

Zur didaktischen Erzeugbarkeit von Internoperationen

von Harald RIEDEL, Berlin (D)

aus dem Institut für Unterricht im allgemeinbildenden Bereich der Technischen Universität Berlin

1. Vorbemerkungen

In drei vorangegangenen Aufsätzen habe ich versucht darzustellen, daß aus dem Modell der Internoperationen wichtige Hilfen für die Beurteilung und die Erstellung von Unterrichtssituationen erwachsen (vgl. H. Riedel 1990, 1991 a und b). So kann innerhalb eines aufgabengesteuerten Unterrichts der Schwierigkeitsgrad der gestellten Anforderungen nun nicht nur von seiten des Unterrichtsobjekts, sondern zusätzlich vom Niveau der erwarteten Internoperation her beurteilt und systematisch gestuft werden. Damit erfährt das altehrwürdige didaktische Prinzip "vom Leichten zum Schweren" eine wesentliche Differenzierung und Wirksamkeitssteigerung. Des weiteren bietet das Modell eine gute Grundlage zu einer planmäßigen und allseitigen Ausbildung geistiger Fähigkeiten.

Doch zeigt die gängige Unterrichtspraxis, daß es um die Ausbildung einiger der Internoperationen relativ schlecht bestellt ist. So lassen sich Defizite, insbesondere für die Operationen des divergenten Denkens, des Auswertens, aber auch des Speicherns feststellen. Das mag daran liegen, daß das Modell der Internoperationen den Unterrichtenden nicht hinreichend bekannt ist. Eine weitere Ursache könnte sein, daß der Aufwand für die Vorbereitung des Unterrichts - mindestens unter kurzschlüssiger Betrachtungsweise - als zu hoch eingeschätzt wird, wenn der Versuch gemacht wird, das Spektrum der Internoperationen möglichst vollständig zu nutzen.

2. Lern- und Lehrbarkeit von Internoperationen

Es gibt allerdings eine weitere Erklärung für die o.g. Defizite: Einige der Internoperationen lassen sich relativ leicht in Unterrichtssituationen initiieren und kontrollieren, bei anderen dagegen gestaltet sich die Erzeugbarkeit schwieriger.

In den o.g. Publikationen wurden Schwierigkeitsunterschiede im Zusammenhang mit Internoperationen allein aus der Sicht des Lernenden erörtert (vgl. Bild 1). Das entspricht der Sichtweise der Systemischen Didaktik, daß die Bewertung von Teilmodellen zunächst immer unter dem Gesichtspunkt ihrer Funktion und Bedeutung für den Lernenden zu erfolgen hat. Andererseits dürfen die Aspekte der didaktischen Erzeugbarkeit nicht außer acht geraten, da sie es sind, die dem

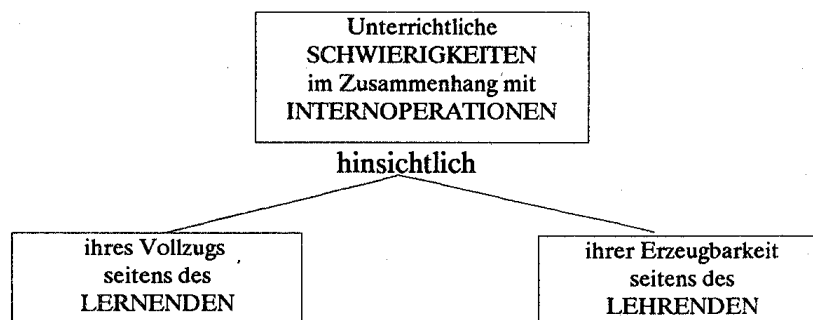


Bild 1: Aspekte von Schwierigkeitsunterschieden im Zusammenhang mit Internoperationen

Planenden bzw. Lehrenden "Kopfzerbrechen" machen. Sonst kann es geschehen, daß ein an sich wertvolles Modell nicht genutzt wird, weil der Unterrichtende aus Unkenntnis der unterschiedlichen Planungs- und Realisationschancen mit nicht vorhergesehenen Schwierigkeiten konfrontiert wird. Demgemäß will ich mich in diesem Aufsatz mit den unterschiedlichen Schwierigkeiten beschäftigen, die sich für den konstruktiven Einsatz der Internoperationen ergeben können.

