methode im Kindergarten – ein Lehr- und Schulungsfilm)

Dieses Spiel machte den Kindern großen Spaß und es bereitete ihnen keine Schwierigkeiten zwischen der zweiten Maus und zwei Mäusen zu unterscheiden.

Die Übungen beanspruchen am Anfang sicher mehr Zeit, da die Kinder dazu angehalten werden, die Finger nicht nacheinander, sondern gleichzeitig (simultan) auszustrecken. Das gleichzeitige Ausstrecken mehrerer Finger erfordert die Planung der gewünschten Bewegung und für diese Planung benötigt das Kind Zeit.

Gezielte Fragen durch die Lehrperson können das Kind bei der Bewegungsplanung unterstützen: „Zeig mir 7 Finger! Wie viele Finger der linken Hand musst du ausstrecken, wie viele der rechten?“

Die wiederholte Ausführung der gewünschten Zielhandlung, also des simultanen Ausstreckens mehrerer Finger gleichzeitig, führt zum Aufbau einer immer leichter und schneller abrufbaren Zielhandlung. Das bedeutet, dass die für die Bewegungsplanung benötigte Zeit mit zunehmender Übung abnimmt und die

---

<sup>1</sup> Diese Übung dient dem Verständnis der Kardinalzahlen. Die Zahl „2“ bezeichnet die Menge von zwei Fingern.

gewünschten Bewegungen nach und nach, ohne viel nachzudenken, automatisch abgerufen werden können. (Vgl. Dreher 2005; Seminarmitschrift)

Am Anfang, wenn das Kind noch unsicher ist, erscheint es sinnvoll, dass die Lehrperson die Übungen mitmacht. Das Kind lernt nachahmend und hat durch die Beobachtung der Bewegungen des Lehrers/der Lehrerin die unmittelbare Kontrolle. Im Klassenverband eignet sich hierzu der Overhead (vgl. Abb. 27). Bei der Arbeit mit einem oder wenigen Kindern sollte die Lehrkraft gegenüber sitzen und, um die Kinder nicht zu verwirren, die Übungen spiegelbildlich ausführen<sup>1</sup>.



Abbildung 27

### 6.5.3 Vorwärts- und Rückwärtszählen mit den Fingern am Zahlenstrahl

Haben die Kinder ein klares Verständnis von Kardinal- und Ordinalzahlen, wird der Zahlenstrahl eingeführt.



Abbildung 28

Zunächst wird nur mit dem „Zehnerhaus“ gearbeitet. Bei der Einführung des Zahlenstrahls wird den Kindern erklärt, dass dieses Zehnerhaus aus zehn Zimmern besteht, wobei jeder Finger den Bewohner eines Zimmers darstellt. Der dritte Finger bewohnt das dritte Zimmer (vgl. Abb. 29), die ersten drei Finger bewohnen die ersten drei Zimmer (vgl. Abb. 30).

---

<sup>1</sup> Das heißt, dass die Zahl „1“ bei der Lehrperson (wenn sie gegenüber sitzt) nicht auf dem linken kleinen Finger „sitzt“, sondern am rechten kleinen Finger.

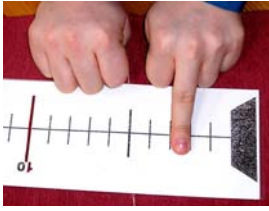


Abbildung 29



Abbildung 30

Damit sich die Kinder, auch ohne die Finger zu verwenden, am Zahlenstrahl orientieren können, muss ihnen erklärt werden, dass die passenden Zahlen nicht in den Zimmern, sondern am Ende der Zimmer auf den Strichen sitzen.

#### 6.5.4 Die Einführung der Ziffern und der Zifferschreibweise

Wie weiter oben begründet, erfolgt die Einführung der Ziffern und der Zifferschreibweise beim Rechnenlernen gemäß der kybernetischen Methode erst dann, wenn das richtige Zahlwort der entsprechenden Fingermenge fehlerlos zugeordnet werden kann. Wenn das Zahlwort also hauptsächlichster Stellvertreter für die Menge geworden ist.

Auch dann wird die Ziffer nicht sofort geschrieben, sondern es werden vorerst verschiedenen Objektmengen Ziffern auf vorbereiteten Ziffernkärtchen zugeordnet, damit das Kind lernt, die Menge und das entsprechende Zahlwort mit der richtigen Ziffer zu verbinden.



Abbildung 31



Abbildung 32



Abbildung 33

Erst dann werden die einzelnen Ziffern als Schreibübung angegangen. (Vgl. Dreher 1996b, S. 86)

## 6.6 Die Erarbeitung größerer Zahlräume

Die Erarbeitung größerer Zahlräume läuft nach demselben Schema ab, wie die Erarbeitung des Zahlraumes 10. Da ein Kind jedoch nicht mehr als 10 Finger hat, stellen zwei Kinder den Zahlraum 20 bzw. drei Kinder den Zahlraum 30 dar.



Abbildung 34



Abbildung 35

### 6.6.1 Die Einführung der Stäbe

Damit das Kind später auch alleine in größeren Zahlräumen als 10 zählen und rechnen kann, werden die Stäbe verwendet.

Um verständlich zu machen, dass die Stäbe einen Ersatz für die Finger darstellen, wird jedem einzelnen Finger ein Stab zugeordnet, bevor 10 Stäbe mit einem Gummiring zu einem Zehnerbündel zusammengefasst werden. (Vgl. Dreher 1996; Rechnen lernen – Lehrvideo)



Abbildung 36

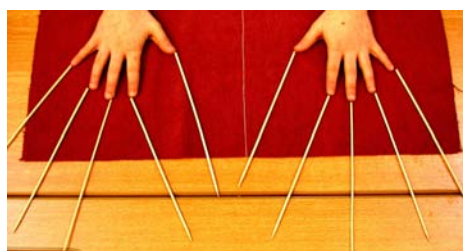


Abbildung 37

Mit Hilfe von zwei Zehnerbündeln kann jedes Kind bis 30 und zurück zählen.

Damit die Übersichtlichkeit bei der Arbeit mit den Stäben gewährleistet ist, werden diese in bestimmter Anordnung aufgelegt. Wenn es weniger als fünf einzelne Stäbe bzw. Zehnerbündel sind, sollten sie mit fingerbreitem Abstand nebeneinander gelegt werden. Sind es fünf Stäbe bzw. Stabbündel, werden diese eng zusammen geschoben (vgl. Abb. 38).



Abbildung 38

### 6.6.2 Vorwärts- und Rückwärtszählen mit Fingern und Stäben

Beim Zählen bzw. Rechnen mit den Stäben muss es einen fixen, in greifbarer Nähe befindlichen Platz geben, an dem die Stäbe, die gerade nicht in Verwendung sind, liegen – den so genannten „Vorrat“ (vgl. Abb. 39).



Abbildung 39

Der Schüler/die Schülerin legt beide Fäuste auf den Tisch und zählt mit den Fingern von 1 bis 10, wobei er/sie bei jeder Zahl den richtigen Finger ausstreckt. Wenn 10 Finger ausgestreckt sind, nimmt das Kind mit dem Wort „AUSTAUSCHEN“ ein Zehnerbündel und legt es links von seinen Händen auf den Tisch. Bei dem Wort „ZU“ zieht es alle Finger ein und legt beide Fäuste rechts neben das Zehnerbündel.

Die Aussprache des Wortes „umtauschen“ kann sich über denselben Zeitraum ziehen, den das Kind zum tatsächlichen Umtauschen benötigt. Nun wird von 11 bis 20 weitergezählt. Nach diesem Schema kann später auch bis 100 gezählt werden.

Beim Rückwärtszählen findet derselbe Ablauf umgekehrt statt. Das Kind beginnt von 20 rückwärts zu zählen, zieht immer einen Finger ein und benennt dann die neu entstandene Fingermenge. Bei 10 angekommen sagt es statt „umtauschen“

„ZURÜCKTAUSCHEN“, nimmt das Zehnerbündel weg, gibt es zum Vorrat und legt beide Hände begleitet vom Wort „AUF“ mit ausgestreckten Fingern auf den Tisch.

### **6.6.3 Vorwärts- und Rückwärtszählen mit Fingern, Stäben und Zahlenstrahl**

Genau wie im Zahlraum 10 werden Zahlen im Zahlraum 100 auch am Zahlenstrahl dargestellt, aber nicht nur durch Finger, sondern entweder in Kombination mit den Stäben (vgl. Abb. 41) oder mit den Stäben allein (vgl. Abb. 40).

