

Schülerfehler – die Rückseite des Spiegels

Kurt Reusser

Schülerfehler widerspiegeln Probleme der Informationsverarbeitung und des Lernens. So selbstverständlich diese Feststellung erscheint, so sind Fehler zugleich mehr, nämlich – und damit positiv – Fenster auf die Lern- und Denkprozesse von Schülerinnen und Schülern. Daß sich Fenster öffnen und den Blick ins Innere freigeben, bedeutet, daß man sie analysieren und sich mit ihnen auseinandersetzen kann. Daß dies auch getan werden *soll*, beinhaltet Fritz Osers pädagogisch-psychologisches Postulat einer „positiven Fehlerkultur“ (Oser et al., 1997; vgl. Spychiger et al., in diesem Band), und es darf ergänzt werden: *Fehlerdidaktik*. Wer eine negative Fehlerkultur betreibt, tabuisiert nicht nur ein zentrales und integrales Moment jedes suchenden und explorierenden Lernens – das Fehlermachen als dessen natürlicher Begleiter und Katalysator –, sondern leistet auch Begleiterscheinungen wie dem Verlust an Motivation und Lernfreude Vorschub, unter welchen das Lernklima leidet und welche die Grundlagen des selbständigen Lernens untergraben. Aber der positive Umgang mit Schülerfehlern ist mehr als ein pädagogischer Schutzmechanismus für Klima und Motivation. Sich mit Fehlern beim Lernen und Problemlösen auseinanderzusetzen, ist auch eine zentrale schulpraktische Folgerung der Metakognitionsforschung. So gewinnt das Lernen an Produktivität, wenn es der bewußten Reflexion zugänglich gemacht wird. Dies bedeutet, daß zum Wissen, wie man idealerweise lernt – mit Fritz Oser – auch „negatives Wissen“ gehört, das heißt Wissen darum, was man nicht tun soll: Die Fehleranalyse wird damit zur Lerndiagnose und das Offenlegen von Denkwegen zum Ausgangspunkt der Reflexion des eigenen geistigen Funktionierens.

Darüber hinaus, daß man überhaupt Fehler machen darf, gehört zum lernproduktiven Umgang mit ihnen, daß man auf sie eingeht, die Umstände ihres Auftretens studiert und ihre Struktur zu klären sucht. Was dabei deutlich wird, ist die strukturelle Vielfalt dessen, was als Fehler beim Lernen auftritt. Bereits Wertheimer (1945), durchaus noch unter moralischer Wertung, unterschied zwei grundlegende Fehlertypen: „Gute“ Fehler, bei denen der allgemeine Funktionalwert einer Lösung (der Punkt, auf den es ankommt) verstanden wird, die spezielle Verkörperung der Lösung aber dennoch nicht gelingt, und „törichte“ Fehler, bei denen die äußere Gestalt einer früheren Lösung nachgeahmt und strukturblind übertragen wird. Aus Untersuchungen wissen wir, daß Fehler (z.B. im Mathematikunterricht) selten „zufälliger“

Natur sind, sondern vielmehr systematischen oder algorithmischen Charakter haben.

Didaktisch bedeutet eine positive Fehlerkultur, daß Fehler weder verurteilt noch a priori negativ bewertet werden und daß Schüler bei ihrer kognitiven und emotionalen Verarbeitung unterstützt werden. Was aber, wenn fehlerhaftes Denken und Problemlösen verdrängt wird oder schlicht unentdeckt bleibt und das nur scheinbar verstehensbezogene Lernen von Schülern zum – auch Lehrpersonen verborgenen – Ritual wird?

Im folgenden wird die These vertreten – und mit empirischen Daten (aus zumeist eigenen Untersuchungen) belegt¹ –, daß Schülerfehler neben individuellen auch kollektive – im weitesten Sinne didaktische – Ursachen haben. Fehler widerspiegeln nicht nur das kognitive Versagen von Einzelschülern, sondern auch die in einer Schulklasse herrschende didaktische Kultur. Das heißt, es treten im Unterricht Fehler auf, die weniger von spezifischen wissens- und fähigkeitsbezogenen Defiziten individueller Schüler, als vielmehr von allgemeineren sozio-kulturellen Verarbeitungs- und Verstehensmustern von Schule verursacht – oder zumindest mitverursacht – werden. Schule mit ihren Verstehens- und Verständigungsritualen, ihren kollektiven Argumentations- und Diskursformaten (vgl. Krummheuer, 1992) lehrt Schüler nicht nur mehr oder weniger tiefes fachliches Verstehen (vgl. Kintsch, 1998), sondern auch den intelligenten Umgang mit Schule, das heißt mit sich selbst. Schüler verhalten sich, wenn sie Fehler machen oder bloß oberflächlich in eine Sache (Frage, Aufgabe) eindringen, nicht selten durchaus *funktional*. Sie richten sich nach den Erwartungen der sozialen Situation, in der sie sich befinden. Zum Beispiel, wenn sie davon ausgehen, daß es für alle in der Schule gestellten Aufgaben eine eindeutige Lösung gibt, und daß es immer darauf ankommt, diese so schnell und komplikationslos wie möglich zu finden.

Verstehen und Problemlösen jenseits der Sachlogik

Problemlösen im Unterricht ist mehr – oder auch weniger – als die inständige Analyse einer Sache. Oder: Der Aufgabentext stellt beim Problemlösen nur einen Teil des Informationsinputs dar. Wer Schüler beim Lösen einer mathematischen Aufgabe beobachtet, kann immer wieder feststellen, wie selten viele Problemstellungen den Schüler zu einer inständigen Strukturanalyse herausfordern, und wie viele Schüler sich beim Problemlösen von einer Viel-

zahl von Wegweisern im Umfeld oder Kontext der eigentlichen Problemstellung leiten lassen – und damit Erfolg haben! Nicht aber in der folgenden Untersuchung.

Text- und kontextbedingte Fehleinschätzung der Aufgabenschwierigkeit und ihre Auswirkung auf die Lösung

In einem Experiment (Reusser, 1988) wurde Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I und II eine Aufgabe in zwei Textfassungen, kombiniert mit zwei verschiedenen Situationskommentaren, vorgelegt. Da immer wieder beobachtet wurde, wie Schüler anstelle einer sachlichen Auseinandersetzung mit dem Problemgegenstand sich bei der Problemlösung an äußeren, aufgabenfremden Faktoren zu orientieren versuchen, sollte ein solcher Faktor isoliert und experimentell variiert werden. Wir wählten für unsere Versuche den Faktor „eingeschätzte oder vermutete Schwierigkeit einer Aufgabe“, nicht zuletzt wegen der sich dabei anbietenden Möglichkeit, diese Einflußgröße sowohl als Textfaktor im engeren Sinne als auch als eigentlichen Kontextfaktor zu manipulieren.

Aufgaben

Die beim Versuch verwendete Radfahreraufgabe wurde in zwei Textfassungen, einer einfachen E-Version und einer (algebraisch minimal) komplizierteren K-Version hergestellt.

E-Fassung:

Ein Radfahrer überquert einen Hügel und befährt anschließend ein Flachstück. Seine Geschwindigkeit bei der Bergfahrt beträgt 9 km/h (v_1), bei der Talfahrt 48 km/h (v_2) und auf dem Flachstück 18 km/h (v_3). Alle drei Strecken sind genau gleich lang, nämlich je 10 km (s). Wie groß ist die durchschnittliche Geschwindigkeit des Radfahrers für die gesamte Strecke?

K-Fassung:

Ein Radfahrer überquert einen Hügel und befährt anschließend ein Flachstück. Seine Geschwindigkeit bei der Bergfahrt beträgt 9 km/h (v_1). Bei der Talfahrt ist seine Geschwindigkeit (v_2) um 6 km/h geringer als die sechsfache Geschwindigkeit der Bergfahrt. Die Geschwindigkeit für das Flachstück (v_3) ist um 10,5 km/h kleiner als das arithmetische Mittel (der Durchschnitt) der ersten beiden Geschwindigkeiten (v_1 , v_2). Alle drei Strecken sind genau gleich lang, nämlich je 10 km (s). Wie groß ist die durchschnittliche Geschwindigkeit des Radfahrers für die gesamte Strecke?

Beide Aufgabefassungen wurden durch eine Skizze unterstützt (Abb.1)². Die Besonderheit der vorliegenden Aufgabe besteht darin, daß sie viele un-

¹ Ich stütze mich bei diesen Daten und ihrer Interpretation auf einen eigenen, bisher nur in englischer Sprache zugänglichen Aufsatz (Reusser, 1988).

² Elementare Weg-Zeit-Aufgaben gehören zum Stoff der Sekundarstufe I. Mit Rücksicht auf das im Vergleich zu den Gymnasiasten (Sekundarstufe I) geringere

voreingenommene Problemlöser zuerst auf eine falsche Fährte lockt, diejenige der Addition der drei Geschwindigkeiten mit anschließender Division durch 3 (sogenannte $(v_1+v_2+v_3)/3$ -Lösung). Diese Verlockung – so zeigten Vorversuche nach der Methode des lauten Denkens – scheint kleiner oder größer zu sein, je nachdem, ob die Geschwindigkeiten direkt gegeben sind durch einfache ganze Zahlen oder aber bloß indirekt, bzw. aus umschreibenden Angaben berechnet werden müssen. Die beiden Textfassungen tragen diesen Beobachtungen Rechnung: Während E als verdächtig einfache Fassung den durchschnittlichen Problemlöser gegenüber einer $(v_1+v_2+v_3)/3$ -Lösung tendenziell zur Vorsicht mahnen dürfte (wo ist denn da überhaupt die Schwierigkeit?) ist von K – der komplizierten Fassung – eher das Umgekehrte zu erwarten. In der notwendigen Zwischenberechnung der Geschwindigkeiten v_2 und v_3 stößt der Problemlöser auf eine Schwierigkeit, und – da die anschließende $(v_1+v_2+v_3)/3$ -Rechnung erst noch aufgeht – hält er die Aufgabe für gelöst.

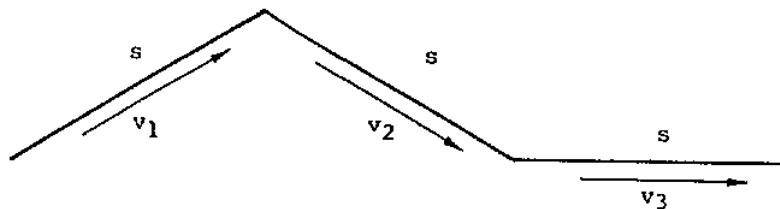


Abbildung 1: Dem Aufgabentext beigegebene Skizze

Im Experiment wurden die beiden Textfassungen mit zwei Situationsbeschreibungen kombiniert. Diese Kontextzusätze hatten die Funktion, die Einschätzung der Aufgabenschwierigkeit zu beeinflussen. Es sollte erwirkt werden, daß die Schüler entweder eine leichte (IST) oder eine schwierige (ISH) Aufgabe erwarteten.

