

## Rinderherdenaufgabe - ein Beispiel für Problemlöseanforderungen in der Grundschule

Hartmut Giest

Der Beitrag enthält einen Bericht über Untersuchungen zu Lernstrategien von Schülern 4. und 6. Klassen. Die Untersuchung ist ein Teil eines Forschungsprojekts, dessen Zwischenergebnisse in den Heften 5 und 6 der LLF-Berichte veröffentlicht wurden.

Die Schüler standen vor der Aufgabe, eine ökologische Problemstellung zu bewältigen. Diese war so konstruiert, daß Informationen über Merkmale der Orientierung in der Problemsituation und den Prozeß des Problemlösens zugänglich wurden. Die Ergebnisse verweisen auf interindividuelle Unterschiede (bezogen auf die Geschlechtergruppen, 4. und 6. Klassen sowie drei schulische Leistungsgruppen) und machen auf Defizite des Lernens und Lehrens im Unterricht aufmerksam.

An example of problem solving tasks in the primary school

Contribution presents a report on investigations into learning strategies in 4th and 6th grade students. This investigation is part of a project, intermediate reports of which were published in „LLF-Berichte“ Vol. 5 and 6.

An ecological problem was to be solved by the pupils. The design of the task was aimed at getting information about characteristics of the orientation in the problem situation and of the process of problem solving. In these characteristics interindividual differences (group characteristics were gender, 4th vs. 6th grades, academic performance) could be pointed out. The results of the investigation draw attention to deficiencies of learning and instruction in school.

### 0. Vorbemerkungen

Bei dem vorliegenden Untersuchungsbericht handelt es sich um eine Darstellung der Untersuchungsergebnisse einer empirischen Untersuchung im Bereich der Unterrichtsforschung. Diese Untersuchung ist Teil einer im Rahmen eines ABM-Projekts an der Humboldt-Universität 1991 begonnenen größeren Forschungsvorhabens der Lern-Lehrforschung mit direktem Bezug zum Unterricht, welches nunmehr an der Universität Potsdam fortgeführt wird. Die Untersuchungen waren nur durch die uneigennützig Unterstützung der daran beteiligten drei Schulen, der Lehrer, Direktoren, Schulverwaltungen und nicht zuletzt der Kinder möglich. Ihnen gilt mein besonderer Dank.

Im Ergebnis der Untersuchungen steht ein umfangreiches Datenmaterial zur Verfügung, welches im Rahmen der vorliegenden Auswertungsarbeiten aus Kapazitätsgründen nur zum Teil berücksichtigt werden konnte. Die Auswertung erwies sich als äußerst zeitaufwendig, zumal die technischen Möglichkeiten für eine gründliche Auswertung des vorhandenen Materials nur in Ansätzen vorhanden waren. Die Transkription der Einzeluntersuchungen konnte daher nur nach ausgewählten Kriterien erfolgen. Eine umfangreiche Transkription jeder einzelnen Sitzung mit dem Ziel der ausführlichen Textanalyse und Analyse der einzelnen Interaktionsakte zwischen Proband und Versuchsleiter war nicht möglich und muß einer späteren Auswertungsphase vorbehalten bleiben. Gleiches gilt auch für die Analyse von Beziehungen zwischen dem Problemlöseverhalten in der hier darzustellenden Lern-Lehrsituation und bereits in anderen Untersuchungsberichten (vgl. Lompscher 1993b und Krassa 1993a,b) vorliegenden Daten über Lernleistungen, Lernstrategien sowie emotional-motivationale und kognitive Merkmale der gleichen Kinder. Die Voraussetzung für eine solche Analysearbeit, eine leistungsfähige Rechenanlage mit der entsprechenden Software, war zum Zeitpunkt der Auswertung der Untersuchung und der Erstellung des

Untersuchungsberichtes nicht gegeben. Gleichwohl sollte eine weitere Auswertung der Daten in dieser Richtung erfolgen. Das gilt vor allem für die probandenbezogene Analyse inter- und intraindividuelle Unterschiede in der Ausprägung einzelner Komponenten der Lernleistung sowie der Lernstrategien.

### 1. Zielstellung der Untersuchung

Beabsichtigt war, mit Hilfe der o.g. Aufgabe Lernstrategien im Rahmen des Problemlösens zu identifizieren und ihren Zusammenhang mit intra- und interpersonell variierenden Merkmalen des Lernens sowie mit relativ globalen Merkmalen des Unterrichts zu erheben. Die Rinderherdenaufgabe ist Bestandteil einer umfassenderen Untersuchung zum Zusammenhang und insbesondere zur Wechselwirkung von Lern- und Lehrstrategien im Unterricht 4. und 6. Grundschulklassen.

Neben der Erhebung metakognitiver Aspekte von Lernstrategien (epistemisches Wissen und Wissen über kognitive Prozesse - Fragebogen - vgl. hierzu Lompscher 1993b), kognitiver Komponenten des Lernens (Begriffsbildung, Begriffsverwendung u.a. -Begriffe erraten, Begriffe bestimmen, kognitive Fähigkeiten – KFT -vgl. hierzu Krassa 1993 a,b), motivationaler und emotionaler Aspekte sollte auch die Analyse von Problemlöseprozessen Hinweise auf interindividuell variierende Lernstrategien liefern. Damit wird versucht, einen Beitrag zu leisten, die Intelligenzleistung problemlösungsprozeßorientiert zu erheben (vgl. Gardner 1992).

### 2. Fragestellung

2.1. Lassen sich im Rahmen eines komplexen Problemlöseprozesses interindividuelle Besonderheiten bei der Problembewältigung so identifizieren, daß auf das Vorliegen verschiedener Lösungsstrategien geschlossen werden darf?

2.2. Wie hängen diese Lösungsstrategien mit anderen Komponenten des Lernens (s.o.) zusammen? Sind sie evt. als Merkmale verschiedener Lernstrategien zu beschreiben?

2.3. Ist ein Zusammenhang der evt. vorzufindenden Lösungsstrategien mit bestimmten Merkmalen des Unterrichtens bzw. mit Besonderheiten der Schule (Schule mit ländlich geprägtem Einzugsgebiet, Schule im Kernbereich der Großstadt, Schule mit hohem Ausländeranteil - 45% im Gesamtmaßstab und 54% in den untersuchten Klassen) festzustellen?

(Eine Erhebung unterschiedlicher Lehrstrategien bzw. von Merkmalen des Unterrichtens - der Planung, Durchführung und Auswertung des Unterrichts - war im Zusammenhang mit der beabsichtigten Beantwortung der Frage nach Zusammenhängen zwischen Lehr- und Lernstrategien geplant, konnte jedoch auf Grund eines zu geringen Rücklaufs der Fragebögen keine aussagekräftigen Ergebnisse erbringen.)

### 3. Methode

Entsprechend der Ziel- und Fragestellung wurde der empirischen Erhebung eine Problemlöseanforderung zugrundegelegt. Die inhaltliche Orientierung liefert der von bestimmten Methoden des Unterrichtens (vgl. etwa Leselehr-Leselernmethoden) vergleichsweise unabhängige Sachunterricht und hier das ökologische Problemfeld. Diese wurde ausgewählt, weil hier eine hohe Motiviertheit der Kinder zu vermuten war. Die Auswahl unter verschiedenen ökologisch orientierten Inhalten (Wald, Baum, Wasser - vgl. Vester 1987) fiel auf folgende Aufgabe (vgl. auch Anhang):

Rinderherdenaufgabe

Lies bitte folgenden Text:

In Landschaften, wo nur Gras wächst, leben die Menschen oft von der Viehzucht. Das ist z.B. in Afrika so. Hier regnet es wenig und das Wasser in den wenigen Wasserstellen ist knapp. Die Rinderherden der Menschen sind klein, denn die Rinder brauchen Wasser, um leben zu können. Die Menschen haben deshalb wenig zu essen.

Stell' dir bitte vor, Du willst den Menschen helfen, ihre Herden zu vergrößern, und schlägst vor, Brunnen zu bauen. Durch Brunnen sollen die Menschen mehr Wasser für ihre Herden bekommen.

Nach 5 Jahren besuchst Du die Menschen wieder. Wie werden sich ihre Rinderherden verändert haben?

Diese Aufgabe weist folgende Vorzüge auf:

1. Es handelt sich um eine Aufgabe von einer vermuteten mittleren subjektiven Schwierigkeit. Das Problem ist weder zu nah am Alltagsdenken, noch zu fern im Bereich der Wissenschaften angesiedelt. Daher sind sowohl a) ad-hoc-Lösungen auf der Ebene des Alltagsdenkens - d.h. ohne mehr oder weniger systematisches Überlegen, Prüfen, Suchen nach Lösungen - als auch b) das „Aus dem Feld Gehen“ weitgehend ausgeschlossen.
2. Die geschilderte Situation, welche durch eine grafische Darstellung veranschaulicht war - so wurde vermutet - stiftet eine günstige erfolgs- und handlungsorientierende Motivkonstellation (Neugier, Hilfsbereitschaft, Solidarität).
3. Der Inhaltsbereich ist hinreichend neu und unvertraut.

Durch die drei genannten Vorzüge der Aufgabe darf nach Hasselhorn (1992) erwartet werden, daß hier die Metakognition - d.h. z.B die Anwendung von Strategien - einen positiven, leistungsfördernden Einfluß auf das Problemlösen besitzt.

Die Aufgabe ist so konstruiert, daß es, wie mehrere Vorversuche mit Schülern, Lehrern und Studenten immer wieder bestätigten, hochwahrscheinlich ist, die Bedingung der Zeit und des begrenzten Wasserreservoirs zunächst nicht zu beachten. Die spontane Antwort (zugrunde liegt monokausales Denken: Wenn-Dann-Beziehung) ist: Die Herde wird größer. Wenn dann der Proband durch den Versuchsleiter erfährt, daß genau das Gegenteil eintritt, die Herde tatsächlich kleiner wird, entsteht eine Problemsituation. Auf dem Hintergrund der oben vermuteten Motivationslage war zu erwarten, daß nahezu alle Kinder das Problem lösen wollten, was in der Untersuchung tatsächlich bestätigt wurde.

Die Lösung des Problems besteht in der Verknüpfung dreier Regelkreise, wie weiter unten noch ausführlich zu erläutern sein wird:

Randbedingung: konstante Regenmenge und insgesamt wenig Grundwasser, es vergehen mehrere Jahre zwischen der Intervention und der Prüfung ihres Resultats.

Das vorhandene Wasser regelt die Größe der Herde:

Rinderkreis:	mehr Wasser	Rinderherde wächst
	weniger Wasser	Rinderherde schrumpft

Die Größe der Herde regelt den Wasserverbrauch:

Verbrauchskreis:	kleine Herde	kleiner Wasserverbrauch
	große Herde	großer Wasserverbrauch

Die Wasserentnahme aus dem Grundwasser regelt den Vorrat

Grundwasserkreis: wenig Wasser entnommen	Wasservorrat steigt <sup>1</sup>
viel Wasser entnommen	Wasservorrat sinkt

Die Lösung ergibt sich aus der Verknüpfung der Regelkreise unter Beachtung der Randbedingung des geringen Niederschlages.

Ausgangsbedingung: wenig Regen, wenig Wasser und eine kleine Herde

Bedingung Tiefbrunnen: Es kann viel Wasser aus dem Grundwasserreservoir entnommen werden a) Wasservorrat sinkt (Grundwasserregelkreis), die Wassermenge für die Herde steigt an b) die Rinderherde wächst (Rinderkreis) c) der Wasserverbrauch der Herde steigt d) es wird viel Wasser entnommen e) der Wasservorrat sinkt.

Bedingung Zeit:

Unter der Bedingung des Vergehens mehrerer Jahre wird der Wasservorrat gegen Null gehen f) es steht insgesamt weniger Wasser zur Verfügung g) die Rinderherde wird kleiner.

#### 4. Ablauf der Untersuchung

Um entsprechende Daten über den Lösungsprozeß erheben zu können, wurde die Lösung im Rahmen eines heuristischen Unterrichtsgesprächs durchgeführt. Dieses wurde in Einzeluntersuchungssituationen realisiert und mit Hilfe der Videotechnik aufgezeichnet. Damit sollte vor allem erreicht werden, daß die Daenerfassung von der Untersuchung selbst personell und zeitlich getrennt durchgeführt werden kann. Dies ist erforderlich, um aus der aktuellen Situation entstehende Fehlinterpretationen vermeiden und die gesamte Konzentration auf die exakte Durchführung der Untersuchung richten zu können. Untersucht wurden 237 Schüler 4. und 6. Klassen aus drei Berliner Schulen. Untersuchungszeitraum war das Frühjahr 1992. Die Untersuchung fand in den Vormittagsstunden, während des Unterrichts, in separaten Räumen statt. Nachdem die Zustimmung zur Untersuchung durch die Elternvertretung, die Schulkonferenz und den zuständigen Schulrat eingeholt worden war, wurde den Kindern in verständlicher Form der Sinn der Untersuchung erläutert und sie wurden gebeten, die Lösung der Aufgabe ihren Klassenkameraden nicht mitzuteilen. Erstaunlicherweise ist dies von allen Kindern eingehalten worden.

Nachdem die Probanden um ihre Mitarbeit gebeten wurden, erfolgte das Darbieten des Aufgabentextes. Dieser befand sich auf einem A4-Blatt und war durch eine grafische Darstellung illustriert. Zunächst wurde der Aufgabentext gelesen. Dies konnte, dem Wunsch der Probanden entsprechend, erfolgen durch:

A) Vorlesen, B) Vor- und Mitlesen, C) selbständiges Lesen.

Anschließend wurde gefragt, ob die Aufgabe verstanden wurde und/oder ob offene Fragen zu beantworten sind bzw. ob die Vp die Aufgabe lösen möchte? Erst jetzt wurde die Frage nach der Veränderung der Größe der Rinderherde gestellt.

Wie oben geschildert, ist die Aufgabe so konstruiert, daß die vordergründig, vermeintlich leichte Lösung nicht zutrifft, wodurch mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Problemsituation ausgelöst wird. Folgerichtig schloß sich, nachdem der VI. über die tatsächlich kleiner werdende Rinderherde informierte, die Frage an, ob der Proband das Problem lösen möchte.

