

3 Methoden und ihre Umsetzung

3.1 Einführung

3.2 Zur Rolle der Lerntheorien

3.3 Wie Mathematik unterrichtet wird

3.4 Die Lehrerrolle in einem langfristigen Unterrichtsversuch eine methodische Alternative

3.5 Die Aktivierung der Schüler für die Optimierung des Lernprozesses

Zusammenfassung

Quellen und Anmerkungen

3.1 Einführung

Unser erstes Kapitel handelte von Zielen und ihrer Formulierung. Wenn ein Ziel klar ist, kann man sich Gedanken über den Weg machen, auf dem das Ziel erreicht werden kann. Die Zwischenschritte von Ausgangspunkten zu Zielen des Mathematikunterrichts - dies ist die wörtliche Übersetzung von "Methoden" - sind Gegenstände dieses Kapitels.

Häufig begeht man einen bestimmten Standpunkt: Die Priorität wird dabei den Zielen gegenüber, die in einer bestimmten Ausgangssituation vorhanden sind, die Ziele werden so von den Methoden bestimmt. Manche gehen noch weiter. Sie erklären den Weg für wichtig, das Ziel dagegen für unwichtig, soweit es konkret angeben werden könnte. In der Mathematikdidaktik ist diese Haltung weit verbreitet. Im Kapitel 1 haben wir Beispiele dafür kennengelernt. Der Mathematikunterricht muß nach dieser Ansicht als Prozeß erlebt werden. Dann, so die Grundthese, ist jeder Inhalt passend.

Der eben genannte Ansatz besitzt einen unbestreitbaren Vorteil: Der Verzicht auf konkrete Einzelziele erspart die Unterscheidung- mit dem Fremdwort also die Diskriminierung zwischen Schülern, die ein Ziel erreicht haben, und den übrigen. Da am Prozeß alle Schüler beteiligt sind, sind sie "gleich" und dies scheint einigen Vertretern dieser Richtung besonders wichtig zu sein. Diese Einstellung hat eine bedeutsame Konsequenz: Wenn das Ziel nicht so wichtig ist, dann stellt sich auch kaum die Frage nach der Optimierung des Weges, der zum Ziel führt.

Ich vertrete dagegen die Priorität der Ziele. Für die Auswahl der Ziele sind neben unterrichtlichen und innermathematischen Gesichtspunkten vor allem äußere Einflüsse maßgebend. Solche Einflüsse können von der Deutschen Mathematikervereinigung ebenso ausgehen wie von den Industrie- und Handelskammern. Daneben sind auch Aspekte denkbar, die von einem konsensfähigen Bildungsbegriff abgeleitet werden.

Wenn die Frage nach einem konkreten inhaltlichen Ziel entschieden und dieses überprüfbar definiert ist, stellt sich die Frage nach den Wegen, auf denen dieses Ziel erreicht werden kann. Dann kann man auch fragen, ob es einen besten Weg zu diesem Ziel gibt. Dann kann man fragen, ob alle Schüler das Ziel erreichen sollen. Dann muß man entscheiden, welchen Aufwand man für die Erreichung des Ziels treiben will. Dann muß man gegebenenfalls sogar entscheiden, welche Schüler sich nicht um das Ziel bemühen sollen, damit sie frei bleiben, sich um andere für sie persönlich wichtigere Ziele zu bemühen.

Es geht in diesem Kapitel um die Möglichkeiten, eine vorgegebene Auswahl von Schülern an eine vorgegebene Auswahl von Zielen so heranzuführen, daß eine möglichst große Zahl von Schülern die gesteckten Ziele erreicht. Zu diesem Zweck wollen wir uns mit verschiedenen Formen des Lernens auseinandersetzen, uns in den Grenzen des Möglichen einen Überblick über die Lernorganisation im Alltag des Mathematikunterrichts verschaffen und unsere Ergebnisse mit dem Ziel, Alternativen zu finden, einer Wertung unterziehen.

3.2 Zur Rolle der Lerntheorien

In der zweiten Hälfte der Sechzigerjahre wurde fast ohne Ausnahme das "programmierte lernen" in der Lernform der Sucht propagiert. Beispielsweise der Realisierung, die von seiten der Fachdidaktik entwickelt wurde, fanden sich bald als Objekt des Grundsatzstreites der Erziehungswissenschaftler um die "richtige" Lerntheorie wieder.

Eine der Hauptrichtungen vertrat die Modellierung in verschiedenen Spielarten. Diese dem "Behaviorismus" zugerechnete Lerntheorie betrachtete Lernen als ein Einschleifen von Reaktionen, die auf spezifische Reize ausgelöst werden. Verschiedene amerikanische des einfachen Reiz-Reaktions-Modells wurden aus dem ursprünglichen, von dem amerikanischen Psychologen Skinner entwickelten Ansatz (F Skinner), zum Teil von ihm selbst, entwickelt.

Skinner selbst hat sein Lernmodell als Reaktion auf zwei Reize seiner Umwelt ausgearbeitet. Einerseits stellte er Seiner Lernform mit der Dressur von Tieren. Tauben zum Beispiel lernen schnell das Tanzen, wenn jeder Ansatz zur gewünschten Bewegung mit Futter belohnt (verstärkt) wurde - zumindest solange die Tauben hungrig sind. Andererseits besaß Skinner eine Tochter, die im Mathematikunterricht ihrer Schule mit Problemen zu kämpfen hatte. Skinner verschaffte sich Einblick in das Vorgehen im Unterricht und war entsetzt, darüber, wie wenig effektiv die Arbeit in der Schule angelegt war.

Die Ansätze von Skinner wurden in Form von "Lernprogrammen" (Siehe Beispiel 2.x) konkretisiert. Derartige Lernprogramme waren alle in der gleichen Weise aufgebaut: Der Weg zum angestrebten Ziel war in eine Vielzahl kleiner Schritte aufgeteilt. In jedem Teilschritt wurde als Reaktion des Lernenden eine Antwort auf eine Frage verlangt. Die Frage war aus dem Zusammenhang heraus so einfach zu beantworten, daß fast alle Fragen von fast allen Bearbeitern richtig beantwortet wrde. (An die Stelle des Futters trat also die Bestätigung, rechtgehabt zu haben.) Ein wesentlicher Faktor des Lernens nach Programm bestand in der ständigen Selbstkontrolle. Diese wurde auf verschiedene Weise ermöglicht. Möglichkeiten, wie

dies bei gedruckten Programmen erreicht werden kann, haben Sie in 2.x kennengelernt. Daneben wurden "Lehrmaschinen" entwickelt, bei denen mechanische oder elektronische Sperren den Vergleich erst ermöglichen, wenn der Lernende seine Antwort gegeben hatte. Korrigiert werden konnte die Antwort nicht mehr.

Die Kritiker dieser Art von Lernen rügten vor allem, daß es sich dabei um ein unmenschliches Vorgehen handle. Insbesondere wurde bemängelt, daß mit solchem Lernen keine Einsicht erzeugt werde.

Von Anfang an trat eine zweite Form des programmierten Lernens in Konkurrenz zum Ansatz von Skinner. Crowder (F) orientierte sich am Lernen des kleinen Kindes, das in immer neuen Versuchen geduldig (und selbstgesteckten Ziel näherzukommen sucht. Versuch und Irrtum ("trial and error") wurde zum kennzeichnenden Schlagwort für Lernwege, bei denen Irrtümer bewußt in Kauf genommen wurden. Der Irrtum wurde diagnostisch ausgewertet, und der Lernende erhielt gezielte Hilfen zur Überwindung seines Irrtums. Ein Ausschnitt aus einem nach dieser Theorie aufgebauten Lernprogramm erläutert eine mögliche Konkretisierung:



Weniger auf eine unmittelbare Umsetzung in Lernprozesse als vielmehr auf ein beschreibendes Modell hin war die Lerntheorie von Gagne angelegt. Nach Gagne vollzieht sich Lernen in Stufen, von denen jede "höhere" Stufe die erfolgreiche Bewältigung der niederereren Stufen voraussetzt. Der Versuch, Mathematikunterricht mit Hilfe des Fernsehens zu verwickeln (F begleitet für den Lehrer, Südwestfunk Baden-Baden o.J.), wurde theoretisch mit der Lerntheorie von Gagne untermauert.

Mehr auf das methodische Vorgehen im Unterricht abgestimmt ist das zielreichende Lernen (F mastery learning; Caroll, A model of school learning, Teachers College Record 64, 1964, S. 723-733; F.Ingenkamp, Zielerreichendes Lernen - Mastery Learning, Otto Maier, Ravensburg 1979).

Näherer Information über diese und andere Lern- beziehungsweise Lehrmodelle finden Sie beispielsweise in den Begleitmaterialien zu den vom Deutschen Institut für Fernstudien angebotenen Funkkollegs Erziehungswissenschaft beziehungsweise Pädagogische Psychologie.

Vom programmierten Lernen spricht heute - ich möchte sagen: Leider! - niemand mehr. Fast ein Jahrzehnt dauerte ein heftige Diskussion über das "richtige" Lernmodell. als Reaktion auf den modischen Enthusiasmus der späten Sechzigerjahre ist hier ein hoffnungsvolles Kind mit dem Bade zusammen ausgeschüttet wrden. Das Rätsel um die richtige Lerntheorie ist auch heute, im Zeitalter der ersten "agierenden" Automaten noch nicht gelöst. Brauchen wir die Antwort? Es überhaupt eine allgemeine Antwort auf die Frage nach der richtigen Lerntheorie? Oder ist es eine Binsenweisheit, daß es konkurrierende Lernformen gibt? Oftmals ist erst im Nachhinein festzustellen, daß eine bestimmte Form der Lernorganisation besonders erfolgreich war, oder daß sie enttäuschend festgestellt werden, welche Lerntheorie hinter einem bestimmten Lernprozeß bei einem bestimmten Menschen zu suchen ist.

Ich komme wieder einmal auf das schon oft benützte Beispiel aus dem kleinen Einmaleins zurück. Ein Schüler gibt auf die Frage $2 \cdot 3 = ?$ die Antwort 6. Ab der vierten Klasse wird es fast immer unmöglich sein, die Frage zu beantworten, wie der Schüler die Antwort gelernt hat - und dies ist in keiner Weise mehr wichtig, wenn er das Ziel "Beherrschung des kleinen Einmaleins" erreicht hat.

Wenn das Ziel als das wesentliche angesehen hat, verliert auch im Mathematikunterricht die Frage nach der richtigen Lerntheorie an Bedeutung im Hinblick auf den einzelnen Schüler. Die Antwort kann nur individuell in Bezug auf eine Einzelperson gegeben werden. Es darf nicht heißen: "Ich plane meinen Unterricht nach Gagne" oder "Die Klasse befindet sich in der präoperativen Phase". Der Lehrer kann bestensfalls feststellen: "Angelika arbeitet am erfolgreichsten in Reiz-Reaktions-Situationen" oder "Thomas ist noch ganz dem operativen Denken auf der enaktiven Ebene verhaftet". Anders ausgedrückt: Die richtige Lerntheorie gibt es nur punktuell - für ein einzelnes Kind in einer speziellen Situation. Der Krig um die beste Lerntheorie ist nach unserem heutigen Wissen und nach unseren Erfahrungen mit einander ausschließenden Lerntheorien sinnlos!

Mit der soeben getroffenen Feststellung ist zugleich der Ort umrissen, in dem die Hintergrundtheorie des Lernens Bedeutung erhält. Bei der konkreten Planung einer bestimmten Lernsituation kann es von Vorteil sein, für die einzelnen Kinder oder allenfalls für eine homogene Gruppe von Kindern einen situationsbezogenen theoretischen Ansatz zu betonen. Dies ist der Grund, warum Lehrer einen Überblick über einige Lerntheorien besitzen sollten. Allerdings fehlen bis heute praktikable Kriterien für entsprechende Entscheidungen, so daß diese vorrangig

vom pädagogischen Gefühl, also aus der Erfahrung heraus, getroffen werden müssen.

Wichtiger als das derzeitige Angebot an Lerntheorien ist nach meinem Ermessen ein Überblick über methodische Techniken, die auch unter Alltagsbedingungen Anwendung finden können. Aus ständiger Reflexion der getroffenen Entscheidungen kann dann im Lauf der Jahre ein begründbares Vorgehen des einzelnen Lehrers erwachsen, das in beschiedenem Umfang auch an junge Lehrer weitergegeben werden kann. Es erscheint mir notwendig, die Basis für solche Entscheidungen zu verbreitern. Dies wird einsichtig, wenn wir im nächsten Abschnitt versuchen, das methodische Vorgehen im Alltag des Mathematikunterrichts zu beschreiben.

3.3 Wie Mathematik unterrichtet wird

Millionen von Mathematikstunden finden jährlich in der Bundesrepublik statt; Millionen von Schülern erleben täglich eine Mathematikstunde; Zehntausende von Lehrern gestalten täglich Mathematikunterricht. Wie breit ist die gemeinsame Basis dieser Ereignisse? Gibt es die "typische" Mathematikstunde? Welche Möglichkeiten gibt es, mit denen man Antworten auf diese Fragen suchen kann?