3. Planbarkeit und Realisierbarkeit von Internoperationen

Bild 2 zeigt, wie die Internoperationen unter dem Gesichtspunkt ihrer didaktischen Erzeugbarkeit bewertet werden können. Die darin enthaltene Ordnung ergibt sich aus folgenden Überlegungen:

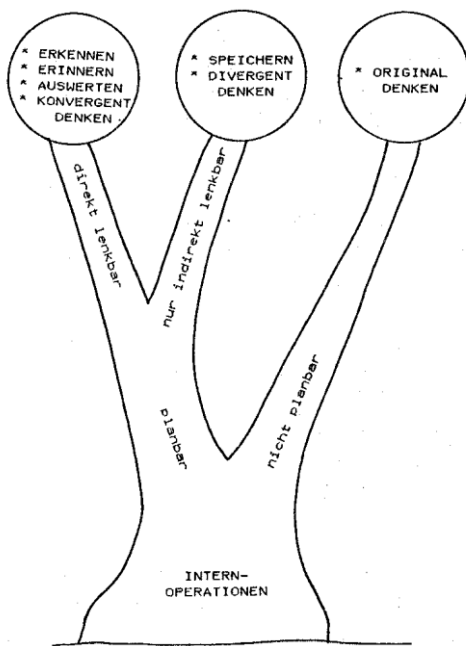


Bild 2: Aspekte der didaktischen Erzeugbarkeit von Internoperationen

vermeiden, muß der Unterrichtende von diesen Unterschieden wissen.

- Hinsichtlich der didaktischen Erzeugbarkeit von Internoperationen muß unterschieden werden, ob Schwierigkeiten bereits beim Planungsprozeß oder erst im Realisationsprozeß auftreten können.
- Nicht für alle Operationen lassen sich geeignete Unterrichtssituationen *planen*.¹
- Andererseits lassen sich einige der planbaren Operationen leichter im Unterricht *realisieren* als andere. Das hängt vor allem damit zusammen, daß sich der Vollzug einiger dieser Operationen eher regeln läßt als die Ausführung anderer Operationen.

Je nach dem Grad ihrer Planbarkeit und der Art ihrer Realisierbarkeit ist es daher leichter oder schwieriger, die verschiedenen Internoperationen im Unterricht zu initiieren. Um Enttäuschungen bei der Anwendung zu

3.1 Zur Planbarkeit der Internoperationen

Im gesamten Modell der Internoperationen (vgl. dazu H. Riedel 1991a, S. 17 f) nimmt das *originale* Denken eine Sonderstellung ein: Weder läßt es sich planen noch gestattet es irgendwelche regelnden Einflüsse während der Realisation.

In einer vorangegangenen Publikation (Riedel 1991a) hatte ich als Beispiel für originales Denken angeführt, wie K.F. Gauß bereits im 2. Schuljahr das später nach ihm benannte Summierungsverfahren natürlicher Zahlen erfand. Vor die Aufgabe gestellt, die Zahlen von 1 bis 100 zu addieren, vermied er die ihm sicher langweilige Dauerfolge von Additionen, indem er die 49 Zahlenpaare, die jeweils addiert 100 ergeben, zusammenfaßte und nur noch das Produkt mit der 100 und der 50 addierte.

Der Lehrer, der diese Aufgabe gestellt hatte, um den schnellen Rechner für einige Zeit zu beschäftigen, hatte diese Handlung nicht voraussehen können, da ihm das (die Rechnung) vereinfachende Verfahren unbekannt war. Und hätte

¹ Im übrigen unterscheidet sich der Planungsaufwand je nach der zu planenden Internoperation

der Lehrer den Jungen bei seiner Arbeit beobachten können, so hätten Eingriffe seinerseits die Originalität der Handlung eher gestört.

Man kann keine Unterrichtssituation planen, die jemanden in die Lage versetzt, original zu denken. Diese Internoperation entzieht sich jedem direkten unterrichtlichen Einfluß. Insofern ist die Frage berechtigt, warum sie überhaupt von unserem didaktischen Modell erfaßt wird. Dafür gibt es zwei Gründe:

- In nicht vorhersehbaren und unregelmäßigen Lernsituationen entstehen immer wieder Akte originalen Denkens. Der Lehrer muß dann in der Lage sein, den Fall zu erkennen und - was noch wichtiger ist - vermeiden, sich in den gedanklichen Prozeß einzuschalten.²
- Wenn originales Denken auch weder planbar noch im Unterricht initiierbar ist, so gibt es gute Gründe dafür, anzunehmen, daß systematischer Unterricht doch einen Beitrag dazu leisten kann, die wesentlichen Voraussetzungen für originales Denken zu schaffen. So scheint mir die Vermutung gerechtfertigt, daß häufige Gelegenheiten und Notwendigkeiten zum divergenten Denken günstige Voraussetzungen für originales Denken darstellen.