Um einerseits Einblicke in den Lösungsprozeß gewinnen zu können und andererseits für alle Kinder eine erfolgreiche Bewältigung der Aufgabe zu garantieren, wurden drei Lösungsmöglichkeiten angegeben:

A) Lösung ohne Hilfe,

---

<sup>1</sup> Dieses Ansteigen des Wasservorrats ist relativ zu betrachten und gut nur bis zum Ausgleich zwischen oberirdischem Abfluß und Regenwasserzufuhr. Das spielt in unserem Beispiel jedoch keine Rolle.

B) Lösung mit der Hilfe, Fragen an den VI stellen zu können,

C) Lösung mit zusätzlichen Lösungshilfen.

Auch hier sorgte eine grafische Abbildung für eine visuelle Orientierungshilfe in den Lösungsmöglichkeiten.

Die Lösungsvariante C) beinhaltete zwei Möglichkeiten der Hilfenwahl, zwischen denen gewechselt werden konnte:

- 1.) Es konnte zwischen Fragen zur Lösung und
- 2.) den Antworten auf diese Fragen gewählt werden.

Die Lösungshilfen befanden sich auf Kärtchen, die in zwei Briefumschlägen enthalten waren. Jeweils auf einer Seite der Kärtchen befanden sich zum jeweiligen Teilaspekt (Regelkreis):

- Fragen
  - bzw. Antworten und auf der anderen Seite
  - bildliche Darstellungen der Sachverhalte, auf die sich die Fragen und Antworten bezogen.
- Im Verlauf des Lösens wurde der Proband immer wieder nach gewünschten Hilfen gefragt, wenn er nicht ohne weitere Unterstützung zur Lösung gelangte. In jedem Fall mußte die Lösung verbalisiert werden. Da in die Untersuchung auch Kinder mit einer anderen als der deutschen Muttersprache einbezogen waren, wurde das zusätzliche Zeigen der Lösung auf der Grafik (Aufgabenblatt) zugelassen. Dies war jedoch aus sprachlichen Gründen nicht erforderlich, da alle in die Untersuchung einbezogenen Kinder ausreichend die deutsche Sprache beherrschten.

Lösung: Zunächst wird die Herde durch ein vermehrtes Wasserangebot größer. Die nun größere Herde benötigt mehr Wasser. Da dies aus dem Grundwasser entnommen wird, es jedoch wenig regnet, verringert sich das Grundwasserreservoir. Das Wasserangebot wird kleiner und notwendigerweise die Rinderherde auch. (Aus führliche Darstellung der Methoden im Anhang, 5. ff.)

In einem Briefumschlag befanden sich Konzeptkärtchen (hier wurden die im Aufgabentext enthaltenen Begriffe Brunnen, Wasserstelle, Rinderherde, Grundwasser erfragt, erläutert und grafisch präsentiert). In einem zweiten Briefumschlag waren Zusammenhangskärtchen enthalten. Hier wurde nach den Regelkreisen und der Verbindung zwischen diesen gefragt bzw. darauf geantwortet, und auf der Rückseite waren die Zusammenhänge in einer Grafik präsentiert.

Während es bei den Konzeptkärtchen um das Anregen kategorialer, bereichsspezifischer Wissensbestände ging, orientierten die Zusammenhangskärtchen mehr auf den prozessualen Aspekt der Nutzung des Wissens. Diese Anordnung wurde gewählt, weil neben der differenzierten Anregung der beiden verschiedenen Wissensbestände auf diese Weise auch eine individuelle Variation der Hilfe durch den VI. im Rahmen des Lösungsverlaufs weitgehend reduziert werden sollte. Der Einfluß des VI's auf den unmittelbaren Lösungsprozeß der Aufgabe beschränkte sich vor allem auf nonverbale Reaktionen, die in der Untersuchung nicht gesondert kontrolliert werden konnten, soweit sie nicht durch die Aufzeichnung erfaßt waren.

## 5. Charakteristik der Datenerhebung

Die zu erhebenden Daten ergeben sich einerseits aus dem Anforderungsprofil der Aufgabe und zum anderen aus den technischen und methodischen Rahmenbedingungen (vgl. auch Punkt 0. dieses Berichts).

### 5.1. Anforderungsprofil der Aufgabe

Wie bereits weiter oben angedeutet, handelt es sich bei der „Rinderherdenaufgabe“ um eine komplexe Problemlöseaufgabe, die zu ihrer Lösung neben der Verfügbarkeit der zugrundeliegenden Konzepte auch die Fähigkeit erfordert, an sich nicht zusammenhängende Regelkreise unter Beachtung bestimmter Rahmenbedingungen in Beziehung zu setzen.<sup>2</sup>

Voraussetzung zur Lösung ist zunächst das Verständnis des Sachverhalts. Aus diesem Grunde wurde dieser zugleich verbal und grafisch präsentiert. Die grafische Präsentation verband die begriffliche Darbietung der Konzepte in verbaler Form („Rinderherde“, „natürliche Wasserstelle“, „künstliche Wasserstelle“, „Tiefbrunnen“, „Grundwasser“) mit der bildlichen Darstellung der entsprechenden Zusammenhänge zwischen ihnen (vgl. Anhang). Nur im Text wurde die Randbedingung - geringer Niederschlag - erwähnt. Neben der Information diente die Grafik auch zur Animation.

Da im Aufgabentext sowohl das Ausgangsproblem (wenig Wasser) als auch eine Lösung (Tiefbrunnen) vorgeschlagen wurden, ist der Suchraum für die Antwort stark eingeschränkt. Es liegt daher auf der Hand, als Antwort genau die Realisierung der im Text genannten Absicht (Herde vergrößern) zu erwarten.

Dies wie auch die direkte Ansprache der Probanden (Du) sollte die Betroffenheit mit Blick auf die zu erzeugende Problemsituation (entstehend durch die Verneinung der Erwartung einer größer werdenden Herde) maximieren. (Die Befürchtungen einiger Lehrerinnen, die Kinder würden persönlich zu stark erschüttert, wenn ihr Vorschlag so fehlschlägt, erwiesen sich jedoch als völlig unbegründet.) Die „als ob“-Situation („Stell Dir vor,...“) blieb in jedem Fall erhalten. Ein Hinweis des Versuchsleiters auf die Wirklichkeitsnähe des Problems erhöhte jedoch das Interesse an einer Lösung.

Die Lösung der Aufgabe erfordert folgende Voraussetzungen:

1. Versicherung über die der Aufgabenstellung zugrundeliegenden Konzepte:

Rinderherde: Gruppe von Rindern, benötigen Wasser, um leben zu können.

Wasserstelle: Stelle im Gelände, an der das Grundwasser den Tieren zugänglich ist.

Tiefbrunnen: Künstliche Wasserstelle; durch welche Grundwasser an die Oberfläche befördert werden kann.

Grundwasser: Entsteht durch versickerndes Regenwasser, befindet sich im Boden und fließt in wasserundurchlässigen Bodenschichten.

2. Herstellung von Zusammenhängen zwischen den Konzepten

a) Wasser in den Wasserstellen  $\leftrightarrow$  Größe der Herde

b) Grundwassermenge  $\leftrightarrow$  Wasser in den Wasserstellen

c) Grundwassermenge  $\leftrightarrow$  Wasser in den Wasserstellen  $\leftrightarrow$  Größe der Herde

3. Beachtung der Randbedingungen der Zeit und der durch geringe Regenfälle beschränkten (über längere Zeiträume als konstant anzunehmenden) Grundwassermenge. Gedanklicher „Brückenschlag“ zwischen den Zusammenhängen (Regelkreisen) bei Beachtung der Randbedingung.

## 5.2. Datenerhebung

Die Konstruktion der Aufgabe, die methodische Anlage der Untersuchung sowie die technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen gestatteten die Erhebung folgender Daten:

1. Personaldaten: Klasse, Schule, Geschlecht,

---

<sup>2</sup> Wie man immer wieder aus der Presse entnehmen kann, hat dieses Problem sowohl regional als auch überregional eine große Realitätsnähe.

2. Leseverhalten - Vorlesen, Mitlesen, Selbstlesen (durch Fehler in der Videoaufzeichnung war dies nicht für alle Probanden zu realisieren),

3. Erkennen des Problems und Artikulation des Wunsches, dieses zu lösen;

4. Orientierung auf die Hilfen als Indikator für Anspruchsniveau und/oder Selbstvertrauen,

a) Im Falle der Variante B die Anzahl der Fragen, unterschieden nach Konzept- und Zusammenhangsfragen;

b) Im Falle der Variante C die Orientierung auf Fragen oder Antworten (Prozeß- oder Ergebnisorientiertheit).

5. Die Beschreibung des Lösungsverlaufs anhand der verwendeten Hilfen:

Anzahl und Qualität der jeweils zur Lösung benötigten Hilfen - A) Konzepte (verbal und/oder bildlich); B) Zusammenhänge (verbal und/oder bildlich).

Als zusätzliche Hilfe und Information über den Lösungsverlauf gilt der Hinweis des VI's auf die Beachtung der zeitlichen Bedingtheit der Problemlösung: „Überlege, wie sich die Grundwassermenge verändert, wenn die Herde größer wird!“ Insgesamt gestatten diese Daten eine Beurteilung des Lösungsverhaltens der Probanden in folgenden Dimensionen:

- Schulklasse (Alter), Geschlecht, Leistungsgruppe (es wurde eine schulleistungsbezogene Drittelung der Stichprobe vorgenommen);

- Grad angestrebter Selbständigkeit (leider kann nicht weiter erklärt werden, wodurch dieser bedingt ist - erfolgs- oder mißerfolgsorientiert, unrealistisches/ realistisches Selbstkonzept, Selbstwerterleben usw.);

Art der Fragestellung resp. Art der Hilfen bei der Lösung (Konzepte/Zusammenhänge); Güte der Lösung - gemessen an der Schrittzahl.

Die Lösungsdauer kann sowohl durch die Anlage der Untersuchung als auch durch nicht vermeidbare Störungen im Ablauf (kurze Unterbrechungen aus technischen und organisatorischen Gründen) nicht ausgewertet werden. Die Lösungsstrategien können demnach in den Merkmalen:

A) Selbständigkeit (Wahl der Lösungsmöglichkeiten A, B, C)

B) Antriebsfokus (Ergebnis-; Prozeßorientiertheit - Hilfenwahl)

C) Lösungsgüte (Anzahl der zu bearbeitenden Regelkreise und Art der Hilfen)

unterschieden werden. Eine Unterscheidung der vorgefundenen Strategien nach Alter (Klassenstufe), Geschlecht, Leistungsgruppe ist möglich.

## 6. Ergebnisse

### 6.1. Personaldaten

Zunächst sollen einige Angaben zur Gruppe der Probanden einen Rückschluß auf die Aussagekraft der Ergebnisse nachvollziehbar machen (vgl. auch die Ergebnisübersicht im Anhang, 5.).

Insgesamt besteht die Probandengruppe aus 237 Kindern. Das Verhältnis zwischen Mädchen und Jungen ist nur unerheblich zugunsten der Jungen verschoben (vgl. Abb. 1). Das Verhältnis der Anzahl der Kinder aus 4. bzw. 6. Klassen ist nahezu ausgeglichen, wie man aus der Abbildung 2 entnehmen kann.