IST: Induzierte Schwierigkeit tief

Zusatz für beide Altersgruppen (Sekundarstufe I und II): Die folgende Rechenaufgabe wurde 1979 an einer Sekundarschul-Aufnahmeprüfung im Kanton Zürich ge-

mathematische Fachwissen der Sekundarschüler (Sekundarstufe I) wurde der Hinweis „zur Erinnerung ...“ beigegeben. Da im Experiment nicht die Reproduktion einer Formel geprüft werden sollte, bestand hinsichtlich der Sekundarschüler ein Interesse, die diesbezügliche Fehlerstreuung in Grenzen zu halten.

stellt. Die Aufgabe wird Dir kaum Schwierigkeiten bereiten, da fast 70 % der Prüflinge sie damals richtig lösten.

ISH: Induzierte Schwierigkeit hoch³

Zusatz für Sekundarschüler (Sekundarstufe I): Die folgende Rechenaufgabe ist nicht ganz einfach. Sie wurde letztes Jahr an der Aufnahmeprüfung in die Tertia des Gymnasiums gestellt (für Sekundarschüler nach der 9. Klasse), dort konnten nur gerade 30 % der Kandidaten die Aufgabe lösen. Vielleicht kannst Du sie trotzdem lösen. Du hast nämlich alle Rechenoperationen, die man braucht, in der Schule gelernt. Laß Dich also nicht entmutigen, falls Du die Lösung nicht sofort finden solltest.

Zusatz für Gymnasiasten (Sekundarstufe II): Die folgende Rechenaufgabe ist nicht ganz einfach. Sie wurde 1981 im Kanton Solothurn an der Matura-Prüfung gestellt, wo knapp ein Drittel der Maturanden sie lösen konnten.

Aus der Kombination der zwei Textfassungen mit den zwei schwierigkeitsinduzierenden Zusätzen ergaben sich folgende Aufgabenvarianten und durch diese nahegelegte Hypothesen:

- E_{IST} : Die tief induzierte Schwierigkeit und die einfache Textfassung stützen sich gegenseitig. Es sind viele Falschlösungen, das heißt $(v_1+v_2+v_3)/3$ -Ansätze zu erwarten.
- K_{IST} : Im Unterschied zu E_{IST} sind hier die Teilgeschwindigkeiten v_2 und v_3 nicht direkt zugänglich, sondern müssen vor der eigentlichen Rechnung als Zwischenschritte berechnet werden. Diese Anforderung dürfte einige Versuchspersonen – angesichts des IST-Kontextes – beruhigen und sorglos machen. Verbunden mit einer tief induzierten Schwierigkeit sind also noch mehr Falschlösungen zu erwarten als oben – am meisten von allen Varianten.
- E_{ISH} : Diese Fassung ist das Gegenstück zu K_{IST} . Wegen des ISH-Kontextes dürften nur wenige Versuchspersonen eine $(v_1+v_2+v_3)/3$ -Lösung zur Version E so ohne weiteres akzeptieren. Es sind hier deshalb am meisten richtige Lösungsansätze zu erwarten.
- K_{ISH} : Da vor allem für die Schüler der Sekundarstufe I bereits die Ausführung der bloß vorbereitenden Rechenoperationen eine Schwierigkeit darstellen dürfte, ist damit wohl für viele dem ISH-Kontext bereits genügend Rechnung getragen. Vor allem die Gymnasiasten aber werden nach einer zusätzlichen Schwierigkeit suchen und tiefer analysieren.

3 Da die Schwierigkeitsinduktion über die fiktive Zuordnung der Aufgabe zu einer niveaumäßig festgelegten Prüfungsanforderung erfolgte, mußten für die Sekundarschüler und die Gymnasiasten unter der Bedingung ISH separate Zusätze verfaßt werden, die jedoch die Relation hoher versus tiefer Standard unverändert ließen.

Ergebnisse

Am Versuch nahmen vier Berner Abschlußklassen der Sekundarstufe I (n=68; Alter: 15) sowie drei Klassen Primaner eines Berner Realgymnasiums (n=51; Alter: 19) teil. Die vier Aufgabenvarianten wurden in jeder Klasse zu gleichen Anteilen den Schülern zufällig zugeordnet. In einer ersten Auswertung wurden die Lösungsblätter durch zwei unabhängige Beurteiler ausgewertet und zwei restriktiv definierten Kategorien zugeordnet:

L: Eindeutige Richtig-Löser einschließlich der Probanden, deren Lösungen nur Rechnungsfehler aufweisen. L umfaßt nur Versuchspersonen, welche (nach der allfälligen Berechnung der Teilgeschwindigkeiten bei der K-Fassung) die Teilzeiten berechnet, diese addiert und als Nenner in die Formel eingesetzt haben.

$$v(\text{Durchschnitt}) = \frac{3s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2} + \frac{s}{v_3}} = \frac{30}{\frac{10}{9} + \frac{10}{48} + \frac{10}{18}} = 16 \text{ km/h}$$

FL: Eindeutige Falsch-Löser nach dem Ansatz $(v_1 + v_2 + v_3)/3$; auch hier unter Nicht-Berücksichtigung offensichtlicher Rechnungsfehler.

$$v(\text{Durchschnitt}) = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3} = \frac{9 + 48 + 18}{3} = 25 \text{ km/h}$$

Da nur 10 % der Sekundarschüler die Aufgabe vollständig richtig lösten, wurden die Lösungsversuche dieser Gruppe von drei Beurteilern einer differenzierteren Lösungsweganalyse unterzogen: Wer in seinem Lösungsversuch erkennbar über FL hinausgegangen war, d.h. wer mindestens die Teilzeiten zu den Geschwindigkeiten (t_1, t_2) berechnet hatte (auch wenn er dies nach der falschen Formel getan hat: v_j/s statt s/v_j) wurde der Kategorie L zugeordnet.

Bemerkenswert ist, daß nach diesem Kriterium alle Lösungsversuche entweder die Struktur der arithmetischen-Mittel-Lösung aufwiesen (FL) oder aber als Versuche identifiziert werden konnten, Teilzeiten zu berechnen (L; vgl. Abb. 2).

Es läßt sich festhalten: Drei von vier Sekundarschülern sowie einer von fünf Gymnasiasten lösten die Radfahreraufgabe falsch – erlagen der abgestuft verführerischen Wirkung ihres Präsentationskontextes. Die Ergebnisse stützen die Vermutung einer zur Sachorientierung hinzutretenden bzw. mit ihr interagierenden, zu Fehlern führenden Kontextorientierung des Problemlöseprozesses. Wer unter der Bedingung hoher Komplikationserwartung (ISH) keine für ihn augenfällige Schwierigkeit findet (Gymnasiasten bei der E-Aufgabe), gräbt sich tiefer in die Aufgabe ein („da muß doch noch eine Schwierigkeit sein“), als wenn seine Komplikations- und Verarbeitungserwartungen (z.B. durch den Vollzug algebraischer Transformationen bei der Umrechnung von v_2 und v_3) mehr oder weniger erfüllt sind, was vermutlich bei den Sekundarschülern unter der Bedingung K_{IST} der Fall sein dürfte.

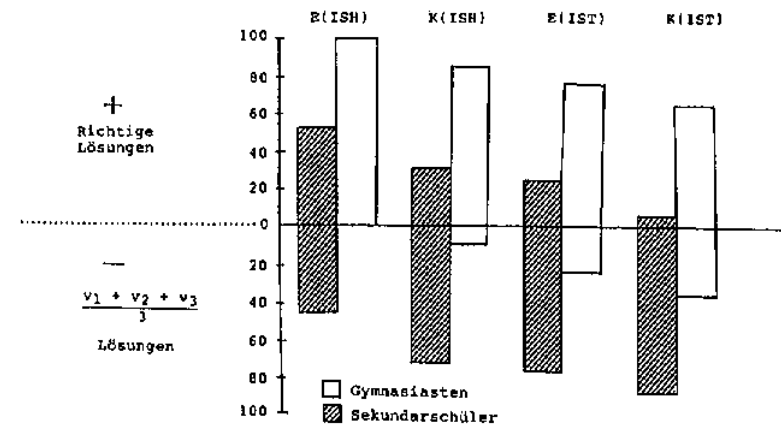


Abbildung 2: Prozent der Lösungshäufigkeiten bei der Radfahreraufgabe in Abhängigkeit von vier Kombinationen von Text und Kontext.

Fazit: Schülerinnen und Schüler beider Stufen interagieren als schulsozialisierte Problemlöser nicht bloß sachbezogen mit dem Problemtext – als Problemlöser, die der Aufgabensituation „geradewegs ins Gesicht blicken“, wie Wertheimer (1945) und wohl auch viele Lehrer dies fordern oder zumindest annehmen –, sondern orientieren sich an allen Informationen, die ihnen der Aufgabenkontext anbietet, beispielsweise an der aus dem Kontext erschlossenen Aufgabenschwierigkeit oder am Umstand des Aufgehens der Falsch-(I)-Lösung ohne Rest.

Zur „Kapitänssymptomatik“ des Verstehens im Unterricht

„Gewöhnlich glaubt der Mensch, wenn er nur Worte hört, es müsse sich dabei auch etwas denken lassen“ (Mephisto in Goethes „Faust“).

Daß Verstehen und Problemlösen im Unterricht mehr umfaßt als die „inständige Analyse“ (Wertheimer, 1945) einer Sache, wird durch empirische Befunde belegt, die man als *Kapitänssymptomatik* des schulischen Problemlösens bezeichnet (vgl. Reusser, 1984, 1988; Baruk, 1989; Stern, 1992; Selzer, 1994). Es sind vor allem Studien zum Lösen von Aufgaben im Unterricht, die zeigen, daß sachbezogene Haltungen und Strategien gegenüber im Unterricht präsentierten Aufgaben eine oftmals erstaunlich geringe Rolle spielen, d.h. daß Schülerinnen und Schüler

- beim Aufgabenlösen sehr häufig bloß „antwortorientiert“ anstatt „verstehensorientiert“ vorgehen (Holt, 1964);
- Probleme rein mechanisch lösen, ohne sie inhaltlich zu verstehen (Radatz, 1983; Reusser, 1984; Stern, 1992);
- bereitwillig Probleme „lösen“, die offensichtlich absurd, unterbestimmt oder unlösbar sind (Reusser, 1988; Baruk, 1989; Schoenfeld, 1989);
- sich bei Schwierigkeiten selten fragen, ob eine Aufgabe überhaupt lösbar ist (Wertheimer, 1945);
- ihr Problemlöseverhalten an Schlüsselwörtern und sachfremden Wegweisern im Umfeld der Aufgabe orientieren und sich kaum tiefer mit deren Inhalt auseinandersetzen (Wertheimer, 1945; Nesher & Teubal, 1975; Nesher, 1980; Schoenfeld, 1983; Sowder, 1988).