Was die Planbarkeit von Unterrichtssituationen angeht, gibt es für alle anderen Internoperationen, also *Erkennen, Erinnern, Speichern, Auswerten, konvergentes und divergentes Denken*, keine Beschränkungen (vgl. Bild 2). Lediglich unterscheidet sich der Aufwand für die Planung der entsprechenden Lernsituationen.

3.2 Zur Realisierbarkeit von Internoperationen

Wenn auch die eben aufgeführten Internoperationen gleichrangig hinsichtlich ihrer Planbarkeit sind, so nehmen zwei von ihnen, *Speichern* und *divergentes Denken* eine Sonderstellung hinsichtlich der Möglichkeiten ein, sie während des Unterrichtsprozesses zu regeln. Unterrichtssituationen sind auf bestimmte Soll-Werte hin geregelte Lernsituationen (s. dazu H.Riedel 1979, S. 19-46). Die Regelung einer Lernsituation unterscheidet sich von ihrer Steuerung dadurch, daß der Lernende bzw. das Operationsobjekt *beobachtet* werden muß, um aus den Ergebnissen der Beobachtung die jeweils neu erforderlichen Steuerungsmaßnahmen ableiten zu können. Schon aus der geringeren Beobachtbarkeit aber ergibt sich die Sonderstellung der beiden genannten Internoperationen.

3.2.1 Zum *Speichern*: Die Sonderstellung dieser Internoperation ergibt sich aus der Tatsache, daß das Speichern immer nur das Ergebnis (meist) mehrfachen Vollzugs anderer Operationen ist (vgl. dazu H. Riedel 1991a, S 20 ff). Ohne Schwierigkeiten kann man einen systematischen Plan aufstellen, durch welche Folge und welche Häufigkeiten anderer Internoperationen das Speichern einer bestimmten Information bewirkt werden soll. Während der Realisation des Unterrichts läßt sich jedoch nicht kontrollieren, ob und bis zu welchem Grad die gewünschte Speicherung erfolgt.

Zur Verdeutlichung greife ich auf ein früheres Beispiel zurück (vgl. H. Riedel 1991a, S. ---): Gehen wir davon aus, daß Schüler im Musikunterricht den Unterschied von "Dur"- Akkord (untere Terz groß und obere Terz klein) und "Moll"- Akkord (umgekehrtes Verhältnis) erkannt haben. Die primitivste und bei den Lernenden unbeliebteste, trotzdem sehr oft praktizierte Möglichkeit, die Speicherung anzugehen, besteht darin, die Information immer wieder "wiederholen", also erinnern zu lassen. Dies Verfahren schließt zwei Unsicherheitsfaktoren ein:

- Der Lehrende kann nicht beobachten, ob sich der einzelne Lernende bei der wiederholten Präsentation der zu speichernden Information tatsächlich nur mit dieser Information beschäftigt, oder ob er (wegen der eintretenden Langeweile) nicht ständig andere Informationen assoziiert, die den gewünschten Speicherungsprozeß eher behindern anstatt

² Anders liegt der Fall beim divergenten Denken, das leider oft genug nicht vom originalen Denken unterschieden wird: Hier kann der Lehrer u.U. wichtige Hilfen geben, indem er den Lernenden auf andere Aspekte des zu bearbeitenden Gegenstandes aufmerksam macht, ohne jedoch auch die noch aufzubauenden Gedankengänge anzudeuten.

ihn zu fördern. Das hängt u.a. mit den unterschiedlichen Zufluß- und Speicherkapazitäten der einzelnen "Gedächtnisse" zusammen (vgl. z.B. H. Frank 1962 und H. Riedel 1967, S.112 - 119).

- Es läßt sich zu keinem Zeitpunkt abschätzen, welche Wirkungen die Zahl der Wiederholungen im Sinne der Speicherung hat. Mit welcher Sicherheit, Intensität und für welchen Zeitraum die Information über die Unterschiede von "Dur" und "Moll" gespeichert sein werden, bleibt ungewiß.

Günstiger ist ein anspruchsvolleres Verfahren, anspruchsvoller hinsichtlich der Operationen seitens des Lernenden, auf deren Grundlage die Speicherung erfolgen soll, und hinsichtlich der Vorbereitungsarbeit seitens des Unterrichtenden: Der Lehrer kann die Information mehrfach auswertend anwenden lassen, indem er den Schülern Notationen einfacher Melodien vorlegt und ihre Tonqualitäten bestimmen läßt. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Information konvergent denkend anwenden zu lassen, indem er vorgegebene, in "Moll" gesetzte Melodien zu solchen in "Dur" transformieren läßt und umgekehrt.