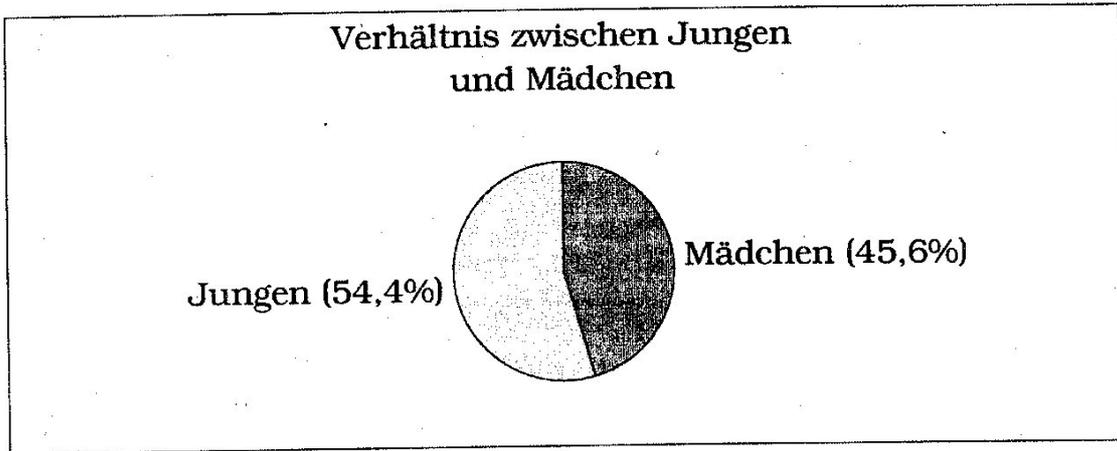


Abb. 1

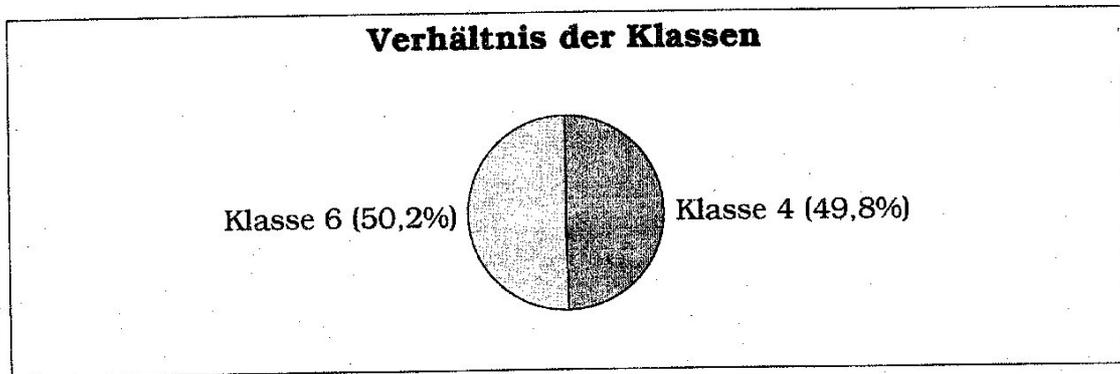


Abb. 2

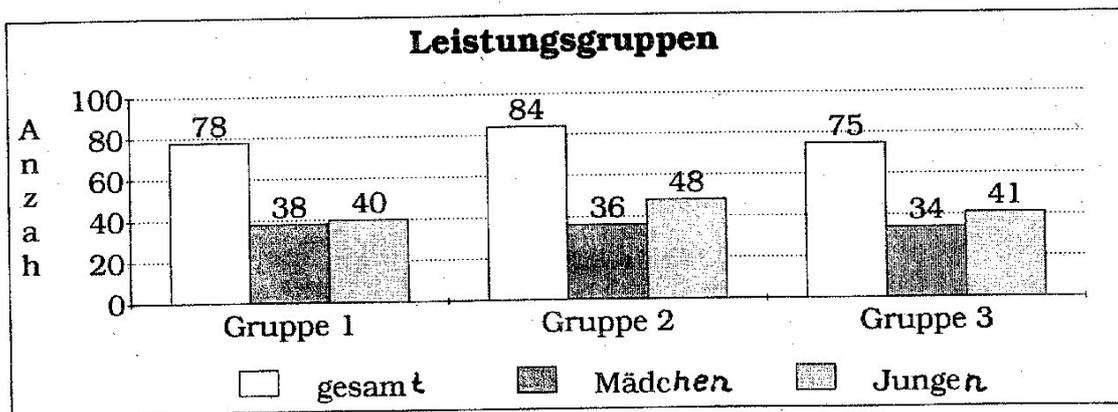


Abb. 3

Die drei Leistungsgruppen wurden so bestimmt, daß sich einerseits durch den Notendurchschnitt aus den Fächern in Klasse 4 Deutsch, Mathematik und Sachkunde bzw. in Klasse 6 Deutsch, Mathematik, Biologie, Geschichte und Erdkunde ein handhabbares Trennungskriterium ergibt und andererseits eine möglichst gleichverteilte Anzahl an Kindern pro Leistungsgruppe herstellbar ist. (vgl. Abb. 3).

Die Leistungsgruppen, welche in dieser Untersuchung eingeteilt wurden, unterscheiden sich durch folgende Kriterien:

Leistungsgruppe 1 - Notendurchschnitt  $x < 2,2$ ; N = 78,

Mädchen n = 38, Jungen n = 40

Leistungsgruppe 2 - Notendurchschnitt  $2,2 < x \leq 3,2$ ; N = 84

Mädchen n = 36, Jungen n = 48

Leistungsgruppe 3 - Notendurchschnitt  $x > 3,2$ ; N = 75 Mädchen n = 34; Jungen n = 41.

Die Unterschiede in den Notendurchschnitten der eingeteilten drei Leistungsgruppen sind sehr signifikant (diese, wie auch die nachfolgend dargestellten statistischen Prüfungen, erfolgten über die Ermittlung der Konfidenzintervalle für Stichprobenverteilungen von Prozentwerten, wobei wir für die Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha \leq 0,05$  signifikante und für  $\alpha \leq 0,01$  sehr signifikante Aussagen annahmen -vgl. Clauß, Ebner 1978).

In der Abbildung 4 ist die Verteilung der Noten auf die Untergruppen, die zur Analyse der Ergebnisse herangezogen wurden, ersichtlich. Die Angabe zum Notendurchschnitt der Kinder, die Deutsch nicht als ihre Muttersprache sprechen (in der Abbildung als Ausländer bezeichnet) soll die Problematik der Auswirkung eines hohen „Ausländeranteils“ an den Schülern einer Klasse auf deren durchschnittliche schulische Leistungen (gemessen am Notendurchschnitt) verdeutlichen. (Die Verbindung der Meßpunkte in Abb. 4 dient ausschließlich der besseren Lesbarkeit und stellt keinen Polygonzug dar.)

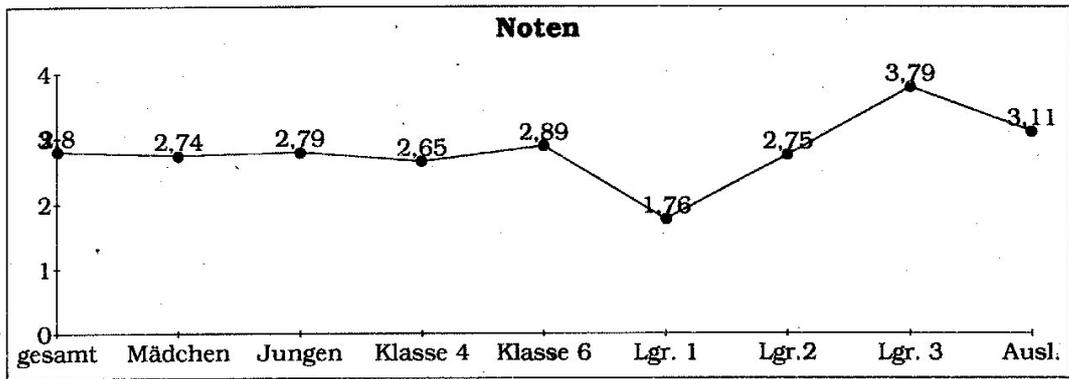


Abb. 4

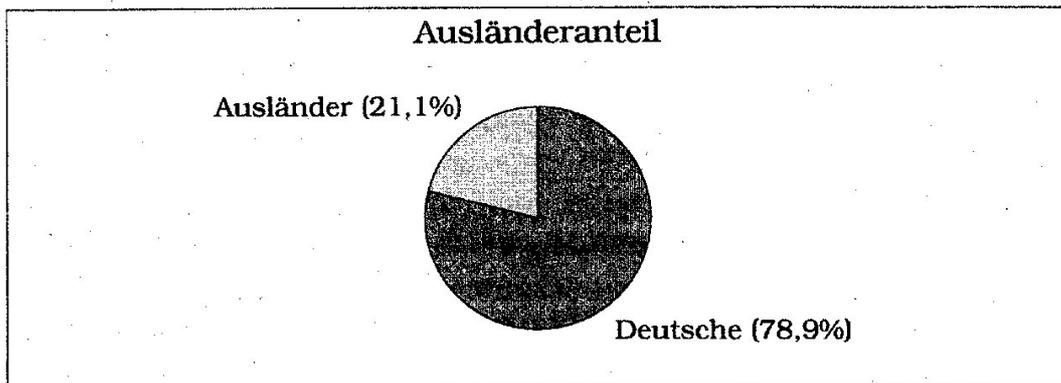


Abb. 5

Eine Prüfung der Unterschiede in den Notendurchschnitten der Untergruppen (Konfidenzintervall) ergab signifikante Unterschiede zwischen Klasse 4 und 6 sowie zwischen allen Leistungsgruppen und der Gruppe der „Ausländer“. Sieht man vom Verhältnis der Klasse 4 zur Klasse 6 ab, so fällt dieser Unterschied sogar sehr signifikant aus.

Der Ausländeranteil an der Untersuchungspopulation beträgt insgesamt ca. 20% (vgl. Abb. 5). Dabei ist jedoch zu beachten, daß dieser sich ausschließlich aus einer der drei an der Untersuchung beteiligten Schulen rekrutiert. Hier beträgt der Ausländeranteil 54%.

Der Anteil der „Ausländer“ an der Leistungsgruppe 1 unterscheidet sich sehr signifikant (1 %- Niveau) von denen der entsprechenden Probanden an den anderen beiden Leistungsgruppen. Zur Gruppe der Kinder zu gehören, die nicht Deutsch als Muttersprache sprechen, bedeutet in unserer Untersuchungspopulation also, deutlich weniger Chancen zu haben, zur Gruppe der leistungsstarken Kinder zu gehören - also benachteiligt zu sein.

In den anderen in die Untersuchung eingeführten allgemeinen Untergruppenmerkmalen gibt es keine statistisch relevanten Unterschiede, so daß von einer gemeinsamen Grundgesamtheit auszugehen ist.

## 6.2. Allgemeine Orientierungsmerkmale

Als ein Ausdruck des Strebens nach Autonomie bei der Bewältigung von Lernanforderungen und somit auch als ein Strategiemerkmale des Lernens kann das bevorzugte Leseverhalten angesehen werden. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß sich bei wenig kompetenten Lesern dieses Merkmal im Lernverhalten widerspiegeln kann. Als ein Gütekriterium für diesen Aspekt soll das Leseverhalten der Untergruppe der „Ausländer“ betrachtet werden. Unterscheidet sich diese Untergruppe deutlich von den anderen, so darf vor allem die Lesekompetenz als Ursache für ein unterschiedliches Leseverhalten in der Untersuchung angesehen werden. Zumindest sind jedoch Zweifel angebracht, daß in diesem Aspekt Komponenten einer bestimmten Lernstrategie erfaßt werden. Die Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse der Erhebung.

Deutlich wird, wie auch zu erwarten war, daß ein Entwicklungstrend von Klasse 4 nach Klasse 6 festzustellen ist. Beide Klassenstufen unterscheiden sich in diesem Merkmal sehr signifikant. Erstaunlich jedoch ist es, daß die allgemein als bessere Leser bekannten Mädchen weniger selbst lesen wollen und daß andererseits die Leistungsgruppe 3, welche mit Sicherheit weniger gut liest als die Leistungsgruppe 2, mehr Interesse am selbständigen Lesen zeigt. Die Gruppe der „Ausländer“ unterscheidet sich nicht wesentlich von der Gesamtpopulation und ist im Bereich der selbständigen Leser etwa vergleichbar mit der Gesamtgruppe der Mädchen, liegt jedoch für die Kinder, welche sich vorlesen lassen, mit der Leistungsgruppe 1 an der Spitze. Insgesamt scheint es so zu sein, daß beide oben geschilderten Annahmen wohl zutreffen. Das Leseverhalten ist wahrscheinlich ein Ausdruck für eine bestimmte Strategie des Lernens. Gleichzeitig spiegelt sich (vor allem sichtbar an der Klasse 4 und den Leistungsgruppen 2, 3 und der Gruppe der „Ausländer“) auch die Lesekompetenz in diesem Lösungsmerkmal wider. Die geschilderten Daten bei den Untergruppen der Mädchen und der Leistungsgruppe 3 entsprechen evtl. a) dem insgesamt von den Mädchen niedriger liegenden angestrebten Grad an Selbständigkeit im Lösungsvollzug oder auch b) der Neigung von Kindern mit geringerem Leistungsvermögen, sich inadäquat in diesem Merkmal einzuschätzen (geringere Entwicklung metakognitiver Komponenten der Lerntätigkeit), wie aus den weiter unten dargestellten Ergebnissen sichtbar wird. Gerade das zuletzt genannte Faktum läßt sich in der Praxis täglich erleben und verweist auf einen wichtigen Aspekt der Förderung von weniger guten Lernern.

Die Abbildung 7 enthält das allgemeine Orientierungsmerkmal des Erfassens der Problemstellung der Aufgabe.

Im Merkmal des Erfassens der Problemstellung ergeben sich insgesamt unerhebliche Unterschiede in den Untergruppen, die durch die Abbildung etwas übertrieben werden. Es ist davon auszugehen, daß die gewählte Problemstellung und das Design der Aufgabe geeignet sind, dem überwiegenden Teil der Probanden die Aufgabenstellung nahezubringen. Insofern kann von der Eignung der gewählten Problemaufgabe für die angestrebte Zielstellung ausgegangen werden. Die verbleibenden 10% der Kinder, welche das Problem nicht sofort erfaßten, konnten durch eine nochmalige Erklärung zum Verständnis der Aufgabenstellung geführt werden. Es gab keinen Probanden, der sich weigerte, die Problemaufgabe zu lösen, wengleich in der Begeisterung, dieses tun zu wollen, sehr wohl Unterschiede, die hier aber nicht quantifiziert werden können, auszumachen waren.