Das erste der drei folgenden Beispiele stammt aus einer französischen Quelle, die beiden andern stammen aus eigenen Untersuchungen.

Wie alt ist der Kapitän?

97 Erst- und Zweitkläßlern wurde folgende Aufgabe gestellt (Equipe „Elementaire“ de L'IREM de Grenoble, 1980): *Auf einem Schiff hat es 26 Schafe und 10 Ziegen. Wie alt ist der Kapitän?* 76 Schüler „lösen“ das Problem unter Verwendung der in der Aufgabe vorkommenden Zahlen.

Ein Protokollauszug eines Schülers vor einer ähnlichen Aufgabe:

In einer Herde hat es 125 Schafe und 5 Hunde. Wie alt ist der Schafhirte?

Protokollauszug: „... 125 + 5 = 130 ... das ist zu groß und 125 - 5 = 120 ist auch zu groß, während 125 : 5 = 25 ... das geht ... Ich denke der Schafhirte ist 25 Jahre alt.“

Stellt sich beim Lesen dieses Beispiels hoffentlich Schmunzeln ein und werden ein paar entwicklungspsychologische Überlegungen angeregt, so mag das nächste Beispiel bereits nachdenklicher stimmen.

Schiffe im Hafen

Gestern führen 33 Schiffe in den Hafen ein, und 54 Schiffe verließen den Hafen. Gestern mittag waren 40 Schiffe im Hafen: Wieviele Schiffe waren gestern abend noch im Hafen?

Diese Aufgabe wurde 101 Viert- und Fünftkläßlern vorgelegt (Reusser, 1988) mit dem Ergebnis,

- daß 100 Kinder eine Lösung produzierten und nur gerade ein Fünftkläßler die Aufgabe als unterbestimmt zurückwies;
- daß nur 28 Kinder an ihrem Ergebnis zweifelten, als sie nach der Aufgabenlösung aufgefordert wurden, den Grad ihrer Lösungssicherheit einzuschätzen;
- daß bei der Aufforderung, sich nach der Lösung zur Aufgabe frei zu äußern, nur gerade 8 Schüler angaben, die Aufgabe sei irgendwie schwierig oder komisch – dem Unbehagen aber nicht auf den Grund gingen.

„In der Schule hat doch jede Aufgabe eine Lösung“ (ein Siebtkläßler)

Reusser und Stebler (1997) haben Schülerinnen und Schülern der Primar- und der Sekundarstufe I zwei Serien von je 10 einfachen mathematischen Textaufgaben vorgelegt. Während die eine Serie sich ohne Komplikationen standardmäßig lösen ließ, handelte es sich bei der zweiten Serie um unterbestimmte bzw. unlösbare Aufgaben (vgl. Tabelle 1 für 4 der 10 problematischen Aufgaben). Beide Serien wurden den Kindern in zwei gemischten Blöcken während des normalen Mathematikunterrichts dargeboten. Ähnlich den Ergebnissen einer analogen belgischen Studie von Verschaffel, De Corte und Lasure (1994) zeigten auch die Schweizer Kinder nur geringe Anteile an *realistischen Reaktionen*⁴. Das heißt, die meisten Schüler/innen reagierten nicht auf die Strukturängel (Unterbestimmtheit) der Aufgaben und lösten diese rein mechanisch durch Verknüpfen der gegebenen Zahlen.

12% der 4./5.-Kläßler zeigten keine einzige realistische Reaktion. 68 % gaben zu 1 oder 2 Aufgaben, 18 % zu 3 bis 5 Aufgaben, nur 1.5 % zu mehr als 5 Aufgaben einen auf eine realistische Aufgabenbearbeitung hinweisenden Kommentar ab. Die von den 4./5.- und 7.-Kläßlern durchschnittlich erreichten Werte an realistischen Reaktionen zu den in Tabelle 1 aufgeführten Aufgaben sind der Tabelle 1 beigelegt.

4 Als realistische Reaktionen wurden alle Lösungs- und Antwortversuche, Bemerkungen und Kommentare codiert, die sich auf den problematischen Realitätsgehalt der Aufgaben bezogen. Realistische Reaktionen sind somit Schüleräußerungen, welche indizieren, daß die Versuchspersonen die Unterbestimmtheit bzw. die Unlösbarkeit einer Aufgabe mindestens ansatzweise erkannt haben.

	4./5. Klasse PRIMAR	7. Klasse REAL SEK GYM
Stefan hat 4 Holzlaten gekauft. Jede Latte ist 2.5 Meter lang. Wieviele 1 m lange Laten kann er daraus machen?	13.5 %	18.2 % 33.7 % 29.3 %
Ein Mann möchte ein Seil zwischen zwei Pfähle spannen, die in 12 m Entfernung voneinander stehen. Er hat aber nur 1.5 m lange Seilstücke zur Verfügung. Wieviele solche Stücke muß er zusammenbinden, um das Seil zwischen den beiden Pfählen spannen zu können?	6 %	14.1 % 38.7 % 46.7 %
Bruno und Alice besuchen dieselbe Schule. Bruno wohnt in 17 km Entfernung von der Schule und Alice in 8 km Entfernung von der Schule. Wie weit wohnen Bruno und Alice voneinander entfernt?	4.5 %	7.1 % 38.7 % 52.0 %
Johanns Bestzeit im 100-Meter-Lauf ist 17 Sekunden. Wie lange braucht er für 1 km?	4.5 %	13.1 % 44.1 % 62.7 %

Tabelle 1: Prozentsatz der realistischen Antworten für zwei Stichproben (4./5. Klasse: $N = 67$; 7. Klasse, alle Schultypen: $N = 439$) und 4 der 10 unterbestimmten Aufgaben. In der dritten Kolonne sind die Ergebnisse der 7.-Klässler nach Schultypen getrennt untereinander geschrieben.

In einer Fortsetzungsstudie „löste“ der Großteil der Schüler die meisten Aufgaben auch dann kommentarlos, als sie in abgestufter Deutlichkeit und Explizitheit auf das Vorhandensein unlösbarer Aufgaben hingewiesen wurden und ihnen Gelegenheit gegeben wurde, jede einzelne Aufgabe bezüglich ihrer Klarheit, Verständlichkeit und Lösbarkeit einzuschätzen.

In den Klassengesprächen, die nach dem Lösen der Aufgaben und deren kurzer Besprechung mit den Schülern stattfanden, offenbarte sich ein Stück weit, was sich in den Köpfen – allerdings einer Minderheit – der Schüler beim Lösen der Aufgaben in der Schule abgespielt hatte. Auf die Frage, warum sie sich derart realitätsblind verhalten hätten, antworteten die Fünftklässler:

- Wir haben nie solche Aufgaben gelöst. Sonst gibt es für jede Aufgabe ein Resultat.
- Man rechnet einfach irgendwie drauf los. Es gibt immer ein Resultat, wenn man rechnet.

- Wäre mir gar nie in den Sinn gekommen, zu fragen, ob die Aufgabe überhaupt lösbar ist.
- Weiß nicht genau, warum ich mich das nicht gefragt habe. Eigentlich komisch ...
- Solche Aufgaben haben wir noch nie gelöst.
- Aufgaben sind immer lösbar.
- Ich habe mir die Problematik schon überlegt, aber dann doch normal gerechnet. (Warum?) Weil ich die Aufgabe einfach irgendwie ausrechnen mußte und anders ging es nicht. Ich mußte ja eine Lösung haben.
- Wir haben's schon gemerkt, aber wir haben einfach gelöst. Im Rechnungsbuch gibt es solche Aufgaben ja auch nicht.
- Wir dachten, es sei eine Rechnung. Es muß ja ein Resultat geben. Es gibt ja für jede Rechnung ein Resultat.

Einige Bemerkungen der Schüler erinnern an Antworten, die Wertheimer (1945) erhielt, als er, nachdem er einer Klasse, auf zwar korrekte, jedoch höchst komplizierte und deshalb zweifellos unverständliche Weise, die Fläche des Parallelogramms erklärt hatte, die Frage an die Schüler richtete:

„Seid Ihr sicher, daß dieses Resultat wirklich richtig ist? Den meisten Schülern blieb bei dieser Frage der Mund offen stehen vor Überraschung, daß sie gestellt werden konnte. Ihre Einstellung war klar: 'Wie können Sie erwarten, daß wir die Lösung anzweifeln, die Sie uns gegeben haben?' Die Frage war ihnen befremdlich, sie griff an das eigentliche Wesen dessen, was Schule, Lehren, Lernen für sie bedeutete“ (1945, S. 30).

Ähnlich mag es vielen Schülern ergehen, die sich den didaktischen Ritualen des Verstehens und der Verständigung im Klassenzimmer unterziehen und – legitimerweise – annehmen, daß alles, was ihnen von der Lehrperson präsentiert wird, auch dann Sinn mache, wenn sie es nicht verstehen.

Wertheimer, den stoffklärenden Lehrer vor Augen, fährt fort:

„Der Leser möge bedenken, ob er nicht viele Dinge in der Schule so gelernt hat. Ist es nicht die Art, in welcher vielleicht Sie selbst die Differential- und Integralrechnung gelernt haben? Selbst Lehrsätze der Planimetrie und Stereometrie? Natürlich hatten Sie guten Grund, zu fühlen, daß der Lehrer Sie vernünftige, ernsthafte Dinge lehrte, die Sie sich aneignen mußten. Aber hatten Sie die Gelegenheit zu einer anderen Art des Lernens, zum wirklichen Erfassen? Konnten Sie etwas anderes tun, als sich damit abfinden und sich der Beweisführung des Lehrers unterwerfen, Schritt für Schritt, wenn Sie nicht in der Lage waren, zu sehen, warum er eben gerade dies tat, dann gerade das? Blieb Ihnen etwas anderes übrig, als einfach gehorsam zu folgen, so wie die Schritte vom Himmel fielen?“ (ebd.).

Nicht nur beim mathematischen Problemlösen gibt es das Phänomen des unbemerkten, uneingestanden oder verdrängten Nichtverstehens. In einer kleinen Studie habe ich folgenden, der Wochenzeitung DIE ZEIT entnommenen Text einer Gruppe von Studierenden in einem Proseminar vorgelegt.