Abgesehen von dem höheren Motivationswert ergibt sich gegenüber dem ersten Verfahren ein wesentlicher Vorteil: An den vom Schüler erstellten Operationsobjekten kann der Lehrer jeweils genau beobachten, ob der Schüler, bzw. mit welcher Güte er die jeweilige produzierende Operation (auswerten oder konvergent Denken) hat vollziehen können.

Die erste der obengenannten Unsicherheiten wird also vermieden.

Die zweite aber verbleibt: Die Qualität der erreichten Speicherung kann nicht direkt bei oder nach Vollzug der gerade erledigten Operation gemessen werden, sondern erst zu einem Zeitpunkt, der nach, also außerhalb der zeitlichen Grenzen der ablaufenden Unterrichtssituation liegt.

Hieraus ergibt sich die Sonderstellung der Operation "Speichern" hinsichtlich der Regelung von Lernsituationen.

3.2.2 Etwas anders verhält es sich beim *divergenten Denken*: Hier spielt nicht nur die Möglichkeit zur Beobachtung, sondern auch jene zur evtl. notwendig werdenden Hilfestellung seitens des Lehrenden eine Rolle: Wohl können wir hinreichend Situationen schaffen, in denen der Lernende zum divergenten Denken initiiert wird. Ob er es allerdings schafft, sich von schon denkgewohnten Mustern zu lösen, ist u.a.vom Anfangszustand des Lernenden abhängig und kann kaum beurteilt oder vorausgesagt werden:

- Zunächst gilt für das divergente Denken, was für andere produzierende Operationen ebenfalls zutrifft: Am Ergebnis einer Operation allein ist nicht direkt erkennbar, ob es tatsächlich durch die angestrebte Operation zustandekam, oder ob es dem Lernenden schon vorher bekannt war und nur noch erinnert zu werden brauchte.

Nehmen wir an, dem Lernenden wird die Aufgabe gestellt, aus nur 5 Tönen und 2 frei wählbaren Tönen möglichst unterschiedliche Melodien in "Dur" und "Moll" zu schreiben. Hat der Lernende diese Aufgabe zum divergent denkenden Anwenden der zuvor gelernten Information schon vor kurzem erledigt und kann er sich noch vollständig an die Ergebnisse seiner Arbeit erinnern, so ist jede produzierende Operation überflüssig.

- Der Unterschied des divergenten Denkens zum konvergenten Denken oder Auswerten tritt aber dann zutage, wenn sich der Lernende nicht mehr vollständig an die Ergebnisse früherer Bemühungen erinnern kann und sie "rekonstruieren" muß. Rekonstruieren heißt, daß der Lernende auf der Basis der noch erinnerten Informationsteile durch konvergentes Denken zur schon vergessenen Gesamtinformation gelangt. Divergentes Denken unterscheidet sich gegenüber dem konvergenten Denken dadurch, daß sich der Lernende von bekannten Denkmustern lösen muß und unter neuen Gesichtspunkten und nach neuen Modellen die vorgegebene Information verarbeitet. Dies aber ist beim "Rekonstruieren" nicht notwendig. Die rekonstruierten Ergebnisse werden also durch "nur" konvergentes Denken gewonnen.

Blieben wir beim oben dargestellten Beispiel aus der Musik: Der Lernende soll zwecks divergenten Denkens unterschiedliche Kompositionen in "Dur" und "Moll" erzeugen. Hat er dies schon einmal getan, aber die Arbeitsergebnisse vergessen, so wird er sich jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit an jene (unterschiedlichen) Aspekte erinnern, von denen her er seine Kompositionen variierte. Damit reicht zur Erledigung des Auftrages Rekonstruieren im Sinne von konvergentem Denken.

Der erste Unterschied, divergentes Denken im Unterricht zu realisieren, ergibt sich anderen produzierenden Operationen gegenüber also aus der Ungewißheit hinsichtlich des Anfangszustandes.

Ein anderer Unterschied resultiert aus den Möglichkeiten des Lehrenden zur *Regelung* des Lerngeschehens, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der *Hilfestellung*.