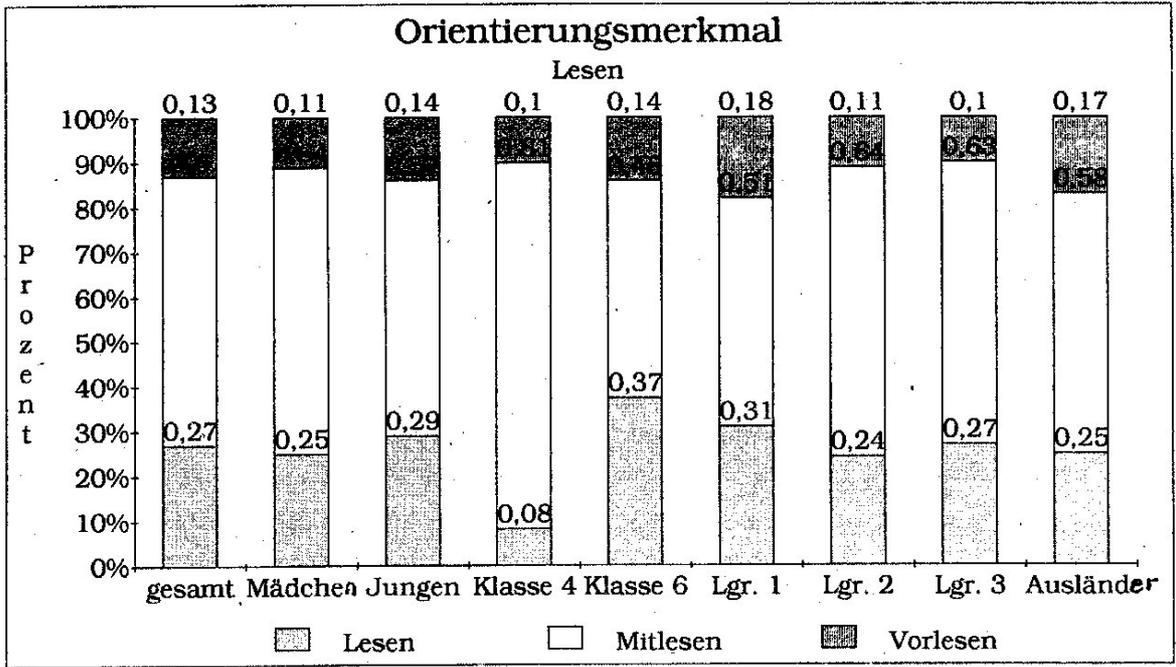


Abb. 6

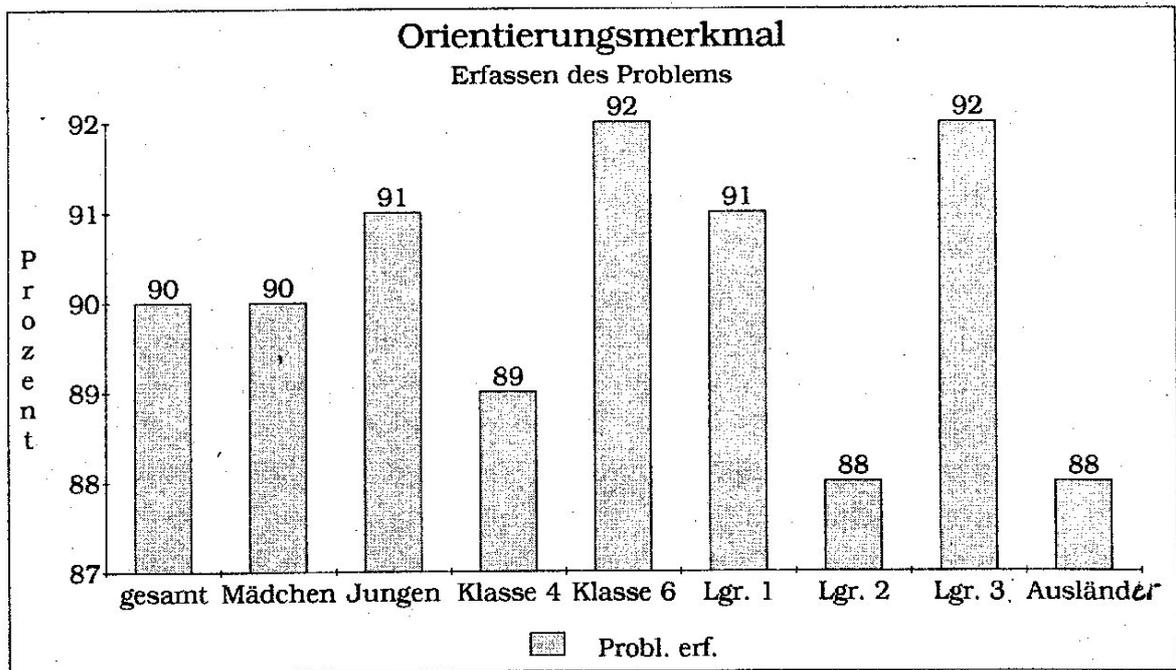


Abb. 7

### 6.3. Spezielle Orientierungsmerkmale

Die Orientierung der Kinder auf die Lösungsvarianten (A - selbständige Lösung ohne gezielte Hilfen; B - als Hilfe besteht die Möglichkeit, Fragen zu stellen; C - Lösung gemeinsam mit dem Versuchsleiter) sind ein Indikator für das Anspruchsniveau und/oder das Selbstvertrauen. In der Abbildung 8 sind die Ergebnisse im Hinblick auf diesen Aspekt gekennzeichnet. (Die Verbindung der Meßpunkte dient ausschließlich der besseren Lesbarkeit und stellt keinen Polygonzug dar.)

Deutlich wird wohl, daß Jungen einen höheren Grad an Selbständigkeit anstreben und mehr Selbstvertrauen besitzen. Gleiches gilt auch für die Klasse 6 im Verhältnis zur Klasse 4, was auf einen Entwicklungstrend verweist. In diesem Merkmal bestehen sowohl zwischen den Geschlechtern als auch zwischen den beiden Klassenstufen signifikante Unterschiede. Nicht verwunderlich ist der Trend zu einem höheren Grad an Selbständigkeit bei den Leistungsgruppe 1 und 2 im Vergleich zur Leistungsgruppe 3, wengleich dieser keineswegs so ausfällt, wie die tatsächlichen Leistungsunterschiede es erwarten lassen müßten. Hier ist zu vermuten, wie oben, aber auch weiter unten ausgeführt wird, daß die Ursache in einer inadäquaten Selbsteinschätzung als Ausdruck wenig entwickelter metakognitiver Komponenten der Lerntätigkeit zu suchen ist. Immerhin sollte hervorgehoben werden, daß ca. 37% der Kinder nach einer mehr oder weniger selbständigen Lösung der Aufgabe streben. Bei den Jungen sind es 45% und bei der Leistungsgruppe 152% der Kinder (zu 213 Jungen). Aber auch knapp 1/3 der Kinder in der Leistungsgruppe 3 strebt nach einer selbständigen Lösung (mit einer Ausnahme ausschließlich Jungen). In diesem Merkmal unterscheiden sich die Leistungsgruppen 2 und 3 nur unwesentlich, obwohl entsprechend dem Trennungskriterium - Notendurchschnitt - in den schulischen Leistungen die gleichen Unterschiede zwischen allen Leistungsgruppen bestehen müßten.

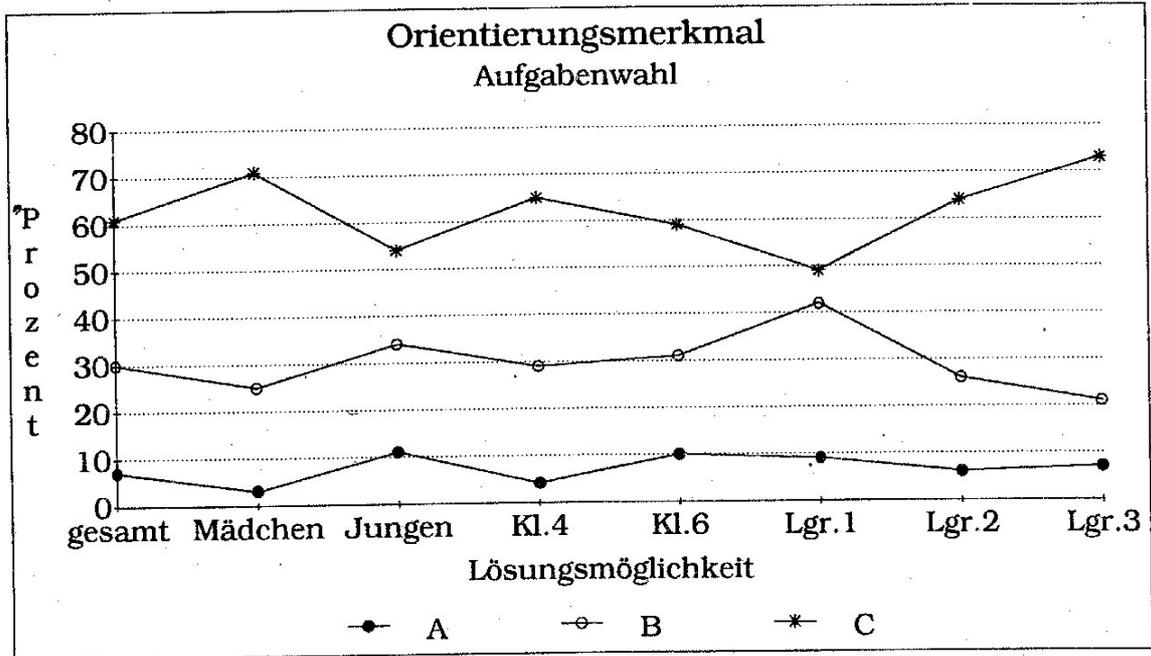


Abb. 8

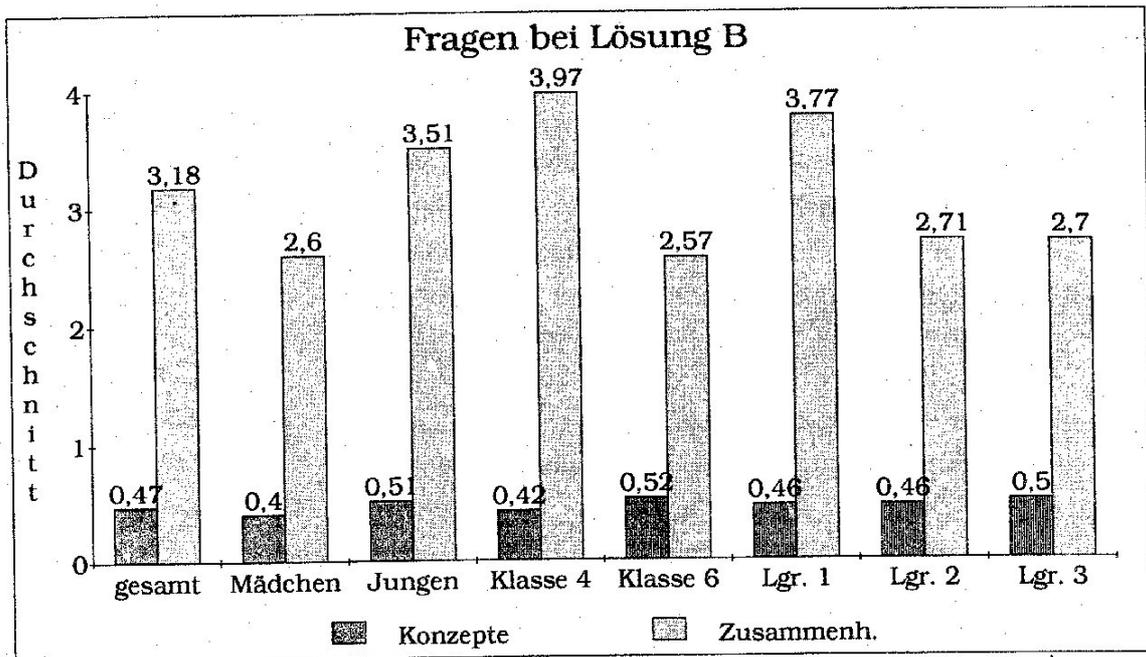


Abb. 9

Entweder messen die Noten nicht jene Leistungseigenschaften, die hier gefragt sind - das scheinen aber die Untersuchungen von Krassa (1993 a, b) an der gleichen Population zu widerlegen -, oder (und dies läßt sich aus den oben und weiter unten geschilderten Ergebnissen eher stützen) das erwähnte Faktum ist Ausdruck eines inadäquaten Selbstbildes bezüglich der eigenen kognitiven Leistungsfähigkeit, also wieder Ausdruck einer inadäquaten Metakognition bei der genannten Schülergruppe. Die Analyse der Beziehung zwischen der an der schulischen Leistung bewerteten Gruppenzugehörigkeit und den genannten Orientierungsmerkmalen läßt einen Trend zur Selbstüberschätzung bei den Jungen vermuten. Welchen Anteil hier Rollenstereotype bzw. eine inadäquate Entwicklung metakognitiver Komponenten der Lerntätigkeit haben, kann nicht im einzelnen entschieden werden. Beides dürfte eine Rolle spielen, wenngleich der relativ geringer werdende Anteil der Jungen in den Leistungsgruppen 1 und 2 mit den angestrebten Lösungsmöglichkeiten A und B auch dafür spricht, daß in Abhängigkeit von der kognitiven Leistungsfähigkeit eine adäquatere Selbsteinschätzung gelingt - evt. der Rollenstereotyp an Bedeutung verliert. Andererseits spricht das Fehlen der Mädchen in der Leistungsgruppe 3 bei dem hier referierten Kriterium eher für das Wirken von Rollenstereotypen, ist es doch wenig wahrscheinlich, daß sich Jungen und Mädchen mit geringen schulischen Leistungen (auf dieser Altersstufe) gerade im Hinblick auf die Entwicklung metakognitiver Komponenten des Lernens gravierend unterscheiden sollen. Genauso wäre jedoch zu vermuten, daß mit der Entwicklung der Metakognition hiervon relativ unabhängige Regulationskomponenten des Handelns (wie sie evtl. Rollenstereotype darstellen) abgebaut werden.

Ein weiteres spezielles Orientierungsmerkmal beim Lösen unserer Problemanforderung ist das Frageverhalten. Die Auswertung der Lösungsvariante B sah vor, die Anzahl der Fragen zu erfassen und diese nach Konzept- und Zusammenhangsfragen zu unterscheiden. Abbildung 9 verdeutlicht die Ergebnisse hierzu.

Etwa 36% der Kinder fragen nach Konzepten, 75% nach Zusammenhängen.

Dieser Unterschied ist statistisch sehr signifikant. Dabei überwiegen Fragen in Form von Vermutungen (raten - vgl. das Beispiel weiter unten). Während in der durchschnittlichen Anzahl der Fragen nach Konzepten zwischen den Untergruppen keine statistisch relevanten Unterschiede auszumachen sind, unterscheiden sich bei den Fragen nach Zusammenhängen sowohl die Geschlechter, die Klassen als auch die Leistungsgruppe 1 gegenüber den anderen Leistungsgruppen sehr signifikant. Systematische Fragestrategien sind allerdings die absolute Ausnahme. Jungen und die Klasse 4 stellen deutlich mehr Fragen in Form von Vermutungen. Dies verweist auf die zugrundeliegende Lösungsstrategie - trial and error. Es ist dies kein Ausdruck der Lösungsqualität. Wie aus der Analyse des Lösungsverlaufs (s.u.) ersichtlich ist, raten Kinder aus der Klasse 4 deutlich mehr als jene aus der Klasse 6 (die Unterschiede sind signifikant), während hierbei die Unterschiede zwischen den Geschlechtern unerheblich sind. Jungen sind offensiver in ihrem Herangehen an Problemaufgaben und, so scheint es, lassen sich aufgrund des größeren Selbstvertrauens weniger schnell durch die Schwierigkeit der Lösung entmutigen. Mädchen geben eher auf, stellen daher insgesamt weniger Fragen. Als typisches Beispiel hierfür mag folgende Äußerung eines Mädchens einer 6. Klasse dienen:

(K. wählte B) „Wenn ich also keine Hilfe brauche, ist das besser, ja? Ich weiß es noch nicht so richtig.“ VI: „Du kannst ja immer noch wechseln.“ K: „Ich nehme lieber C.“

In der Klasse 4 zeugen die Daten wohl eher für die von Kindern diesen Alters insgesamt präferierte Lösungsstrategie des trial and error.