Die dispensorische Erziehungstheorie

„Was den denkenden Menschen von anderen unterscheidet, ist seine Kritikfähigkeit. Kulturen entstehen und gehen unter. Dies ist ein Gesetz allen biologischen Lebens. Eine strukturelle Dialektik zwischen Innovation und Stagnation ist allumfassend konstaterbar. Schon die griechischen Philosophen, und dort vor allem Euklyptos, haben auf diesen Sachverhalt hingewiesen. Dies gilt sogar für das Klima und die Folge der Jahreszeiten. Die menschliche Gesellschaft gleicht so einem Garten, in dem die prächtigsten Pflanzen neben häßlichem Unkraut gedeihen. Um einen Eisschrank zu erwerben, muß ein Arbeiter in England zehn Stunden arbeiten, in Argentinien etwa zehnmals soviel. Demgegenüber gibt es kaum ein Dorf in Afrika, in dem nicht ein Transistorradio anzutreffen wäre. Die Erziehung in Afrika unterscheidet sich von der Erziehung in Amerika oder Europa. Die Gültigkeit einer mathematischen Formel ist nicht durch Kontinente begrenzt. Gegenstand der Naturwissenschaft ist die Natur. Wenn Naturwissenschaft alles ist, so ist auch alles Gegenstand der Naturwissenschaft. Feld, Wald, Transistorradios und Menschen bilden so eine Einheit im Ganzen. Im Boxsport kommt es darauf an, den Gegner k.o. zu schlagen. Der Stärkere gewinnt gegen den Schwächeren. Schönheit als Kategorie der Natur spielt im Boxsport keine Rolle.

Die Phänomene der Welt müssen beschrieben und geordnet werden, bevor sie in eine Theorie eingebracht werden können. Nichts anderes ist die Grundlage der dispensorischen Theorie, die den Anspruch erhebt, die Phänomene der Welt in ihrer Totalität zu erfassen. Versucht man diese Theorie auf die Erziehung anzuwenden, so heißt dies, eine allumfassende Theorie der Erziehung zu begründen, die ihre Bestätigung letztlich in der Praxis erfährt, wobei Praxis im einfachen Sinne als individuelles und gesellschaftliches Handeln verstanden werden soll. Die dispensorische Erziehungstheorie ist somit nicht nur erkenntnistheoretisches Prinzip, sondern bedeutet vor allem Handlungsorientierung zur Veränderung und Verbesserung individueller und sozialer Lebensbedingungen, die die kulturellen und gesellschaftlichen Unterschiede tendenziell aufzuheben vermag (Aus: W. REYEM, Dispensorische Theorie und kritische Gesellschaft, Oldenburg 1980, S. 33)“.

Der mit einer fiktiven Quellenangabe versehene Text ist syntaktisch korrekt, pseudowissenschaftlich aufgemacht und folgt sogar einem grob erkennbaren textgrammatischen Muster: Kulturphilosophisch-anthropologische Einleitung – relativ konkrete und vielfältige Belege – Anspruch, Geltungsbereich und Praxisrelevanz einer Theorie ... sogar eine Quellenangabe stellt dabei. Aber der Text ist – von seinem Autor (Meyer, 1981) intendiert – völliger Unsinn, zusammengestückelt aus inhaltsleeren Phrasen und Gemeinplätzen, somit auf jeder tieferen Ebene des Verstehens inkohärent. Meyer stellte den Text seinen fortgeschrittenen Gymnasiasten vor (im Fach Erziehungswissenschaften in der gymnasialen Oberstufe) mit der Bemerkung, es handle „sich hierbei um die neueste erziehungswissenschaftliche Theorie“. Mit dem Ergebnis:

„In einer Doppelstunde wurden besprochen: die Ziele der dispensorischen Theorie, das Menschenbild der dispensorischen Theorie, der wissenschaftstheoretische und

philosophische Hintergrund dieser Theorie, ihre Methode. Keiner der zukünftigen Abiturienten entlarvte den Text als Schwachsinn. Die Hausaufgabe zum Text wurde brav gemacht.“ ... Weiter : „... Die dispensorische Theorie bewährt sich auch an der Hochschule. Ein befreundeter Assistent, der an der Uni Köln Seminare in Pädagogik abhält, besprach den Text mit seinen Studenten. Das Ergebnis war das gleiche wie an der Schule“ (Meyer, ebd.).

Ich habe (Reusser, 1984, 1988) den Text 11 Pädagogikstudierenden mit der Aufgabe, die geschilderte Theorie zusammenzufassen und mit andern Theorien zu vergleichen, zu einer strukturierten Stellungnahme unterbreitet. Auch hier war das Ergebnis ähnlich:

- Trotz der offensichtlichen Sinnlosigkeit des Textes „sprengte“ keine Versuchsperson den Kontext der Problemlösesituation (davonlaufen oder zumindest ein leeres Blatt abgeben oder schriftlich protestieren), d.h. alle Versuchspersonen lieferten gehorsam ihre zumeist vollständig ausgefüllten Antwortblätter ab.
- Immerhin benützten 5 von 11 Versuchspersonen das Zusatzblatt, um Zweifel und Mißfallen an der stilistischen und inhaltlichen Qualität des Textes auszudrücken („zusammengestückelter“, „seichter Text“, „Kraut und Rüben“, „stilistisch unter aller Kritik“).
- 8 von 11 Studierenden verfaßten eine „Ein-Satz-Zusammenfassung“ des Textes.
- Alle 11 Pädagogikstudierenden schätzten die Schwierigkeit des Textes als hoch ein.

So eindeutig wie bei Meyer ist das Ergebnis also nicht ausgefallen. Gespräche mit den Studierenden ergaben aber deutliche Hinweise auf den sozialen Druck, der durch die Aufgabensituation in einer universitären Lehrveranstaltung erzeugt wurde:

- Als Student an der Uni habe ich gar nicht anders als annehmen können, der Text sei in Ordnung und die Verstehensschwierigkeiten lägen ganz alleine an mir.
- Ich habe mir gesagt: So, das muß ich jetzt verstehen; und dann habe ich es so lange gelesen, bis ich es verstanden habe.
- Bin verunsichert gewesen. Aber der Versuchsleiter an der Uni wirkte wie eine Autorität, welche auf den Text abfärbte.
- Bin ich wirklich so blöd? Ich war frustriert, als die andern – nach einigen hilflosen Blicken in die Runde – alle zu schreiben begannen. Ich mußte einfach etwas mit dem Text anfangen.
- Dieser Versuch erinnert mich an das Milgram Experiment!
- Ich erschrecke über meine Autoritätsgläubigkeit.

Auch die Studierenden, denen deutliche Zweifel am Gehalt des Textes aufkamen, fügten sich dem sozialen Kontext bzw. unterdrückten ihre Zweifel, bis die Instruktion im Zusatzblatt ein entsprechendes Ventil öffnete.

Daß über die Charakteristika des Fach- und Sachverstehens im engeren Sinne hinaus auch das situative und sozial-kognitive Umfeld Problemlöse- bzw. Verstehensleistungen mitzubestimmen vermag, davon zeugt auch das nächste, nicht minder dramatische Beispiel.

Wie eine Problemlösung zum Witz werden kann

Man kann die soziale Rationalität des Verstehens auch studieren, wenn man die Wirkungen beobachtet, die eine Mißachtung oder Verfremdung des sozialen Kontextes zur Folge hat. Dieser Tatbestand soll anhand des folgenden Berichtes – *si non è vero, è ben trovato* – beleuchtet werden⁵.

Ein Maturand erhalte an einer mündlichen Matura-Prüfung in Physik folgendes Problem:

„Zeigen Sie, wie man mit Hilfe eines Barometers die Höhe eines Hochhauses bestimmen kann.“

Der Maturand antworte korrekt:

„Man kann die geforderte Höhe aus der mit dem Barometer ablesbaren Luftdruckdifferenz Straße – Dach berechnen. Pro 10 – 11 Meter Höhe nimmt der Luftdruck nämlich um 1 Torr (= 1 mm Hg) ab.“

Es könnte auch sein, daß der Maturand die Antwort nicht weiß. Das würde ihm vermutlich eine schlechte Note eintragen.

Nun soll aber in unserer Geschichte der Kandidat ganz anders auf dieses Problem geantwortet haben. Nicht eine, sondern eine ganze Auswahlendung von Antworten habe er – gar nicht zur Freude des Examinators – angeboten:

„Man nimmt das Barometer mit aufs Dach, bindet es an eine lange Schnur und läßt es daran auf die Straße hinunter. Dann holt man es wieder herauf und mißt die Länge der Schnur. Diese Länge entspricht der Höhe des Gebäudes.“

„... oder Sie können an einem sonnigen Tag das Barometer mit nach draußen nehmen und seine Höhe sowie die Länge seines Schattens abmessen. Dann messen Sie, wie lang der Schatten des Hochhauses ist und bestimmen mit einer einfachen Verhältnisgleichung die Höhe des Gebäudes.“

„Sie nehmen das Barometer und gehen die Treppe hoch. Dabei markieren Sie die Höhe der Wand jeweils in ‘Barometer-Einheiten’. Dann brauchen Sie nur diese ‘Barometer-Einheiten’ zusammenzuzählen, und Sie erhalten die Höhe des Gebäudes in ‘Barometer-Einheiten’. Es ist allerdings eine sehr ‘handgreifliche’ Methode.“

„Man nimmt das Barometer mit aufs Dach des Gebäudes und lehnt sich über die Dachkante. Dann läßt man es fallen und stoppt die Dauer des Falles mit einer Stoppuhr. Schließlich ermittelt man die Höhe, indem man folgende Formel benutzt: $s = \frac{1}{2}gt^2$.“

5 Das Beispiel ist amerikanischen Ursprungs (vgl. Calandra, 1964).

„Sollten Sie an einer etwas subtileren Methode interessiert sein, dann könnten Sie das Barometer an eine Schnur binden und es als Pendel schwingen lassen. Sie bestimmen den Wert von g (Schwerebeschleunigung in der Formel $T = 2\pi\sqrt{l/g}$) auf Straßenniveau und auf dem Dach. Aus der Differenz zwischen g_1 und g_2 können Sie prinzipiell die Höhe des Gebäudes errechnen.“

Schließlich meinte er: „Wenn Sie mich nicht auf eine physikalische Lösung festlegen, dann gibt es noch viele andere Möglichkeiten. Zum Beispiel können Sie das Barometer nehmen und beim Hausmeister anklopfen. Wenn er sich meldet, dann sprechen Sie wie folgt: ‘Lieber Herr Hausmeister, ich habe hier ein wunderbares Barometer. Wenn Sie mir die Höhe des Hauses verraten, dann gehört es Ihnen.’“

Bleibt nur noch nachzutragen, daß der Kandidat selbstverständlich auch die „richtige“ Lösung wußte, und daß, da sich der Examinator durch das Verhalten des Kandidaten lächerlich gemacht fühlte, es der Fürsprache des beisitzenden Experten bedurfte, um den Kandidaten vor dem Durchfallen zu retten.