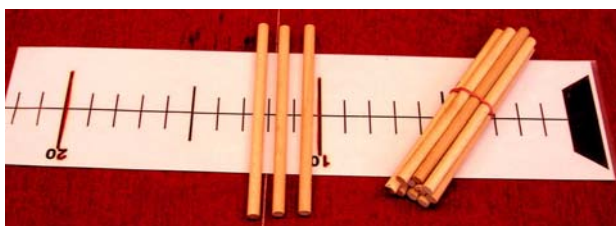


Abbildung 40

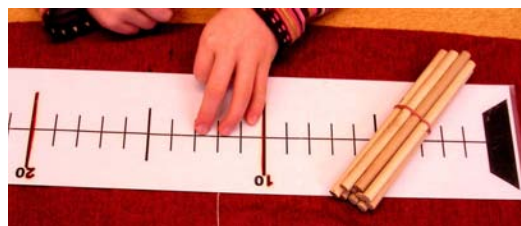


Abbildung 41

### **6.6.4 Aufarbeitung der konträren Sprech- und Schreibweise zweistelliger Zahlen**

Beim Zählen sollten die Kinder z.B. bei der Zahl 13 beim Sprechen von „drei“ auf die Einer, also ihre Finger sehen, und beim Sprechen von „zehn“ den Blick nach links auf das Zehnerbündel richten. Hier wird auffallen, dass in einer anderen Reihenfolge gesprochen als die Zahl gelegt wird. Die Kinder sollten von Anfang an darauf aufmerksam gemacht werden, dass dies eine Eigenart der deutschen Sprache und so hinzunehmen ist.

Im Vorfeld müssen vielfältige Übungen gemacht werden, bei denen die Kinder Zahlen mit den zur Verfügung stehenden Werkzeugen legen.

Zuerst werden Zahlen nur durch Finger dargestellt, wobei mehrere Kinder gemeinsam an der Darstellung beteiligt sind (vgl. Abb. 34 und 35).

Bei der nächsten Übung werden Zahlen von der Lehrkraft angesagt und vom Kind mit Stäben und Fingern richtig gelegt. Die Aufgabe der Lehrperson besteht darin, gezielte Fragen zu stellen.

Frage: „Was brauchst du für 25?“

Antwort: „Für 25 brauche ich 20 und 5, 2 Zehnerbündel und 5 Einer!“

Die Umkehrung der vorherigen Übung besteht darin, dass die Schüler/die Schülerinnen das richtige Zahlwort zu einer gelegten Menge finden.

Beim Aussprechen des entsprechenden Zahlwortes soll auf die Stäbe gedeutet werden<sup>1</sup>, z.B. bei „fünf“ auf die Einer und bei „-undzwanzig“ auf die Zehner (vgl. Abb. 42).



Abbildung 42<sup>2</sup>

Wenn das Finden und Aussprechen der entsprechenden Zahlwörter keine Probleme mehr bereitet, werden die Ziffernkärtchen zugeordnet, wobei die Zehnerziffern größer als die Einerziffern sein sollten, um die Mächtigkeit des Zehners zu verdeutlichen. (Vgl. Dreher 1996b, S. 93)

In einem nächsten Abstraktionsschritt werden die Bündel bzw. Ziffernkärtchen in eine Stellenwerttabelle eingeordnet.

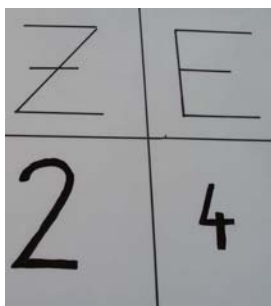


Abbildung 43



Abbildung 44

Erst zum Schluss sollten Zahlen vom Lehrer/von der Lehrerin angesagt und vom Kind aufgeschrieben werden.

„Aber damit wir nicht durcheinander kommen, schreiben wir die Zahlen in derselben Reihenfolge, in der wir sie legen!“

---

<sup>1</sup> 11 und 12 stellen Ausnahmen dar, bei denen eine solche Sprechweise nicht möglich ist.

<sup>2</sup> Das richtige Zahlwort zu dieser Menge lautet „fünfundzwanzig“. Die Zehner liegen links, die Einer rechts, genauso wird diese Zahl auch geschrieben.

Die Pädagogen/Pädagoginnen, die an der Umfrage teilnahmen, gestanden der kybernetischen Methode im Umgang mit alltäglichen Problemen im Mathematikunterricht großen Nutzen zu. Dreizehn Teilnehmer/Teilnehmerinnen bezeichneten sie als „ständig sehr nützliche“ und neun Teilnehmer/Teilnehmerinnen als „recht nützliche“ Hilfe bei der Bewältigung von Problemen, wie einem unzureichend entwickelten Zahlbegriff, dem unzureichenden Verständnis für die konträre Sprech- und Schreibweise von Zahlen, der Unfähigkeit sich im gerade behandelten Zahlraum zu orientieren oder dem unzureichenden Verständnis des Stellenwertsystems bzw. der Schritte bei der Zehnerüber- bzw. Zehnerunterschreitung.

## **6.7 Die dynamischen Operationen**

Orientiert an Johannes KÜHNEL wird gemäß der kybernetische Methode mit der Erarbeitung der dynamischen Operationen, also der Addition und der Subtraktion begonnen.

Die Addition wird als ein Dazutun bzw. Ausstrecken der Finger und die Subtraktion als ein Wegnehmen bzw. Einziehen der Finger eingeführt.

### **6.7.1 Durchgliedern des Zahlraumes 10**

Nachdem das Vor- und Zurückzählen gefestigt ist, wird im Zahlraum 10 in Zweier-, Dreier- bzw. Viererschritten gerechnet. Wie dieses schrittweise Durchgliedern des Zahlraumes 10 durch Handlung und Sprache begleitet wird, wird im Folgenden am Beispiel des Rechnens in Zweierschritten näher erläutert:

Ausgangsposition sind die zur Faust geschlossenen Hände, die mit den Fingerspitzen nach unten am Tisch liegen.

Zuerst wird bei 0 zu rechnen begonnen:

„0 und 2 ist 2“

Wichtig ist die exakte Abstimmung von Sprache und Handlung. Bei „0“ liegen die geschlossenen Fäuste am Tisch. Bei „und“ werden die ersten zwei Finger (der linke kleine Finger und der linke Ringfinger) simultan angehoben, um sie dann bei „2“ am Tisch aufzudrücken. Bei „ist“ werden beide Hände leicht angehoben und bei „2“ wieder abgelegt.

„2 und 2 ist 4“



Abbildung 45

Abbildung 46

Abbildung 47

Abbildung 48

Abbildung 49

Gleichzeitig mit „2“ werden die schon ausgestreckten Finger wieder aufgedrückt (vgl. Abb. 45). Bei „und“ werden die nächsten beiden Finger (der linke Mittelfinger und der linke Zeigefinger) wieder simultan angehoben, wobei darauf zu achten ist, dass die ersten beiden Finger am Tisch aufgedrückt bleiben (vgl. Abb. 46). Bei „2“ werden die in der Luft schwebenden Finger aufgedrückt (vgl. Abb. 47). Nun werden parallel zum Wort „ist“ wieder beide Hände gehoben (vgl. Abb. 48), um sie bei „4“ zu senken und die vier Finger aufzudrücken (vgl. Abb. 49).

„6 weg 2 ist 2“

Das Subtrahieren erfolgt auf die gleiche Weise, wobei die abzuziehenden Finger bei „weg“ simultan angehoben und bei „2“ eingezogen werden.

Die Kinder erleben, dass fünf Zweierschritte nötig sind, um den Zahlraum bis 10 zu füllen.

Nun wird nicht bei 0, sondern bei 1 zu rechnen begonnen. Ausgangsposition sind die am Tisch liegenden Hände, wobei der erste Finger (der linke kleine Finger) bereits ausgestreckt ist. („1 und 2 ist 3, 3 und 2 ist 5, 5 und 2 ist 7, 7 und 2 ist 9“)

Das Kind erlebt, dass nun nur 4 Zweierschritte möglich sind.

Durch diese Übungen erfahren die Kinder, dass die Menge 2 nicht unbedingt an die ersten beiden Finger gebunden ist, sondern beliebig auch durch andere Finger dargestellt werden kann.<sup>1</sup>

Auf die gleiche Weise wird der Zahlraum 10 durch das Rechnen in Dreier- und Viererschritten „durchforstet“.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Hier wird die Forderung des Lehrplans nach mathematischer Variation erfüllt.