Auffällig ist, daß 18% der Kinder, welche die Form B wählten, überhaupt keine Frage zu stellen wußten (vgl. Abb. 10).

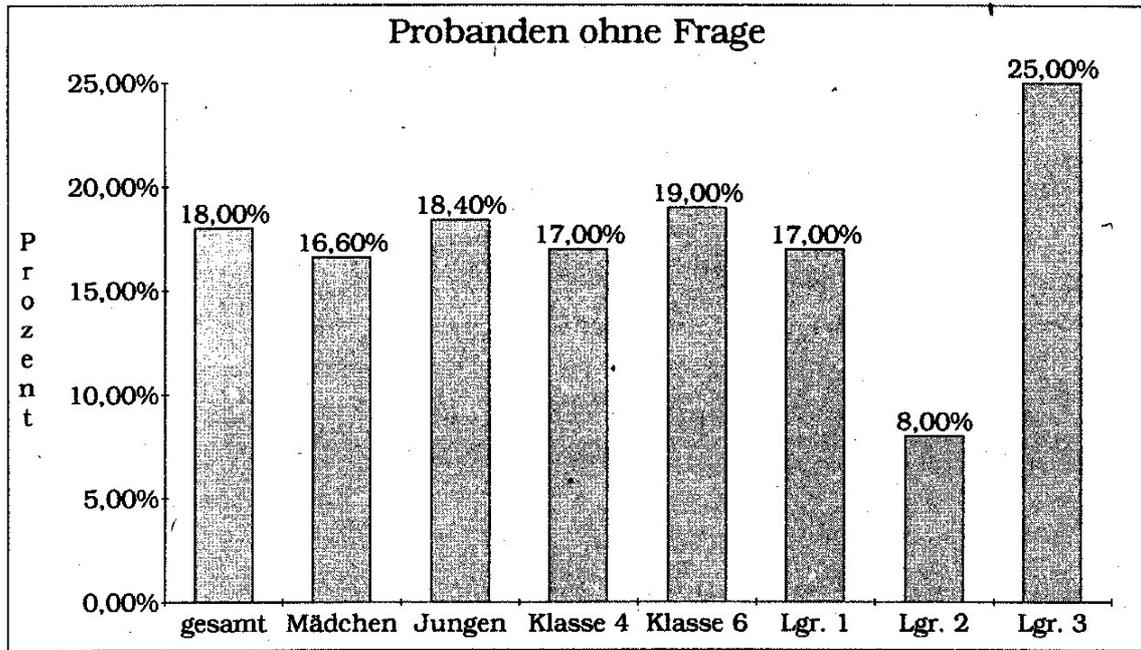


Abb. 10

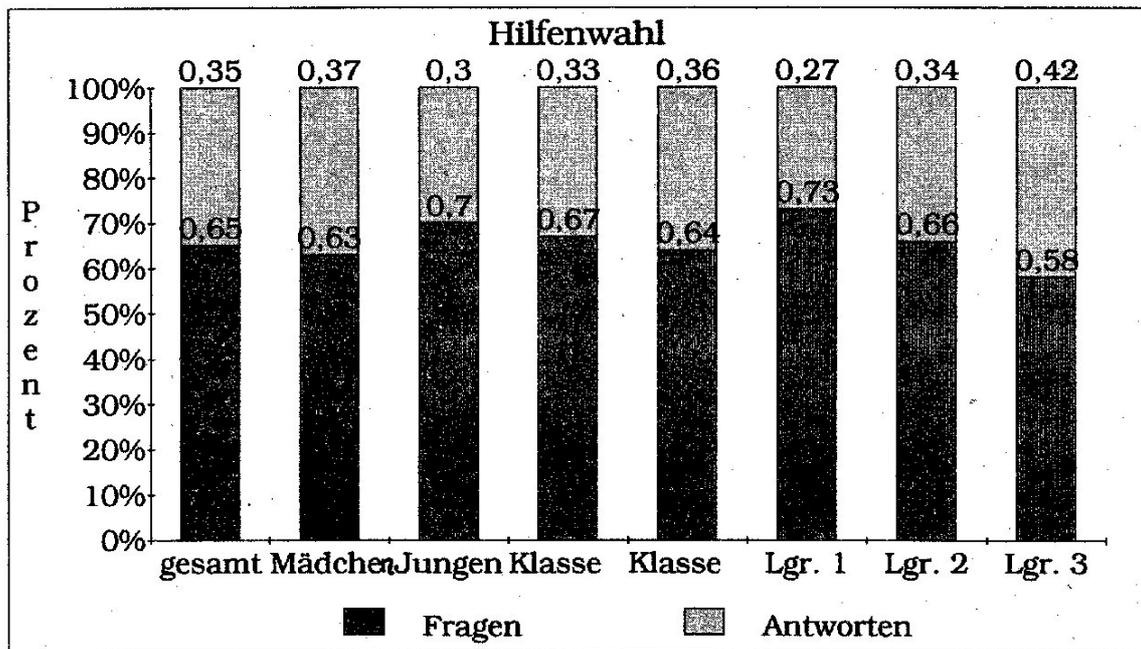


Abb. 11

Bei denjenigen, die fragten, überwogen Fragen, die oft mehr oder weniger direkt auf die globale Problemlösung gerichtet waren (Klasse 4 weniger als Klasse 6, Jungen mehr als Mädchen - vgl. das unten geschilderte Beispiel). Auffällig ist das geringe Fragen nach Konzepten (insbesondere bei Mädchen und Klasse 4). Dies ist eigentlich unverständlich, betrachtet man die Tatsache, daß sehr oft das Konzept Grundwasser unklar war (Klasse 4 mehr als Klasse 6 - signifikanter Unterschied, Mädchen mehr als Jungen -sehr signifikanter Unterschied). Wenn dieses Konzept ca. der Hälfte der Kinder unklar war, so ist dies nach meiner Einschätzung ein deutliches Indiz für die Ineffizienz des Sachkundeunterrichts im Hinblick auf den Erwerb solider naturwissenschaftlicher bzw. naturkundlicher Kenntnisse. Dies wiegt um so schwerer, als der Wasserkreislauf und vor allem das hier diskutierte Konzept direkt im Rahmenplan für die Klasse 4 verankert sind. (Das Thema Trink- und Abwasser in Berlin, weist u.a. das Lernziel „Entstehungsbedingungen von Grundwasser kennen“ aus - vgl. Senatsverwaltung... 1991, S.48.) Interessant ist, daß das Fehlen des Konzepts Grundwasser in besonderem Maße für die Schule zutrifft, in der reformpädagogische Konzepte präferiert werden (hier ist ca. 2/3 der Kinder das Konzept Grundwasser nicht geläufig). Im übrigen sind in dieser Schule auch besonders viele Kinder, die die Lösungsvariante B wählen und keine Frage stellen können (86%, das sind 12 von 14 Pbn.).

In diesem Zusammenhang erhebt sich die Frage, ob der oben erwähnten offensichtlichen Benachteiligung der Gruppe leistungsschwächerer Schüler, insbesondere der „Ausländer“, mit dem (z.T. pragmatisch und wenig reflektiert vollzogenen) Rückgriff auf reformpädagogische Konzepte der „Alten“ (Petersen, Montessori, Freinet, Steiner usw.) allein begegnet werden kann, oder ob die Rücknahme direkter Unterrichtsarbeit und direkter Förderung und damit zusammenhängend der kognitiven Anforderungen, wie wir als ein unausgesprochenes Leitprinzip der pädagogischen Arbeit in der entsprechenden Schule bemerken konnten, nicht gerade das Gegenteil bewirkt. (Beispielsweise wurde hier unser Untersuchungsdesign als „zu kognitiv“ bewertet. Es wurde befürchtet, daß „unsere Kinder damit nicht zurechtkommen“, was sich in der realen Versuchsdurchführung keineswegs bestätigen ließ.) Ausschließlich bei einem Kind dieser Schule (es gehörte jedoch nicht zu den „Ausländern“) kam es zu emotionalen Reaktionen der Ablehnung der Anforderung wegen eines Gefühls der Überforderung. Benachteiligte Kinder, so meine Erfahrung in der lerntherapeutischen Praxis, benötigen nicht mehr indirekte, sondern mehr direkte Förderung und keineswegs das Werfen des Handtuches in bezug auf das Stellen kognitiver Anforderungen (vgl. hierzu auch Ziechmann 1979, Lehtinen 1992, Simons 1992). Jedoch ist es nicht hinreichend, kognitive Anforderungen zu stellen, sondern es bedarf der zielgerichteten Ausbildung entsprechender Handlungskompetenz zu ihrer Bewältigung.

#### Hilfenwahl (Orientierung auf den Lösungsprozeß oder das Ergebnis)

Bei der Lösungsvariante C bestand die Möglichkeit, zwischen Fragen und Antworten auf diese Fragen als Lösungshilfen zu wählen. Dies war als ein methodischer Aspekt in die Untersuchung eingeführt worden, welcher die Lösungsstrategie im Hinblick auf die Merkmale Prozeß- oder Ergebnisorientiertheit unterscheidbar machen sollte. Die Abbildung 11 verdeutlicht die Ergebnisse der Untersuchung in dieser Hinsicht.

Etwa 2/3 der Probanden wählen die Fragen und zeigen damit ihre Orientiertheit auf den Lösungsprozeß (Jungen und die Klasse 4 mehr als Mädchen und die Klasse 6). Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die Kinder in der Klasse 6 einerseits anteilmäßig höher an den Lösungsvarianten A und B beteiligt sind und andererseits häufig zu beobachten war, daß gerade in Klasse 6 ein Mißerfolg im selbständigen Lösen mit einer ergebnisorientierten (weil, so die Kinder immer wieder in ihrer Begründung, einfacheren) Variantenwahl quittiert wurde. Andererseits ist zu beobachten, daß besonders nach Klasse 6 hinzunehmend eine

Leistungsdifferenzierung und Polarisierung in der kulturbezogenen kognitiven Leistungsfähigkeit stattfindet. Beispielsweise beträgt der Anteil der Kinder der Klasse 6 mit einem Notendurchschnitt von mehr als 4,0 7%. In der Klasse 4 sind es nur 4%. Einen Notendurchschnitt unter 2,0 haben in der Klasse 4 noch 18% der Kinder. Dieser Anteil beträgt in Klasse 6 nur noch 15%. Beide Klassenstufen unterscheiden sich bezüglich des Notendurchschnitts sehr signifikant.

Bei unserer Population spiegeln die Notendurchschnitte, entgegen den Ergebnissen anderer Untersuchungen (vgl. Nold 1992), die kognitive Leistungsfähigkeit gut wider. Damit können diese Leistungsparameter bei unserer Untersuchung auch als Indiz für die kognitive Leistungsfähigkeit gewertet werden - vgl. auch die Ergebnisse Krassa's (1993 a, b): Gute Korrelation schulischer Leistungen mit der Bewältigung kognitiver Anforderungen der Begriffsbildung und Begriffsverwendung, wodurch die oben vorgenommene Interpretation der vorgefundenen Ergebnisse gerechtfertigt erscheint. Es ist vielleicht bedeutsam zu fragen, wodurch ein solches Faktum bedingt sein könnte. Im allgemeinen kann von einer Normalverteilung der kognitiven Leistungen über die Jahrgänge hinweg ausgegangen werden (vgl. Weiss 1987). Es erhebt sich die Frage, ob tatsächlich in unserer Untersuchung ein durchaus erklärbarer Effekt eingefangen wurde: die Polarisierung in der kognitiven Leistungsentwicklung, bedingt durch den wachsenden Selektionsdruck in der Grundschule nach Klasse 6 hin. Da nicht nachzuvollziehen ist, mit welcher Testmethodik die oben erwähnten Ergebnisse einer gewissen Unabhängigkeit der Intelligenzentwicklung von der schulischen Leistung erhoben wurden, könnte dieses Ergebnis durch die angewandten Tests bedingt sein. Ergebnisse kulturfreier Tests dürften weniger stark mit den Schulnoten korrelieren als beispielsweise der KFT, der ja bei Fragen der Schullaufbahnentscheidung zu Rate gezogen werden kann. Vergleicht man die Korrelationskoeffizienten des KFT mit dem CFT bei unterschiedlichen Klassenstufen, so erkennt man einen Trend zur Abnahme der Korrelation mit wachsender Klassenstufe (vgl. Heller et.al. 1985). Dieser ist als wachsender Unterschied zwischen Schulleistung (hiermit korreliert der KFT gut) und der Grundintelligenz (diese wird durch den CFT gemessen) zu interpretieren. Damit würden sich Indizien für unsere Vermutung einer Polarisierung der kulturbezogenen kognitiven Leistung mit wachsender Klassenstufe bestätigen lassen (vgl. auch Weinert und Helmke in diesem Heft).

In Abhängigkeit von der schulischen Leistung verändert sich die Orientierung am Lösungsprozeß bzw. am Ergebnis Leistungsstärkere Probanden sind eher prozeßorientiert als leistungsschwächere. Zwischen der Leistungsgruppe 1 und 3 besteht in diesem Merkmal ein sehr signifikanter Unterschied. Damit zeigt sich deutlich der Zusammenhang zwischen einer Orientierung auf den Lösungsprozeß und einer guten schulischen und intellektuellen Leistungsfähigkeit. Gleichzeitig verweist dieses Ergebnis auf eine bedeutsame Richtung der Förderung des Lernens der Kinder. Anders als man evtl. bei einer pädagogischen Arbeit nach reformpädagogischen Konzepten erwarten möchte, beträgt bei der betreffenden Schule der Prozentsatz der Schüler mit einer Prozeßorientierung ca. 53%, während er bei den anderen Schulen jeweils ca. 60% umfaßt. Dieses Ergebnis verweist auf eine weiter zu prüfende Vermutung: Je mehr im Unterricht auf die Eigenregulation der Kinder gebaut, also weniger direkt gefördert wird, um so größer sind die Nachteile für in ihrer Leistungsentwicklung beeinträchtigte Kinder. Im übrigen wird sich dieser Zusammenhang weiter unten bestätigen lassen, wenn die Beziehungen zwischen der präferierten Anforderungsbewältigung (z.B. trial and error) und der Lösungsqualität erörtert wird.