Ich beginne mit den rund 10 000 Mathematikstunden, für deren Ablauf ich selbst verantwortlich war und wäähle hier eine aus, die für einen beträchtlichen Teil dieser 10 000 Stunden charakteristisch war: Meine Prüfungslehrprobe in Mathematik:

Das Thema hieß: Krümmungskreise der Ellipse. - Ich glaubte zu wissen, was meine Prüfer von mir erwarteten:

- Einführung des Begriffs "Krümmungskreis"; Herleitung der Radien für die Scheitelkrümmungskreise; geometrische Konstruktion der Radien; Anwendung für das Zeichnen von Ellipsen.
- Fragend-entwickelnden Unterricht, bei dem jeder neue Gedanke von den Schülern eingebracht wird,
- Gleichmäßige Beteiligung aller Schüler am Unterricht.

Ich hatte das Recht, in der Mathematikstunde vor der Prüfungslehrprobe zu hospitieren und mit dem Mathematiklehrer der Klasse über die Schüler zu sprechen. Am Ende dieses Gesprächs wußte ich, daß man die eine der zwei Tafelflächen links anheben mußte, damit sie sich nicht verhakete, und daß auf einer der beiden anderen Tafeln ein Lackschaden war, der sich bei geometrischen Zeichnungen störend auswirken konnte. Außerdem hatte ich eine Sitzordnung der Klasse, in der neben dem Namen die Mathematiknote des Schülers eingetragen war. Bei Schülern mit der Note "gut" war außerdem vermerkt, ob es sich um einen fleißigen und sorgfältigen Schüler handelte oder aber um einen "genialen Schlamper".

Vor der Stunde putzte ich die vier Tafelflächen so, daß man davon hätte essen können, und zeichnete auf die Fläche, die man nicht wenden konnte, die folgende Figur:
(Ellipse mit Kreisen die im rechten Hauptscheitel berühren)
Dann drehte ich die Tafel um.

Die Stunde beginnt: "Ich habe eine Figur für Sie vorbereitet". Ich versuche, die Tafelfläche zu wenden und hebe dazu rechts an. Die Tafel rührt sich nicht; die Prüfer beginnen zu grinsen; in der Klasse regt sich Mitleid. "Offenbar ist der Umgang mit Ihrer Tafel schwierig". Ein Schüler möchte mir helfen - alle wollen mir jetzt helfen. Kurz vorher hebe ich links an: "Da ist die Figur!" - ich zähle auf zehn - "Die Kreise liegen ganz verschieden zu der Ellipse!" - "Michael?" (Note 5) ... Michael muß auf diesen Impuls reagieren: "Ein Kreis liegt in der Ellipse, die drei anderen Kreise nicht." - Michael hat für diese ersten Reaktionen einen ersten Beitrag gegeben.

"Die Klasse" liefert so einen Beitrag nach dem anderen, wie sie gebraucht werden. Den entscheidenden Schritt, daß für den Krümmungskreis zwei Schnittpunkte zusammenfallen, erläutert der geniale, aber schlampige "Zweimann": "Wir müssen den Radius so groß machen, daß es eine Doppelwurzel gibt, das ist doch klar. "Alle Zwischenschritte kommen zur Was Zeit "spontan" wie geplant. 25 Sekunden vor dem Schluß der Stunde frage ich nochmals: "Was ist das also für ein besonderer Kreis, der sich so gut an die Ellipse anschmiegt, Michael?" - "Krümmungskreis" "Vielen Dank Michael; das war das Ziel unserer heutigen Stunde." - Es klingelt.

Die Mitglieder der Prüfungskommission sind heute nicht mehr am Leben. Damals waren sie beeindruckt, denn ich hatte ihre Erwartungen erfüllt. De mortuis nil nisi bene: -

Der geschilderte Unterrichtsstil ist, wie wir sehen werden, auch heute noch weit verbreitet und anerkannt. Ich selbst habe Jahre gebraucht, um ihn zu überwinden.

Die 10 000 Stunden, die ich selbst gehalten habe, sind ein verschwundener kleiner Ausschnitt aus der Gesamtheit des Mathematikunterrichts der Gegenwart. Für generalisierende Aussagen müssen wir daher weitere Informationsquellen heranziehen. Prinzipiell wäre es möglich, ein Gesamtbild des tatsächlichen Mathematikunterrichts zu erhalten, wenn wir seine Nutznießer - oder seine Opfer - befragen. Falls Sie selbst Mathematikunterricht erteilen, können Sie sich auf einfache Weise ein Bild davon beschaffen, wie Ihr Unterricht auf Ihre Schüler wirkt. Sie können den Kollegen, der in der Klasse Deutsch unterrichtet, bitten, daß er einen Übungsaufsatz zum Thema "Eine typische Mathematikstunde" schreiben läßt. Dabei sollten Sie Vorsorge treffen, daß die Schüler darauf vertrauen können, daß Sie die Aufsatzschreiber nicht identifizieren können, indem Ihr Deutschkollege passende Möglichkeiten mit der Klasse bespricht. Der Inhalt dieser Aufsätze wird mit großer Wahrscheinlichkeit für Sie aufschlußreich sein.

Das Folgende sind Beispiele für solche Aufsätze, bei denen die Schüler mit zwei zusätzlichen Vorgaben gearbeitet haben:

- Beschreibe auch, was du in dieser Stunde gelernt hast.
- Wie gut haben du und deine Klassenkameraden den Inhalt der Stunde verstanden?

Mit diesen beiden Vorgaben wird erreicht, daß eine nicht allzu weit zurückliegende Stunde zum Ausgangspunkt der Beschreibung wird, und daß eine Rückmeldung über die Einschätzung des Unterrichtserfolgs durch die Schüler entsteht.

Eine typische Mathematikstunde bei Herrn A.

Er kommt pünktlich herein. Seine erste Frage: "Kindlein, seid Ihr alle da?" Wenn alle "Kindlein" (Sechsklässler) da sind, sagt er: "Die Null fehlt, dieses Luder ist doch dauernd krank!" "Kindlein, wo waren wir denn gestern? Haben wir Hausaufgaben gehabt? Das sagt mir mal mein(e) Lieblingsschüler(in) ..." Waren HAs auf, werden diese verglichen und Herr A. meint auf, ob die HAs von allen gemacht wurden. Danach sagt er: "Jetzt brauche ich einen großen Diktator, der singt der ..." Dann führt er die Rechnung an der Tafel vor, läßt sie dann abschreiben und läßt aus dem Buch weitere Übungen dazu rechnen, die meistens sehr leicht sind. Währenddessen läuft er herum und erklärt Schülern, die die Aufgaben noch nicht begriffen haben, wie der richtige Rechenweg zu diesen Aufgaben ist. Ist die Mehrzahl der Schüler fertig, wird verglichen, und danach gibt es noch eine kleine HA und die Möglichkeit, Fragen zu stellen. So lernen wir Bruchrechnen.

Eine typische Mathematikstunde bei Herrn B.

Es klingelt. Etwa fünf Minuten später trifft er ein. Er setzt sich hin und fragt: "Wie weit waren wir gestern im Buch?" Ein Schüler wird aufgerufen und sagt es. Herr B. sagt: "Macht dann die Aufgaben 4 bis 7 schriftlich ins Heft. Wenn sich einer eine Aufgabe nochmals erklären lassen will, sagt er: 'Hätt'sch aufbasst!'" Geht dann ein Schüler zu seinem Vater oder Onkel und läßt sich von diesem die Aufgaben erklären und fragt den Lehrer, ob dieser Weg richtig ist, sagt der Lehrer: "Weisch was, wenn du nicht begreifst, dann fragscht nochmal mich!" Weisen ihn dann andere Schüler darauf hin, wie er solche Fragen beantwortet, streitet er dies ab. Während wir rechnen, sitzt er am Pult und ißt Hustenbonbons oder ähnliches. Dabei beobachtet er, ob wir miteinander reden. Wenn zum Beispiel ein Schüler einen Nachbarn fragt, wie die Aufgaben gehen, und dieser es ihm erklärt, bekommen die beiden wegen Störung des Unterrichts eine Strafarbeit. Alle zwei Minuten fragt er: "Wer isch fertig?" Streckt dann ein Schüler, und fragt: "Was soll ich jetzt machen?", sagt er: "Das linke Nasenloch sauber machen und dann das rechte." Sind endlich etwa drei Viertel der Klasse fertig, sagt der Lehrer: "Dann vergleichen wir jetzt." Er läßt einen Schüler sein Ergebnis vorlesen. Ist es das richtige, sagt er: "Stimmt!" und ruft einen anderen Schüler auf. Ist es falsch, sagt er: "Falsch!" und ruft einen anderen Schüler auf. Wenn alle Aufgaben verglichen sind, klingelt es.

Eine typische Mathematikstunde bei Herrn C.

Nache dem Eintritt unseres Mathelehrers, Herrn C.s, herrscht noch Aufregung in der Klasse; keiner kümmert sich um ihn und er muß sich zuerst die nötige Ruhe verschaffen, indem er mit benoteten Kurztests droht. Das ist seine Masche, die immer wieder zieht. Nun wird gegrüßt und die, die ihre Hausaufgabe nicht haben, kommen zu ihm vor und bringen ihre Entschuldigungen an den Mann. Herr C. durchläuft die Klasse und schreibt die auf, die ihre Hausaufgabe nicht haben und keine Entschuldigung vorbringen können. Herr C. macht die Hausaufgabe an der Tafel, wird ständig verbessert, weil er viel falsch macht, und von Schwätzenden Schülern gestört wird. Er kann nicht gut erklären und so hören nur Gabriel, der Klassenstreber, Paul, das Mathegenie, solche, die einen guten Eindruck machen wollen und diejenigen, die sich vor dem versumpfen retten wollen, zu. Die anderen reden über Fußballspiele, Fernsehfilme oder ähnliches. Manche knobeln auch oder essen, heimlich natürlich. Fernsehbeedert ist wird der Lehrer von Leuten, die Zeit angingen wollen, mit Fragen beschürmt. Nach fünf Minuten wird die nächste Aufgabe angegangen. Die faulsten schreiben nicht mit und wieder geht es mit den genannten Störungen los. Spätestens hier droht er ein zweites Mal mit Kurztests und Strafarbeiten oder wirft jemand hinaus. Doch auch das fruchtet nichts. Erst nach der Ermahnung des Lehrers werden die Hefte herausgezogen. Bei uns ist das immer mit viel Lärm verbunden und wieder droht er. Bei der nächsten Aufgabe hat sich die Klasse schon wieder einigermaßen beruhigt und Herr C. wird jetzt kaum noch gestört. Allerdings findet er kein reges Interesse in der Klasse, weil es bei uns fast die Regel ist, daß wenn man nicht redet oder sonstwie stört, schläft. So geht es bis zum Ende der Stunde. ERST wenn der Lehrer Hausaufgaben gibt, bricht ein Empörungsturm aus. "So viel!?", "Mach ich nicht!" oder "Was besseres fällt Ihnen wohl nicht ein, wie!?" sind ständige Redensarten. Die paar Minuten bis zum Klingeln muß man mit der beständigen Angst durchstehen, daß einem das Trommelfell platzt, und dennoch schreit man mit. Herr C. muß einiges gewohnt sein, denn er hält sich nicht einmal die Ohren zu. Beim Klingeln stürmt die ganze Klasse von ihren Plätzen und wenn der Lehrer erst gegangen ist, gibt es ein Tohuwabu.

Eine typische Mathematikstunde bei Herr D.

Die teuflische Mathestunde beginnt mit "Frühspurt". Beim "Frühspurt", der aus Kopfrechenaufgaben besteht, wird den Gehirnzellen bis zur Vergasung eingeheizt. Danach folgt die Besprechung der Hausaufgaben aus der vorherigen Stunde. Beim "Vergessen" der Hausaufgabe muß eine Zweitfertigkeit nachgeliefert werden. Darauf wird der neue Stoff in Abenteurergeschichten verpackt. Dazu werden ein ein "paar Hundert" Übungsaufgaben gemacht, und jede jeder verstanden hat. Benützt ein Schüler den Verzögerungsausdruck "äh", folgt vom Lehrer das nachgeahmte "ääähhh". Sobald jemand gähnt, ruft Herr D. Angstschreie aus, gefressen zu werden. Wenn einer auf die Uhr aus Langeweile schaut, versucht er demjenigen zu erklären, daß es noch Zeit hat. Kurz vor Ende der Stunde gibt er die neuen Hausaufgaben auf. Die letzten Minuten der Stunde werden mit Kopfrechenaufgaben ausgefüllt. Sobald das Wörtchen "Aufwiedersehen" ertönt, atmen alle erleichtert auf. (F Die Aufsätze stammen von guten Schülern der Klassen 6 bis 8 von verschiedenen Schulen Baden-Württembergs; Lehrer D. ist als hervorragender Lehrer über seine Schule hinaus bekannt.)