<sup>2</sup> Der Zahlraum 10 kann also auch rechnerisch in folgende Schritte zergliedert werden:  $0+3+3+3+1$ ,  $1+3+3+3$ ,  $2+3+3+2$ ;  $0+4+4+2$ ,  $1+4+4+1$ ,  $2+4+4$ ,  $3+4+3$

Es werden alle möglichen Additionen und Subtraktionen durchgeführt, wobei streng darauf zu achten ist, dass der exakte sprachbegleitete Handlungsablauf<sup>1</sup> eingehalten wird.

Wie oben beschrieben, ist es unbedingt notwendig, dass die zu addierenden bzw. zu subtrahierenden Fingermengen simultan ausgestreckt bzw. eingezogen werden, auch wenn diese Fingermengen das Ausstrecken von Fingern beider Hände gleichzeitig erfordern.

Es liegen beispielsweise schon vier Finger der linken Hand ausgestreckt am Tisch, drei Finger sollten dazugegeben werden. Der Lehrer kann die nun erforderliche Bewegungsplanung mit gezielten Fragen unterstützen:

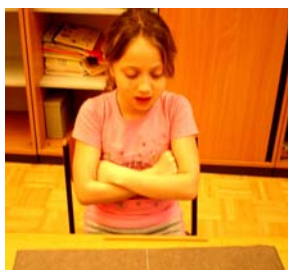
„Wie viele Finger kannst du noch an der linken Hand ausstrecken und wie viele musst du dann noch an der rechten Hand ausstrecken?“

Das Kind überlegt, plant die Bewegung und streckt dann alle drei Finger simultan aus.

Die sich daraus ergebende Fünferüberschreitung ist eine wichtige Vorstufe der später notwendigen Zehnerüberschreitung.

Schließlich wird die entsprechende Symbolik (+/ -/ =) eingeführt, so dass die Rechnungen verschriftlicht werden können.

Da es Ziel ist, das Rechnen von der konkreten Handlung mit dem Material bzw. den Fingern loszulösen und in die Vorstellung zu verschieben, werden die Kinder dazu angehalten, sich die Handlungen vorzustellen (vgl. Abb. 50). (Vgl. Dreher 1996b, S. 105)



**Abbildung 50**

Dabei sind anfangs gezielte Fragen hilfreich:

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel „Durchgliedern des Zahlraums 10“

„Stell dir vor welche bzw. wie viele Finger du bereits ausgestreckt hast! Wie viele Finger musst du noch ausstrecken, welche sind es?“

Wenn ein Kind eine Rechnung noch nicht in der Vorstellung bewältigen kann, darf es erneut die Finger und Stäbe als Hilfe verwenden.

„**So viel Konkretisierung wie nötig, aber so wenig wie möglich!**“ (Dreher 2005; Seminar Mitschrift)

Die kybernetische Methode bekam für die Nützlichkeit im Umgang mit rechenschwachen Kindern bzw. Kindern mit Lernschwierigkeiten im Bereich der Mathematik fünfzehnmal die Bewertung „ständig sehr nützlich“ und siebenmal die Bewertung „recht nützlich“.

## **6.8 Die kleine Zehnerüber- bzw. -unterschreitung (+/- 2, 3, 4)**

Unter „kleine Zehnerüber- bzw. -unterschreitung“ versteht man das Rechnen über bzw. unter den Zehner mit den Zahlen 2, 3 und 4.

Auf das Vorwärts- und Rückwärtszählen in größeren Zahlräumen folgt das Durchgliedern derselben Zahlräume durch das Rechnen in Zweier-, Dreier- und Viererschritten.

### **6.8.1 Erarbeitung der kleinen Zehnerüberschreitung in Gruppen**

Die Kinder erarbeiten die kleine Zehnerüberschreitung in Dreiergruppen, wobei ein Kind den zwei anderen Kindern gegenüber sitzt. Zwischen ihnen am Tisch liegt die durch eine Markierung geteilte Unterlage.

Auf der linken Seite der Unterlage wird von einem Kind der erste Zehner, auf der rechten Seite der Unterlage vom zweiten Kind der zweite Zehner dargestellt. Das dritte, gegenüber sitzende Kind legt die hinzuzufügende Fingermenge so auf die Markierung, dass sichtbar wird, welche Zerlegung notwendig ist, um die Rechnung zu lösen. Die Handlungen werden von allen drei Kindern gleichzeitig sprachlich begleitet.

Im Folgenden wird die handelnde und sprachliche Erarbeitung anhand der Rechnung „ $9 + 3 = 12$ “ dargestellt:



„9 und 3 geht über den Zehner.

**Abbildung 51**



9 und 1

**Abbildung 52**



ist 10

**Abbildung 53**



und 2

**Abbildung 54**



ist 12.“

**Abbildung 55**

Die ursprüngliche Rechnung wird anschließend ohne schrittweise Zergliederung sprachlich und handelnd wiederholt:

„Also: 9

und 3

ist 12“



**Abbildung 56**



**Abbildung 57**



**Abbildung 58**

Jedes Kind besetzt alle möglichen Positionen bevor auf das eigenständige Rechnen mit Fingern und Stäben übergegangen wird.

### **6.8.2 Kettenaddieren bzw. –subtrahieren (+/- 2, 3, 4)**

Nun wird die kleine Zehnerüberschreitung- bzw. –unterschreitung beim wiederholten Addieren bzw. Subtrahieren der Zahlen 2, 3 und 4 so lange sprachbegleitet und handelnd geübt, bis sie auch in der Vorstellung möglich ist.

Bevor jede Konkretisierung weggelassen wird, sollten die Kinder beim Kettenaddieren auf die Zehnerbündel verzichten und sich diese nur vorstellen. So ist eine schrittweise Loslösung vom Material garantiert und es wird gewährleistet, dass sich die Kinder später beim Rechnen im Kopf ganz ohne Material nicht überfordert fühlen. (Vgl. Dreher 2006b; Seminarmitschrift)

## **6.9 Die statischen Operationen**

Unter den statischen Operationen versteht KÜHNEL das Zerlegen und Ergänzen. (Vgl. Kühnel 1950, S. 52 f.)

### **6.9.1 Das Zerlegen**

**Mit dem Zerlegen fällt und steht der Zehnerübergang!** (Vgl. Dreher 2005; Seminarmitschrift)

Deswegen ist es auch wichtig, dass die Kinder Zahlen beliebig und schnell zerlegen können. Im Folgenden wird der methodischer Aufbau angeführt und erläutert, der zu diesem Ziel führen soll.

Zunächst ist es wichtig, eine umgangssprachliche, für den kindlichen Gebrauch adäquate Formulierung zu finden, die das widerspiegelt, was die Kinder tun. Diese Formulierung ist in diesem Fall „bestehen aus“.

Zur Einführung der genannten Ausdrucksweise zerlegt die Lehrperson beispielsweise einen Füllhalter in seine Bestandteile (Kappe, Stift, Patrone,...) und erläutert daran die Bedeutung von „bestehen aus“.

#### **6.9.1.1 Zerlegen mit den Stäben**

Für das Zerlegen mit den Stäben braucht das Kind eine Unterlage, die in zwei Teile geteilt ist und eine entsprechende Anzahl an Stäben.

Im Folgenden wird das Zerlegen anhand des Beispiels der Zerlegung von 7 demonstriert und erläutert:

Zu Beginn liegen auf der linken Seite der Unterlage 7 Stäbe. Das Kind deutet mit einer Handbewegung von links nach rechts über die gesamte Unterlage und sagt: „7 besteht aus 7 und 0!“

Um zu verdeutlichen, dass 7 wirklich aus 7 und 0 besteht, wird beim Sprechen des Wortes „sieben“ auf die 7 Stäbe und bei „null“ auf die leere Seite der Unterlage gedeutet (vgl. Abb. 63).



Abbildung 59

Abbildung 60<sup>1</sup>

Abbildung 61<sup>2</sup>

Mit den Worten „Wir bauen um!“, nimmt das Kind einen Stab von der linken Seite und legt ihn auf die rechte. Auf diese Weise entstehen sämtliche Zerlegungen der Zahl 7, die alle auf oben genannte Art und Weise verbalisiert werden.