#### 6.4. Merkmale des Lösungsverlaufs

Bei der Analyse des Lösungsverlaufs kann auf die Anzahl der zur Lösung erforderlichen bearbeiteten Regelkreise und auf die Art der dazu notwendigen Hilfen zurückgegriffen werden.

Anzahl der bearbeiteten Regelkreise

Die Abbildung 12 verdeutlicht die Ergebnisse der Analyse des Lösungsverlaufs der Problemaufgabe. Die Verbindung der Meßpunkte auch in den nachfolgenden Diagrammen dient ausschließlich der besseren Lesbarkeit und stellt keine Polygonzüge dar.)

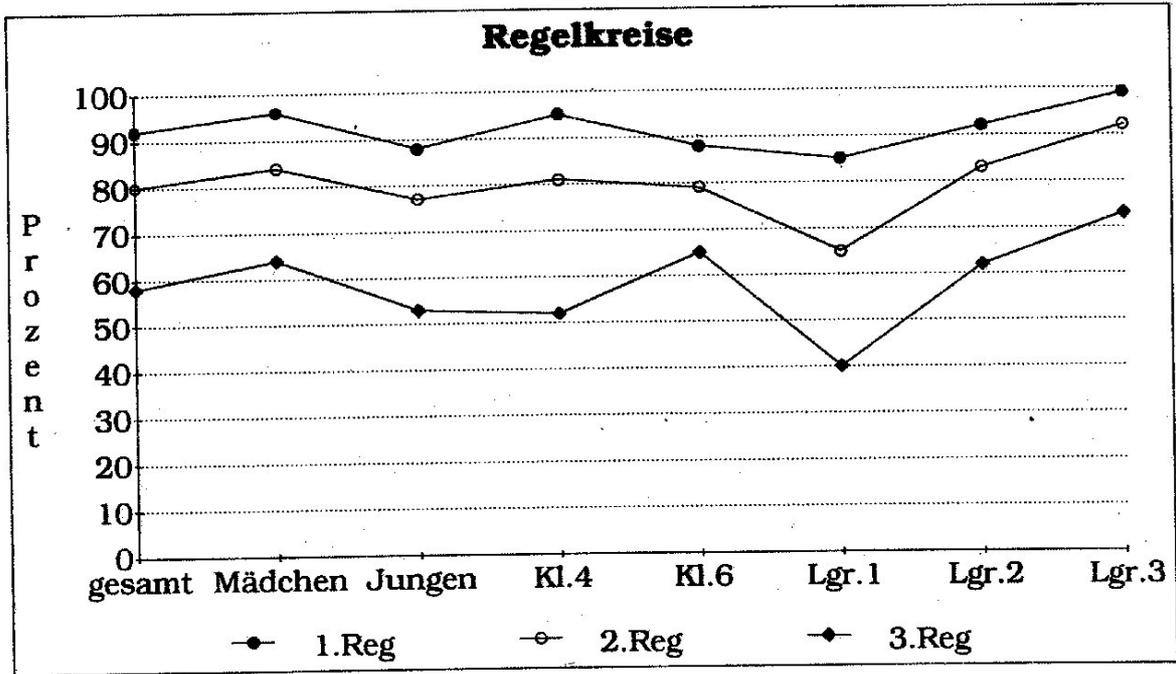


Abb. 12

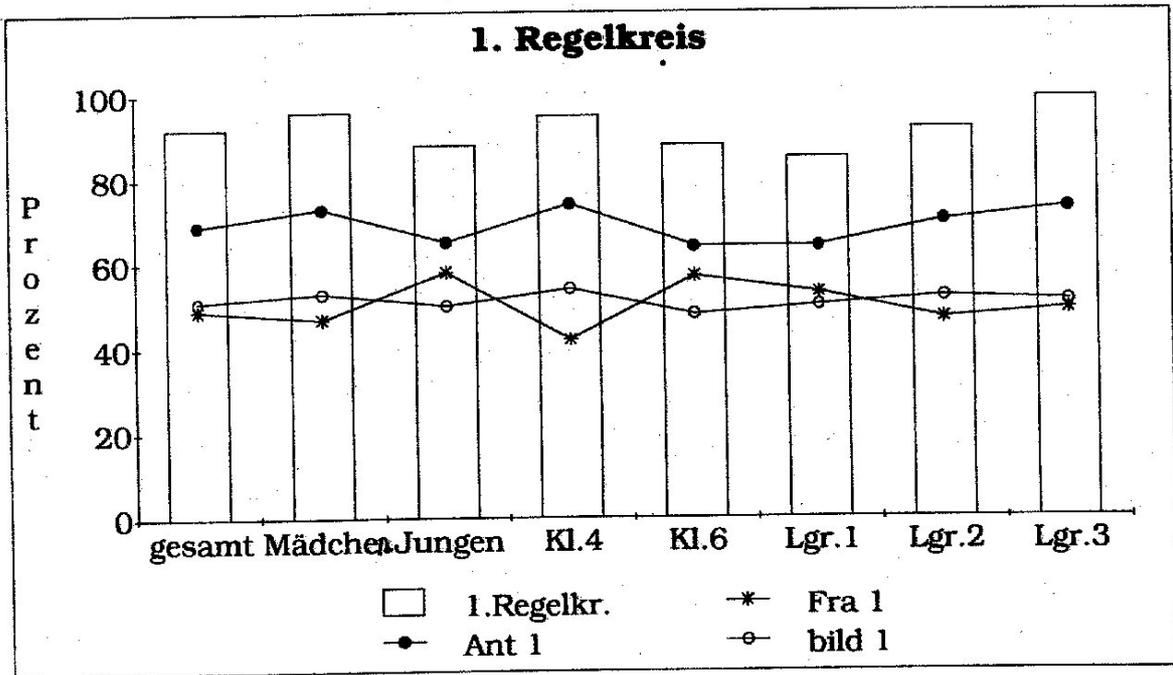


Abb. 13

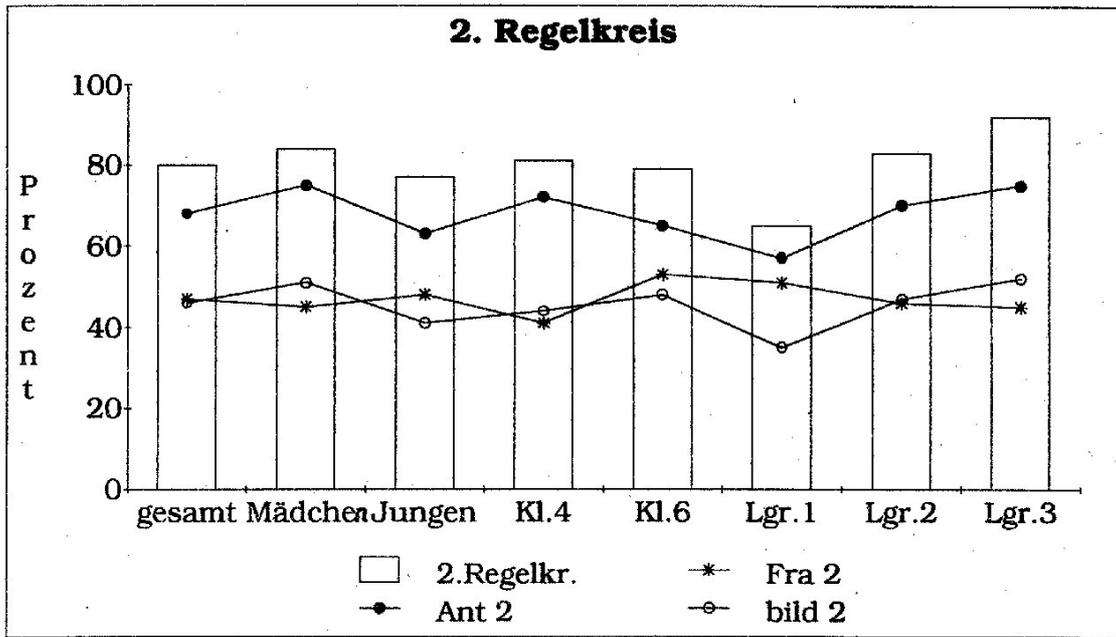


Abb. 14

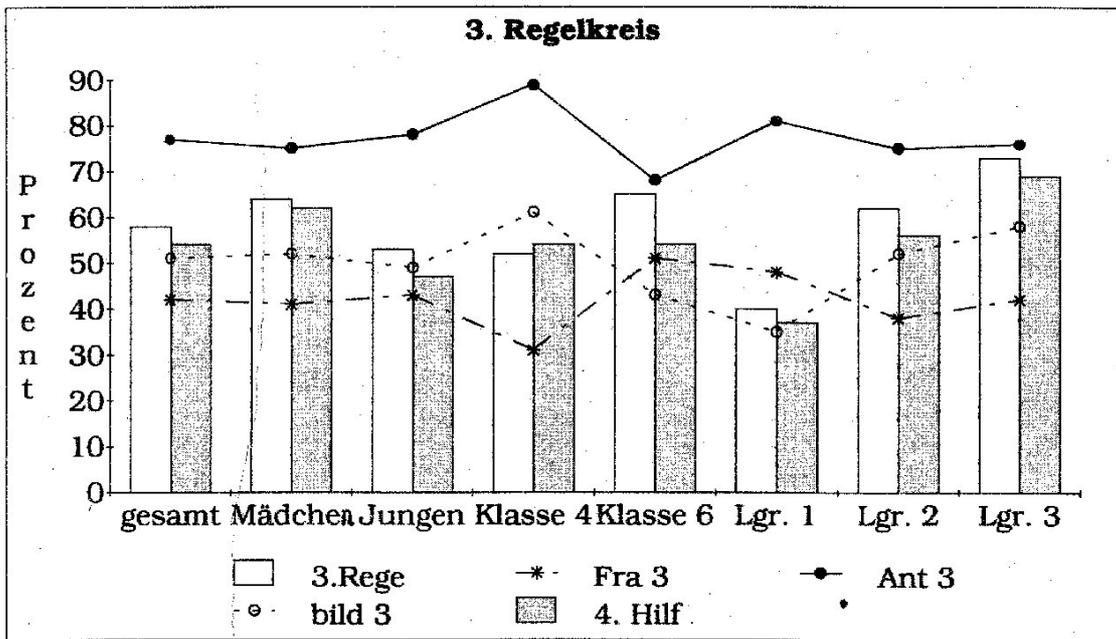


Abb. 15

Wie zu erwarten war, nimmt die Anzahl der Kinder, die den 2. und 3. Regelkreis bearbeiten müssen, um zur Lösung zu gelangen, ab. Dies verdeutlicht die Wirkung der angebotenen Hilfen und spricht für deren Sinnhaftigkeit. Sie tragen wirksam zum Finden der Lösung bei. Insgesamt scheinen die vierten Klassen und die Jungen verhältnismäßig schneller zur Lösung zu gelangen. Hier muß nun untersucht werden, welche Lösungsstrategie dieses Ergebnis bewirkt. Denkbar wäre - und dies war z.T. beobachtbar -, daß einerseits Mädchen schneller entmutigt werden, wenn sich der Lösungsweg als schwierig erwies (geringeres Selbstvertrauen und Anspruchsniveau an die selbständige Lösung). Andererseits waren die Kinder der 4. Klasse unvoreingenommener. Bei ihnen war seltener zu beobachten, daß die Schwere der Lösung entmutigte, nach jedem bearbeiteten Regelkreis erneut die Lösung zu versuchen. In den 6. Klassen überwog doch eher die Tendenz, sich vom Versuchsleiter und seinen Hilfen ziehen zu lassen, sobald die Lösung nicht in Sicht war. Andererseits wird deutlich, daß das Raten gerade in Klasse 4 eine größere Ausprägung erfährt (signifikanter Unterschied zur Klasse 6 - jeder 2. Schüler).

Die 4. Hilfe benötigt insgesamt ca. die Hälfte aller Kinder, wobei die Mädchen vorn liegen (sehr signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern - vgl. Abb. 1 5).

Jungen lösen die Problemaufgabe besser als Mädchen. Dies ist u.a. bedingt durch ihr größeres Selbstvertrauen, welches in der größeren Anzahl selbständiger Lösungen seinen Niederschlag findet. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind hier mit Ausnahme des 2. Regelkreises signifikant, bei der 4. Hilfe sogar sehr signifikant.

Bei den Klassenstufen ist das Bild ambivalent. Wenngleich die 4. Klassen im Mittel schneller zur Lösung zu gelangen scheinen, ist andererseits die 6. Klasse insgesamt der 4. in der Lösungsqualität (Selbständigkeit, bevorzugter Anreizfokus, Lösungen auf Anhieb<sup>3</sup>)-überlegen. Es steigt der Prozentsatz derjenigen, die real auf dem Niveau A, B -also mit einem höheren kognitiven Eigenanteil- lösen (hier sind alle „Lösungen auf Anhieb“ angesiedelt - auch hier ist ein sehr signifikanter Unterschied zur Klasse 4 festzustellen - vgl. Abb. 16).

Die Tatsache, daß knapp die Hälfte der Kinder 4. Klassen (48% gegenüber 35% der Klasse 6 - sehr signifikanter Unterschied) schon vor der Bearbeitung des 3. Regelkreises zur Lösung gelangt, spricht für die schon oben erwähnte Polarisierung in der kulturbezogenen kognitiven Leistungsfähigkeit, auf die Krassa (1993 a, b) in anderem Zusammenhang bei der Auswertung der Leistungsdaten 4. und 6. Klassen gestoßen ist (signifikante Unterschiede in der Verteilung der Durchschnittsnoten auf die Leistungsgruppen in den Klassen 4 und 6 bei gleichzeitiger Korrelation der Leistungen im Rahmen der Bewältigung kognitiver Anforderungen mit den Noten und KFT-Werten). Während in den 6. Klassen zwar deutlich mehr Lösungen auf Anhieb gelingen, vergrößert sich offensichtlich auch die Anzahl der Kinder, die nicht sehr schnell zur Lösung gelangen, also schlechter lösen. In der Gruppe, die den 3. Regelkreis noch bearbeiten muß, befinden sich generell anteilmäßig leistungsschwächere Kinder, die einer intensiven Hilfe bedürfen (sie unterscheiden sich in Klasse 4 im Notendurchschnitt - 3,0 - knapp signifikant vom Mittelwert der gesamten Untersuchungsgruppe, liegen aber insgesamt zwischen der Leistungsgruppe 2 und 3). In der Klasse 6 wird dieser Trend noch deutlicher (der Notendurchschnitt dieser Gruppe beträgt 3,4). Evtl. ist dies, wie weiter oben bereits angedeutet, auch ein Effekt, der mit dem Verständnis der Grundschule zusammenhängt. In den Klassen 1-4 wird der Aspekt der Förderung höher bewertet und konsequenter pädagogisch umgesetzt als der der Selektion, welcher im Zusammenhang mit der nun in Klasse 6 bevorstehenden Schullaufbahnempfehlung an Bedeutung gewinnt.