Lassen Sie einmal Ihre Kinder diese Aufsätze lesen und fragen sie, was Sie davon halten! Wie oft wird es wohl vorkommen, daß die Kinder ihren eigenen Mathematiklehrer gegenüber den beschriebenen in Schutz nehmen. Wie oft werden Sie bestätigen, daß sie auch ihren eigenen Mathematikunterricht so erleben?

Wenn Sie selbst Lehrer sind, wollen Sie jetzt auch einen derartigen Aufsatz schreiben lassen? Es wäre ein Beispiel für eine neue Betrachtungsweise (- und sowohl modern als auch **personlich** für Sie selbst; **Warnung:**). Aus dem Schülermaterial der Klasse werden Personen, die zu Ihrem Unterricht eine eigene Meinung äußern. Diese Meinung vertritt sich unter Umständen nicht mit dem Standpunkt: "Der Fachmann bin ich!"

Es gibt übrigens Möglichkeiten zu ähnlichen Rückmeldungen wie den oben geschilderten, die nicht ganz so "gefährlich" sind wie der Vorschlag mit den Aufsätzen:

Variante 1: Sie legen den Schülern einen vorstrukturierten Fragebogen in, in den Sie neben Fragen, für die Sie unmittelbares Interesse haben, nur einen einzigen Punkt "weitere Bemerkungen" zur freien Beantwortung aufnehmen. Das Bild zeigt ein Beispiel für einen leicht modifizierbaren Fragebogen dieser Art, mit dem ich mir im WS 83/84 neben einigen Freundlichkeiten auch herbe Kritik eingehandelt habe.

Anhang 3

Einführung in die KDF WS 1984/85; Teilnehmerbefragung

	Ja	Nein
Sind Sie im ganzen mit dem Verlauf der Veranstaltung zufrieden?	X	
War die Mischung übersichtlich?	X	
War das Arbeitsklima zufriedenstellend?	X	
Hat das Dozent genügend Gelegenheit zu Fragen gegeben?	X	
Konnten Sie in dem von Ihnen gewählten Maß auf dem Verlauf der Veranstaltung Einfluß nehmen?		X
In welchem Kapitel sind Ihre Erwartungen erfüllt worden?		X
Kapitel I		X
Kapitel II	X	
Kapitel III	X	
Kapitel IV	X	
Kapitel V	X	
Kapitel VI	X	

Was hat Ihnen an der Veranstaltung am wenigsten gefallen?
Die Vorlesung und die Übungen waren sehr interessant
Es fehlte mir etwas an Beispielen zur Erklärung
Ich finde das Thema der Gruppenarbeit sehr interessant
Vielen Dank für Ihre Mitarbeit; Sie tragen damit zur
Optimierung der Veranstaltung bei.

Diese Art zielte auf Gesichtspunkte, die mir ganz neuerseits erschienen waren; sie wird zu einer entsprechenden Verhaltensänderung von meiner Seite beitragen.

Variante 2: Hierbei sind die Möglichkeiten der Schüler, zu Ihrem Selbstverständnis beizutragen, nochmals wesentlich eingeschränkt. Sie bringen in einer Tasche oder einem Korb ein bereits auf Aufnahme eingestelltes Tonbandgerät mit einer 90-Minuten-Kassette (Laufzeit auf einer Seite 45 Minuten) mit. Nach der Stunde hören Sie die Aufnahme mindestens drei Mal ab. Wenn Sie dies einige Male im Schuljahr wiederholen, werden Sie nicht nur Ihr methodisches Verhalten besser kennen, sondern wohl auch Verständnis für manchen Schüler Ihrer Klasse entwickeln, dessen Verhalten bei Ihnen Anstoß erregt hat.

Kurz nach Erscheinen dieses Buches hatte ich auch einmal unfreiwillig das Vergnügen, durch Dritte eine solche Aufnahme erstellen zu lassen: In meiner Schulpraxisgruppe hatte ich auf Wunsch der Studenten ein schwieriges Thema in einer nicht ganz einfachen, großen Klasse übernommen, die ich noch kaum kannte. Ich wußte nur, daß die Klasse bei Studenten schon öfter "durchgegangen" war. Unmittelbar vor der Stunde fragte mich eine Studentin, ob sie für ihre Zulassungsarbeit die Stunde auf Tonband aufzeichnen dürfe. Natürlich mußte ich zustimmen. Die frontale Einführung in eine geplante Gruppenarbeit lief gut; nach der anschließenden Gruppenarbeit gelang es mir bei den Gruppenberichten, alle Gruppen zum Mitreden und Mitdiskutieren zu bringen. Versuche, auf die jeweilige Gruppe zu sammeln, liefen immer mehr ins Leere, ich begann zu schwitzen, merkte, daß ich immer aufgeregter wurde, und war froh, wie schließlich das Ende der Stunde ohne große Katastrophe erreicht war. Zu meinem Erstaunen gingen die Studenten nicht negativ auf den letzten Teil der Stunde ein. Ich fragte schließlich direkt, ob sie mein "Scheitern" nicht bemerkt hätten. Sie waren überrascht, und erst beim Abhören des Tonbands erkannten Sie an meiner Stimme die zunehmende Aufregung.

Bis jetzt hat Sie dieser Abschnitt mehr zur Reflexion darüber angeregt, wie der Lehrer Ihrer Kinder oder Sie selbst unterschritten. Wir wollen jedoch darauf hinaus, zu erfahren, wie "man" unterrichtet.

Grundsätzlich wäre es möglich, eine repräsentative Auswahl von Schülern nach der "typischen" oder nach einer speziellen Mathematikstunde zu befragen. Neben Schüleraufsätzen könnte man dafür auch gesteuerte oder freie Interviews heranziehen. Damit könnte man Problem

umgehen, die das Kind im schriftlichen Ausdruck hemmen. Obwohl derartige Untersuchungen in größerem Umfang nicht vorliegen, glaube ich doch, die folgenden Ergebnisse erwarten zu können:

- Die Stunde beginnt bei fast allen Lehrern mit der Mitteilung der Lösungen zu den Hausaufgaben, wenn solche gestellt worden sind. Die Resultate werden vom Lehrer oder von Schülern vorgelesen. "Wer hat es so?" - Fast alle Schüler strecken. Nähere Erläuterungen sind selten und auf wenige Aufgaben beschränkt.
- Der nächste Schritt wird von einer Aufgabe bestimmt, die der Lehrer aus dem Schulbuch ausgewählt hat, oder die er vervielfältigt auf einem Aufgabenteil mitbringt. Selten handelt es sich um ein allgemeineres Problem (wie zum Beispiel dem Thema "Krümmungskreise der Ellipse"). In gemeinsamer "Arbeit", die als Unterrichtsgespräch, Lehrervortrag oder Frage-und-Antwortunterricht beschrieben werden kann, werden Probleme oder Aufgaben gelöst und die Lösung wird schriftlich fixiert. Auch in aktiven Klassen bestimmt weitgehend der Lehrer den Fortgang.
- Wenn es die Randbedingungen erlauben, wird eine Hausaufgabe aufgegeben.

Diese Vermutungen will ich an vorhandenem Material überprüfen.

Außer von Schülern erhalten wir Aussagen über Mathematikunterricht

- aus Unterrichtsdokumentationen,
- von Nachhilfelehrern,
- in Lehrproben,
- von Lehrern, die über ihren eignen Unterricht Aussagen machen.
- aus einschlägiger Unterrichtsforschung

Nur wenige Unterrichtsdokumentationen sind allgemein zugänglich. Der Katalog des Instituts für Film und Bild 1980/81 verzeichnet 11 Unterrichtsdokumentationen und Unterrichtsausschnitte. Gerade in den Beispielen, die einen längeren Zeitraum dokumentieren, wie die inhaltlich veraltete Serie "Einführung in die Mengenlehre" (33 2196 bis 33 2199), wird deutlich, daß die Stoffvermittlung dem Lehrer vorbehalten ist. Auch da, wo die Schüler am Unterrichtsgespräch aktiv teilnehmen, ist ihre Rolle darauf beschränkt, Denkschritte nachzuvollziehen, die der Lehrer für sie vorbereitet hat.

Ein ähnliches Bild bieten Wortprotokolle von Mathematikunterricht, die man in einigen Veröffentlichungen findet. Niegemann (F Niegemann, Lehren und Lernen von Begriffen, Diss. Uni. Saarbrücken, 8.8.1978) bezieht sich beispielsweise in seiner Dissertation auf ein solches Wortprotokoll, in dem fast schon suggestiv die Begriffe Scheitel eines Winkels und Schenkel eines Winkels an den Schülern herausgelockt werden. (F a.a.O. S. 342 ff.; ein typisches Beispiel für ein Vorgehen, bei dem Konventionen, statt vorgegeben zu werden, scheinbar kreativ von den Schülern "gefunden" werden, während an der Begriffsbildung selbst praktisch nicht gearbeitet wird.)

Auch die lokal in den audiovisuellen Zentren einzelner Hochschulen dokumentierten Unterrichtsabläufe sprengen -soweit ich sie kenne - den Rahmen nicht, der durch die Betonung der Führungsrolle des Lehrers in bezug auf Information und Steuerung des Unterrichts gekennzeichnet ist. (Eine Ausnahme ist eine inzwischen gelöschte Aufzeichnung der PH Ludwigsburg.) **(Unterrichtsaufzeichnungen werden erst nach dem Rahmen der Lehrerausbildung eingesetzt - für mich nach wie vor unverständlich.)**

Nachhilfeunterricht ist unter den Studierenden für das Lehramt weit verbreitet. Oft steht dabei weniger die erwartete Vergütung im Vordergrund als vielmehr die Erfahrung, die man als werdender Lehrer mit Nachhilfeunterricht sammeln möchte. Der Erfolgsdruck, unter dem der Nachhilfelehrer gegenüber seinem Nachhilfeschüler und dessen Eltern steht, verstärkt das Interesse an der Analyse des eigenen Vorgehens ebenso wie an der Analyse des Lehrervorgehens. Ungereimtheiten werden häufig in die Dozentenstunde getragen und dort erörtert. Auch von dieser Quelle wird das Bild des lehrerzentrierten Unterrichts mit einem manchmal schroff verteidigten Informationsmonopol des Lehrers gespeist.

Lehrproben und deren Nachbesprechung vermitteln naturgemäß nicht das Bild des normalen Alltagsunterrichts. Der Einsatz von Medien, der Wechsel in den Unterrichtsformen, der persönliche Einsatz des Unterrichtenden sind gegenüber dem Alltag stärker ausgeprägt. Trotzdem erlauben auch Lehrproben einen Rückschluß auf den Alltagsunterricht: "Von meinem Mentor sind die Schüler nur Frontalunterricht gewöhnt" ist eine vielfach vorgebrachte Entschuldigung dafür, daß auch in der Lehrprobe der straffe Frontalunterricht an erster Stelle steht.

Mit der grundsätzlichen Schwierigkeit, ein unverfälschtes Bild der im normalen Mathematikunterricht angewendeten Methoden zu erhalten, hat sich auch das Max-Planck-Institut für Bildungsforschung auseinandergesetzt. Über das dort für einen Ausschnitt aus der Gesamtheit des Mathematikunterrichts entwickelte Konzept und seine Realisierung berichtet Hopf (F Hopf, Mathematikunterricht - Eine empirische Untersuchung zur Didaktik und Unterrichtsmethode in der 7. Klasse des Gymnasiums, Klett-Cotta, Stuttgart 1980). Diese Untersuchung stützt sich, nachdem andere Untersuchungsmöglichkeiten verworfen worden waren, auf die Selbstbeurteilung des Unterrichts durch die Lehrer anhand eines Fragebogens. Nach meiner Kenntnis handelt es sich bei dieser Untersuchung um die umfassendste, die zur Frage des unterrichtlichen Vorgehens im Mathematikunterricht an deutschen Schulen unternommen worden ist. Dies rechtfertigt eine Auseinandersetzung mit dieser Untersuchung und ihren Ergebnissen.

Die PISA-Nachfolgestudie für Lehrerverhalten scheint die gleiche Methode anwenden zu wollen.

Die Untersuchung stützt sich auf die Befragung von Mathematiklehrern von siebten Gymnasialklassen. Die Befragung selbst erfolgte in den Jahren 1968 bis 1970 und war an 417 Gymnasien einer repräsentativen Stichprobe gerichtet. Die Auswertung nahm längere Zeit in

Anspruch. Sie erstreckte sich auf verschiedene Gesichtspunkte. Die Publikation der Auswertung in Bezug auf den Mathematikunterricht, für die 397 Fragebogen herangezogen wurden, ist im Jahr 1980 erfolgt.