### 6.9.1.2 Zerlegen mit den Fingern

Beim Zerlegen mit den Fingern wird zunächst die Menge in die Luft gestreckt, die zerlegt werden sollte, in diesem Fall also 6 Finger.



Abbildung 62

Dazu wird gesprochen: „6 besteht aus 3 und 3“, wobei beim ersten „3“ drei von den sechs ausgestreckten Fingern am Tisch aufgedrückt werden und beim zweiten „3“ mit den übrig gebliebenen drei Fingern in der Luft gewackelt wird.

Auf diese Art können sämtliche Zerlegungen der Zahlen 1 bis 10 handelnd am eigenen Körper erlebt werden.

---

<sup>1</sup> „7 besteht aus 6 und 1“

<sup>2</sup> „7 besteht aus 5 und 2“



### 6.9.2.2 Ergänzen mit den Fingern

Dies ermöglicht den Schülern/den Schülerinnen, das Ergänzen auch am eigenen Körper durch taktil-kinästhetische Reize zu erleben.

„Von 5

bis 8

gleich 3“

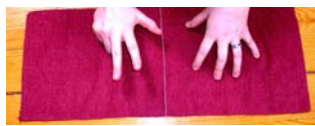


Abbildung 66

Abbildung 67

Abbildung 68

Die zu den Bildern passende Rechnung lautet: „5 und wie viel ist 8?“

Bei „5“ werden fünf Finger am Tisch aufgedrückt (vgl. Abb. 70), bei „bis 8“ werden die fehlenden Finger über dem Tisch ausgestreckt (vgl. Abb. 71) und bei „gleich 3“ wird mit den drei zu ergänzenden Fingern gewackelt (vgl. Abb. 72).

### 6.9.2.3 Ergänzen in der Vorstellung

Durch die sprachlich exakt begleitete Handlung ist es den Kindern meist sehr bald möglich, das Ergänzen gedanklich ohne konkretes Material oder den Einsatz der Finger nachzuvollziehen.

## 6.10 Die große Zehnerüber- bzw. -unterschreitung (+/- 5, 6, 7, 8, 9)

Unter „große Zehnerüber- bzw. -unterschreitung“ versteht man das Rechnen über bzw. unter den Zehner mit den Zahlen 5, 6, 7, 8 und 9.

### 6.10.1 Erarbeitung der großen Zehnerüberschreitung in Gruppen

Wie die kleine Zehnerüberschreitung wird auch die große Zehnerüberschreitung in Dreiergruppen erarbeitet.

Im Folgenden wird die Erarbeitung noch einmal anhand der Rechnung „8 + 5 =“ dargestellt:



„8 und 5 geht über den Zehner.“

Abbildung 69



8 und 2

**Abbildung 70**



ist 10

**Abbildung 71**



und 3

**Abbildung 72**



ist 13“

**Abbildung 73**

Die ursprüngliche Rechnung wird anschließend ohne schrittweise Zergliederung sprachlich und handelnd wiederholt:



„Also: 8 und 5 ist 13“



**Abbildung 75**

**Abbildung 74**

Jedes Kind besetzt alle möglichen Positionen bevor auf das eigenständige Rechnen mit Fingern und Stäben übergegangen wird.

### **6.10.2 Eigenständiges Rechnen mit Fingern und Stäben**

Wenn ein Kind alleine rechnet, braucht es seine Finger sowie Zehnerbündel im Vorrat.

Wird ihm die Rechnung „8 + 5 =“ gestellt, streckt es 8 Finger aus und stellt dann fest: „8 und 5 geht über den Zehner!“

Damit das Rechnen über den Zehner leicht fällt, wird 5 in einer Zwischenrechnung mit den Fingern passend zerlegt: „5 besteht aus 2 und 3.“

Anschließend wird die genannte Rechnung nach demselben Schema wie die Rechnungen mit kleiner bzw. großer Zehnerüber- bzw. –unterschreitung gelöst:

„8 und 5 geht über den Zehner. 8 und 2 ist 10. Zwischenrechnung (diese Zwischenrechnung kann mit den Fingern am Schoß vollzogen werden, darum wird sie auch „Schoßrechnung“ genannt): 5 besteht aus 2 und 3. 10 und 3 ist 13. Also: 8 und 5 ist 13.“

### **6.10.3 Kettenaddieren bzw. –subtrahieren (+/- 5, 6, 7, 8, 9)**

Nun wird die große Zehnerüberschreitung- bzw. –unterschreitung beim wiederholten Addieren bzw. Subtrahieren der Zahlen 5, 6, 7, 8 und 9 trainiert und geübt, zuerst mit und dann ohne Zehnerbündel.

### **6.10.4 Rechnen in der Vorstellung**

Rechnungen bei denen eine große Zehnerüber- bzw. –unterschreitung gefordert wird, werden handelnd und sprachlich begleitet wieder so lange geübt, bis der Transfer in die Vorstellung möglich wird.

Bis auf eine Teilnehmerin (die, die Bewertung „recht nützlich“ auswählte) bezeichneten alle Teilnehmer/Teilnehmerinnen der Umfrage die Methode als „ständig sehr nützlich“ bei der Erarbeitung und dem „Verständlich-machen“ der Zehnerüber- und –unterschreitung.

## **6.11 Lösen von Sachaufgaben**

Das Lösen von Sachaufgaben stellt bei vielen Kindern mit Lernschwierigkeiten im Bereich der Mathematik ein Problem dar, weil hier die verschiedensten Fertigkeiten aufeinander treffen und miteinander verknüpft werden müssen.

Das Kind muss über mathematisches Grundwissen verfügen, die Kulturtechnik Lesen beherrschen und fähig sein, den Sinn des Gelesenen zu entschlüsseln. Es muss wichtige Informationen aus dem Text filtern, ordnen und in die Symbolsprache der Mathematik übersetzen.

### **6.11.1 Geschichten in Zahlen ausdrücken**

Bei der Einführung von Sachaufgaben macht der Lehrer/die Lehrerin die Kinder darauf aufmerksam, dass man Geschichten auch in der mathematischen Sprache der Zahlen ausdrücken kann. (Vgl. Dreher 1996b, S. 167)

„Peter hat 3 Glaskugeln. Sein Opa kommt zu Besuch und schenkt ihm 4 Glaskugeln. Nun hat Peter 7 Glaskugeln.“

Diese Geschichte von Peter würde übersetzt in die Sprache der Mathematik „drei plus vier gleich sieben“ oder „ $3 + 4 = 7$ “ lauten.

Es ist wichtig, dass die Kinder die Möglichkeit bekommen zu Beginn solche Geschichten, in denen alle wichtigen Daten gegeben sind, zu „übersetzen“ und durch Zahlen bzw. Rechnungen darzustellen.

### **6.11.2 Sachaufgaben als Rätsel**

Die Lehrperson erklärt den Kindern, dass solche Geschichten auch zu Rätseln werden können, nämlich dann, wenn eine Zahl fehlt.

„Peter hat 4 Kugeln. Seine Schwester schenkt ihm zum Geburtstag 2 Kugeln.“

Wird diese Geschichte in Zahlen umgewandelt, kann festgestellt werden, dass eine Zahl fehlt. Es handelt sich hier also um ein Zahlenrätsel. Die Schüler/die Schülerinnen sollten nun verbalisieren, welche Information ihnen vorenthalten wurde und eine passende Frage formulieren. (Vgl. Dreher 1996b, S. 167)

### **6.11.3 Sieben Arten von Rätseln im Bereich der additiven Rechenoperationen**

Beim Lösen von Sachaufgaben gemäß der kybernetischen Methode beschränkt man sich auf ein kleines Maß im additiven Bereich, nämlich genau auf sieben Arten von Grundaufgaben, von denen später alle anderen Aufgaben abgeleitet werden können. (Vgl. Dreher 1996b, S. 168 ff.)

Im Folgenden werden die sieben Arten der Sachaufgaben mit einem Beispiel kurz angeführt:

Sachaufgaben mit „Dazutun“	$3 + 4 = ?$
Sachaufgaben mit „Wegnehmen“	$6 - 3 = ?$
Sachaufgaben mit „Ergänzen“	$2 + ? = 8$
Sachaufgaben mit „Bestimmen vom Unterschied“	$9 - ? = 3$
Plusaufgaben, bei denen die Ausgangsgröße gesucht wird.	$? + 4 = 5$
Minusaufgaben, bei denen die Ausgangsgröße gesucht wird.	$? - 2 = 6$
Sachaufgaben mit Zerlegungen	$8 = 5 + ?$

#### **6.11.4 Mögliche Hilfestellungen**

Die Lehrperson kann dem Schüler/der Schülerin entweder bei einer zeichnerischen Darstellung des Lösungsweges hilfreich zur Seite stehen oder mit ihm gemeinsam den Lösungsweg sprachlich erörtern.