Was ist geschehen? Ganz offensichtlich ist hier eine Problemlösesituation unvermittelt zur witzigen Situation geraten. Prüfungssituationen sind Verhaltenskontexte von definierter sozialer Struktur. Nicht nur der äußere Ablauf ist – ähnlich einem Skript – innerhalb gewisser Freiheitsgrade meist festgelegt. Examinator und Kandidat sind auch Partner, die einen zeitlich begrenzten Sprechhandlungsvertrag geschlossen haben und die deshalb übereinstimmen müssen in der Definition der sozialen Situation (Goffman, 1956). Für beide sozialen Rollenträger gelten ganz spezifische Sprechhandlungspflichten und -rechte:

So ist der Examinator berechtigt und verpflichtet,

- dem Kandidaten zu einer definierten, in der Regel im voraus abgegrenzten Thematik Fragen zu stellen bzw. Probleme zur Bearbeitung vorzulegen;
- die Antworten des Kandidaten nach Sachgütekriterien zu beurteilen.

Der Kandidat ist berechtigt und verpflichtet,

- sich vereinbarungsgemäß thematisch vorzubereiten;
- die ihm gestellten Fragen gehorsam zu übernehmen und nach kurzem Nachdenken in kontextdefiniertem Sinne sachbezogen zu beantworten.

Diesen prüfungsspezifischen sozialen Sprechhandlungsrahmen verletzt der Kandidat in subtiler und intelligenter Weise. Nicht daß er sich nicht an den skriptmäßig festgelegten äußeren Prüfungsablauf halten würde: Es kann im Gegenteil angenommen werden, daß der Kandidat sehr höflich ist, beim Aussprechen der Antworten einen sehr beflissenen und ernsten, jedenfalls folg-samen und wohlmeinenden Eindruck erweckt und daß er auch keine Antwort schuldig bleibt.

Es ist im Grunde genommen vor allem eine Verhaltenserwartung, die der Kandidat systematisch verletzt: die Erwartung, mit dem Examinator so zu-

sammenzuarbeiten, daß sich die Antworten in einem schulmäßigen semantischen Rahmen bewegen. In unserem Beispiel: daß die Frage als Luftdruckproblem aufgefaßt und beantwortet wird. Unser Kandidat verletzt mit seinen Antworten zwar nicht den Buchstaben, wohl aber den Geist des Prüfungskontextes. Sein *Fehlverhalten* irritiert den Examinator gleichermaßen, wie es den Leser der Geschichte belustigt. Durch seine Lösungen, die nicht dem in der Frageintention des Examinators liegenden Funktionswert (Barometer als Luftdruckmesser) entsprechen, sondern auf für den Gegenstand ungebräuchlichen Funktions- und Dispositions-Eigenschaften beruhen (Gewicht, Ausdehnung, materieller Wert), führt der Kandidat die Prüfungssituation ad absurdum.

Schülerfehler als Spiegel der didaktischen Kultur

Neben der kognitiv-fachlichen Rationalität des Verstehens gibt es eine pragmatisch-situative Rationalität, eine soziale Grammatik von Wahrheit und Irrtum. Verstehen und Nichtverstehen im Unterricht und damit auch Fehlermachen hängen nicht nur von der *Logik der Dinge* (von einem gut organisierten und verstandenen Sachwissen) ab, sondern auch von der *Logik der Situation*, in der sich der Problemlöser befindet.

Didaktisches Handeln bedeutet die Inszenierung eines fachinhaltlich-aufgabenbezogenen und eines sozial-interaktiven Kontextes. Dem Unterricht zu folgen, beim Lösen von Aufgaben und beim Beantworten von Fragen Fehler zu vermeiden, bedeutet deshalb nicht allein, sich sachlich korrekt zu verhalten (individuell über das nötige Fachwissen zu verfügen), sondern immer auch die korrekte Interpretation einer sozialen (Unterrichts-/Prüfungs-) Situation (vgl. Schubauer-Leoni & Perret-Clermont, 1997). Erfolgreiche schulische Problemlöser sind nicht nur fachlich versiert, sie kennen auch die soziale Grammatik von Schule. Sie wissen und haben internalisiert, was Schule ist und wie diese als soziale Lernumwelt funktioniert.

Von Lehrpersonen arrangierte Situationen des Lernens und Aufgabenlösens unterliegen – wie alle kommunikativen Situationen – der „Sinkkonstanz“ (Hörmann, 1976)⁶. Das heißt, wer als Schüler ein Problem vorgelegt bekommt, erwartet (zuverlässig und vor aller sachbezogenen Analyse mit eigenen Mitteln) Verstehbares und auch Lösbares. Das heißt, Probleme wer-

6 Unter „Sinkkonstanz“ versteht der Sprachpsychologe Hans Hörmann die Leitvorstellung der Sinnerwartung, die jeder Kommunikation zugrunde liegt und ohne die sie nicht funktionieren könnte.

den nicht unvoreingenommen und auch nicht kontextfrei wahrgenommen. Aufgabensituationen sind reichhaltige Informationskontexte, die aus mehr bestehen als einem schriftlich oder mündlich präsentierten Problem als Beschreibung einer Struktur mit Lücke. Zu jedem Problemtext gehört ein dessen Exposition begleitender pragmatisch-sozialer Kontext. Die These dieses Aufsatzes besagt, daß das *Kontextwissen* des Schülers, darunter das Wissen, woran man jetzt gerade arbeitet im Unterricht, welche Rechnungsarten und welche Darstellungsformen gerade eingeübt werden, unter welchen Überschriften im Rechenbuch die Aufgabe steht, sodann das *Erfahrungswissen*, daß Aufgaben meist eindeutig lösbar sind, daß sie kaum unnötige Zahleninformation enthalten und in der Regel zu ganzzahligen Resultaten führen („aufgehen“), die Bemühungen des Schülers und den Gang einer Problemlösung oft stärker bestimmen als die Auseinandersetzung mit dem eigentlichen Sachgehalt der Aufgabe.

Da Schüler in Problemlösekontexten sich aufgefordert fühlen, in der Regel auch dann eine Lösung zu produzieren, wenn sie eine Aufgabe nicht wirklich verstehen, versuchen sie es meist auch dort, wo kein Sinn auszumachen oder keine eindeutige Lösung zu finden ist. An die Stelle von Sachverstehen tritt Scheinverstehen als Routine und Ritual. Der didaktisch erzeugte „Sog des Sinnvollseins“ (Hörmann, 1976, S. 277), gepaart mit dem durch Schule kultivierten Reflex, möglichst rasch und immer zu antworten, führt sie in den oben referierten Studien sogar durch die Abnormität von Kapitänsaufgaben hindurch.

Man kann das sinnstiftende Verhalten von Schülern vor unterbestimmten oder unlösbaren Problemen in Einzelfällen und unter Gesichtspunkten einer divergenten Phantasie kreativ nennen. Die Grundsituation ist jedoch die, daß fragwürdige Formen der Problembearbeitung die Innengeleitetheit und Sachbezogenheit der unterrichtlichen Verstehensarbeit untergraben und damit ein Licht werfen auf den prägenden Faktor 'didaktischer Kontext'. Für viele Schüler, so ist auf Grund der Beobachtungen anzunehmen, bedeutet das Lösen von Aufgaben im Unterricht weniger eine Anstrengung des sachbegrifflichen Verstehens als vielmehr die Bewältigung einer sozialen Situation⁷. Dennoch ist das Verhalten nicht etwa als irrational zu bezeichnen. Im Gegenteil: Es besitzt einen sozial-rationalen Kern. Die primäre Leitfrage, die sich wohl viele Schüler stellen, heißt nicht: 'Verstehe ich die gegebene Sachaufgabe?', sondern: 'Wie komme ich so rasch als möglich zu einer Antwort, notfalls durch Raten oder durch mechanisches Verknüpfen von Zahlenwerten?'

7 Lehtinen (1994) spricht etwas allgemeiner von „Kulissenlernen“: Schüler lernen nicht in erster Linie die Sache, um die es geht, sondern den sozialen Umgang mit ihr.

Zur Dialektik der „häßlichen“ Lösungen bei Wertheimer

In seinem immer noch lesenswerten Buch „Produktives Denken“ entwirft Wertheimer (1945) für das schulische Problemlösen einen normativen (Gegen-)Kontext der rückhaltlosen Sachlichkeit und Einsichtlichkeit. Dualistisch unterscheidet er zwischen *törichten*, *häßlichen* und *blinden* Denkprozessen und solchen, die er als *ehrlich*, *redlich* und *vernünftig* bzw. als *gewissenhaft in der Einstellung zur Wahrheit* bezeichnet.

Häßlich ist für Wertheimer u.a. die „blinde Induktion“: das strukturblinde, nicht aus „inneren Beziehungen“ oder inneren „Forderungen der Lage hervorgehende“ (S. 38) Erschließen einer Gesetzmäßigkeit.

Erstes Beispiel

Wertheimer beschreibt die Reaktion eines Schülers vor einer Tabelle mit verführerischen Zahlen-Beispielen zur Flächenberechnung des Parallelogramms (Tab. 2) folgendermaßen :

	a	b	Höhe (gemessen)	Fläche (zu berechnen)
1.	2,5	5,0	1,5	7,5
2.	2,0	10,0	1,2	12,0
3.	20,0	1 1/3	16,0	21 1/3
4.	15,0	1 7/8	9,0	16 7/8

Tabelle 2: Verführung zur blinden Induktion: a und b sind die Seiten von Parallelogrammen (Aus: Wertheimer, 1945, S. 32).

„Plötzlich zeigte ein Junge auf. Mit einem etwas hochnäsigen Blick auf die anderen, die noch nicht fertig waren, platzte er heraus: 'Es ist blöd, sich mit Multiplizieren und Höhenmessen abzumühen. Ich habe eine bessere Methode herausgekriegt, um die Fläche zu finden – es ist ganz einfach, die Fläche ist $a + b$.'“

‘Hast du eine Ahnung, warum die Fläche gleich $a + b$ ist?’ fragte ich.

‘Ich kann’s beweisen’, antwortete er, ‘ich habe es in allen Beispielen ausgezählt. Warum sich mit $b \times h$ plagen? Die Fläche ist gleich $a + b$!’

Ich gab ihm darauf die fünfte Aufgabe: $a = 2,5$; $b = 5$; Höhe = 2.