Neben der grundsätzlichen Problematik von Generalisierungen müssen die Ergebnisse mit drei spezifischen Einschränkungen betrachtet werden:

- Die Datenerhebung liegt (1985) rund fünfzehn Jahre zurück. In der Zwischenzeit könnten sich theoretisch grundlegende Änderungen ergeben haben.
- Die Antworten sind von Lehrern gegeben worden, die unter Umständen die Leitbegriffe der Befragung nicht alle im gleichen Sinn verstanden haben. Außerdem muß mit einem Effekt gerechnet werden, der bei Befragungen dieser Art wirksam werden kann: Die Antworten werden geschönt im Hinblick auf ein Lehrverhalten, das gegenüber dem praktizierten in der Fachdidaktik oder bei der Schulaufsicht einen besseren Ruf hat. (F Vergleichen Sie zum Beispiel die in der Infratestuntersuchung des FWU () die Diskrepanz zwischen der Einschätzung der Bedeutung der AV-Medien für den Unterricht und der tatsächlichen Nutzung.)
- Mit wenigen Ausnahmen gab es bei den insgesamt 337 Fragen keine Möglichkeit zur freien Beantwortung. Dies kann zu einer Anpassung an die Erwartungen der Befragter führen.

Trotz dieser Einschränkungen gehe ich davon aus, daß wesentliche Aussagen der Untersuchung heute noch unverändert gültig sind, und daß diese Aussagen nicht nur für siebte Klassen eines Gymnasiums sondern ebenso für die Lehrer anderer Schularten und Stufen typisch sind, soweit sie das Selbstverständnis des Lehrers und die von ihm überwiegend praktizierte Unterrichtsorganisation betreffen. Die Ergebnisse stehen nämlich an keiner Stelle im Widerspruch zu den weiter oben angeführten Quellen für Aussagen über methodisches Vorgehen und Unterrichtsorganisation.

Die Fragen wurden mit einer Grobgliederung ausgegeben:

- I Lehrbuch (18 Fragen)
- II Erarbeitung eines neuen Sachverhalts (8 Fragen)
- III Übungen (20 Fragen)
- IV Wiederholung (13 Fragen)
- V Verwendung von vier speziellen Unterrichtsmethoden (115 Fragen)
- VI Hausaufgaben (14 Fragen)
- VII Ziele und Inhalte (47 Fragen)
- VIII Unterrichtsorganisation (13 Fragen)
- IX 12 Fragen mit verschiedenartigen Inhalten
- X Verwendung technischer Hilfsmittel (11 Fragen)
- XI Leistungsbeurteilung (40 Fragen)

Ein großer Teil der Fragen wird nach dem Schema "sehr oft - oft manchmal - selten - nie" beantwortet. Für jede der möglichen Antworten werden im Anhang 6 des Buches absolute und prozentuale Häufigkeiten angegeben.

Auf die Einzelauswertungen bei Hof will ich nicht näher eingehen. In der Schlußbetrachtung heißt es unter anderem (F a.a.O. S. 191/192) "..., so daß kaum ein Anlaß besteht, nach Interpretationen zu suchen, die auf eine generelles, Unterrichtsphasen übergreifendes Konzept rekurrieren. Wir stehen damit vor dem erklärungsbedürftigen Resultat, daß ein den Mathematikunterricht breit beschreibendes Datenmaterial einerseits ein lockeres Bündel relativ trivialer Verhaltensweisen ausweist, welche die Lehrer in ihrer Mehrheit befürworten oder ablehnen ('modaler Mathematikunterricht'), daß andererseits aber fast keinerlei übergreifende Strukturen sichtbar werden, die auf die Existenz umfassender unterrichtsmethodischer, in sich stimmiger Konzepte schließen lassen." Im weiteren wird diese Beobachtung auf konkurrierende, in der Lehrerausbildung unreflektiert weiterergebene Unterrichtstraditionen zurückgeführt und daraus geschlossen (a.a.O. S.196/197): "**Wenn diese Erklärung zutrifft, dann sind damit die Wirksamkeit der Lehreraus- und -fortbildung sowie die Bedeutsamkeit der partikulären didaktischen Anforderungen für das Lernen der Schüler in Frage gestellt. Denn vermutlich verläuft der Mathematikunterricht über eher weite Strecken nach dem oben gezeichneten Muster des modalen Mathematikunterrichts, der, an den Ansprüchen didaktisch-methodischer Programme gemessen, ein trauriges Bild bietet.**"

Um eine Alternative aufzeigen zu können, muß dieses ursprüngliche Bild mit einigen Strichen nachgezeichnet werden.

Ein wichtiger Gesichtspunkt scheint mir die Rolle des einzelnen Schülers für den Lehrer zu sein. Es ist bemerkenswert, daß entsprechende Fragen "selten oder nie" auf eine Berücksichtigung der individuellen Interessen und Bedürfnisse einzelner Schüler schließen lassen. (Frage 201: Rund 80 % der Lehrer stellen selten oder nie Hausaufgaben zur Auswahl; Frage 262: rund 73 % der Lehrer weisen selten oder nie individuelle Hausaufgaben zu; Frage 242: rund 87 % lassen selten oder nie gruppenteilig arbeiten; Frage 8: rund 73 % fördern selten oder nie die Rolle des Schulbuchs als weitere Informationsquelle neben dem Lehrer).

Auch der als Kollektiv angesehenen Klasse wird nur ein verschwindend kleiner Einfluß auf die Steuerung des Unterrichts eingeräumt (Frage 55: rund 66 % der Lehrer setzen selten oder nie Übungen ein, die von den Schülern entwickelt werden; Frage 284: rund 80 % der Lehrer beteiligen die Schüler selten oder nie an der Auswahl des Stoffs (aus vorgegebenen Bereichen); Frage 284: rund 77 % der Lehrer beteiligen die Schüler selten oder nie an der Organisation des Unterrichts).

Nimmt man zu den aufgeführten Beispielen die Beteiligung der Schüler an den verschiedenen Formen des Unterrichtsgesprächs und des Lehrervortrags hinzu, so ergibt sich für den durchschnittlichen Beantworter des Fragebogens das Bild eines Lehrers, der

- den mathematischen Stoff zu vermitteln hat,

- für die Aufmerksamkeit der Schüler Verantwortung übernimmt (Frage 187: rund 97 % der Lehrer glauben, darauf zu achten, daß sich jeder Schüler am Unterricht beteiligt),
- den Lernerfolg der Schüler benotet (dabei geben - Frage 328 - weniger als 20 % der Lehrer den Bewertungsmaßstab für die Klassenarbeit vor der Arbeit (oft oder sehr oft) bekannt.

Was nach dem Gesagten der Lehrer tut, scheint den Erwartungen allgemein zu entsprechen. Daß weitere Erwartungen erfüllt werden könnten, wird erst deutlich, wenn hervorgehoben wird, was nach dem Ergebnis dieser Befragung der durchschnittliche Lehrer nicht tut:

- Der Lehrer bemüht sich nicht um die individuellen Bedürfnisse des einzelnen Schülers.
- Der Lehrer setzt die Intelligenz seiner Schüler nicht ein, um die Unterrichtsorganisation zu verbessern.
- Der Lehrer führt nicht an die Nutzung anderer Informationsquellen heran.

In Lehrer-Eltern-Gesprächen wird oft deutlich, daß sich Lehrer überfordert fühlen, wenn sie individuelle Schülerbedürfnisse berücksichtigen sollen.

Es wird deutlich, daß die Möglichkeit, die Intelligenz der Schüler für die Organisation des Lernens einzusetzen, überhaupt nicht gesehen wird. Dies kontrastiert zugleich mit der vor allem bei Lehrerverbänden vertretenen Abneigung gegen selbständiges Schülerlernen und die damit verbundene Modifikation der Lehrerrolle. Ich möchte im folgenden zeigen, daß es durchaus praktikabel ist, individuelle Schülerbedürfnisse zu befriedigen und insbesondere die Intelligenz der Schüler bei der Organisation ihres eigenen Lernens einzusetzen. Wir dürfen davon Wirkungen über die erworbenen mathematischen Fertigkeiten hinaus erwarten (in Neudeutsch: *soft skills*).

Verbesserungen können nicht auf wenige Einzelstunden beschränkt werden. Wenn sie voll wirksam werden sollen, muß langfristig gedacht werden. Nochmals Hopf (a.a.O. S. 198):

"Konkret bedeutet dies, daß langfristige Unterrichtsexperimente (17) zunehmend wichtig werden dürften, in welchen die Beteiligten bewußt und konsistent nach Methoden arbeiten, die zuvor auf ihre Implikationen für alle Unterrichtsphasen durchdacht wurden." - Ein derartiges langfristiges Unterrichtsexperiment soll uns als nächstes beschäftigen.

3.3 Die Lehrerrolle in einem langfristigen Unterrichtsversuch eine methodische Alternative

Die Grundlage des in diesem Abschnitt zu schildernden Unterrichtsversuchs bilden die folgenden Postulate:

- Der Lehrer ist verantwortlich für die Verteilung des Lehrstoffs innerhalb des Schuljahrs.
- Der Lehrstoff ist im Schulbuch hinreichend konkretisiert.
- Wenn die Ziele eines Lehrabschnitts hinreichend deutlich sind, kann älteren Schülern die Lernorganisation übertragen werden, sofern die Schüler die Möglichkeit zur selbständigen Kontrolle ihrer Arbeit erhalten.
- Im Mathematikunterricht genügt das Lösungsheft zum eingeführten Lehrbuch für die Selbstkontrolle.
- Wenn die Schüler selbst für ihre Lernorganisation verantwortlich sind, können bessere Gesamtergebnisse als im herkömmlichen, lehrerzentrierten Unterricht erreicht werden.

Vielleicht machen Sie sich noch kein klares Bild von einem Unterricht, in dem die soeben aufgestellten Postulate überprüft werden können. Die Abweichungen gegenüber dem herkömmlichen Unterricht sind beträchtlich. Man könnte zum Beispiel als Lehrer folgendermaßen vorgehen:

Als erstes teilt der Lehrer den für das Schuljahr vorgeschriebenen Stoff auf kleinere Lernabschnitte auf. Es ist zweckmäßig, jeden Lernabschnitt mit einer Klassenarbeit abzuschließen. Damit erhält man einen externen Gliederungsgesichtspunkt, der auch im herkömmlichen Unterricht in der Regel die Gliederung bestimmt.

Als nächstes sind fachdidaktische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Es ist wünschenswert, daß ein solcher Lernabschnitt inhaltlich abgeschlossen ist. Manchmal wird es sich nicht vermeiden lassen, zwei verschiedene Themen in einen Lernabschnitt hineinzupressen. In der Regel läßt sich jedoch der Lehrstoff so gliedern, daß jedem Thema ein eigener Lernabschnitt zugewiesen werden kann. Gelegentlich wird ein Thema sogar auf mehrere Lernabschnitte verteilt werden müssen; dann lassen sich aber meistens thematisch abgeschlossene Teilabschnitte finden.

Die Information der Schüler über diese Vorarbeiten des Lehrers kann durch einen schriftlichen Arbeitsplan erfolgen. Ein Beispiel für einen solchen Arbeitsplan zeigt das folgende Bild. (Sie entnehmen dem Beispiel, daß es dokumentarisch ist, also nicht am grünen Tisch konstruiert.)



Zwischen der Ausgabe des Arbeitsplans und der Klassenarbeit kann nun der Lernprozeß ausschließlich von den Schülern selbst organisiert werden. Es ist zu erwarten, daß dies auf unterschiedliche Weise geschieht. Manche Schüler werden keinen Kontakt zu anderen Schülern oder zum Lehrer suchen. Andere dagegen werden versuchen, sich an jemand anderen "anzuhängen", das heißt, sie werden zunächst abwarten, ob sie von Mitschülern oder vom Lehrer selbst Ergebnisse übernehmen können. Es wird eine ganze Weile dauern, bis sie die Wertlosigkeit der konkreten Ergebnisse der gestellten Aufgaben erkennen, da ihnen diese ja unmittelbar durch Kopieren des Lösungsheftes zur Verfügung stehen.

Wenn eine solche Lernsituation sich über einen hinreichend großen Zeitraum erstreckt, werden sich größere oder kleinere Gruppen bilden, in denen die Schüler miteinander arbeiten in einer Weise, bei der jeder einzelne Schüler seine Beiträge zur Arbeit der Gruppe leistet. Von Fall zu Fall wird sich dabei arbeitsteiliges Vorgehen ergeben. Häufig wird dieses arbeitsteilige Vorgehen so aussehen, daß jeder für sich am gleichen Teilproblem arbeitet, bis dieses Teilproblem gelöst ist, oder bis deutlich wird, daß die Teillösung nicht gelingt. Dann werden die Ansätze in der Gruppe erörtert, bis sich eine Lösung abzeichnet. Solche Gruppen können über längere Zeit stabil sein. Man wird aber als Tendenz beobachten können, daß sich die Schüler bei einfacheren Aufgaben auf sich selbst zurückziehen, während bei schwierigeren Aufgaben sogar Kontakte über die Gruppe hinaus gesucht werden. Insgesamt ist zu erwarten, daß die Schüler wesentlich intensiver an den inhaltlichen Zielen des Mathematikunterrichts arbeiten als im herkömmlichen Unterricht. - Oder sind Sie vielleicht skeptisch?