Im ersten Fall liest ein Kind eine Sachaufgabe und wird dann aufgefordert das Gelesene durch eine Skizze darzustellen. Sobald das Kind eine seiner Meinung nach vollständige Zeichnung angefertigt hat, erörtern die Lehrkraft und das Kind gemeinsam, welche Teile der Zeichnung für die Rechnung wichtig sind und kennzeichnen diese färbig.

Im zweiten Fall wird zuerst verbal geklärt, welche Teile für die Lösung der Aufgabe von Bedeutung sind, um dann diese in eine ikonographische Skizze zu verpacken. Das Ziel beider Möglichkeiten ist es, dem Kind eine adäquate und effektive Vorgangsweise bei der Lösung von Sachaufgaben zu zeigen. (Vgl. Dreher 1996b, S. 175 f.)

#### **6.11.5 Tipps zum Lösen von Sachaufgaben**

Sachaufgaben müssen richtig gelesen werden. Das Kind sollte eine Sachaufgabe mindestens dreimal sorgfältig durchlesen und dann in der Lage sein, den beschriebenen Sachverhalt bzw. das Geschehen in eigenen Worten wiederzugeben.

Die Lehrkraft hat durch Fragen sicherzustellen, dass im Text keine Wörter oder Begriffe vorkommen, die dem Schüler/der Schülerin fremd sind. Das Kind sollte außerdem fähig sein, den Lösungsweg zu skizzieren, d.h. die für die Lösung der Aufgabe wichtigen Fakten herauszufiltern und ikonographisch darzustellen. (Vgl. Dreher 2005; Seminar Mitschrift)

Um das Verständnis für die Struktur von Sachaufgaben zu vertiefen, ist es wünschenswert, wenn die Kinder selbst, frei oder unter Vorgabe einzelner Teile, Sachaufgaben erfinden.

Die folgenden Sachaufgaben wurden von Kindern einer 2. Volksschulklasse selbst erfunden:

*„In einer Zündholzschachtel sind 80 Streichhölzer. Das Kind hat 7 Kerzen angezündet. Wie viele Streichhölzer sind noch in der Schachtel?“*

*Susi hat 11 Barbies. Sie bekommt noch 5 Barbies. Wie viel Barbies hat sie jetzt?*

*20 Personen sind im Krankenhaus. 8 sind wieder gesund und dürfen nach Hause.  
Wie viele sind noch im Krankenhaus?*

*Auf dem Dach sind 12 Eiszapfen. 5 Eiszapfen fallen herunter. Wie viel Eiszapfen  
sind noch auf dem Dach?“*

## 7 Verhält sich die kybernetische Methode kompatibel zum Lehrplan?

Jens Holger LORENZ behauptet in seiner Rezension des Bandes I und II von „*Rechnen lernen*“ (Dreher 1996a/b), dass beim Rechnenlernen mit der kybernetischen Methode „*nicht einmal die Richtlinien der ersten beiden Schuljahre abgedeckt werden*“ und „*die allgemeinen Lehrziele des Mathematikunterrichts zielsicher ausgespart sind*“. (Lorenz 1998, S. 60)

LENART (2003, S. 11) empfiehlt bei einem Einsatz der kybernetischen Methode im Regelunterricht, die Kompatibilität der Methode mit dem Lehrplan der Volksschule (2000, S. 291 – 316) zu hinterfragen.

Da sich also noch niemand die Mühe gemacht zu haben scheint, diesen Vergleich anzustellen, werden im folgenden Kapitel die Erfordernisse des Lehrplans angeführt und kurz erläutert, in welchen Bereichen der Erstrechenunterricht gemäß der kybernetischen Methode durch weitere Angebote und Übungen ergänzt werden sollte.

Da sich die gesamte Arbeit auf die Erarbeitung des Zahlbegriffs und der additiven Rechenoperationen beschränkt, wird auch in folgendem Vergleich nur auf die genannten Bereiche eingegangen.

Die Entscheidung, ob die obige Aussage von LORENZ zutrifft oder nicht, sei dem Leser überlassen.

### 7.1 Zum Aufbau der natürlichen Zahlen

Als Schwerpunkte in der Grundstufe 1 werden im Lehrplan die Sicherung des Verständnisses der Zahlen unter Berücksichtigung der verschiedenen Zahlaspekte und die Erarbeitung des Zahlraumes bis 100, ausgehend von gesicherten Zahlräumen genannt.

Diese Schwerpunkte gliedern sich in verschiedene, kleinere Bereiche:

Als erster Bereich ist die Entwicklung von **grundlegenden mathematischen Fähigkeiten** angeführt, die das Feststellen von Eigenschaften, das Unterscheiden, Vergleichen, Ordnen, Zusammenfassen und Klassifizieren einschließt.

Diese Bereiche werden zwar in den Publikationen zur kybernetischen Methode nicht explizit erwähnt, es werden aber während der Zahlbegriffsentwicklung Mengen verglichen, Zahlen geordnet, einzelne Stäbe zu Bündeln zusammengefasst, Einer und Zehner unterschieden bzw. nach Einern und Zehnern klassifiziert usw.

Der zweite Bereich befasst sich vorwiegend mit der **Entwicklung des Zahlbegriffs** im jeweiligen Zahlraum einschließlich der Null. Im Zuge der Zahlbegriffsentwicklung sollten außerdem das Zählen und simultane Erfassen von Mengen berücksichtigt werden.

Diesen Forderungen wird im Laufe der Zahlbegriffsentwicklung und der Erarbeitung des Zahlraumes  $10^1$  hinreichend entsprochen.

Im dritten und letzten Bereich geht es um den **Auf- und Ausbau des Zahlenraumes** bis 100. Darunter fällt handlungsorientiertes Darstellen und Durchgliedern des Zahlraumes, die Entwicklung von Zahlvorstellungen durch Mächtigkeitsvergleiche, Ordnen und Bündeln, das Veranschaulichen von Zahlen durch Zahlbilder, Mengendarstellung, Zahlenstrahl und symbolische Darstellung sowie der Aufbau einer Orientierung im Zahlraum. Weiters gilt es, das Verständnis für den dekadischen Aufbau zu schaffen, Ziffern und Zahlen zu lesen, zu schreiben und in ihrem Stellenwert zu unterscheiden sowie Zahlen operativ durch Zerlegen und Vergleichen zu durchforsten.

Auch diese Ansprüche werden erfüllt, wobei meiner Meinung nach im kybernetischen Rechenunterricht vor allem das handlungsorientierte Darstellen durch das Benutzen der Finger auf eine einzigartige Weise möglich ist. Die Tatsache, dass das Bündeln bzw. Entbündeln ständiger Bestandteil des Rechnens ist und dauernd handelnd vollzogen werden muss, ist sehr positiv zu bewerten. Weiters findet die Aufarbeitung der konträren Sprech- und Schreibweise von zweistelligen Zahlen in einer adäquaten Form statt.

Lernen findet laut Lehrplan sowie laut DREHER (2006b; Seminarmitschrift) in kindnahen Situationen mit Gegenständen des kindlichen Alltags als Lernmaterialien und unter Berücksichtigung einer altersadäquaten und nicht formalistischen Sprechweise statt.

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel: „Praktische Umsetzung der kybernetischen Methode“

## **7.2 Zur Erarbeitung und Beherrschung der Rechenoperationen**

Die Schwerpunkte der Grundstufe 1 liegen in der **Erarbeitung der Operationsbegriffe**, dem **Durchführen der Rechenoperationen**, dem **operativen Üben** und dem Gewinnen damit verbundener **handlungsorientierter Erfahrungen**. Außerdem sollten Rechenoperationen in **Spiel- und Sachsituationen** angewendet werden.

Damit die Operationsstruktur laut Lehrplan verstanden werden kann, muss das Kind Handlungen, welche die **Einsicht in Operationsstrukturen** vorbereiten, aktiv ausführen und daraus unter der Verwendung einer adäquaten Sprechweise die Operationsstruktur herausarbeiten. Operationen sollten mit bzw. durch entsprechende Symbole (+/ -/ =) auf verschiedenen Ebenen (handelnd, bildhaft, symbolisch) dargestellt und gesichert werden.