Gehen wir davon aus, daß es unser Musikschüler gerade schafft, je eine Melodie in "Dur" und "Moll" zu konstruieren. Damit hat er nachgewiesen, daß er die erlernten Informationen konvergent denkend anwenden kann. Um dem Lernenden zu helfen, die Arbeit im Sinne der Aufgabenstellung fortzuführen, kann der Lehrende ihn zunächst ganz allgemein dazu auffordern, über andere Aspekte der Melodie nachzudenken und weitere Kompositionsversuche zu machen. Damit ist die Möglichkeit zum divergenten Denken noch nicht verbaut. Scheitert unser Schüler nun aber wieder, so bleibt dem Lehrenden nichts anderes mehr übrig, als dem Lernenden solche Aspekte zu nennen oder sie ihm über geeignete Operationsobjekte bewußt zu machen (Umkehrung, Krebs, Rhythmus, etc.). Geht der Schüler auf diese Hilfen ein, so wird er die gestellte Aufgabe möglicherweise erfüllen können, also unterschiedliche Kompositionen aus den vorgegebenen Tönen erzeugen. Doch hat er diese Produkte dann nicht mehr durch divergentes, sondern durch lediglich konvergentes Denken geschaffen.

Das o.g. Beispiel zeigt bereits einen Weg auf, die Fähigkeit zum divergenten Denken durch die Beanspruchung des Lernenden in anderen Operationsbereichen systematisch vorzubereiten:

Es wird zunächst darauf ankommen, sicherzustellen, daß die Lernenden mit der zu verarbeitenden Information *konvergent denkend* umgehen können. Die konvergent denkende Bewältigung einer Information ist leichter als die divergent denkende und kann somit als eine wesentliche Grundlage für die anschließende divergent denkende Anwendung betrachtet werden.

Andererseits muß aber auch hier mit Augenmaß verfahren werden. Wie empirische Untersuchungen zeigen, darf nämlich die Phase der konvergent denkenden Anwendung vor dem divergenten Denken nicht zu häufig realisiert werden. Sonst werden Schüler aufgrund der langen Gewöhnung dazu konditioniert, immer nur den einen Weg des konvergenten Denkens zu gehen. Ein Beispiel hierfür bietet eine Untersuchung von Birch u. Rabinowitz 1966, S. 265-270.

Die Versuchspersonen hatten die sog. Zwei-Kordel-Aufgabe zu lösen: Die freien Enden zweier von der Decke hängender Bindfäden, die so weit voneinander entfernt waren, daß die Versuchsperson sie nicht gleichzeitig fassen konnten, sollten zusammengebunden werden. Das Problem war nur lösbar, wenn die Vp. an einen der Bindfäden ein Gewicht anbrachte, um das Ganze als Pendel zu benutzen. Nur zwei Gegenstände waren dafür verfügbar, ein elektrisches Relais und ein Schalter. Keine der Versuchspersonen, die zuvor Unterricht über die Verwendung von Relais in elektrischen Stromkreisen erhalten hatten, kam auf den Gedanken, das bereitliegende Relais als Pendelgewicht zu verwenden, es also auch unter einem neuen Aspekt (nicht dem der Verwendbarkeit in Stromkreisen) und somit divergent denkend, einzusetzen.

Die Kalamität liegt nun in folgendem: Mit Recht kann man sagen, daß es (z.B. bei der Anwendung bestimmter Techniken) aber gerade darauf ankommt, die Schüler durch häufiges (konvergentes) Anwenden eines Verfahrens dazu zu befähigen, die Leistung möglichst sicher und schnell ausführen zu können.

Einen möglichen Ausweg aus diesem scheinbaren Dilemma zeigte schon H. Aebli (1961, S. 111ff.), indem er die Bedeutung einer (von ihm als "invers" bezeichneten) Operation beschreibt, die als ein Denken in umgekehrter Richtung zwischen konvergentem und divergentem Denken einzuordnen ist.

Beispielsweise wird ein geschichtlicher oder geologischer Prozeß (etwa die Entstehung des 2. Deutschen Reiches oder des Alpen-Massivs) rückläufig betrachtet. Oder: Nach Aufgaben zum konvergent denkenden Anwenden der Multiplikation mit der 3 folgen Aufgaben zum Dividieren und zum "Enthaltensein" innerhalb derselben Einmaleins-Reihe.

Eine besondere und viel zu wenig beachtete Rolle im Zusammenhang mit der Vorbereitung divergenten Denkens spielt die Operation des *Auswertens*. Wird ein Schüler dazu angeregt, sich schon auf unterer Ebene produzierender Operationen, nämlich auf der Ebene der formierenden Operationen, vergleichend mit ähnlichen oder zusammenhängenden Informationen zu beschäftigen, so werden ihm dadurch mehrere verschiedene Aspekte eines Informationskomplexes bewußt gemacht. Das ist interessanterweise gerade jener Aspekt, den Lehrer oft als Anlaß zur "Verwirrung des Lernenden" auffassen, weshalb sie entsprechende Aufgaben als zu schwierig ablehnen. Da divergentes Denken jedoch darauf angewiesen ist, Dinge von unterschiedlichen Aspekten her zu betrachten, ist das Auswerten als eine wichtige Voraussetzung für divergentes Denken anzusehen.