Der Bub begann zu rechnen, wurde etwas aufgeregt, und sagte schließlich lächelnd: ‘Hier gibt die Addition der beiden nicht den Flächeninhalt. Schade, es wäre so nett gewesen.’

‘Wirklich?’ fragte ich.

Das mag als Beispiel einer blinden Entdeckung dienen, einer blinden Induktion. Ich wage zu behaupten, daß kein vernünftiger Mathematiker solche offensichtlich sinnlosen Induktionen liebt. Er wird sie *höchstens* machen, wenn der untersuchte Sachverhalt so dunkel ist, daß er keine Ahnung von einem möglichen inneren Zusammenhang hat“ (Wertheimer, 1945, S. 33).

Zweites Beispiel

„Sie fragen einen Schtüler

1.	12	=	3mal wieviel?	Antwort: 4
2.	56	=	7mal wieviel?	Antwort: 8
3.	45	=	6mal wieviel?	

Angenommen, der Schtüler würde als Antwort auf die dritte Frage sagen: ‘Sieben’. Und wenn Sie ihm nach dem Grund fragten, würde er antworten: ‘Ist das nicht klar? Die vierte Zahl ist eins höher als die dritte’:

1.	12	3	4
2.	56	7	8
3.	45	6	7

Ist es hier wesentlich, daß der Schtüler seine ‘Hypothese’ auf zu wenig Beispielen begründet? Nein. Die Hypothese *ist* töricht. Diese Reihenfolge der Zahlen hat nichts mit der Struktur der Situation zu tun, ist blind für das darin Geforderte, für die Trennung durch das Gleichheitszeichen, für die Bedeutung der Stellen auf der linken Seite, für die Bedeutung des Malzeichens auf der rechten Seite. Sie ist blind für alle diese strukturellen Züge, durch welche die Anforderungen an eine vernünftige Lösung oder eine vernünftige Hypothese festgelegt sind“ (Wertheimer, 1945, S. 34).

Wie steht es aber mit der folgenden Situation?

Eine Klasse hat soeben nacheinander fünf verschiedene Körper an einer Federwaage hängend in Wasser eingetaucht und in einer Tabelle auf der Wandtafel nebst dem Gewicht der Körper in Luft und dem Volumen auch den scheinbaren Gewichtsverlust im Wasser sowie die Menge des verdrängten Wassers (Anstieg im Meßzylinder) eingetragen. – Aus den in der Zahlentabelle sichtbar werdenden Regelmäßigkeiten generieren die Schtüler die Hypothese: *Scheinbarer Gewichtsverlust = Gewicht des verdrängten Wassers*.

Obwohl im Prinzip dieselbe Struktur aufweisend wie die Beispiele Wertheimers (auf Regelmäßigkeiten in einer Zahlenreihe und deren induktiver Verallgemeinerung beruhend), ist die Hypothese in diesem Beispiel wohl kaum „töricht“ (Duden: blödsinnig) zu nennen. Worum es mir geht:

1. Wertheimer ist zuzustimmen: In der *Mathematik* allgemein und in den ersten beiden Beispielen ist blinde Induktion unbefriedigend. Mathematische Gegenstände verwirklichen am ehesten die „inneren und einsichtli-

chen Beziehungen“, von denen die Gestaltpsychologen sprechen. Im Gegensatz zum idealisierten mathematischen Denken spielt aber im naturwissenschaftlichen Denken die induktive Verallgemeinerung als Mittel der Hypothesengenerierung eine wichtige Rolle.

2. Wenn der Schüler im ersten und zweiten Beispiel durch Induktion eine Hypothese generiert, so ist diese *nicht völlig strukturblind* (wie Wertheimer behauptet), sondern wie im dritten Beispiel in der Zahlenordnung der Tabelle – also in einem *strukturellen* Aspekt – begründet. Beide Hypothesen beruhen auf dem Studium der Daten. Gewiß! Was die Schüler da generieren, dürfen sie nicht als *Wahrheiten* hinnehmen, sondern müssen sie als Hypothesen der weiteren *Überprüfung* zuführen. Erst dadurch kann (wird) sich ihre Falschheit erweisen. Als selbst generierte Hypothesen sind sie wertvoll. Mit Selz (1922, S. 12) gesprochen: „Die Prozesse, welche die Fehlreaktionen herbeiführen, (sind) ganz von derselben Art wie die Prozesse, welche zu richtigen Reaktionen führen“. Es ist problematisch, daß eine Strategie, welche bei der inständigen Analyse einer Auftriebstabelle gute Dienste leistet, im ersten und zweiten Beispiel so radikal der (moralischen) Verurteilung anheim fällt.
3. Die Begriffe des „guten, vernünftigen Denkprozesses“ (Wertheimer, 1945, S. 36), des „ehrlichen und aufrichtigen“ Vorgehens (S. 157), der „redlichen Haltung“ und der „Gewissenhaftigkeit in der Einstellung zur Wahrheit“ (S. 220) ... verweisen zu Recht auf eine persönlichkeitspsychologische, ja sittliche Dimension des Problemlösens und des Fehlermachens. Wertheimers *moralischer Standpunkt* – so ihn die Didaktik und viele Lehrkräfte übernehmen – birgt aber auch Gefahren: ich meine die Kennzeichnung des ungeordneten, noch wenig durchdachten, vorläufigen Denkens, der chaotischen und zufallsregierten Annäherung an eine Sache als *häßlich* und *töricht*.
4. Wertheimers Begriff der „*törichten Hypothese*“ ist unglücklich,
 - weil er Lehrpersonen dazu verleitet, sehr früh in Denkprozesse evaluierend und zensierend einzugreifen;
 - weil er dazu beiträgt, das im Zuge der Hypothesen-Generierung natürlicherweise entstehende Spiel der Phantasie (Claparède, 1934) zu hemmen;
 - weil er den Standpunkt des Lehrers markiert, der immer schon zu wissen glaubt, welche Hypothesen in Sackgassen und welche zum Erfolg führen;
 - weil er unterstellt, vom Standpunkt des Lernenden aus müßte in der Regel von Anfang an sichtbar sein, welche Hypothesen dumm sind und welche nicht. Gerade das ist aber meist nicht der Fall. Kreative

Problemlösungen gehen nicht selten von Vermutungen aus, welche zuerst als Fehler erscheinen;

- weil er gekoppelt ist mit einer idealisierten Sicht einsichtigen Problemlösens und mit einer Unterschätzung der Rolle von Versuch und Irrtum so wie des tastenden, manchmal auch relativ blind suchenden Denkens. (Was für einen Experten in einem Gebiet als Fehler erscheint, ist für einen Neuling in eben diesem Gebiet vielleicht *ultima ratio*: allem nachzugehen, was auch nur entfernt Sinn zu machen verspricht.)
5. Die *Schwierigkeit* der Wertheimerschen Analyse besteht darin, daß die *Genese einer Hypothese* und ihre *Überprüfung* nicht klar auseinandergehalten werden. Nur ein Problemlöser, welcher seine Vermutungen für Wahrheiten hält, handelt töricht. Falls Wertheimers Schüler dazu gehören, ist ihm zuzustimmen.

In Wertheimers „Ethos“ vom „echten“, „schönen“, „sauberen“ und „aufrichtigen“ Denken spiegelt sich das (cartesianische) Ideal der Klarheit, der Evidenz und der Transparenz, der Folgerichtigkeit und Geradlinigkeit. Dadurch, daß er dieses Denken – quasi in der Rolle des Pädagogen – normativ auszeichnet, leistet er (ungewollt) einen Beitrag zur *Tabuisierung und Verdrängung* des assoziativen, tastenden (vgl. Claparède, 1934: tâtonnement), sprunghaften sowie dem Muster von *Versuch-und-Irrtum verhafteten Denkens* – eines Denkens, das auch Fehler zuläßt und das keineswegs immer getrieben ist vom „Verlangen ... geradewegs vom Herzen des Denkers zu dem Herzen seines Gegenstandes, seines Problems ... zu gelangen“ (Wertheimer, 1945, S. 221), sondern das sich ebenso lenken läßt von allen möglichen, auch scheinbar aufgabenfremden und kontextuellen Merkmalen.

Bei der Aufnahme von Lautdenk-Protokollen und bei Klassenversuchen habe ich in vielen Untersuchungen immer wieder beobachtet, wie Schüler Lösungswege zu Protokoll geben oder an der Wandtafel entwickeln, die – wie ich spürte – nur wenig damit zu tun haben, wie sie *tatsächlich* zur Lösung gekommen sind; oder es werden zumindest die „nicht-salonfähigen“ Lösungsversuche diskret verschwiegen. Das heißt: Oft *nachdem* eine Lösung eher zufällig gefunden worden ist, wird diese gleichsam modifiziert, poliert und als deduktive Entwicklung hingestellt, meist ohne daß dies dem Denken überhaupt bewußt wird. Es läßt sich immer wieder beobachten, wie peinlich es Schülern ist, wenn man sie bei nicht ganz 'sauberen' Denkversuchen ertappt, ihnen nachweist, daß ihr geäußelter Denkweg nicht mit dem tatsächlich vollzogenen übereinstimmt; ja, wie sie die Zensur, der sie unterworfen sind, nicht einmal bemerken und wahr haben wollen, ihre Entdeckung sozusagen einer kleinen kognitiven 'Psychoanalyse' bedarf. Der *sozialisierte Laut-Denker*, der *Wandtafel-Problemlöser* ist sachlicher und rationaler, re-

flektierter, deduktiver als der *private Denker* – dies möglicherweise als Folge eines *didaktischen Kontextes*, welcher gewisse Strategien, vor allem das Denken nach Versuch und Irrtum, verdrängt und gering schätzt, demgegenüber aber die demonstrierte Einsichtlichkeit des problemlösenden Denkens sehr hoch bewertet.

Es scheint hier notwendig, zwei Probleme oder Kontexte auseinander zu halten: den Kontext der Verstehens-Überwachung während der Lösungsentstehung und den Kontext des Prüfens und Akzeptierens der gefundenen Lösung. Mit anderen Worten geht es um die Unterscheidung zwischen dem Entstehungs- oder Findekontext und dem Überprüfungs- bzw. Rechtfertigungskontext einer Problemlösung (Popper, 1973). In Phasen der Hypothesengenerierung lassen sich selbst Experten von Hinweisen leiten, die den Wertheimerschen Kriterien des „sauberen“ Denkens nicht standhalten würden. Was Experten bzw. gute Problemlöser von vielen unserer Versuchspersonen unterscheiden dürfte, ist, daß gute Problemlöser eine Lösung erst akzeptieren, wenn sie diese überprüft haben und wenn immer möglich auch verstehend in einen sinnstiftenden theoretischen Rahmen einordnen können. Sich bei einer Problemlösung auf alle verfügbaren Informationen, also auch auf (kon)textuelle Informationen einzulassen, ist nichts Anrüchiges. In diesem Sinne ist Kontext nicht „jenseits der Sachlogik“, sondern ein konstitutiver, wenn auch oft unerkannter, zumindest aber unterschätzter Teil der meisten Problemlöseprozesse. Unsere Versuchspersonen „versagen“ nicht dort, wo sie auf Grund von nicht-sachlogischen Hinweisen eine Hypothese *generieren*, sondern dort, wo es darum geht, die vermeintlich gefundene Lösung nicht einfach zu akzeptieren, sondern sie sachlichen Prüfkriterien zu unterwerfen.