Über die Erfüllung genannter Punkte hinaus, liegt das Augenmerk beim Rechnenlernen mit dieser Methode nicht nur auf der handelnden, bildhaften und symbolischen Darstellung, sondern vor allem auch am gezielten Einsatz der Sprache<sup>1</sup>, mit deren Hilfe das operative Geschehen verbal dargestellt wird. Da die verbale Darstellung eines Sachverhalts dessen Verständnis voraussetzt, kann der Lehrer dadurch feststellen ob das Kind wirklich begriffen hat worum es geht.

**Additive Rechenoperationen** werden zuerst ohne Zehnerüber- und -unterschreitung im kleineren Zahlraum gewonnen und unter Verwendung verschiedener Darstellungsmodelle gefestigt. Sie werden später bei steigendem Schwierigkeitsgrad mit Zehnerüber- und -unterschreitung im größeren Zahlraum erweitert. Die Kinder sollten fähig sein, Ergebnisse schätzend zu überprüfen und Zusammenhänge, wie z.B. Tausch-, Nachbar-, Umkehr- und Analogieaufgaben zu erkennen.

Auch diesen Forderungen wird der oben beschriebene Rechenunterricht gerecht, wobei besonders die Schritte der Zehnerüber- bzw. -unterschreitung laut der

---

<sup>1</sup> Auch nach eingehendem Studium des Lehrplans, konnte ich keine eindeutigen Hinweise finden, durch welche die Bedeutung der Sprache im Zusammenhang mit dem Rechnenlernen hervorgehoben wird. Der Hinweis auf die Verwendung einer „adäquaten Sprechweise“ lässt offen, was der Leser unter adäquat zu verstehen hat.

Teilnehmer/Teilnehmerinnen der Umfrage außerordentlich anschaulich und effektiv vermittelt werden können.

Das Lösen von Sachproblemen spielt auch in der Grundstufe 1 schon eine Rolle. Es sollten reale oder bildhafte Sachsituationen dargestellt werden, Rechenoperationen zu Sachsituationen und Sachsituationen zu Rechenoperationen zugeordnet werden. Die Kinder sollten fähig sein mathematische Strukturen aus einfachen Texten herauszuarbeiten, die Ergebnisse zu errechnen, zu überprüfen und korrekte Antworten zu formulieren.

Im letzten Teil des Kapitels „*Praktische Umsetzung der kybernetischen Methode*“ wird auf das Lösen von Sachaufgaben eingegangen. Der dort vorgeschlagene methodische Weg beim Umgang mit Sachaufgaben entspricht dem Geforderten.

Die Bereiche „Größen“<sup>1</sup> und „Geometrie“<sup>2</sup> werden durch den Erstrechenunterricht gemäß der kybernetischen Methode nur teilweise abgedeckt, hier ist ein ergänzendes Unterrichtsangebot von Nöten, das vor allem dann eine ideale Ergänzung darstellt, wenn es ebenfalls das aktive, handelnde und körpernahe Erleben der Lerninhalte möglich macht.

Auch der Bildung von Relationen unter Zuhilfenahme der Symbole  $>$ ,  $<$ ,  $=$  und  $\neq$  wird wenig Bedeutung beigemessen. DREHER (2006a; Seminarmitschrift) ist der Meinung, dass die Begriffe „größer“ und „kleiner“, die meist in Kombination mit diesen Symbolen auftreten, problematisch sein können. Diese Begriffe meinen in genanntem Zusammenhang nicht „größere“ bzw. „kleinere“ Mengen, sondern bezeichnen „mehr“ bzw. „weniger“ Einheiten, aus denen eine Menge besteht. Diese Begriffsklärung muss unbedingt im Vorfeld der Verwendung genannter Symbole erfolgen.

---

<sup>1</sup> Der Größenbereich „Länge“ kann in Kombination mit der Verwendung des Zahlenstrahls problemlos eingeführt werden.

<sup>2</sup> Dem Verständnis von räumlichen Positionen und Lagebeziehungen und der Entwicklung einer guten Raum-Lageorientierung wird beim Unterricht gemäß der kybernetischen Methode besondere Bedeutung beigemessen.

### **7.3 Verhält sich die kybernetische Methode kompatibel zu den fachdidaktischen Grundsätzen im Lehrplan?**

Im Anschluss sind die fachdidaktischen Grundsätze, die laut Lehrplan (2000 S. 312 – 313) im Rechenunterricht der Volksschule zu berücksichtigen sind, aufgelistet und es wird erläutert inwiefern jeder Grundsatz bei der Anwendung der kybernetischen Methode Berücksichtigung findet.

#### **„Operatives Aufbauen und Durcharbeiten“**

Dieser Grundsatz betont das operative Aufbauen und Durcharbeiten im Sinne des Lernens über Handlungen.

Wie im Laufe dieser Arbeit beschrieben, ist das Lernen über aktives Handeln bzw. über Bewegung ein wichtiger (wenn nicht der wichtigste) Teil der Vermittlung der Kulturtechniken gemäß der kybernetischen Methode.

#### **„Funktionen des Übens“**

Das Üben zielt auf das Vertiefen des Verständnisses ab, das die Gefahr eines reproduktiven und rein mechanischen Verhaltens vermindern sollte. Das Üben von Fertigkeiten zielt auf das Automatisieren von Grundaufgaben und Techniken.

Dies ist auch Ziel des „kybernetischen“ Erstunterrichts.<sup>1</sup>

#### **„Variation der Veranschaulichung“**

Allgemeines Erfassen mathematischer Operationen und Begriffe kann nur erreicht werden, wenn die Bindung an ein bestimmtes Material vermieden wird. Gemeint ist hier, dass der Schüler/die Schülerin fähig sein sollte, die an einem Material gewonnenen Einsichten auch auf andere Materialien zu transferieren.

Auf Grund dieser Tatsache werden drei Hauptveranschaulichungsmittel, nämlich die Finger, Stäbe bzw. Stabbündel und der Zahlenstrahl verwendet.

#### **„Variation der Darstellungsebene“**

Hier wird darauf hingewiesen, dass ein Wechsel der handelnden, bildhaften und symbolischen Darstellungsebene von Bedeutung ist.

---

<sup>1</sup> Vergleiche Kapitel: „Kritische Betrachtung der herkömmlichen Unterrichtspraxis“

Dieser Wechsel der Darstellungsebenen ist - unter der besonderen Berücksichtigung der Sprache - gewährleistet.

### *„Mathematische Variation“*

Um wesentliche und wichtige Merkmale deutlicher hervorzuheben, ist die Variation unwesentlicher Merkmale von Vorteil.

Diese „mathematische Variation“ erleben die Kinder z.B. beim wiederholten Addieren der Menge 2. Die Menge 2 ist dann nämlich nicht mehr an zwei bestimmte Finger (den linken kleinen Finger und den linken Ringfinger) gebunden, sondern kann durch beliebige Fingerpaare dargestellt werden. Das wesentliche Merkmal (nämlich dass die Menge 2 aus 2 Einheiten besteht) bleibt erhalten, während sich unwesentliche Merkmale (nämlich die Finger, aus denen sich die Menge 2 zusammensetzt) ändern.

Die mathematische Variation wird auch bei der Einführung der Zifferschreibweise erfüllt, bei der beispielsweise der Zahl „7“ verschiedene, aus sieben Objekten bestehende Mengen zugeordnet werden. Die Anzahl der Objekte (das wesentliche Merkmal) bleibt unverändert, während sich die Objekte selbst (das unwesentliche Merkmal) verändern.

## Schlusswort

Nach einem halben Jahr intensiver Auseinandersetzung mit der Thematik der kybernetischen Methode und des Rechnenlernens in der Grundschule habe ich einiges gelernt.

Nicht nur, dass die verschiedensten Gedanken über diesen Bereich der Grundschuldidaktik große Mengen an Bücher füllen, sondern auch, dass man als Lehrer/Lehrerin - unter anderem - über ein großes Maß an wissenschaftlichem Wissen über die verwendeten Methoden verfügen sollte, denn gerade in den Bereichen der Didaktik und Pädagogik ist gut fundiertes Wissen unabdingbare Voraussetzung für verantwortungsbewusstes Handeln.