Was soeben als Erwartungen formuliert war, ist in Wirklichkeit Beobachtung bei einem Unterrichtsversuch, der sich über zwei Schuljahre erstreckt hat, und an dem zwei Klassen beteiligt waren. Eine Beschreibung des Versuchs finden Sie in **hier**. Dieser Beschreibung entnehmen Sie zugleich, daß dieser Ansatz nicht, wie Sie vielleicht insgeheim befürchtet haben, zu einem Chaos führen muß, sondern im geschilderten Fall - gemessen am Außenkriterium der zentralen Reifepfprüfung - als erfolgreich angesehen werden kann.

Der Erfolg des Versuchs ist nicht auf die erzielten mathematischen Leistungen beschränkt. Die Schüler haben durch die Selbständigkeit ihrer Arbeit Zutrauen zu sich selbst gewonnen, gelernt, ihre Zeit vernünftig einzuteilen, Informationsquellen selbständig zu nutzen und gesehen, daß Kooperation allen Beteiligten nützt.

Unter Umständen ist es für Sie noch schwierig, sich die Rolle des Lehrers in diesem Unterricht vorzustellen. Dieser Lehrer nimmt fast keine der Funktionen des Lehrers im herkömmlichen Unterricht wahr:

- Die Stoffvermittlung ist an das Schulbuch übertragen worden.
- Die Kontrolle der Schülerarbeit wird während der Erarbeitungsphase vom Schüler selbst mit Hilfe des Lösungsheftes vorgenommen.
- Die Aufteilung des Stoffs innerhalb eines Unterrichtsabschnitts liegt beim Schüler.

Auf den ersten Blick kann der Anschein entstehen, daß für den Lehrer bei diesem Unterricht keine sinnvollen Aufgaben übrig bleiben. Was tut der Lehrer während der Unterrichtszeit?

Nach auf dieses Antwort zu können, sind die Randbedingungen des Versuchs nochmals in Erinnerung rufen: Durch die zentrale Reifepfprüfung am Ende des zweijährigen Versuchs ist ein Unterrichtsziel festgelegt, das vom Lehrer in keiner Weise manipuliert werden kann. Die Schüler wissen, daß es dieses Ziel zu erreichen gilt, auch wenn sie sich beim Beginn des Versuchs noch nicht darüber klar sind, wie dieses Ziel im einzelnen beschrieben werden könnte. Es fehlen ihnen noch die Voraussetzungen, die ihnen eine Beurteilung der Anforderungen erlauben würden. (Die Schüler befinden sich also in der gleichen Lage wie im sogenannten "offenen Unterricht", bei dem die Schüler Unterricht nach den eigenen Bedürfnissen bestimmen sollen. Aus mangelnder Einsicht in mögliche Ziele sind sie dazu nicht in der Lage. Bei unserem Versuch sind dagegen die Ziele von der Gesellschaft vorgegeben, und

wir unterstellen, daß diese Vorgabe sachgerecht ist.)

Wir erkennen nun eine mögliche Aufgabe für den Lehrer bei dem geschilderten Unterrichtskonzept: Die individuelle Optimierung der Lernergebnisse. Dieses Ziel nimmt zwar auch der herkömmliche Unterricht für sich in Anspruch, jedoch klappt ein Abgrund zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Nur ein Übermensch wäre in der Lage, neben dem inhaltlichen Fortgang des Unterrichts auch nur einigermaßen den Überblick über die momentanen Lernschwierigkeiten der einzelnen Schüler zu behalten. Von einem Einblick in die jeweilige individuelle Lernsituation kann nicht die Rede sein. Ermöglicht wird die Fiktion der Übersicht im herkömmlichen Unterricht vermutlich vor allem dadurch, daß ein großer Teil der Schüler es aufgegeben hat, daß sie ihm gemäßen Lernsituationen zu reklamieren. (Daß die Lehrer ein vages Gefühl dafür haben, daß sie sich doch nicht so, wie es eigentlich nötig wäre, um die einzelnen Schüler kümmern können, beweist der Ruf nach der kleineren Klasse, der begründet wird mit der Möglichkeit, besser auf den Schüler eingehen zu können.)

Bei einem Untricht gemäß dem Aufsatz ist der Lehrer während der Unterrichtszeit frei für die Erfassung der Lernzustände der einzelnen Schüler. Insbesondere ist es ihm möglich, individuelle Schwierigkeiten zu erkennen, deren Verfolgung im herkömmlichen Unterricht zu einer Vernachlässigung des Rests der Klasse führen müßte. Dies darf nun nicht so mißverstanden werden, daß der Lehrer in diesem Fall selbst Einzelhilfen geben müßte. Häufig wird es fruchtbarer sein, die Auseinandersetzung mit den Anforderungen des Stoffs bei den Schülern zu belassen und nur zwischen den Schülern zu vermitteln: "Vielleicht kann Ihnen hier die Gabi weiterhelfen?" ist ein Anstoß, mit dem einerseits Andrei einen Gesprächspartner für seine augenblicklichen Probleme erhält, andererseits aber Gabi dadurch, daß sie ihre Gedankengänge für einen anderen formuliert, eine Rückmeldung darüber erhält, wie weit sie selbst den Inhalt schon hinreichend verarbeitet hat.

Während im herkömmlichen Unterricht das Gespräch fast ausschließlich in der Form Plenum-Einzelschüler (oder Plenum-Lehrer) abläuft, ist bei einem Unterricht entsprechend dem geschilderten Versuch eine Vielzahl von Gesprächen zu verschiedenen (oder auch gleichen) Fragen gleichzeitig möglich. Der Lehrer versteht seine Aufgabe richtig, wenn er laufend solche Gespräche vermittelt. Auf diese Weise ist arbeiten die Schüler über weite Strecken wesentlich intensiver als im herkömmlichen Unterricht. Nebenbei sei erwähnt, daß diese intensive Arbeit am Stoff weniger anstrengend ist als die Beteiligung an einem fragend-entwickelnden Unterricht innerhalb der ganzen Klasse. Die Geschwindigkeit des Fortschreitens muß sich nicht nach einem fiktiven Durchschnitt richten, bei dem ein Teil der Schüler gebremst, ein anderer überfordert wird.

Günstig für den Erfolg des Versuchs war sicher auch, daß sich durch Analyse der Aufgaben der zentralen Reifeprüfung von Baden-Württemberg die in diesen Aufgaben konkretisierten Ziele den Schülern einprägsam vermitteln lassen. Daß es im Verlauf der zwei Jahre nicht bei mechanischen Fertigkeiten blieb, sondern daß sich auch viele Gelegenheiten für Grundsatzdiskussionen eingefunden haben, in denen es um den Bildungswert der Mathematik ging, sei ausdrücklich hinzugefügt.

Die nähere Betrachtung des Unterrichts in diesem Versuch zeigt zwei Hauptfunktionen des Lehrers: Diagnose und Lernsteuerung.

Die Diagnose erfaßt zum einen den Bereich des inhaltlichen Lernfortschritts. Der Lehrer muß erkennen, er muß inhaltliche Probleme der Schüler bearbeiten, welche Methoden er dazu einsetzt. Er muß beurteilen können, ob die vom Schüler angewendeten Methoden der Aufgabe angemessen sind, oder ob der Schüler Hinweise auf andere Möglichkeiten des Vorgehens braucht.

Zum anderen muß die Motivationslage des Schülers diagnostisch beobachtet werden. Die inhaltliche Leistung des Schülers hängt ja nicht nur von seiner Leistungsfähigkeit ab, vielmehr ist eine zielgerichtete Arbeitsmotivation gleichfalls eine notwendige Bedingung für den inhaltlichen Erfolg.

Der Verlauf des Unterrichts nach der Art des Versuchs schafft dem Lehrer ausreichend Zeit für diese diagnostischen Aufgaben. Auch in größeren Klassen kann er mehrmals während eines der von der Schulorganisation zur Verfügung gestellten 45-Minuten-Intervalle mit jedem Schüler beziehungsweise mit jeder Schülergruppe ein kurzes Gespräch führen. Durch geeignete Lenkung des Gesprächs der Lehrer dabei sowohl von inhaltlichen Schwierigkeiten als auch von Motivationsproblemen.

Diagnose ohne Therapiemöglichkeiten ist nicht hilfreich. Durch geeignete Steuerungsmaßnahmen können weit mehr Therapiemöglichkeiten als im herkömmlichen Unterricht fruchtbar gemacht werden. Der normale Lehrer wird dabei zuerst wieder daran denken, was er selbst zur Therapie beitragen kann. Ein Lehrer, der die Intelligenz der Schüler als wesentlichen Faktor für erfolgreiche Lernprozesse ansieht, stellt sich vor einem eigenen Eingreifen die Frage, ob einer der anderen Schüler zum fraglichen Zeitpunkt in der Lage ist, die entsprechenden Hilfen - sei es im inhaltlichen Bereich, sei es bezüglich der Motivation - zu geben. Für den durchschnittlichen Schüler wird sich fast immer ein Partner finden lassen, der in der momentanen Situation in der richtigen Weise einspringen kann. Über einen längeren Zeitraum läßt sich fast immer erreichen, daß auf diese Weise eine wechselseitige Kooperation entsteht, bei der jeder Schüler das eine Mal produktiv, das andere Mal mehr rezeptiv in den Erarbeitungsprozess einbezogen ist. Häufig wird der Lehrer auch auf ein geeignetes Medium, zum Beispiel auf eine Stelle im Schulbuch, hinweisen können, die den inhaltlichen Anschluß herbeiführt.

Eingriffe des Lehrers selbst werden erforderlich bei besonders leistungsfähigen und rasch arbeitenden Schülern. Diese brauchen unter Umständen zusätzliche Anregungen. Solche Anregungen können Literaturhinweise sein, oder auch nur Denkanstöße für die Untersuchung eines anderen Aspekts der in Arbeit befindlichen Fragestellung. Auch bei Schülern mit besonderen Lernschwierigkeiten ist häufig eine unmittelbare Zuwendung des Lehrers notwendig.

Natürlicherweise fehlt es den Mitschülern oftmals an der Geduld oder noch häufiger an der Einsicht in eine völlig andere Basis gedanklichen Vorgehens bei solchen Schülern, während man diese Eigenschaften vom kompetenten Lehrer fordern muß.

Bei dem geschilderten Vorgehen ist die durchschnittliche Aktivität jedes einzelnen Schülers erheblich größer als im herkömmlichen Unterricht. Diese Aktivität kommt sowohl dem inhaltlichen Fortschritt als der Motivationslage zugute.

Warum ist dann eine solche Unterrichtsführung so selten? Untersuchungen zum Thema Lehrstil haben ergeben, daß das unterrichtliche Vorgehen eines Lehrers dominant von dem in der eigenen Schulzeit erlebten Stil der Unterrichtsführung abhängt. Der Einfluß des vom Mentor bei der Einführung in die Schulwirklichkeit praktizierten Lehrstils ist bereits von wesentlich geringerer Bedeutung. Andere Erfahrungen im Rahmen des Studiums tragen im Durchschnitt nur wenig zum späteren Lehrerverhalten bei. So ist es zu verstehen, wenn sich das durchschnittliche Lernverhalten nur in großen Zeiträumen ändert läßt.

Eine Chance für Alternativen zum herkömmlichen Unterricht in der heutigen Schulwirklichkeit gibt es: Die flexibleren unter den Lehrern sehen es nach zwei bis drei Jahren Bewährung in der Praxis als unbefriedigend an, nun nach dem erprobten Muster drei bis vier Jahrzehnte "im gleichen Stiefel" Dienst zu tun. Die persönliche Bewährung im Schuldienste ist gelungen und hat das Selbstvertrauen gestärkt. Es entsteht der Wunsch nach Neuem. Neben der Flucht in außerschulische Tätigkeitsfelder oder in Beförderungsstellen ist die Arbeit an der Verbesserung der Einrichtung Schule ein weites Tätigkeitsfeld, das neben der gleichfalls unverzichtbaren Arbeit an inhaltlichen Fragen fachdidaktischen Fragen im engeren Sinn - sich durchaus auch dem Problem alternativer Formen der Unterrichtsorganisation widmen kann. Eine solche Hinwendung muß nicht gleich zu einem zweijährigen Unterrichtsversuch extremer Art führen; es genügt, wenn im kleineren Maßstab damit begonnen wird. Anregungen dazu soll der nächste Abschnitt bringen.

3.5 Die Aktivierung der Schüler für die Optimierung des Lernprozesses

Wir beschäftigen uns in diesem ganzen Buch mit Alternativen. Die Betrachtung der Alternativen ist nicht Selbstzweck. Wir erhoffen uns von ihnen eine Optimierung der individuellen Lernprozesse. Dies anzustreben ist ein Auftrag des Grundgesetzes.