Enthalten die Aufgaben zum Auswerten der Tonmodi bereits mehr oder weniger deutlich erkennbare Variations-Aspekte, so kann der Lernende später auf sie zurückgreifen.

3.2.3 Wie Bild 2 zeigt, werden die Operationen *Erkennen*, *Erinnern*, *Auswerten* und *konvergentes Denken* unter dem Gesichtspunkt ihrer Realisierbarkeit auf eine Stufe gestellt. Es sind jene, für die man Unterricht am leichtesten gestalten kann. Sie lassen sich sowohl planen als auch direkt kontrollieren.

Mancher mag dies zunächst für die Internoperation *Erinnern* bezweifeln. Denn ob man sich in einer bestimmten Situation an etwas (Gelerntes) erinnern kann oder nicht, hängt ja von der derzeitigen Disposition ab. Wer so denkt, geht von der Annahme aus, daß Erinnern immer nur im Sinne von Reproduzieren durch verbale Aufforderungen (und insofern indirekt) initiiert wird ("Denk doch daran, was wir gestern behandelt haben, nenne mir den Lehrsatz ..."). Erinnern läßt sich aber auch auf ganz andere Art in Gang setzen:

Haben Schüler in der gestrigen Unterrichtsstunde das Summierverfahren von Gauß an dem Beispiel der Zahlen von 1 bis 100 erkannt, so genügt es beispielsweise, zu Anfang der heutigen Unterrichtsstunde eine Folie anzubieten, auf der die wesentlichen Verfahrensschritte und ihre Ergebnisse sowie das Gesamtergebnis zusammenfassend und übersichtlich und leicht nachvollziehbar dargestellt sind. Nun wird sich jeder Schüler an den Inhalt des gelernten Unterrichtsobjekts erinnern. Beiläufig kann es geschehen, daß Schüler, die die Information noch nicht hinreichend gespeichert haben, nun auch noch neue Teile des Unterrichtsobjekts erkennen werden.

Sofern geeignete, konkrete Operationsobjekte eingesetzt werden, ist die obige Einordnung der Operation Erinnern also gerechtfertigt.

Die vorangegangenen Bemerkungen deuten darauf hin, welches Gewicht in Lehr/Lernprozessen den beiden Operationen *Auswerten* und *divergent Denken* beizumessen ist. Die Erfahrung jedoch zeigt, daß gerade diese Internoperationen im normalen Unterricht sträflich vernachlässigt werden. Wie ausgeführt, bestehen hinsichtlich des divergenten Denkens in der Tat objektive Schwierigkeiten, allerdings nicht ebensolche für das Auswerten.

Die Gründe für die Vernachlässigung dieser Operation liegen wohl darin, daß ihre Bedeutung vielen Lehrenden nicht bekannt ist, aber auch in der unberechtigten Scheu vor einem vermeintlich zu großen Planungsaufwand. Dabei lassen sich entsprechende Aufgaben relativ einfach erzeugen:

- a) Der Planende entwickle zunächst eine Aufgabe zum konvergent denkenden Anwenden der Information
- b) Er analysiere sie hinsichtlich möglicher Bearbeitungsschwierigkeiten.
- c) Er variiere die Vorgaben hinsichtlich dieser Aspekte und transformiere sie in Aufgaben zum Auswerten.

Um nochmals an unser Musik-Beispiel anzuknüpfen:

- a) Aufgabe zum konvergent denkenden Anwenden: Eine einfache, in "Dur" gesetzte Melodie soll in "Moll" transformiert werden.
- b) Mögliche Schwierigkeiten: Unterscheidung der "natürlichen" Ganz- und Halbtonschritte, der Vorzeichen "#" und "b", der "kleinen" und der "großen Terz" sowie die Fähigkeit, diese Informationen auf neue Tonkombinationen anzuwenden.
- c) Die Ausgangsmelodie wird vorgegeben. Es werden 4 bis 6 potentielle Lösungen angeboten, die isoliert und/oder kombiniert teils richtig, teils falsch die in b aufgeführten Aspekte enthalten.³

Wer sich der genannten Schwierigkeiten, aber auch ihrer Lösungsmöglichkeiten bewußt ist, wird Wege finden, die Schwierigkeiten zu meistern. Insofern betrachte ich meine Ausführungen als Plädoyer für eine realitätsbewußte Planung und Realisation *aller* Internoperationen.