Ich bin außerdem zu dem Schluss gekommen, dass ich mich mit der Idee, den Grundgedanken und dem praktischen Aufbau der kybernetischen Methode gut identifizieren kann und habe auch die praktischen Möglichkeiten der Methode beim Rechnenlernen durch eigene, zwar noch recht spärliche, aber doch sehr positive Erfahrungen kennen gelernt.

Ziel ist es nicht, dass es Kinder gibt, die TROTZ der didaktisch-methodischen Aufbereitung der Lerninhalte in der Grundschule das Rechnen, Schreiben oder Lesen lernen, Ziel sollte es sein, dass die Kinder gerade WEGEN der Verwendung adäquater Methoden im Unterricht unserer Schulen zu diesem Ziel kommen.

Meiner Meinung nach handelt es sich bei der kybernetische Methode um einen adäquaten Weg, der die Erreichung des Ziels erleichtert.

In dieser Annahme fühle ich mich auch bestätigt, weil kein einziger Teilnehmer/keine einzige Teilnehmerin der Umfrage von den Bewertungsmöglichkeiten „nicht nützlich“ bzw. „unbrauchbar“ Gebrauch machte.

# Literaturverzeichnis

## Originalliteratur

AEBLI, Hans: Zwölf Grundformen des Lehrens. 8. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta Verlag 1994

AYRES, Jean: Bausteine der kindlichen Entwicklung. 3. Aufl., Berlin: Springer Verlag 1998

BREUER, Helmut/ WEUFFEN, Maria: Lernschwierigkeiten am Schulanfang: Schuleingangsdiagnostik zur Früherkennung und Frühförderung. 2. Aufl. Weinheim: Beltz Verlag 1994 (Reihe Werkstattbuch Grundschule)

DREHER, Hariolf/ DREHER-SPINDLER Eva: Eine Einführung in die Kybernetische Methode zum Erlernen des Rechnens, des Lesens und des Rechtschreibens und zur Entwicklung von Aufmerksamkeitsleistung – Skriptum: 2001/ Band 1 zum Akademielehrgang über die Kybernetische Methode am Pädagogischen Institut in Klagenfurt. Rottenburg: Rottenburger Verlag 2001

DREHER, Hariolf/ SPINDLER, Eva: Rechnen Lernen Band I – Grundlagen der kybernetischen Methode. Rottenburg: Rottenburger Verlag 1996a

DREHER, Hariolf/ SPINDLER, Eva: Rechnen Lernen Band II. Praxis der kybernetischen Methode. Rottenburg: Rottenburger Verlag 1996b

DREHER, Hariolf/ SPINDLER, Eva: Seminarunterlagen Kybernetische Methode zum Erlernen des Rechnens. Grundlagen. Rottenburg: Rottenburger Verlag 2000

DUDEN - das Fremdwörterbuch. 7. Aufl., Bibliographisches Institut & F.A.Brockhaus AG Mannheim 2000

GAIDOSCHIK, Michael: Rechenschwäche – Dyskalkulie. Eine unterrichtspraktische Einführung für LehrerInnen und Eltern. Wien: öbv & hpt 2002

GAIDOSCHIK, Michael: Rechenstörungen: Die „didaktogene Komponente“. Kritische Thesen zur „herkömmlichen Unterrichtspraxis“ in drei Kernbereiche der Grundschulmathematik. In: LENART, Friederike/ HOLZER, Norbert/ SCHAUPP, Hubert (Hrg): Rechenschwäche Rechenstörung Dyskalkulie. Erkennung: Prävention: Förderung. Graz: Leykam 2003

GAIDOSCHIK, Michael: Rezension von „Rechnen lernen“ (Spindler, Dreher 1996a +b). In: Grundschule Nr. 3, Westermann 1998, S. 58 – 60)

HOBMAIR, Hermann (Hrg.): Pädagogik. 2. Aufl. Köln: Stam Verlag 1996

KÖCKENBERGER, Helmut/ HAMMER, Richard (Hrsg.): Psychomotorik. Ansätze und Arbeitsfelder. Ein Lehrbuch. Dortmund: Verlag modernes Lernen 2004

KÖCKENBERGER, Helmut: Bewegtes Lernen – Lesen, schreiben, rechnen lernen mit dem ganzen Körper. Die „Chefstunde“. Dortmund: borgmann publishing 1997

KÜHNEL, Johannes: Neubau des Rechenunterrichts. Ein Handbuch der Pädagogik für ein Sondergebiet. 8. Aufl. Düsseldorf: Turm-Verlag 1950

LEHRPLANSERVICE: Lehrplan der Volksschule mit Anmerkungen und Ergänzungen. 9. Aufl. Wien: öbv & hpt, Stand: 1. Februar 2000

LENART, Friederike/ HOLZER, Norbert/ SCHAUPP, Hubert (Hrg.): Rechenschwäche Rechenstörung Dyskalkulie. Erkennung: Prävention: Förderung. Graz: Leykam 2003

LORENZ, Jens Holger: Anschauung und Veranschaulichungsmittel im Mathematikunterricht. Göttingen: Hogrefe 1992

LORENZ, Jens Holger: Rezension von „Rechnen lernen. Bd. I: Grundlagen der kybernetischen Methode. Bd. II: Praxis der kybernetischen Methode, Videoband (Rottenburger Verlag, 1996). In: Grundschule Nr. 3, März 1998, S. 58

MILZ, Ingeborg: Rechenschwäche erkennen und behandeln. Teilleistungsstörungen im mathematischen Denken neuropädagogisch betrachtet. 6. Auflage, Dortmund: borgmann publishing 2004

RADATZ, Hendrik/LORENZ, Jens Holger: Handbuch des Förderns im Mathematikunterricht. Hannover: Schroedel Schulbuchverlag 1993

RADIGK, Werner: Kognitive Entwicklung und zerebrale Dysfunktion. Dortmund: Verlag modernes Lernen 1986

SCHACHL, Hans: Was haben wir im Kopf. Die Grundlagen für gehirngerechtes Lernen. 2. Aufl. Linz: Veritas 1998

VESTER, Frederic: Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter. 2. Aufl. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1981

VON CUBE, Felix: Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens. 4. Aufl., Stuttgart: Ernst Klett Verlag 1982

WLECKE, W.: Die Finger, Fundament des ganzen Zahlenbaues. Gütersloh: Grundschulverlag 1929

## **Sekundärliteratur**

ATZESBERGER, Michael: Kommunikation zwischen Partnern, Legasthenie und Dyskalkulie; Hrsg. Bundesarbeitsgemeinschaft Hilfe für Behinderte e.V., Band 227, 8. Auflage 1994

VON CUBE, Felix: Erziehungswissenschaft, Möglichkeiten, Grenzen, politischer Missbrauch. Stuttgart: Klett-Cotta 1977

WIENER, Norbert/ DOTZLER, Bernhard: futurum exaktum. Ausgewählte Schriften zur Kybernetik und Kommunikationstheorie. Wien: Springer Verlag 2002

## **Sonstige Quellen**

### **Internetquellen**

BEATS BIBLIONETZ: Begriffe; Kybernetik. Definitionen des Begriffs „Kybernetik“. <http://beat.doebe.li/bibliothek/w00023.html> [Stand: 27.11.05]

DREHER, Hariolf: Einführungsvortrag. Wolfsberg: 2001. <http://www.kybernetische-methode.de/vortrag0.php> [Stand: 28.12.05]

GAIDOSCHIK, Michael (Hg.): Kein Königsweg: Kritik der „kybernetischen Methode“. In: Rechenschwäche Magazin Nr. 4, Herbst 2001 [www.rechenschaech.at/magazin/magazin4\\_01.pdf](http://www.rechenschaech.at/magazin/magazin4_01.pdf) [Stand: 07.10.2005]

LENART, Friederike, HOLZER, Norbert, SCHAUPP, Hubert: Forschungsprojekt: „Dyskalkulie – Wahrnehmungen und Fakten“ <http://www.pze.at/veranstaltungen/dyskalkulie/index.html?forschungsprojekt.html> [Stand 21.01.06]

### **Seminare**

DREHER, Hariolf: Seminar zum Thema „Die Kybernetische Methode – Teil I“. Linz-Ebelsberg: 27. – 28. Jänner 2006a

DREHER, Hariolf: Seminar zum Thema „Die Kybernetische Methode – Teil II“. Linz: 17. – 18. Februar 2006b

DREHER, Hariolf: Seminar zum Thema „Übungsblock über die „Kybernetische Methode“ zum Erlernen des Rechnens“. Klagenfurt: 29. – 30. Oktober 2005