---

<sup>3</sup> In Abb. 16 sind Lösungen „auf Anhieb“ und „quasi auf Anhieb“, d.h. mit minimaler Hilfe zusammengefaßt.

Ich will dieses Ergebnis in der Interpretation nicht überstrapazieren. Dennoch ist die Frage gestattet, ob, bedingt durch das vorgefundene Schulsystem mit seinem Selektionsdruck nach Klasse 6 zu, ein Teil der Kinder, nämlich diejenigen mit guten Leistungen, stärker in ihrer kognitiven Entwicklung gefördert werden, als diejenigen, welche weniger gute Leistungen aufweisen. Unter der Voraussetzung einer kulturabhängigen Entwicklung kognitiver Leistungen würde dies dafür sprechen, daß die Grundschule in ihrer gegenwärtigen Verfaßtheit, in wohlmeinender Absicht gerade Kinder mit geringerer kognitiver Leistungsfähigkeit (die durch eine kognitive Kopflastigkeit der Schule benachteiligt würden) durch das Fehlen expliziter Förderung der kognitiven Entwicklung und der Ausbildung der Lerntätigkeit benachteiligt.

Deutlich ausgeprägt sind die Unterschiede in den Leistungsgruppen. Kinder mit sehr guten schulischen Leistungen bewältigen die Anforderung sehr signifikant besser als jene der Leistungsgruppe 3. Auch die Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen 1 und 2 sind bei allen Regelkreisen und bei der 4. Hilfe signifikant (beim 2., 3. Regelkreis und der 4. Hilfe sogar sehr signifikant). Aber auch die Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen 2 und 3 sind in allen in der Abb. 12 dargestellten Aspekten signifikant. Dieses Ergebnis spricht u.a. dafür, daß die Auswahl der Leistungsgruppen tatsächlich reale Unterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit widerspiegeln läßt. Gleichfalls wird deutlich, daß - akzeptiert man die gewählte Problemstellung als relevant für ökologisch orientiertes Denken - mit abnehmen-der kognitiver Leistungsfähigkeit dieses Denken schwieriger wird. Dieser Sachverhalt dürfte für die ökologische Erziehung der Kinder in der Grundschule von substantieller Bedeutung sein. Berücksichtigt man den objektiv notwendigen hohen Anteil der Kognition am Verhalten des Menschen in der modernen Industriegesellschaft, so hängt von der Entwicklung kognitiver Komponenten der Handlungsregulation (wie weiter oben für die Metakognition im Rahmen der Lerntätigkeit bereits ausgeführt) die Entwicklung der ökologischen Handlungsfähigkeit entscheidend ab. Diese Aussage wäre entschieden zu relativieren, wenn es gelänge, das Überwiegen des Anteils anderer Regulationskomponenten des Handelns an der ökologischen Handlungsfähigkeit nachzuweisen. Dieser Nachweis scheint jedoch angesichts der Realität in der Gesellschaft kaum zu erbringen sein. Vielmehr ist davon auszugehen, daß das Verständnis für ökologische Fragestellungen in Einheit mit der emotionalen Sensibilisierung für Natur und Umwelt entscheidend für die ökologische Erziehung der Schuljugend sind (vgl. hierzu auch die Ergebnisse der Untersuchungen von Krassa a.a.0.).

#### Zur Lösung notwendige Hilfen

Die Abbildungen 13 bis 16 stellen die Ergebnisse unter dem Aspekt der zur Lösung benötigten Hilfen dar. Abb. 15: Fra - Fragen; Ant- Antworten; bild-bildliche Hilfe, Abb. 16: Grund - Anteil der Kinder, die nicht über das Konzept Grundwasser verfügten.

Generell sinkt der absolute Anteil der auf die drei Regelkreise bezogenen Hilfen im Lösungsverlauf. Alle Kinder gelangen zur Lösung.

Die Gruppe der Jungen löst stärker prozeßorientiert, benötigt zur Lösung weniger Antworten als die Mädchen. Das kehrt sich beim dritten Regelkreis zwar etwas um, stellt jedoch, angesichts der Ergebnisse bei der 4. Hilfe, keine Trendwende dar. Eine stärkere Prozeßorientiertheit, evt. gepaart mit einem größeren Interesse für naturkundliche Sachverhalte, aber allerdings auch ein signifikant besseres Beherrschen der Problemaufgabe zugrundeliegenden Konzepte, versetzt die Jungen in die Lage, die Aufgabe besser als die Mädchen zu lösen (Jungen beherrschen das Konzept Grundwasser sehr signifikant besser als Mädchen). Sicher spielt auch das größere Selbstvertrauen der Jungen und eine offensivere Lösungsstrategie hierbei eine Rolle (signifikant mehr Lösungen auf Anhieb). Vergleicht man die Zahlen zum Raten als Lösungsmerkmal, so erkennt man ähnliche Werte für beide Geschlechter. Offensichtlich spielt diese Lösungsstrategie für das

Zustandekommen der o.g. Ergebnisse eine untergeordnete Rolle. Viel wesentlicher sind hier sowohl die Merkmale der Orientierung in Problemanforderungen als auch das Beherrschen der zugrundeliegenden Konzepte. (bereichsspezifisches Wissen - vgl. Mandl 1988, Weinert & Helmke 1988 und in diesem Heft, Weinert et.al. 1989, Schneider et al. 1990, Nold 1992 u.a.).

Bewertet man die Art zur Lösung erforderlicher Hilfen, so lösen Kinder der Klasse 6 die Aufgabe besser als jene der Klasse 4, wenngleich ausschließlich beim 3. Regelkreis die Unterschiede statistisch relevant (sehr signifikant) ausfallen. Wenn andererseits die 6. Klassen sehr signifikant mehr den 3. Regelkreis bearbeiten müssen und bei der 4. Hilfe die Anteile wieder ausgeglichen sind, so spricht dies für die oben vermutete Leistungspolarisierung und relative „Ausdünnung“ des Mittelfeldes in der kulturbezogenen intellektuellen Leistungsfähigkeit in den 6. Klassen (vgl. Abb. 14 bis 16).

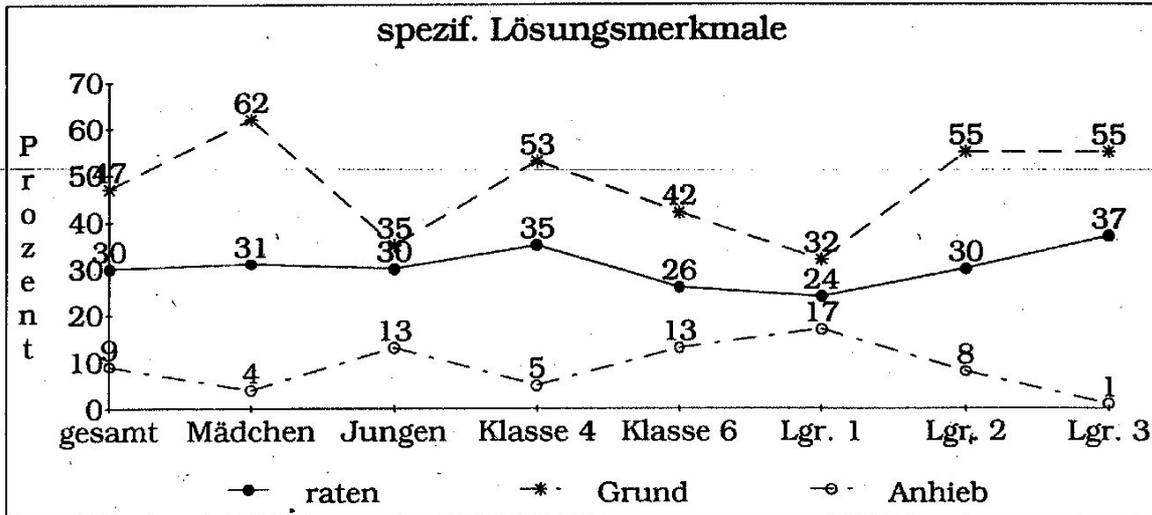


Abb. 16

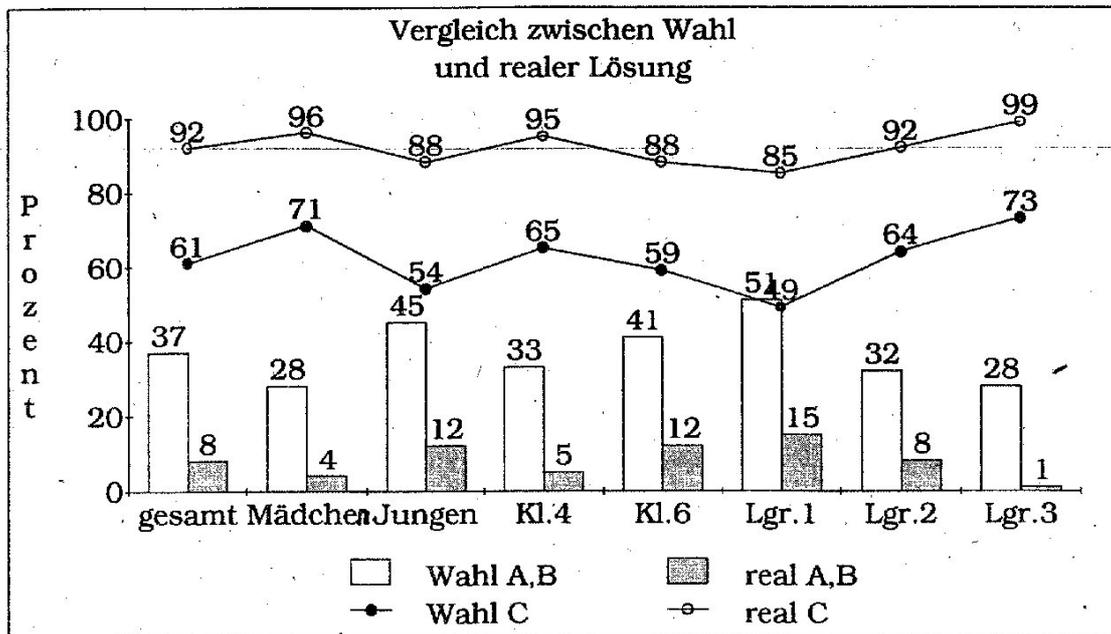


Abb. 17

Die Klasse 4 benötigt, auch aufgrund der Lösungs- und Hilfenwahl, zunächst relativ die meisten Hilfen. Das gilt sowohl für die Antworten bei allen Regelkreisen (die Unterschiede beim ersten Regelkreis sind signifikant, beim 2. sehr signifikant) als auch für die Fragen (sehr signifikant weniger Fragen bei allen Regelkreisen). Auch bei der bildlichen Präsentation der Zusammenhänge benötigt die Klasse 4 relativ mehr Hilfen (beim 3. Regelkreis ist der Unterschied hierbei sehr signifikant). Interessant ist in diesem Zusammenhang allerdings, wie weiter oben bereits vermerkt, daß in der Klasse 4 vergleichsweise weniger Kinder den 3. Regelkreis bearbeiten mußten, um zur Lösung zu gelangen (52% gegenüber 65% in Klasse 6).

Angesichts der Tatsache, daß Kinder der 4. Klassen deutlich mehr raten (trial and error) und andererseits unvoreingenommener die Aufgabe lösten, auf diese Weise in der Interaktion mit dem Versuchsleiter zu einer Vielzahl von Informationen kamen, erschließt sich ein weiterer Erklärungsansatz für dieses Ergebnis. Hier zeigt sich evtl. aber auch ein Nachteil der Untersuchungsmethodik. Ein heuristisches Unterrichtsgespräch impliziert, auch wenn die darzubietenden Hilfen noch so detailliert festgelegt sind, die Möglichkeit der freien Kommunikation zwischen Versuchsleiter und Proband. Diese Möglichkeit wurde in der Untersuchung von den Versuchsleitern in unterschiedlichem Maße genutzt. Wie schon an anderer Stelle angedeutet, „verleitete“ den Versuchsleiter die interpersonelle Wahrnehmung („Hilfsbedürftigkeit“ des Probanden) mitunter dazu (in Klasse 4 mehr als in Klasse 6, bei den Mädchen mehr als bei den Jungen - die Versuchsleiter waren männlichen Geschlechts) mehr oder weniger stark von der verabredeten Vorgehensweise abzuweichen (z.B. die 4. Hilfe schon im Zusammenhang mit einer Frage beim 2. Regelkreis zu geben, die bildliche Repräsentation im Zusammenhang mit der Frage anzubieten usf. Hierdurch erklären sich im übrigen auch kleine Prozentsatzdifferenzen, die bei „exakter“ Durchführung nicht hätten vorkommen dürfen – z.B. 52% der Kinder der Klasse 4 bearbeiten nur den 3. Regelkreis, aber 54% erhalten die 4. Hilfe).