4. Verwendungsmöglichkeiten des Modells in der Unterrichtsarbeit

Ich habe mich in diesem Aufsatz allein mit Schwierigkeiten beschäftigt, die im Zusammenhang mit der Planung und der Realisierung von Internoperationen auftreten können. Die Konzentration auf diesen einen, aus der Sicht des Praktikers ggf. negativ empfundenen, Aspekt des Modells könnte dazu führen, sich gar nicht um den gezielten Einsatz der Internoperationen zu bemühen. Ich will daher abschließend die wichtigsten Gesichtspunkte zusammenfassen, die für die regelmäßige Nutzung des Modells der Internoperationen in der täglichen Unterrichtspraxis, ebenso aber auch bei der Konzeption objektivierten Unterrichts sprechen.

4.1 Zum Planen von Unterricht

4.1.1 Unter Berücksichtigung der Schwierigkeitsstufen von Internoperationen (vgl. dazu H. Riedel 1991a, S. 16, Bild 1 und 1991b, S. 58, Bild 1) kann der Lehrer für jede einzelne Unterrichtssituation die vom Lernenden zu erbringende *geistige Leistung* als Kombination aus dem Schwierigkeitsgrad des gerade behandelten Unterrichtsobjekts und der geforderten Internoperation bestimmen.

4.1.2 Damit wird es möglich, bereits zum Inhalt eines einzigen Unterrichtsobjekts einen *stufenweisen Aufbau* der zu erbringenden geistigen Leistungen bis hin zur divergent denkenden Anwendung des Unterrichtsobjekts zu planen.

4.1.2.1 Im konventionellen Unterricht ist dies eine ausgezeichnete Grundlage, um insbesondere für *lernschwächere Schüler* eine systematische und sehr differenzierte Folge von Denkleistungen "vom Leichten zum Schweren" zu konzipieren.

4.1.2.2 Gleichzeitig bietet sich die Möglichkeit, den Unterricht für Lernende unterschiedlichen Anfangszustands und unterschiedlicher Lernfähigkeit zu *differenzieren*.

Als ein Nachteil differenzierten Unterrichts wird häufig beschrieben, daß die fähigeren Schüler den weniger fähigen im Laufe der Zeit immer weiter vorausziehen. Dieser Nachteil kann vermieden werden, wenn sich die Differenzierung weniger auf jeweils andere Unterrichtsobjekte als auf die an ein und demselben Unterrichtsobjekt zu vollziehenden Internoperationen bezieht.

4.1.2.3 Für den *objektivierten Unterricht* ergibt die in 4.1.2 genannte Folge eine bereits sehr differenzierte Basis von Lernschritten, die je nach der Fähigkeit des Lernenden und in Abhängigkeit von seinen Lern-Leistungen schrittweise und vollständig oder aber nur auszugsweise durchlaufen werden kann.

³ Allerdings zeigt das Beispiel auch etwas eigentlich Selbstverständliches: Ohne profunde Kenntnis des Unterrichtsobjekts und seiner Struktur lassen sich sinnvolle Aufgaben dieser Art kaum konstruieren.

4.1.3 Unter Berücksichtigung aller produzierenden Operationen können unterschiedliche Aufgabenformen konzipiert werden, die - gleichgültig ob in einer schwierigkeitsgestuften Folge oder nicht - zu einer *sicheren Speicherung* der Unterrichtsobjekte führen.

4.1.4 Sofern das gesamte Repertoire der Internoperationen über längere Zeiträume unter Ausnutzung aller Unterrichtsobjekte planmäßig eingesetzt wird, bietet sich die Möglichkeit systematischer Denkschulung. Werden die vielfältigen Gelegenheiten zum Einsatz produzierender Operationen einschließlich des divergenten Denkens genutzt, so wird dies auch eine solide Grundlage für die Entwicklung von "*Kreativität*" sein.⁴

4.1.5 Das Modell ist gleichzeitig eine gute Grundlage für eine systematische Förderung der "*Selbständigkeit*" von Schülern, in zweifacher Hinsicht:

4.1.5.1 die Erkennensphasen des Unterrichts werden so konzipiert, daß die Schüler sich die neuen Informationen durch *produzierende Operationen* an entsprechenden *Operationsobjekten* erarbeiten müssen. Durch die unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen der einzelnen formierenden und transformierenden Operationen können Mißerfolge bei der "selbständigen" Arbeit weitgehend vermieden werden.