### **Videos**

DREHER, Hariolf/ SPINDLER, Eva: Rechnen lernen – Lehrvideo. Praxis der kybernetischen Methode. Rottenburg: Rottenburger Verlag – Arno Parnitz 1996

DREHER, Hariolf/DREHER-SPINDLER Eva: Kybernetische Methode im Kindergarten – ein Lehr- und Schulungsfilm. Drei Kindergartenpädagoginnen in Klagenfurt Welzenegg zeigen anhand von 50 Spiel- und Übungsformen, wie man Kinder schon im Kindergarten auf die Anforderungen in der Schule vorbereiten kann. Rottenburg: Rottenburger Verlag 2004

# Abbildungsverzeichnis

## Abbildung 1

**Quelle:** DREHER, Hariolf/ SPINDLER, Eva: Seminarunterlagen Kybernetische Methode zum Erlernen des Rechnens. Grundlagen. Rottenburg: Rottenburger Verlag 2000, S. 24

## Abbildung 2

**Quelle:** DREHER, Hariolf: <http://www.kybernetische-methode.de/rechnen.php> [Stand: 28.12.2005]

## Abbildung 3

**Quelle:** DREHER, Hariolf: <http://www.kybernetische-methode.de/bedeutung.php> [Stand: 28.12.2005]

## Abbildung 4

**Quelle:** SCHACHL, Hans: Was haben wir im Kopf. Die Grundlagen für gehirngerechtes Lernen. 2. Aufl. Linz: Veritas 1998, S. 20

## Abbildung 5

**Quelle:** DREHER, Hariolf: <http://www.kybernetische-methode.de/dyskalkulie.pdf> [28.12.2005], S. 8

## Abbildung 6

**Quelle:** DREHER, Hariolf: <http://www.kybernetische-methode.de/vortrag/vortraggesamt.pdf> [28.12.2005], S. 16

## Abbildung 7

**Quelle:** Lindtner Christina

## Abbildung 8

**Quelle:** WLECKE, W.: Die Finger, Fundament des ganzen Zahlenbaues. Gütersloh: Grundschulverlag 1929, S.12

## Abbildung 9

**Quelle:** WLECKE, W.: Die Finger, Fundament des ganzen Zahlenbaues. Gütersloh: Grundschulverlag 1929, S. 57

## Abbildung 10 - 79

**Quelle:** Lindtner Christina

# Anhang

## Umfragebogen 1

### Rechnen lernen mit der kybernetischen Methode

Für Lehrer, die mit der kybernetischen Methode arbeiten:

Ich arbeite im Bereich der  Sonderschule

Volksschule

1. Wie viele Kinder in ihrer Klasse würden Sie als rechenschwach bezeichnen?
2. Ist die kybernetische Methode im Umgang mit rechenschwachen Kindern von Nutzen?
  - ständig sehr nützlich
  - recht nützlich
  - brauchbar
  - nicht nützlich
  - unbrauchbar
3. Wodurch hebt sich Ihrer Meinung nach die kybernetische Methode entscheidend von herkömmlichen Methoden des Rechnenlernens ab?
4. Beschreiben Sie bitte kurz die Probleme, die Kinder in der Grundstufe 1 (Ihrer Meinung und Erfahrung nach) am häufigsten haben.
5. Ist die kybernetische Methode nützlich beim Umgang mit diesen Problemen?
  - ständig sehr nützlich
  - recht nützlich
  - brauchbar
  - nicht nützlich
  - unbrauchbar

6. Ist die kybernetische Methode ein gutes Hilfsmittel, um den Kindern die Zehnerüber- bzw. Zehnerunterschreitung begreiflich und verständlich zu machen?
- sehr gut
  - gut
  - durchschnittlich
  - nicht sehr gut
  - schlecht
7. Führen Sie bitte kurz die häufigsten Bedenken von Eltern und Kollegen bzw. Kolleginnen bezüglich der kybernetischen Methode an (falls Sie mit solchen konfrontiert wurden).
8. Welchen Stellenwert messen Sie dem Kopfrechnen bei und warum ist Kopfrechnen für Sie wichtig/nicht wichtig?
9. Konnten Sie beobachten, dass die Übungen mit den Fingern (Aufbereitung des Handschemas, Rechnen mit den Fingern) Auswirkungen auf die Aufmerksamkeit bzw. eine Steigerung der Konzentrationsfähigkeit zur Folge hatten?
- sehr deutlich beobachtbar
  - gut beobachtbar
  - teilweise beobachtbar
  - selten beobachtbar
  - gar nicht beobachtbar
10. Haben Sie Bedenken das Material (Finger, Rechenstäbe, Zahlenstrahl) einzusetzen bzw. haben Sie negative Erfahrungen beim Einsatz des Materials gemacht?
11. Konnten Sie beobachten, dass die Kinder die Finger als Zählhilfe verwenden bzw. die Loslösung von den Fingern Probleme bereitet?
12. Konnten Sie feststellen, dass sich die Übungen mit den Fingern auch auf andere Bereiche auswirken?

## Umfragebogen 2

### Rechnen lernen mit der kybernetischen Methode

Für Personen, die mit der kybernetischen Methode in der Einzelförderung arbeiten:

1. Beschreiben Sie bitte kurz die häufigsten Probleme, die die Kinder im Bereich des Rechnenlernens haben, wenn sie zu Ihnen kommen!
  
2. Ist die kybernetische Methode nützlich beim Umgang mit diesen Problemen?
  - ständig sehr nützlich
  
  - recht nützlich
  
  - brauchbar
  
  - nicht nützlich
  
  - unbrauchbar
  
3. Ist die kybernetische Methode im Umgang mit rechenschwachen Kindern von Nutzen?
  - ständig sehr nützlich
  
  - recht nützlich
  
  - brauchbar
  
  - nicht nützlich
  
  - unbrauchbar
  
4. Wodurch hebt sich Ihrer Meinung nach die kybernetische Methode entscheidend von herkömmlichen Methoden des Rechnenlernens ab?
  
5. Ist die kybernetische Methode ein gutes Hilfsmittel, um den Kindern die Zehnerüber- bzw. Zehnerunterschreitung begreiflich und verständlich zu machen?
  - sehr gut
  
  - gut
  
  - durchschnittlich
  
  - nicht sehr gut
  
  - schlecht

6. Konnten Sie beobachten, dass die Übungen mit den Fingern (Aufbereitung des Handschemas, Rechnen mit den Fingern) Auswirkungen auf die Aufmerksamkeit bzw. eine Steigerung der Konzentrationsfähigkeit zur Folge hatten?
- sehr deutlich beobachtbar
  - gut beobachtbar
  - teilweise beobachtbar
  - selten beobachtbar
  - gar nicht beobachtbar
7. Haben Sie Bedenken, das Material (Finger, Rechenstäbe, Zahlenstrahl) einzusetzen bzw. haben Sie negative Erfahrungen beim Einsatz des Materials gemacht?
8. Konnten Sie beobachten, dass die Kinder die Finger als Zählhilfe verwenden bzw. die Loslösung von den Fingern Probleme bereitet?
9. Konnten Sie feststellen, dass sich die Übungen mit den Fingern auch auf andere Bereiche auswirken?

## Auswertung

Ist die kybernetische Methode im Umgang mit rechenschwachen Kindern von Nutzen?

ständig sehr nützlich 15
recht nützlich 7
brauchbar
nicht nützlich
unbrauchbar

Ist die kybernetische Methode nützlich im Umgang mit Problemen (mit denen die Kinder in die Förderung kommen bzw. die im mathematischen Erstunterricht auftreten)?

ständig sehr nützlich 13
recht nützlich 9
brauchbar
nicht nützlich
unbrauchbar

Ist die kybernetische Methode ein gutes Hilfsmittel, um den Kindern die Zehnerüber- bzw. Zehnerunterschreitung begreiflich und verständlich zu machen?

ständig sehr nützlich 21
recht nützlich 1
brauchbar
nicht nützlich
unbrauchbar

Konnten Sie beobachten, dass die Übungen mit den Fingern (Aufbereitung des Handschemas, Rechnen mit den Fingern) Auswirkungen auf die Aufmerksamkeit bzw. eine Steigerung der Konzentrationsfähigkeit zur Folge hatten?

sehr deutlich beobachtbar	6
gut beobachtbar	10
teilweise beobachtbar	6
selten beobachtbar	
gar nicht beobachtbar	