Ich vertrete, insbesondere auch nach den Erfahrungen mit dem im letzten Abschnitt geschilderten Unterrichtversuch, die These, daß wir zu einer solchen Optimierung beitragen, indem wir die Intelligenz der Schüler auch für die einsichtige Unterstützung des eigenen Lernprozesses einsetzen und nicht nur am inhaltlichen Ergebnis des Unterrichts allein deutlich werden lassen. Der Eigenbeitrag der Schüler ist dabei um so größer, je früher er gefordert wird und je älter die Schüler sind. In einer zweiten Klasse darf nicht so viel erwartet werden wie in einer fünften; der Fünftklässler kann weniger zur Optimierung seines Lernens beitragen wie Schüler höherer Klassen. Es ist indessen kein Naturgesetz, daß selbständiges Lernen erst nach dem Eintritt in das Berufsleben erlaubt werden darf. Die Selbständigkeit beim Lernen ist vielmehr unmittelbar ein Resultat der angebotenen Lernumgebung.

Die Lernumgebung in der allgemeinbildenden Schule kann weithin im Rahmen der Methodenfreiheit vom einzelnen Lehrer gestaltet werden. Von der Grundeinstellung des Lehrers hängt es ab, welche Entfaltungsmöglichkeiten den Schülern während des Lernens eingeräumt werden. Erstaunlich und betrüblich zugleich ist die Beobachtung, daß die überwältigende Mehrheit aller Lehrer sich einerseits bis an die Grenze gefordert fühlt, auf der anderen Seite aber Hemmungen hat, Teilfunktionen der Unterrichtsarbeit an Schüler oder Medien zu delegieren. In vielen Diskussionen zum Einsatz von Unterrichtsmedien ist mir die Frage begegnet "Kann der Lehrer das nicht selber machen?" oder noch knapper die Feststellung "Ich mache das so!". Die Gegenfrage "Muß das wirklich der Lehrer selber machen" bewirkt dagegen Abwehr.

Die Prüfung der letzten Frage im Hinblick auf die Optimierung des individuellen Lernerfolgs ist nur schwer in Gang zu bringen.

Es wäre falsch, anzunehmen, daß die soeben notierten Bemerkungen nur auf Lehrer mit Berufserfahrung zutreffen. Auch bei Studierenden des Lehramts ist für die ernsthafte Prüfung von Alternativen nur wenig Verständnis zu finden. Letztere kämpfen noch um das Überleben in der Klasse; dabei scheinen sie den Blickwinkel auf den Stoff und seine Darbietung zu verengen. Für Alternativen in der Lernorganisation fehlt ja auch bei den meisten die Erfahrung aus der eigenen Schulzeit.

Es gibt vielleicht noch einen weiteren Grund, warum Lehrern in Fragen der Lernorganisation den engen Bereich des lehrerzentrierten Unterrichts bevorzugen: Dies erleichtert es, die Fiktion aufrechtzuerhalten, daß mit der eigenen Unterrichtsarbeit alles zum Besten steht. Sobald der Lehrer einige Routinetätigkeiten an die Schüler abgeben hat, bleibt ihm mehr Zeit - und Gelegenheit - Unvollkommenheiten bei den Schülern zu beobachten, die ignoriert werden können, wenn man "eine Klasse" unterrichtet und nicht einzelne Schüler.

Glücklicherweise kann man die Selbständigkeit der Schüler in kleinen Schritten steigern, bei denen man schon nach kurzer Zeit positive Rückmeldungen bekommen kann. Die entscheidenden ersten Schritte haben außerdem schon seit langem Eingang in das deutsche Schulwesen gefunden, so daß eigentlich nur der in den letzten hundert Jahren begonnene Weg konsequent fortgesetzt werden muß.

Wir erkennen dies deutlicher, wenn wir uns einmal im Schulwesen anderer Länder umsehen und dabei von den romanischen Ländern ausgehen, obwohl auch dort inzwischen langsam Veränderungen im Lehrerverhalten vor sich gehen. Es gibt dort auch heute noch Schulen, in denen die Türen zu den Klassenzimmern kleine Fenster besitzen, durch die die Schulaufsicht unbemerkt einen Eindruck vom Unterricht beschaffen kann und dies regelmäßig auch tut. Der

nach den Äußerungen der Schulaufsicht "gute Lehrer" sitzt oder steht am Katheder, das noch - wie zu meiner Jugendzeit - erhöht aufgestellt ist. Er doziert und die Schüler scheinen zuzuhören, wenn sie gerade nicht mitschreiben müssen. Zwischenfragen von Schülern werden als Zeichen von Unbotmäßigkeit angesehen; deren Duldung läßt den schwachen Lehrer erkennen.

Der reine Lehrervortrag kommt bei uns nur noch ausnahmsweise vor. Selten füllt er eine ganze Unterrichtsstunde. Wenn wir die Untersuchungen von Hopf (Hopf 1980) verallgemeinern dürfen, ist er auf geeignete Anlässe beschränkt.

Der Schüler ist, wenn er nicht abschaltet, beim Lehrervortrag in seiner Eigeninitiative außerordentlich eingeschränkt. Er ist gezwungen, sich bei der Aneignung neuer Sachverhalte dem Vortragstempo anzupassen. Da nicht davon ausgegangen werden kann, daß alle Schüler mit dem gleichen Tempo des Vorgehens optimal angesprochen werden, ist also Unterforderung der schnellen und Überforderung der langsamen bei solchem Vorgehen unvermeidbar.

Scheinbar ist die aktive Beteiligung der Schüler bei denen in der Untersuchung von Hopf vorzugsweise genannten Formen des Unterrichts wesentlich höher als bei reinen Lehrervortrag. Bei näherer Prüfung kann man aber sowohl beim enggeführten Frage-und-Antwort-Unterricht als auch beim fragend-entwickelnden Unterricht eine Erschwerung gegenüber dem reinen Lehrervortrag entdecken. Wenn wir davon ausgehen, daß der reine Lehrervortrag sachlogisch und lernpsychologisch richtig aufgebaut ist, so müssen bei den Unterrichtsmethoden, die Schülerfragen einbeziehen, auch Irrwege inkaufgenommen werden, die das Mitdenken erschweren. Eine Anpassung an das optimale Lerntempo können nur wenige hartnäckige Schüler erzwingen. Gegenüber dem reinen Lehrervortrag bringen die fragenden Unterrichtsformen unter Umständen also sogar zusätzliche Schwierigkeiten.

Ansätze zu einer stärkeren Einbeziehung der Schüler finden sich am ehesten bei der Organisation von Übungen. In meiner eigenen Schulzeit erlebte ich nur bei einem einzigen Lehrer Phasen individueller Übung. Bei diesem "Präzeptor" lernte ich in den Klassen 5 und 6 das Rechnen mit natürlichen Zahlen im Zahlenraum bis zu einer Billion, eine breit angelegte Teilbarkeitslehre und das Bruchrechnen. Mit Erklärungen hielt er sich nicht auf; er diktierte ein Beispiel ins Heft, zu dem er die Lösung an die Tafel schrieb. Anschließend diktierte er weitere Beispiele, die die Schüler allein bearbeiten mußten. Partnerkontakte wurden weitgehend unterdrückt. Wer fertig war, mußte sich an der Tafel aufstellen. Und vor dem Läuten mußten die Außenstehenden der Reihe nach die Resultate vorlesen. War ein Ergebnis falsch, so kam der nächste dran oder der Lehrer sagte das richtige Ergebnis. Manche Kinder standen zwei Drittel der Unterrichtszeit vorne an der Tafel und waren stolz, schnelle Rechner zu sein. Damit war das Problem der inneren Differenzierung gelöst! Bei den nachfolgenden Lehren arbeiteten wir im Gleichakt. In einem Teil der Zeit wurde diktiert. In der übrigen Zeit wurden Aufgabenlösungen vom Lehrer oder einem Mitschüler an die Tafel geschrieben; die anderen Schüler übertrugen diese Lösungen in ihre Hefte. Wenn der Schüler an der Tafel nicht mehr weiter wußte, fragte der Lehrer "Wer kann's ihm sagen?" oder diktierte selbst den nächsten Schritt.

Wenn während des Studiums die Rede auf den Mathematikunterricht der Schule kam, berichteten meine Mitstudenten - von Ausnahmen abgesehen - von ähnlichen Erfahrungen. Allerdings erlebten wir einige faszinierende Meisterbeispiele fragend-entwickelnden Unterrichts, dessen Zerrbild wir in der Schule kennengelernt hatten, in Lehrproben von W. Schweizer (Haupterausgeber von *Lambacher-Schweizer*).

Heute, rund 30 Jahre nach diesen Erfahrungen, dürfte die Gruppe der Lehrer, die in den Übungsphasen der Selbständigkeit der Schüler größeres Gewicht geben, gewachsen sein. Ich entnehme nochmals Hopf (Hopf 1980; Fragen 59 bis 63) die vom Max-Planck-Institut für Bildungsforschung gewonnenen Erkenntnisse:

- 77% der Lehrer wählen nach eigenen Angaben für die Übungen sehr oft oder oft die Form des gemeinsamen Unterrichtsgesprächs.
- Rund 5% der Lehrer lassen öfter in Gruppen üben.
- Bei mehr als 60% der Lehrer wird höchstens "manchmal, selten oder nie" in selbständiger Arbeit geübt.

Das bei Hopf dargestellte Bild ist verträglich mit meinen eigenen Erfahrungen bei Unterrichtsbesuchen. Bei der größeren Zahl der Junglehrer und Lehrerstudenten bedarf es mehrfacher Ermutigung, um dem Gesichtspunkt selbständiger Arbeit der Schüler bei der Unterrichtsplanung Nachdruck zu verschaffen. Wenn noch in Rechnung gestellt wird, daß die positive Einschätzung selbständiger Schülertätigkeit durch den betreuenden Dozenten als bekannt angesehen werden kann, wird für den Alltag im geschlossenen Klassenzimmer der entsprechende Anteil wesentlich kleiner ausfallen.

Aus den Unterrichtsbesuchen ist eine weitere Beobachtung von Interesse, die vermutlich über meinen Beobachtungsbereich hinaus allgemeinere Gültigkeit besitzt. Was tut der Lehrer in der Phase der selbständigen Einzelarbeit der Schüler? - Der weitaus größere Teil der Unterrichtenden hält sich während dieser Zeit in der Nähe des Lehrertisches auf; sie blättern in ihren Unterlagen, sie schauen auf die Uhr oder lassen nicht erkennen, womit sie sich augenblicklich beschäftigen. Nur ein kleiner Teil nützt die Zeit für das Natürlichste, was in dieser Zeitspanne getan werden kann: Für die Information über die Arbeit der einzelnen Schüler. (F Junglehrer sind regelmäßig erstaunt, wenn sie sich dessen bewußt werden.)

Offenbar finden wir auch im Übungsbereich nur bescheidene Ansätze für mehr Selbständigkeit der Schüler. Es ist hier aber einfacher, eigene Versuche zu unternehmen, und das Risiko ist begrenzt, weil man sich als Lehrer ja stets in das frühere Verhalten flüchten kann - wenn man das nach den ersten Erfahrungen noch will.

Damit solche Erfahrungen auch wirklich positiv werden, müssen einige Gesichtspunkte beachtet werden:

- Die Phase selbständiger Schülerarbeit muß genügend lang sein (20 Minuten oder mehr).
- Die Schüler brauchen eine Möglichkeit für die Selbstkontrolle.

- Der Ausgleich unterschiedlicher Arbeitsgeschwindigkeiten muß im Voraus überlegt werden.
- Die Disziplinfrage stellt sich anders als im herkömmlichen Unterricht.
- Aggressionen der Schüler untereinander erschweren Phasen selbständiger Schülerarbeit.

Die Dauer der Phase selbständiger Arbeit ist vor allem für diejenigen Schüler wichtig, die mit Anlaufschwierigkeiten zu kämpfen haben. "Ich glaube, die meisten sind jetzt fertig!" habe ich schon viele Anfänger sagen hören, wenn die letzten Schüler noch nicht einmal ihr Schreibgerät in die Hand genommen haben. Auch bei längerer Gewöhnung kann es fast fünf Minuten dauern, bis alle Schüler tatsächlich mit der Arbeit begonnen haben. Bei zu kurz angelegten Arbeiten sind die ersten Schüler bereits mit der gestellten Aufgabe fertig, ehe die letzten die Fragestellung zur Kenntnis genommen haben.

Natürlich könnte der Lehrer verlangen, daß die Schüler die Lösungen ihm selbst zur Überprüfung vorlegen. Dabei ginge indessen ein wesentlicher Aspekt der selbständigen Tätigkeit verloren. Wie kaum in einem anderen Fach kann in Mathematik der Schüler selbst entscheiden, ob er eine gegebene Aufgabe richtig gelöst hat, wenn er mit einem "richtigen" Ergebnis vergleichen kann. In der Regel kann der Schüler sogar seinen Lösungsweg mit einer zugänglichen "Musterlösung" in Beziehung setzen und Übereinstimmung oder Abweichungen feststellen. Für Routineaufgaben genügt es meistens, nur die Ergebnisse auf einem Lösungsblatt auszulegen. (Bei vervielfältigten Arbeitsblättern können die Lösungen gleich mit angegeben werden, ohne daß dadurch die Fruchtbarkeit der Schülerarbeit beeinträchtigt werden muß). Die Schüler lernen so, auf ihr eigenes Urteil zu vertrauen. Ein Lehrerurteil dazu wäre sogar schädlich, wenn man von Ausnahmen wie Fragen der Schrift oder des Layouts absieht.