4.1.5.2 den Schülern wird hinreichend Gelegenheit geboten, die neu erworbenen *Unterrichtsobjekte* in unterschiedlicher Form, notfalls noch in der Folge steigender Schwierigkeit, *produzierend* anzuwenden.

4.1.6 Die produzierende Anwendung der Unterrichtsobjekte erbringt gleichzeitig den Vorzug häufiger "*Selbstkontrolle*", da die Schüler an den Ergebnissen wie an der Flüssigkeit bzw. Leichtigkeit des Vollzugs Einsicht in ihr derzeitiges Leistungsvermögen erhalten.

4.2 Zum Realisieren von Unterricht

4.2.1 Weil die geforderten Denkleistungen mit Hilfe des Modells differenzierter *analysiert* werden können, wird es leichter möglich sein, Ursachen von *Lern- und Leistungsschwächen* gezielt zu beheben.

4.2.2 Durch Variation der im Unterricht beanspruchten geistigen Tätigkeiten kann der Unterricht abwechslungsreicher gestaltet werden.

4.2.3 Für den Ablauf *objektivierten Unterrichts* kann die Schwierigkeitsstufung der Internoperationen u.a.in folgender Weise für einen *ökonomischen Ablauf* genutzt werden: Der Lernende wird nach geeigneter Problemstellung und Erkennensphase zunächst mit einer Situation konfrontiert, in der er das gerade erlernte Unterrichtsobjekt (bzw. Teile desselben) konvergent denkend anwenden soll. Gelingt dem Lernenden dies nicht oder nur fehlerhaft, so wird auf Aufgaben zurückgegriffen, die lediglich das auswertende Anwenden der Information verlangen. Nach Bewältigung dieser, das konvergente Denken vorbereitenden, Aufgabe wird eine der ersten Aufgabe äquivalente zum konvergent denkenden Anwenden präsentiert.⁵⁾

4.2.4 Der Überblick über die Aspekte der *didaktischen Erzeugbarkeit* von Internoperationen vermittelt eine realistische Vorstellung von den Möglichkeiten, bestimmte Denkleistungen im Unterricht zu erzeugen. Damit läßt sich nun nüchterner einschätzen, in welchen

⁴ Dabei sollten die unterschiedlichen Bedingungen für divergentes Denken einerseits und originales Denken andererseits beachtet werden.

⁵⁾ Welche Folgen weiterer Anwendung im Sinne konvergenten oder sogar divergenten Denkens fortgesetzt werden, hängt von den Möglichkeiten der Rückkopplung, von dem beabsichtigten Grad der Speicherung und von längerfristigen Zielsetzungen des objektivierten Unterrichts ab.

Unterrichtssituationen mit welcher Erfolgswahrscheinlichkeit mit welchen Operationsobjekten welcher Beitrag zu den meist nur pauschal postulierten Fähigkeiten des "kritischen" und "kreativen" Denkens geleistet werden kann.

Schrifttum

- AEBLI, H.: Psychologische Didaktik. Didaktische Auswertung der Psychologie von Jean Piaget. Klett. Stuttgart, 1962 (2. Aufl. 1969).
- BIRCH, H.G. und RABINOWITZ, H.S.: Die negative Wirkung vorhergehender Erfahrung auf das produktive Denken. In: GRAUMANN, C.F. (Hrsg.): Denken. Kiepenheuer und Witsch. Köln, Berlin, 1965, S.265ff.
- FRANK, H.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Agis. Baden-Baden. 1962
- RIEDEL, H.: Von der Lernsituation zum Planungssystem. In: E.KÖNIG / H.RIEDEL: Systemtheoretische Didaktik. Beltz. Weinheim und Basel, 1979, 4. Aufl.
- RIEDEL, H.: Vorüberlegungen zur Revision des Modells der Internoperationen. grkg/H. 31, 3, 1990. S. 111-122.
- RIEDEL; H.: Neufassung eines Modells der Internoperationen. grkg/H.1, 32, 1991a.S, 15 - 28
- RIEDEL, H.: Schwierigkeitsstufung von Internoperationen und unterrichtliche Mängel. grkg/H. 2 , 32, 1991b, S. 57 - 68

Knapptext

Internoperationen lassen sich unterschiedlich leicht in Unterrichtssituationen umsetzen. Originales Denken ist weder planbar noch direkt regelbar. Alle übrigen Internoperationen lassen sich zwar planen, divergentes Denken und Speichern jedoch nicht direkt beobachten und regeln. Nur konvergentes Denken, Auswerten, Erinnern und Erkennen sind sowohl plan- als auch direkt regelbar.