Ob die Lösung eines Problems gelingt, hängt von vielen Faktoren ab, die wir nicht bewußt und einsichtlich manipulieren, sondern die uns als hilfreiche, verführerische, aber auch als maskierende und auf falsche Fährten lenkende 'cues' aus dem Text und Kontext sowie aus dem 'Monitoring' des Lösungsprozesses zufallen. Das schulische Problemlösen und vielleicht auch einige Wissenspsychologen haben eine starke Tendenz, diese „Unsachlichkeiten“ zu verdrängen. Es gibt sie aber zuhauf und in den mannigfaltigsten Erscheinungsformen als zufällige, tastende Momente und Phasen in fast allen Problemlöseprozessen. Wer am Lehren des Denkens und Problemlösens interessiert ist, sollte diese Merkmale und die durch sie ausgelösten Prozesse und Strategien ernst nehmen. Wer ihre Existenz nicht wahrhaben will oder zu ihrer Verdrängung im Unterricht beiträgt, überhöht die Sachlichkeit und Geordnetheit – die Rationalität des Denkens. Das heißt aber nicht, daß Didaktiker/innen und Lehrer/innen nicht auch weiterhin die Normen der Sachlichkeit und Einsichtlichkeit als Bildungsziele hochhalten sollen.

Folgerungen für eine lernförderliche Fehlerkultur im Unterricht

Die im ersten Teil dieses Aufsatzes vorgestellten Studien belegen, daß Fehlantworten von Schülern im Unterricht sowohl individuelle als auch kollektive Ursachen haben. Schülerfehler widerspiegeln nicht bloß individuelle Wissens- und Verstehensprobleme, sondern verweisen auch auf die soziale Rahmung didaktischer Arrangements. Es ist davon auszugehen, daß gewisse unterrichtliche Rituale des Verstehens und der Verständigung didaktisch intendiertes Verstehen nicht nur fördern, sondern auch behindern und verhindern können. Erscheint diese Diagnose plausibel, so wird sich auch die Therapie nicht allein auf den Einzelschüler, sondern ebenfalls auf das didaktische System als solches richten müssen. Ich beschränke mich hier auf zwei Folgerungen. Sie betreffen die Qualität von Lernaufgaben und – allgemein – von Problembearbeitungskontexten.

Authentischere Aufgaben

Allzu vielen im Unterricht verwendeten Aufgaben ist gemeinsam, daß in ihnen Richtung und Ziel der Lösung durch Merkmale des Problemtextes und seines Umfeldes so weit vorgegeben sind, daß von echten Problemlöseleistungen nicht gesprochen werden kann. Insbesondere fordern mathematische Textaufgaben, wie sie in Schulbüchern noch fast ausschließlich verwendet werden, echte inhaltsbezogene Verstehensprozesse nur unzureichend heraus. Viele stereotyp formulierte Textaufgaben weisen neben zielführenden Signalwörtern eine ganze Reihe textgrammatischer Merkmale auf, welche die Schüler zu nicht-sachanalytischen Lösungs- und Bewältigungsstrategien geradezu herausfordern. Als didaktisch durchstrukturierte, in jeder Hinsicht geschlossene, wohldefinierte Aufgaben sind sie meist nach einem einheitlichen Schema komplikationsfrei zu lösen. Sie weisen dem Aufgabenlöser durch strukturierende Problemfragen und weitere oberflächenstrukturelle Markierungen die Antwortrichtung und gehen meist ohne Rest auf. Vor allem aber folgen die meisten von ihnen der Konstruktionsregel, wonach *alles, was zur Lösung gebraucht wird, explizit in der Aufgabe genannt ist, und alles, was in der Aufgabe steht, lösungsrelevant ist*. Die unerwünschten Nebenwirkungen solcher künstlichen, mit Bezug auf Sachgehalt und Handlungsmöglichkeiten degenerierten Aufgaben bestehen darin, daß schon junge Schüler/innen anfangen, sich auf sachfremde (kon)textliche Merkmale zu verlassen und darauf ihre suboptimalen Lösungs-, Prüf- und Überlebensstrategien aufzubauen.

Was wir somit brauchen, sind neue Typen von Handlungs- und Textaufgaben, die eine anspruchsvolle und gründliche Verstehensarbeit im Sinne des

problemlösenden Erschließens von Strukturen auf mehreren Ebenen fordern und fördern: auf der Ebene des *Textverstehens*, auf der Ebene des *qualitativen Sach- und Situationsverstehens* und (im Falle mathematischer Aufgaben) auf der Ebene des *Verstehens numerisch-quantitativer Operationen* (Reusser, 1985, 1997). Mit Bezug auf mathematisches Problemlösen sind damit Aufgaben gemeint, die es dem Schüler erlauben, mathematische Begriffe und Operationen vermehrt als Instrumente zur Lösung realer und authentischer Probleme zu erfahren (Aebli, Staub & Ruthemann, 1991). Idealerweise handelt es sich um Probleme, die echte Mathematisierungsleistungen erfordern, um *Situationsaufgaben* (Reusser, 1985),

- welche aus natürlichen Lebenssituationen erwachsen und entweder als mehr oder weniger offene Sach- und Handlungsprobleme (vgl. Hollenstein & Eggenberg, 1998) oder in der narrativen Form von „Geschichten zum Nachdenken“ (Willoughby, Bereiter, Hilton & Rubinstein, 1981) vorgelegt werden;
- in die sich der Schüler von seinem Handlungs- und Erlebnishorizont her eindenken, womit er sich identifizieren kann;
- die dem Schüler einen gewissen Präzisions- und Definitionsspielraum geben bzw. ihm eine minimale Interpretationsleistung, die sich auf die Erzeugung einer mentalen Situationsvorstellung oder die Formulierung einer Problemfrage bezieht, abverlangen und zutrauen;
- deren Struktur nebst vielen relevanten Angaben auch irrelevante Größen umfaßt und deren Lösung die Erzeugung einer hierarchischen Operationssequenz erfordert;
- deren linearer Textaufbau nicht schon den Aufbau der numerischen Operationsstruktur vorwegnimmt;
- die unter Umständen verschiedene Lösungen, jedenfalls aber mehrere Lösungs- und Denkwege zulassen.

Allgemeiner: Entgegen der denkpsychologischen Leitvorstellung (Dewey, 1910), wonach das problemlösende Denken mit einer „felt difficulty“ beginnt, setzen die meisten schulischen Problemlöseprozesse mit einem (vom Lehrer oder Lehrbuch) fertig formulierten Problem ein. Dadurch ist meistens der Lösungsrahmen bereits so genau abgesteckt, daß eine tiefere sprachlich-begriffliche Auseinandersetzung mit dem Problemgegenstand als strukturerschließende Leistung des Problemlösers überflüssig ist.

Schließlich werden nicht nur offene Aufgaben, sondern auch unterbestimmte, mehrdeutige oder unlösbare Probleme in der Schule eher selten behandelt, Aufgaben, bei denen die Leistung des Problemlösers darin besteht – und sich unter Umständen darauf beschränken muß –, ein Problem zu bemerken und abzugrenzen, es produktiv zu definieren, um es sodann zu lösen oder allenfalls seine Unlösbarkeit zu demonstrieren.

Zur didaktischen Kultur des Problemlösens

Die zweite Konsequenz, die sich aus den berichteten Studien ergibt, bezieht sich auf die Qualität der Problembearbeitung bzw. die didaktische Kultur des Problemlösens im Unterricht. Allzu viele Probleme werden entweder fragend-entwickelnd unter der Leitung der Lehrperson im Ganzklassenunterricht oder aber in Einzelarbeit gelöst (Stebler & Reusser, in Vorbereitung). Nur selten ist das Problemlösen von metakognitiven Kontrollprozessen begleitet, ebenfalls allzu selten erfolgt in der Klasse oder unter den Schülern ein Austausch über Denk- und Lösungswege, Strategien, Sackgassen und Fehler.

Woran es in vielen traditionellen Unterrichtssituationen mangelt, sind Lerngelegenheiten zur Ausbildung epistemischer Kontrollfunktionen. Darin liegt wohl auch der tiefere Grund für das wenig intrinsische und unrealistische Verhalten von Schülern in den in diesem Aufsatz berichteten Studien. Die meisten unserer Versuchspersonen offenbarten wenig taugliche Kriterien und Strategien zur Überwachung und zur Prüfung der Güte ihres Verstehens, der Angemessenheit und Kohärenz ihrer Lösungen. Wie die Metakognitionsforschung gezeigt hat, spielen internalisierte Güte-Standards eine wichtige Rolle als Referenzwerte und Regulatoren des innengeleiteten Verstehens. Gute Problemlöser/innen haben nicht nur gelernt, wie man Probleme löst, sondern auch, wie man selbständig prüft⁸, wie gut man verstanden hat und inwieweit das Verstehen oder eine gefundene Lösung geforderten oder selbst gesetzten, in jedem Fall aber der Logik der Sachsituation entspringenden Gütemaßstäben entspricht.

Konkret geht es darum, eine didaktische Kultur des Problemlösens im Unterricht zu realisieren, in der Problemlösungen nicht nur nachvollzogen (und ins Reinheft (ab)geschrieben werden), sondern unter Beteiligung der Schüler entwickelt werden. Schüler sollen Gelegenheit erhalten, auf eigenen Lern- und Verstehenswegen – selbstreguliert – zu Lösungen zu gelangen und diese an Gütemaßstäben selbst zu überprüfen. Probleme sollen dabei nicht nur solo, sondern vermehrt dialogisch gelöst werden. Paarweises, kooperatives Problemlösen schafft Gelegenheit sowohl zum Austausch von Denk- und Lösungswegen als auch zum reziproken Modellieren und zum Peer-Coaching von Verfahren, Methoden und Strategien. Im Dialog mit dem Partner und im Dialog mit der Sache geraten insbesondere Sackgassen und Fehler rascher und deutlicher ins Bewußtsein, als dies im Klassenunterricht mit seiner Tendenz zur Beschönigung oder Verdrängung des Unsystematischen, Chaotischen und Assoziativen der Fall ist.