Für den Lehrer ist die Möglichkeit der Selbstkontrolle auch deshalb wichtig, daß er nicht durch Aufgabenkontrolle abgelenkt wird, wenn er sich während der Stillarbeitsphase einzelnen Schülern zuwendet oder sich einen Überblick über die Einzelleistungen der Schüler verschafft oder, worauf noch zurückzukommen ist, in die Steuerung des Ablaufs eingreift. Keine Regel ohne Ausnahme: Natürlich ist in manchen Fällen eine gemeinsame Besprechung nützlich, natürlich ist in manchen Fällen die Lösungsfolie auf dem Arbeitsprojekt vorzuziehen.

Ein möglicher Grund, warum so viele Lehrer sich scheuen, Phasen selbständiger Arbeit in größerem Umfang in ihre Unterrichtsplanung einzubeziehen, könnte in der unterschiedlichen Arbeitszeit der Schüler und den Problemen des Ausgleichs zu suchen sein. Je länger die Phase dauert, desto gravierender wird das Problem: "Ich bin fertig; was soll ich jetzt machen?" - "Warte bis die anderen auch soweit sind!" Dieses Rudiment eines Dialogs ist leider da, wo selbständige Schülerarbeit gepflegt wird, nicht selten. Auch in einem Unterricht mit nur kurzen Phasen selbständiger Schülerarbeit muß für eine gleichmäßige zeitliche Belastung aller Schüler werden.

Dafür gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten, unter denen zu wechseln für den interessierten Lehrer kaum Mühe bereitet:

- Zusatzaufgaben verschiedener Art können für Beschäftigung sorgen. Dabei kann es sich um ein vergrößertes Angebot von Aufgaben der gleichen Art ebenso handeln wie um andersartige Aufgaben aus dem gerade bearbeiteten Bereich.
- Zusatzaufgaben stoßen bei den Schülern nicht immer auf Gegenliebe. Unter Umständen werden sie sogar als Bestrafung für Leistung gesehen. Ob dies der Fall ist, hängt weitgehend vom Klassenklima ab.
- Vorgezogene Hausaufgaben: "Wer fertig ist, kann schon mit den Hausaufgaben anfangen". Auch hier spielt das Klassenklima eine Rolle.
- Jetzt kommen sich die langsamen Schüler als die Bestraften vor. Es muß damit gerechnet werden, daß die Sorgfalt der Arbeit generell abnimmt.
- Die Schüler die fertig sind, erfinden analoge Aufgaben, die später von den anderen Schülern der Klasse gerechnet werden können. Dies geht über einen längeren Zeitraum nur dann, wenn der Lehrer dafür Sorge trägt, daß die Art der Aufgaben mit denen von den anderen Schülern gerechneten Aufgaben nach Inhalt und Schwierigkeit übereinstimmt. Deshalb ist es unerwünscht, daß die Schüler die von ihnen erfindenen Aufgaben zunächst selbst vollständig lösen, so daß sich anhand der Lösung ihre Erfundungen für die anderen Schüler beurteilen läßt. Grundsätzlich gibt es jedoch kaum wirksamere Sicherungsmethoden für einen Unterrichtsinhalt als die Gestaltung zugehöriger Aufgaben. Die geeigneten Aufgaben kann man so in zwei Gruppen aufteilen, daß jede Gruppe nur von solchen Schülern bearbeitet wird, die an der Erstellung der Aufgaben nicht mitgewirkt haben. Die Ausarbeitungen der "Erfinder" dienen zugleich als Lösungsblatt in einer späteren Unterrichtsstunde, in der die Aufgaben zur Bearbeitung gestellt werden.
- Verallgemeinerungen der Aufgabenstellung durch die Schüler. Dabei muß man in besonderem Maße inkaufnehmen, daß Unterschiede zwischen den Schülern bezüglich ihrer mathematischen Lösungsfähigkeiten zunehmen. Es ist allerdings auch kein Naturgesetz, sondern ein widernatürlicher Zwang - oder eine geschickte Anpassung der leistungsfähigen Schüler -, wenn die Klasse homogen bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit bleibt. Eine Gesellschaft, die Homogenität vor die individuelle Entwicklung stellt, beraubt sich ihrer Zukunft.
- Beschäftigung mit außermathematischen Inhalten. Es kann vorteilhaft für einzelne Schüler sein, wenn sie gute Leistungen in Mathematik aufweisen, etwaige Leistungsmängel auch zu Lasten des Mathematikunterrichts auszugleichen. (Der Lehrer sollte nicht isoliert auf sein Fach sehen sondern auf den Schüler, der sich im Spannungsfeld der Anforderungen von Schule und Umwelt behaupten muß).

Eine weitere Sorge welcher Lehrer, die diese abhält, den Schülern mehr Verantwortung für das eigene Lernen zu übertragen, ist die Furcht vor Disziplinschwierigkeiten. Es ist nicht unnatürlich, wenn sich ein anderer Geräuschpegel einstellt, sobald die Schüler im Rahmen von selbständiger Arbeit auch Kontakte mit anderen Schülern suchen. Dies gibt einen Beitrag zum Geräuschpegel in der Klasse. Ich habe mich dabei vorsichtig ausgedrückt und nicht von einem höheren Geräuschpegel gesprochen; es ist jedoch von zahlreichen Lehrern, die auf freiere Arbeitsmethoden für die Schüler übergegangen sind, beobachtet worden, daß der Grundlärm der Klasse vom Lehrer wesentlich lauter empfunden wird, wenn er nicht mehr selbst durch

Reden den Hauptteil an der Schallerzeugung übernimmt. Vermutlich wird in sonst sehr straff geführten Klassen der Geräuschpegel tatsächlich höher, sobald solchere freieren Arbeitsformen eingeführt werden. Nach meinen Erfahrungen handelt es sich dabei jedoch nur um eine vorübergehende Phase von einigen Tagen oder höchstens einigen Wochen Dauer, nach der die Schüler - und nun aus eigenen Antrieb - eine angemessene Arbeitsatmosphäre aufrecht erhalten.

Bleibt ein letzter Punkt zu diskutieren, der freiere Arbeitsformen der Schüler außerordentlich erschweren oder sogar unmöglich machen kann: Aggressionen der Schüler untereinander. Insbesondere der Versuch, Kooperation zwischen den Schülern in Gang zu bringen, kann Aggressionen in Erscheinung treten lassen, die sonst nur in den Pausen sichtbar werden und so dem Lehrer häuslich verborgen bleiben. "Von dem lasse ich mir nicht helfen!" Dieser Streber und soll ja nicht in meine Nähe kommen!" - "Mit diesem Blödmann kann ich nichts anfangen." sind Beispiele für verbale Aggressionen, mit denen man rechnen muß. Schlimmer noch sind die physischen Aggressionen mit Faustschlägen auf den Kopf und mit Verwüstungen in fremden Heften und Schulranzen, für die plötzlich Gelegenheit gesehen wird, wenn ein sonst strenger und auf Ordnung haltender Lehrer mit der Kooperation auch die Möglichkeit einräumt, für Kontrollen oder Gedankenaustausch mit Partnern den Platz zu verlassen. (F Schüler und viele Eltern wissen jedoch, daß es dann bei den schwächeren Lehrern an der Klasse auch im Unterricht so zugeht - unbeobachtet vom jeweiligen Lehrer oder kunstvoll verdrängt. Nur wenige Kinder dürften heute die Schule hinter sich bringen, ohne mutwillige oder bössartige Schenke an Kleidung oder Lernmaterial zu erleben. Eltern, die den Versuch gemacht haben, solchen Kameradenvandalismus über die Schule einzugrenzen, machen meistens die Erfahrung, daß die Schule sich weigert, derartiges Verhalten zur Kenntnis zu nehmen.)

Ungehemmte Aggressionen können eine selbstverantwortliche Tätigkeit der Schüler im Mathematikunterricht unmöglich machen. Wo sie manifest werden, müssen sie erst auf erzieherischem Weg abgebaut werden, ehe man mit einer geänderten Arbeitsform Ernst macht. Dann aber unterstützt auf der anderen Seite partnerschaftliche Arbeit der Schüler an mathematischen Problemen die erzieherische Einwirkung langfristig. - Gehört diese erzieherische Arbeit nicht auch zu den Aufgaben des Lehrers?

Von den erörterten Gesichtspunkten ist eine Kleinigkeit für das unterrichtliche Verhalten des Lehrers von entscheidender Bedeutung: Die Kontrolle der Arbeit muß an die Schüler delegiert werden. Nur dann, wenn durch eine solche Äußerlichkeit klar wird, daß richtig oder falsch nicht eine Entscheidung des Lehrers ist, sondern von der Sache bestimmt wird, finden die Schüler dazu, im Mathematikunterricht die Autorität der Sache als den entscheidenden Punkt zu erkennen.

Damit die Darlegungen über alternative Arbeitsformen nicht im Abstrakten hängen bleiben, will ich versuchen, die oben stehenden Ausführungen an einem Beispiel zu illustrieren. Ich wähle ein Thema aus Klasse 2 (Addition im Zahlenraum bis 100) und ein Thema aus Klasse 7/8 (Gleichslehre), um zu zeigen, daß die Altersstufe der Schüler zwar für die Einzelheiten der Organisation eine Rolle spielt, sonst aber unerheblich ist. Beide Beispiele haben gemeinsam, daß die Notwendigkeit der formalen Übung weithin unbestritten ist.

a) Addition zweistelliger Zahlen mit Summe kleiner als 100

Die Beobachtung zeigt, daß Sicherheit und Schnelligkeit bei der Addition zweistelliger Zahlen von der Einführung in Klasse 2 bis zum Ende des Schulbesuchs bei verschiedenen Schülern in einem weiten Bereich streuen. Andererseits ist durch geeignete Übung dieser Fertigkeit beides leicht zu steigern.

Die Zeit, die ein Kind für die Ausführung einer derartigen Aufgabe benötigt, schwankt individuell und zwischen verschiedenen Ausformungen von Bruchteilen von Sekunden bis zur anstrengenden Fünf-Minuten-Beschäftigung. Konkret heißt dies, daß manche Kinder manchmal das Ergebnis schon sagen können, wenn die Aufgabe ausgesprochen ist. Es kann aber auch die Konzentrationsfähigkeit bis an die Grenze in Anspruch nehmen, im Kopf 54 + 37 zu rechnen.

Neben den Aufgabenpäckchen im Buch ist für solche Übungen das Aufgabenblatt in Matrixform beliebt, weil auf engem Raum viel Arbeit konzentriert werden kann. Ich wähle einen Zeitpunkt, in dem einige Schüler noch voll auf der enaktiven Stufe arbeiten, andere schon die Reduktion auf ikonisches Vorgehen verkräften und einige wenige mit der symbolischen Darstellung allein schon hervorragend zurechtkommen. Mein Aufgabenblatt berücksichtigt dies dadurch, daß für die Zahlen eine Darstellung benützt wird, die mit Rechenplättchen auf dem Tisch nachgelegt werden kann.

Nach etwas Kopfrechnen und einer exemplarischen Wiederholung - jeder Arbeitsprojektor - ebensogut hätte die Hafttafel benützt werden können - teilt ein Kind aus jeder Reihe für seine Reihe die Blätter (Siehe Bild) aus.

den Sorgenkindern der Klasse. Diese haben inzwischen drei von den 60 Aufgaben bearbeitet. Mit Hilfe von Alexandra und Evelyn überprüfen sie ihre bisherige Arbeit. Mit Zuschauern geht es nun plötzlich viel schneller. Belyun zum Stundenende schaffen sie die erste Zeile. In der Zwischenzeit haben Heiko und Petra ihre Ergebnisse kontrolliert. Ich bitte sie, tischweise bei der Kontrolle der ersten sieben Zeilen zu helfen. Ich selbst rede in dieser Zeit mit Kindern, die Fehler gemacht haben. Heute handelt es sich nur um Leichtsinnsfehler; die Kinder wissen, wie sie vorgehen müssen.

Bald wird die Stunde beendet sein. Ich sammle die Hausaufgabe. Die Kinder dürfen: "Hausaufgabe: Wer Zeile acht noch nicht hat, rechnet diese als Hausaufgabe. Die anderen dürfen die anderen Irrgärten erfinden." Beim Hinausgehen bekommen Siegfried und Tanja nochmals ein Lob: "12 Aufgaben und alle richtig; prima!"

Zu Beginn der nächsten Mathematikstunde sind bei fast allen Kindern alle Aufgaben des Aufgabenblatts gelöst. (Sicher waren die Eltern daran nicht unbeteiligt.) Außerdem erhalte ich 16 Entwürfe für Irrgärten.