8 Vgl. Kerschensteiners (1931) Prinzip der „Selbstprüfung“.

Lernjournale als Arbeitsinstrumente (Beck, Guldemann & Zutavern, 1994; Ruf & Gallin, 1991), kombiniert mit der Sozialform von Lernpartnerschaften, dienen zudem exemplarisch dazu, *aus Fehlern zu lernen*, indem diese – allein oder mit dem Lernpartner – analysiert, kommentiert und gegebenenfalls in der Klasse besprochen werden. Auf solchen Journaleintragungen aufbauende Partnergespräche verschaffen durch ihren persönlichen Charakter den Beteiligten aber auch Einsicht in ihre Arbeitsweise und in ihr geistiges Funktionieren. Schüler, die (nach Guldemann & Zutavern, 1992; vgl. dies. in diesem Band)

- sich selber und andere beim Lernen beobachten,
- ihr Lernen selber bewußt wahrnehmen und darüber nachdenken,
- einander fragend beim Lernen herausfordern,
- Arbeits- und Lernerfahrungen mit andern austauschen,
- andere beim Lernen beraten,

trainieren nicht nur ihre höheren kognitiven Funktionen, sondern schaffen damit ebenfalls den Boden für *selber-haftbares Verstehen* (Rumpf, 1987) und die Stärkung der individuellen epistemischen Kontrollfunktionen als Basis für reflexives und eigenständiges Lernen.

Jenseits von Schule und Didaktik

Die These dieses Aufsatzes lautete: Fehlermachen und – allgemeiner, dessen Gegenstück – Verstehen haben nicht nur eine individuelle, sondern ebenfalls eine kollektive Basis. Wie eine Sache verstanden wird, welche „Fehler“ dabei gemacht werden, widerspiegelt nicht nur den kognitiven Zustand der verstehenden Person, sondern immer auch Aspekte des Umfeldes, in dem sich diese Person befindet.

Die *soziale Abhängigkeit des Verstehens*, und damit des Fehlermachens, ist jedoch kein Phänomen, das sich auf die Schule beschränkt. Verstehensprozesse im Alltag und im Beruf sind gleichermaßen eingebettet in *funktionale und situative* Kontexte. Daß sie nicht nur darin eingebettet, sondern auch angewiesen sind auf situative – und sogar autoritative – Stützen, zeigt ein abschließendes Beispiel. Es stammt von *Peter Bichsel*, der sich beim Lesen eines unbekanntes Textes von Goethe ebenfalls den Spiegel vorhält und fragt, wie er eigentlich diesen Text versteht.

In der dritten seiner Frankfurter Poetik-Vorlesungen bemerkt Bichsel zu seiner Lektüre von Goethes „Joseph“:

Vielleicht hätte ich meine Lektüre abgebrochen, wenn mir der Autor unbekannt gewesen wäre. Ich hätte die Lektüre zum Beispiel abbrechen können, weil ich angenommen hätte, es handle sich nur um ein gewöhnliches frömmliches Buch oder, wenn

Sie wollen, einfach um ein Buch für Leute und nicht um ein Buch für die Literatur. Sie können das ruhig als Snobismus interpretieren. Mein Literatururteil ist aber abhängig von der Umgebung: Ich habe das Buch in der Umgebung Goethes gelesen und in der Umgebung der deutschen Literatur (1982, S. 49).

So wie Bichsel Goethes Joseph „in der Umgebung Goethes“ gelesen hat, lösen Schüler/innen ihre Probleme im pädagogischen Umfeld der Schule. Dieser Umstand ist bei der didaktischen Konstruktion von Aufgaben (vgl. Staub & Reusser, 1995) und auch bei der Problembearbeitung im Klassenzimmer in Rechnung zu stellen. Als Wirklichkeit hintergebar ist er nicht.

Literatur

- Aebli, H., Staub, F.C., & Ruthemann, U. (1991). Textrechnungen im Mathematikunterricht: Wie und wozu? *Mathematik lehren*, 44, 12–17.
- Baruk, S. (1989). *Wie alt ist der Kapitän? Über den Irrtum in der Mathematik*. Basel, Berlin und Boston: Birkhäuser.
- Beck, E., Guldemann, T., & Zutavern, M. (1994). Eigenständiges Lernen verstehen und fördern. In: K. Reusser & M. Reusser-Weyeneth (Hrsg.), *Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe* (S. 207–226). Bern: Huber.
- Bichsel, P. (1982). *Der Leser. Das Erzählen*. Frankfurter Poetik-Vorlesungen. Darmstadt: Sammlung Luchterhand.
- Calandra, A. (1964). The barometer story – a problem in teaching critical thinking. Auszugsweise abgedruckt in *Schweizer Schule*, 18.
- Claparède, E. (1934). La genèse de l'hypothèse. *Archives de Psychologie*, Vol. XXIV (Extrait). Genève: Librairie Kundig.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. New York: Heath.
- Equipe „Elementaire“ de l'IREM de Grenoble (1980). Quel est l'âge du capitaine? Bulletin no 323 de l'APMEP.
- Goffman, E. (1956). The nature of deference and demeanor. *American Anthropologist*, 58, 473–502.
- Guldemann, T., & Zutavern, M. (1992). Schüler werden Lernexperten. *Die neue Schulpraxis*, 62 (11), 5–11.
- Hollenstein, A., & Eggenberg, F. (1998). *mosima. Materialien für offene Situationen im Mathematikunterricht*. Zürich: Orell Füssli.
- Hörmann, H. (1976). *Meinen und Verstehen*. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Holt, J. (1964). *How children fail*. New York: Pitman.
- Kerschensteiner, G. (1931). *Theorie der Bildung*. Leipzig: Teubner.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension. A paradigm for cognition*. Cambridge u.a.: Cambridge University Press.
- Krummheuer, G. (1992). *Lernen mit „Format“*. Elemente einer interaktionistischen Lerntheorie. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Lehtinen, E. (1994). Institutionelle und motivationale Rahmenbedingungen und Prozesse des Verstehens im Unterricht. In: K. Reusser & M. Reusser-Weyeneth

- (Hrsg.), *Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe* (S. 143–162). Bern: Huber.
- Meyer, W. (1981, November). Die dispenserische Erziehungstheorie. *Die Zeit*.
- Nesher, P., & Teubal, E. (1975). Verbal cues as an interfering factor in verbal problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 6, 41–51.
- Nesher, P. (1980). The stereotyped nature of school word problems. *For the Learning of Mathematics*, 1, 41–48.
- Oser, F., Spychiger, M., Hascher, T., & Mahler, F. (1997). Die Fehlerkulturschule. Entwicklung der Fehlerkultur als Projekt im Rahmen von Schulentwicklung. Freiburg/Schweiz: *Schriftenreihe zum Projekt „Lernen Menschen aus Fehlern? Zur Entwicklung einer Fehlerkultur in der Schule“*, Nr. 3. Freiburg (Schweiz): Pädagogisches Institut der Universität Freiburg.
- Popper, K. (1973). *Logik der Forschung*. Tübingen: Mohr.
- Radatz, H. (1983). Untersuchungen zum Lösen eingekleideter Aufgaben. *Journal für Mathematikdidaktik*, 3, 205–217.
- Reusser, K. (1984). *Problemlösen in wissens-theoretischer Sicht*. Dissertation: Universität Bern.
- Reusser, K. (1985). *From text to situation to equation. On formulation, understanding and solving 'situation problems'* (Tech. Report No. 143). Boulder: University of Colorado, Institute of Cognitive Science.
- Reusser, K. (1988). Problem solving beyond the logic of things: Contextual effects on understanding and solving word problems. *Instructional Science*, 17, 309–338.
- Reusser, K. (1997). Erwerb mathematischer Kompetenzen: Literaturüberblick. In: F.E. Weinert & A. Helmke (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter* (S. 141–155). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Reusser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution – the social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7 (4), 309–327.
- Ruf, U., & Gallin, P. (1991). Lernen auf eigenen Wegen – mit Kernideen und Reisetagebüchern. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 9(2), 248–257.
- Rumpf, H. (1987). *Belebungsversuche. Ausgrabungen gegen die Verödung der Lernkultur*. Weinheim: Juventa.
- Schoenfeld, A.H. (1983). Beyond the purely cognitive: Belief systems, social cognitions and metacognitions as driving forces in intellectual performance. *Cognitive Science*, 7, 329–363.
- Schoenfeld, A.H. (1989). Problem solving in context(s). In: R.I. Charles & E.A. Silver (Hrsg.), *The teaching and assessing of mathematical problem solving* (S. 82–92). Hillsdale, N.J.: NCTM/Lawrence Erlbaum.
- Schubauer-Leoni, M.L., & Perret-Clermont, A.-N. (1997). Social interaction and mathematics learning. In: T. Nunes & P. Bryant (Hrsg.), *Learning and teaching mathematics: An international perspective* (S. 265–283). Hove: Psychology Press.
- Selter, Ch. (1994). Jede Aufgabe hat eine Lösung. Vom rationalen Kern irrationalen Vorgehens. *Grundschule*, 3, 20–22.
- Selz, O. (1922). *Zur Psychologie des produktiven Denkens und des Irrtums*. Bonn: Cohen.
- Sowder, L. (1988). Children's solutions of story problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 7, 227–238.
- Staub, F.C., & Reusser, K. (1995). The role of presentational structures in understanding and solving mathematical word problems. In: C.A. Weaver, S. Mannes & C.R. Fletcher (Hrsg.), *Discourse comprehension. Essays in Honor of Walter Kintsch* (S. 285–306). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Stebler, R., & Reusser, K. (in Vorb.). *Mathematische Lernkulturen – Lehrende und Lernende beurteilen ihren Mathematikunterricht*.
- Stern, E. (1992). Warum werden Kapitansaufgaben „gelöst“? Das Verstehen von Textaufgaben aus psychologischer Sicht. *Der Mathematikunterricht*, 28, 5, 7–29.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S. (1994). Realistic considerations in mathematical modeling of school arithmetic word problems. *Learning and Instruction*, 4, 273–294.
- Wertheimer, M. (1945). *Productive thinking* (enlarged edition, 1982). Chicago: University of Chicago Press. Deutsch 1964: *Produktives Denken*. Frankfurt: Waldemar Kramer.
- Willoughby, S.S., Bereiter, C., Hilton, P., & Rubinstein, J.H. (1981). *Real math: thinking story book, Level 2*. La Salle, IL: Open Court.

Reusser, K. (1999). Schülerfehler – die Rückseite des Spiegels. In: H. Althof (Hrsg.), Fehlerweiter. Vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern (S. 203–231). Opladen: Leske + Budrich.