Ehe diese Irrgärten vervielfältigt werden, können sie ein paar Mal zur Bearbeitung ausgegeben werden, wenn nur kleinere Zeitdifferenzen ausgeglichen werden müssen. Das Blatt kommt dazu in eine Polypropylenstange, auf der mit wasserlöslichem Faserstift - abwaschbar - geschrieben wird. Dabei stellt sich heraus, ob die Konstruktionsregeln eingehalten worden sind oder ob noch Verbesserungen erfolgen müssen. Solche Verbesserungen können "gute" Schüler übernehmen.

Was erleben die Kinder in solchen Mathematikstunden? Sie sehen sich konfrontiert mit einer Sachanforderung. Sie bewältigen diese Anforderung nach festen Regeln. Das Ergebnis dieser Arbeit ist überprüfbar. Bei der Überprüfung der Ergebnisse erfahren die Kinder die Autorität der Sache. Die personale Autorität bleibt ganz im Hintergrund. Einzelne Kinder - der Lehrer sorgt dafür sorgen, daß im Lauf der Zeit jedes Kind die Gelegenheit dazu erhält - können sich sogar kreativ mit der Sache auseinandersetzen und dabei Material für neue Sachanforderungen an die Klasse entstehen lassen. Alle Kinder haben erlebt, daß sie etwas leisten können, wenn auch auf unterschiedliche Art. Der Unterricht hat sich nicht an ein Abstraktum Klasse gewendet, sondern an die einzelnen Kinder, und jedes einzelne Kind, auch die ganz schwachen und die ganz starken, wurden in der ihnen gemäßen Art gefördert.

Was ich hier für eine zweite Klasse geschildert habe, praktiziert bereits ein ansehnlicher Teil der Grundschullehrer ungeachtet der Erfahrung, daß dieses Vorgehen in der Grundschule oft mit Überraschungen verbunden ist.

b) Lösen von Gleichungen

Gegenüber dem ersten Beispiel liegen einige Voraussetzungen anders. Die Kinder befinden sich in unterschiedlichen Stadien der Pubertät. Das macht sie generell empfindlicher im sozialen Bereich. In der Regel hat die leistungsfähigere Schulerfahrung dazu geführt, daß die schwachen Schüler ebenso wie die besonders leistungsfähigen resigniert haben im Hinblick auf adäquate Lernbedingungen. Die Sachanforderungen sind einem breiteren Spektrum entgegen mehr (Rechenfertigkeit, Umgang mit Variablen, Äquivalenzumformungen). Es gibt daher mehr Ursachen für Mißerfolge als in unserem ersten Beispiel. Hilfen durch Verlagerung in die ikonische oder die leistungsfähigeren Schüler zusätzlich zu fördern.

Ein Zerrbild einer Übungsstunde zum Thema Gleichungen hat uns der Schülersaufsatz über eine typische Mathematikstunde (Lehrer B. 3.3) geliefert. In diesem authentischen Bericht wurden zwei Grundprobleme besonders deutlich:

- Ausgleich unterschiedlicher Arbeitszeiten
- Fehleranalyse und Therapie bei persönlichen Schwierigkeiten von Schülern bei der Bearbeitung der Aufgaben.

Ganz einfach ist es, die Frage des weitgehend passiven Lehrers vorherrschende Lehrerdominanz zu vermeiden. Statt der Frage "Wer ist fertig?" kann sich der Lehrer auch in einer großen Klasse durch einen Rundgang in kurzer Zeit - zwei Minuten genügen meistens - vom Arbeitsstand überzeugen.

Schon das Auflegen des Lösungsheftes wäre als Kontrollverfahren effektiver als das in dem Aufsatz geschilderte Vorgehen des Lehrers. Es hätte den Vorteil, daß die Schüler jeweils nach Bearbeitung einer einzelnen Gleichung bereits eine Rückmeldung über ihr Arbeitsergebnis erhalten würden.

Für den Ausgleich unterschiedlicher Arbeitszeiten bieten sich zahlreiche Möglichkeiten an:

- Bearbeitung einer unterschiedlichen Zahl von Aufgaben,
- Ausarbeitung von Musterlösungen durch die schnell und richtig arbeitenden Schüler,
- Erlernen weiterer klassengeeigneter Gleichungen durch die schnell und richtig arbeitenden Schüler,
- Erfinden von Einkleidungen zu einfachen Gleichungen ("Als Anna halb so alt war wie Berta, war Berta fünf Jahre älter als Anna", ...),
- Untersuchung von Klassen von Gleichungen mit gleicher Lösung, zum Beispiel Untersuchung der Bedingungen für die Koeffizienten von $a + x = b$, $a \cdot x = b$, $a \cdot (b+c \cdot x) = d \cdot x + e$, ... , unter denen die Gleichung eine vorgegebene Lösung hat. (Unter anderem kann auch der Zusammenhang mit Zahlbereichserweiterungen so angesprochen werden.)
- ...

Das zweite Problem - Einzeldiagnose und Therapie - läßt sich nicht ganz so einfach in den Griff bekommen. Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß die Kooperation der Schüler untereinander in dieser Altersstufe durch Aggressionen erschwert wird. Unter Umständen bleibt hier mehr am Lehrer hängen. Hilfreich sind Musterlösungen, die es den Schülern ermöglichen, den Lösungsweg Schritt für Schritt zu überprüfen. Häufig gelingt allein damit die Lokalisierung

des Fehlers, die Ermittlung der Fehlerursache und deren Eliminierung dem Schüler selbst. In anderen Fällen wird es auch dem erfahrenen Lehrer schwer, die Fehlerursachen offenzulegen. (Im Bereich der schriftlichen Rechenverfahren stellt Gerster (F Gerster, Schülerfehler bei den schriftlichen Rechenverfahren, Herder, Freiburg) so umfassendes Material für die Fehleranalyse zur Verfügung, daß die Anwendung durch den Umfang bereits wieder beeinträchtigt wird. - Soweit es gelingt, bei den Schülern partnerschaftliche Arbeitsweisen wirksam werden zu lassen, darf man von dieser Zusammenarbeit viel für den Bereich der Fehlertherapie erhoffen.

Die beiden Beispiele waren dadurch gekennzeichnet, daß weder finanzielle noch technische Hindernisse die Übertragung auf eine beliebige andere Klasse und einen beliebigen anderen Stoff unmöglich machen. Der Schlüssel zur erfolgreichen Adaptierung liegt hier ausschließlich in der Person des Lehrers. **Wenn der Lehrer klare Ziele angibt, wenn er es schafft, von der Ausrichtung des Unterrichts auf seine Person abzugehen, wenn er neben seiner Autorität die Autorität der Sache erträgt und nicht glaubt, selbst der Mittler zwischen Stoff und Schüler sein zu müssen, dann ist die wichtigste Voraussetzung für selbständige Schülerarbeit und die optimale Entwicklung jedes einzelnen Schülers erfüllt.** Ob dann noch weitere Medien wie Filme oder Rechnerprogramme eingesetzt werden, ist nur eine sekundäre Frage, die zwar darüber entscheidet, wie groß der Komfort und die Bequemlichkeit für das individuelle Lernen sind, aber gegenüber dem selbständigen Arbeiten mit einfachen (geschrübten) Medien nichts grundsätzlich Neues mehr enthält.

Ich hoffe, daß Sie nun einräumen, daß man im Bereich der Übung tatsächlich Alternativen zur herkömmlichen Unterricht einführen kann, die dem Schüler eine verantwortungsvollere und fruchtbarere Stellung geben. Wie steht es mit der Übertragung auf die Phasen der Erarbeitung? Gibt es auch dafür eine Alternative zum lehrerzentrierten Unterricht? Ist hier die Schwelle zur selbstverantwortlichen Tätigkeit nicht erheblich größer?

Es könnte sein, daß bei der Erarbeitung neuer Sachverhalte der Nachweis der Fähigkeiten der Schüler und die Überschätzung der Einwirkung des Lehrers noch weitaus krasser zum Ausdruck kommt als im Übungsbereich. Wieder gehe ich nicht vom herausragenden Persönlichkeitsstarken, universell gebildeten Lehrer aus, der hier und da als besonderer Glücksfall in der Klasse steht. Ich denke an den durchschnittlichen Lehrer, der das Fach Mathematik gewählt hat, weil er da seine Stärke sieht. Oft hat er das Fach Mathematik gewählt, weil er im sprachlichen Bereich mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat, angefangen mit der Orthographie und der Grammatik bis hin zur klaren Umsetzung einer Gedankenkette in Sprache. Dieser Lehrer besitzt vorab den Vorteil, daß die inhaltlichen Schwierigkeiten für ihn ohne jede Bedeutung sind. Er steht aber in Konkurrenz zu Medien, bei denen gleichfalls die inhaltlichen Schwierigkeiten gelöst sind, zugleich aber für die Formulierung der Inhalte um Größenordnungen mehr Zeit investiert worden ist, als er je darauf verwenden könnte.

Bis zum Beispiel ein Schulbuchtext oder das Skript für eine Sendung seine endgültige Form gefunden hat, fehlen Autor, Lektor und Gutachter vielfältig daran herum. Bei audiovisuellen Medien können zusätzlich noch Darstellungsmittel eingesetzt werden, die dem Lehrer in der Klasse nicht zur Verfügung stehen.

Der Lehrer arbeitet immer noch wie der Kleinbauer im Entwicklungsland, der seinen kleinen Acker mit der Hacke bestellt. Das ist ein sehr mühsames Geschäft. Dabei könnten längst auch im Bildungsbereich "Traktoren" eingesetzt werden, bei denen ein einziger Traktorfahrer so viel erreicht wie tausend Kleinbauern. Billiger wären die Traktoren auch, und im Gegensatz zum Traktor, bei dem viele Tausend mit Diesel gespeiste "Pferde" tätig sind, die die Umwelt verschmutzen, wäre der Einsatz von Computer und Internet als "Denkzeug" und Informationsquelle auch noch umweltschonend.

Wir haben im Kapitel Medien Gründe genannt, die unter Umständen erklären, wieso diese Konkurrenz im Schulalltag keine Rolle spielt. Das Beurteilungsmonopol des Lehrers macht zu Lasten der inhaltlichen Ergebnisse die Konkurrenz zwischen Lehrer und anderem Medium für den lernenden Schüler uninteressant. Wenn sich aber der Lehrer entschlossen hat, die Entwicklung des Schülers in den Mittelpunkt zu stellen und dazu die Intelligenz des Schülers als wichtigstes Hilfsmittel einzusetzt, dann haben die konkurrierenden Medien auf einmal auch bei der Erarbeitung ihre Chance und der Markt sorgt für ein entsprechendes Angebot.

Das auf S. xx besprochene Arbeitsblatt belegt diese Behauptung in einem Bereich, der vielfach stiefmütterlich behandelt wird: Beim Beweis. Das wiedergebene Arbeitsblatt zeigt die Grundlage für einen von der großen Mehrheit der Schüler selbständig erarbeiteten Beweis, der anschließend von den Schülern auch in freier Rede erörtert werden konnte. Voraussetzung für den Erfolg dieses Arbeitsblatts war eine vorausgegangen mehrronatige Einübung der Klasse in selbständiges Arbeiten durch einen Realschulreferendar, der dabei von seinem Mentor unterstützt wurde. Wer will, der kann!

Zusammenfassung

- Es gibt Beispiele für selbstorganisiertes Lernen der Schüler mit Hilfe von Medien. Die Medien können einfach sein. Dann stehen sie jedem interessierten Lehrer zur Verfügung.
- Je klarer die Ziele angegeben werden, desto besser können die Schüler selbst zum Erreichen der Ziele beitragen.
- Die Vereinigung des Lehr- und Beurteilungsmonopols in der Hand des Lehrers begünstigt Anstrengungen zur Verbesserung des Mathematikunterrichts nicht.

Quellen und Anmerkungen

Neben den in den Anmerkungen genannten Quellen sind die 377 Arbeiten herangezogen worden, die in der Datenbank Mathematikdidaktik beim Fach-Informationszentrum Karlsruhe in der ersten Jahreshälfte 1984 unter den Stichwörtern Medien, Unterrichtsformen, Lernziele und Lehrmittel, sowie den daraus sich ergebenden Verweisen gespeichert waren.

Bis heute gilt ein umfangreiches Literaturverzeichnis als Beleg für die herausragende Qualität einer Arbeit. Auch hier ist noch nicht verstanden, daß seit geraumer Zeit zusätzlich zum gedruckten Buch andere Informationsquellen zur Verfügung stehen.

Es sei noch angemerkt, daß in einer wissenschaftlichen Untersuchung Stammbäume der Literaturverzeichnisse erstellt worden sind. Es ließ sich nachweisen, daß Erbfehler (z.B. falsch angegebene Seitenzahlen) über viele Generationen von Zitierungen fortgeschleppt wurden. Bei derartigen Erbfehlern ist es höchst unwahrscheinlich, daß der Autor die zitierte Quelle je einzusehen versucht hat.