Nahezu eindeutig sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Leistungsgruppen. Die 3. Leistungsgruppe benötigt die meisten Antworten, die wenigsten Fragen (obwohl kleine Unterschiede zwischen der Leistungsgruppe 2 und 3 hier bei den Regelkreisen 1 und 3 festzustellen waren), ihr gelingen die wenigsten Lösungen auf Anhieb und sie greift anteilmäßig am meisten auf das Raten als Lösungsstrategie zurück (signifikanter Unterschied zur Leistungsgruppe 1). Wenn bei den Antworten beim 3. Regelkreis sich das Verhältnis zuungunsten der Leistungsgruppe 1 verschiebt, obwohl diese absolut deutlich geringer den 3. Regelkreis bearbeiten mußte, so ist dieses Faktum ein Ausdruck der schon an anderer Stelle beschriebenen Beobachtung, daß diese erfolgsgewohnten Kinder z.T. resignierten, wenn sich die Lösung nicht greifbar erwies (diese Kinder griffen dann überdurchschnittlich auf die Strategie des Ratens zurück, hatten Schwierigkeiten mit dem Beherrschen des Konzepts Grundwasser und stammten vor allem aus 6. Klassen).

Insgesamt spiegelt die Lösungsqualität der Problemaufgabe die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Leistungsgruppe (Notendurchschnitt) gut wider. Insofern stehen diese Ergebnisse (obwohl Korrelationsanalysen noch ausstehen) mit denen Krassa's (a.a.O.) bei den Untersuchungen zur Begriffsbildung und Begriffsverwendung im Einklang.

Bei den bildlichen Hilfen liegen mit Ausnahme des 2. Regelkreises anteilmäßig die 4. Klasse und insgesamt die Mädchen vorn. Das deckt sich nicht mit Befunden einer von mir durchgeführten früheren Erhebung, bei der Jungen im Gegensatz zu den Mädchen bei der Lösung ökologischer Problemstellungen eine anschauliche Lösungsform (Zeichnung) der Lösung auf verbaler Ebene vorzogen. Zunächst muß davon ausgegangen werden, daß in der hier diskutierten Problemaufgabe keine Wahlmöglichkeit zwischen der Lösung auf verbaler bzw. bildlicher Ebene vorgesehen war. Andererseits ist ein Vergleich mit einem Zwischenergebnis, bei dem ausschließlich in diesem Punkt genau das Gegenteil ermittelt

wurde, genauer zu beachten. Bei der Analyse der Videoaufzeichnungen fiel auf, daß ein Versuchsleiter insbesondere, wenn er mit Mädchen zusammenarbeitete, sich nicht an den vereinbarten Ablauf hielt und sofort nach der Fragestellung zur Unterstützung die bildliche Darstellung darbot. Offensichtlich erweckten die Mädchen in ihm ein stärkeres Gefühl der Hilfsbedürftigkeit, welches ihn unbewußt dazu bewog, bildliche Hilfen anzubieten. (In der oben erwähnten Zwischenauswertung waren die Aufzeichnungen der Untersuchungen dieses Versuchsleiters noch unterrepräsentiert).

Verständlich ist der Rückgang bildlicher Hilfen von Klasse 4 nach Klasse 6 als Ausdruck eines Entwicklungsfortschritts.

Interessant ist die Tatsache, daß bei den bildlichen Hilfen beim 3. Regelkreis der Anteil der Klasse 4 hochschnellt (sehr signifikanter Unterschied zur Klasse 6), obwohl ihr Anteil an denjenigen Kindern, welche diesen Regelkreis noch bearbeiten müssen, um zur Lösung zu gelangen, sinkt. Insgesamt scheint das größere Selbstvertrauen der Jungen und ihre stärkere Orientierung auf den Lösungsprozeß, zumindest im Bereich der Leistungsspitze, dazu zu führen, daß effektive Problemlösungen möglich werden (überwiegend Jungen der Klasse 6 schaffen eine Lösung „auf Anhieb“ - signifikanter Unterschied zwischen Mädchen und Jungen und sehr signifikante Unterschiede zwischen Klasse 4 und 6).

## 6.2. Spezielle Analysezusammenhänge

Aufgabenwahl (Grad angestrebter Selbständigkeit) und Lösungsverlauf:

Generell wird ein höherer Grad an Selbständigkeit in der Problemlösung angestrebt, als er tatsächlich realisiert werden kann (vgl. Abb. 17).

37% aller Probanden streben eine Lösung an, die auf einem höheren Niveau der Selbständigkeit verlaufen soll (Klasse 6 mehr als Klasse 4, Jungen deutlich mehr als Mädchen, vgl. weiter oben). Die reale Lösung verläuft dann jedoch bei ca. 90% der Kinder auf dem Niveau C. Es ist also eine deutliche Überschätzung der Leistungsfähigkeit in bezug auf die selbständige Problemlösung festzustellen (bei beiden Klassenstufen, wobei in Klasse 4 signifikant weniger Probanden die Lösung auf dem Niveau A, B schafften; bei Jungen signifikant mehr als bei Mädchen). Vergleicht man die gewählte Lösungsvariante mit der realen Lösung, so scheinen sich Schüler der 6. Klassen realer in ihren Leistungsmöglichkeiten einzuschätzen (weiter entwickelte Metakognition). Gleiches gilt allerdings auch für Jungen, vergleicht man die Daten. Mädchen besitzen auf der anderen Seite jedoch ein geringeres Selbstvertrauen, so daß dieses Ergebnis nicht unbedingt dafür sprechen muß, daß Mädchen über eine weniger entwickelte Metakognition verfügen.

Dieses Faktum steht in engem Zusammenhang mit dem o.g. Ergebnis, daß ein höherer Grad an Selbständigkeit angestrebt wird. Tatsächlich ist dieser jedoch nicht bei der Lösung realisierbar. Es zeigt sich, daß bei der Realisierung der Lösung gut 2/3 der Probanden nicht mit den Fragen zurechtkommen, sondern Antworten erforderlich sind (Klasse 4 mehr als Klasse 6, Mädchen mehr als Jungen). Betrachtet man dieses Ergebnis, so neigen die Mädchen wohl zur realistischeren Einschätzung ihrer Lösungsmöglichkeiten, wenngleich das Gesamtbild aller Kinder deutlich für die Tendenz zur Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit in bezug auf die Problemlösung spricht. Die gesamte Untersuchung macht darauf aufmerksam, daß der Entwicklung des Frageverhaltens, der Ausbildung von Fragestrategien bei den Kindern kein angemessener Stellenwert im Unterricht eingeräumt wird. Die Kinder wissen nicht, was sie fragen, und auch nicht, wie sie fragen sollen.

Beispiele für typische Lösungsverläufe:

A) Es wird ein hoher Grad der Selbständigkeit in der Aufgabenbewältigung angestrebt. Das Problem wird adäquat erkannt, und es gelingt die Lösung quasi auf Anhieb.

Beispiel: Norma, Klasse 6

VL: Wie verändert sich die Herde?

N: Sie müßte sich vermehrt haben.

VL: Das Gegenteil ist gerade der Fall, sie hat sich tatsächlich verkleinert.

N: Naja, wenn sie (die Herde) weniger Wasser kriegen würde, würde sie kleiner wieder werden.

VL: Wie kann das aber sein, daß die Rinder weniger werden?

N: Na, daß das Wasser eben austrocknet.

VI: Daß es austrocknet? Wieso?

N: Naja, vielleicht, wenn es zu viele sind, die trinken mehr und durch die Sonne...

VL: Kannst du das noch einmal zusammenfassen?

N: Also, zuerst vermehren sie sich, dann sind es mehr und brauchen auch mehr Wasser. Da sie mehr Wasser verbrauchen, wird das Wasser weniger, auch durch die Sonne (zeigt durch Brunnenauslauf vergrößerte Wasseroberfläche).

VI: Welches Wasser?

N: Das Grundwasser.

B) Es wird ein hoher Grad der Selbständigkeit in der Aufgabenlösung angestrebt. Das Problem wird aber nur unvollständig erkannt. Die Lösung gelingt nicht, weil die Lösungsstrategie im trial and error besteht oder weil es an geeigneten Fragestrategien hapert. Es folgt der Übergang zum nächstniedrigeren Grad der Selbständigkeit. Ist eine Fragestrategie ausgebildet, die sich über das Niveau von trial and error erhebt (reines Aufstellen z.T. wenig durchdachter Vermutungen oder reines Raten), dann erfolgt die Lösung.

Nuray: (Klasse 4) Lösungsvariante B

N: Ich möchte gern wissen, wie Tiefbrunnen hier entstanden sind?

VL: Es wurde ein Loch bis an das Grundwasser gebohrt und das Wasser heraufgepumpt.

N: Was bedeutet künstliche Wasserstelle?

VL: Demonstriert und erläutert das entsprechende Kärtchen.

N: Bei der natürlichen Wasserstelle ist es da so ähnlich wie beim Brunnen?

VL: Demonstriert das entsprechende Kärtchen und erläutert.

N: Zieht sich selber nach oben - ohne Hilfe (gemeint war das Wasser)! Was bedeutet hier Grundwasser?

VL: Erläutert das entsprechende Kärtchen.

N: Zieht den Regen an, geht in der natürlichen Wasserstelle nach oben.

VL: Das Wasser in den Wasserstellen kommt alles aus dem Grundwasser.

N: Jetzt habe ich ganz schön viel gelernt. Das mit dem Tiefbrunnen habe ich noch gar nicht gewußt, finde ich spannend.

VL: Warum ist denn nun aber die Rinderherde nach 5 Jahren kleiner geworden, obwohl wir die Brunnen gebohrt haben?

N: Ich glaube so, daß (beschreibt den Weg des Wassers) kann ich nicht.

VL: Willst du eine andere Vorgehensweise wählen?

(N wählt C und Fragen.)

VL: Überlege, wie die vorhandene Grundwassermenge bestimmst, wieviel Wasser die Herde zum Trinken hat!

N: Sie können sich satt trinken.

VL: Die Herde?

N: Mit Herde meinen Sie doch die Kühe? Reicht das Wasser denn für die Herde aus?

VL: Das ist der springende Punkt.

N: Dann müssen die immer noch mehr hochholen.

VL: Überlege, wie die Wassermenge, die die Herde zum Trinken hat, ihre Größe bestimmt!

N: Ja - die wird größer, aber das Wasser reicht dann nicht mehr für alle.

An diesem Beispiel wird auch deutlich, wie durch das Fragen, wenn auch nicht gezielt an der Lösung des Problems orientiert gefragt wird, die erfragten Kenntnisse über Konzepte und Zusammenhänge die Lösung erreichbar machen. Immer wieder bestätigte sich: Gutes Fragen erleichtert das Finden der Lösung wesentlich.

C) Bedingt durch die Strategie trial and error, mit der das Problem prinzipiell nicht lösbar ist weil in der Regel hier ausschließlich singuläre, nicht verknüpfte Annahmen über Ursachen (monokausales Denken) aufgestellt werden, wird zum niedrigsten Niveau der Problemlösung übergegangen<sup>4</sup>

Beispiel: Michael (Klasse 4) Lösungsvariante A

Nachdem die Vermutung, daß die Herde größer werden müßte, vom Versuchsleiter verneint wurde, entspann sich folgender Dialog:

M: Haben die Rinder das Wasser nicht gesehen?

VL: Doch.

M: Ist den Rindern das Wasser nicht bekommen?

VL: Doch.

M: Haben die Menschen mehr gegessen?

VL: Nein.

M: Durch das Wasser sind mehr Pflanzen gewachsen?

(Gemeint waren den Rindern nicht bekömmliche Pflanzen, die M. vom Gras, von welchem sich die Herden ernähren, unterschied.)<sup>5</sup>

VL: Das Gras war wie vorher (bevor die Brunnen gebaut wurden).

M: Vielleicht gab es Krankheiten durch das Wasser?

VL: Nein.

M: Ich glaub, ich hab's. Andere Tiere haben die Rinder aufgefressen. Löwen und andere Tiere sind zum Wasser gekommen und haben die Rinder aufgefressen.

VL: Das wäre eine Möglichkeit - es war aber nicht so. Die Hirten haben aufgepaßt.

---

<sup>4</sup> Warum gelingt es beim Versuch-Irrtum-Lernen nicht, Vernetzungen in das Denken einzubeziehen. Offensichtlich erfordert das vernetzte Denken, also z.B. das gedankliche Verknüpfen mehrerer kausaler Schlußfiguren, das Aufstellen kausaler Ketten, ein so hohes Niveau der Denkentwicklung, dem dann Versuch und Irrtum nicht angemessen ist. Das gleichzeitige Beachten zweier Tatsachen fällt nach PIAGET Kindern schwer, wiewohl man annehmen dürfte, daß im betrachteten Alter diese Schwierigkeiten überwunden sein sollten. Eine andere Frage ist jene nach der Besonderheit kindlichen Lernens. Wenn postuliert wird, daß trial and error eine solche Besonderheit darstellt, dann kann es nicht verwundern, wenn sich dies in den Untersuchungen widerspiegelt. Allerdings ist dem entgegenzuhalten - dies stützen Untersuchungen zur Kognition: deutlicher positiver Zusammenhang zwischen Erfolg beim Problemlösen und den Vorkenntnissen, mehr als andere Komponenten - daß auch Erwachsene nach erfolglosen „systematischen Lösungsversuchen“ in das Versuch-Irrtum-Lernen zurückfallen, wenn aufgrund fehlender Kenntnisse (Expertise) die Problemlösung nicht gelingt. Schließlich werden dann Hilfsmittel (auf der Grundlage von Lösungserfahrungen) herangezogen, die dem Experten zur Verfügung stehen.

<sup>5</sup> Kinder dieses Alters unterscheiden mitunter noch zwischen Pflanzen - das sind krautartige Pflanzen (natürlicher Begriff - vgl. Hoffmann - 1986) - Bäumen und Gras. Hier sind äußere Merkmale für die Begriffsbildung relevant, die Stufe der wissenschaftlichen Begriffe wird nicht erreicht.

M: Vielleicht - also - wenn es mehr Rinder gibt, war nicht genug Rasen gewachsen. Deshalb sind die Rinder gestorben.

VL: Das war es nicht. Denkst du, es waren viele Rinder da?

M: Am Anfang waren nicht viele da. Vielleicht -nee-, vielleicht haben die Rinder zu viel Wasser getrunken?

VI: Nein, dadurch wären sie nicht krank geworden oder gestorben.

M: Glaub ich auch nicht. Glaub', es wäre auch möglich, eine Mückenplage, so Moskitos?

VL: Das war nicht der Fall.

M: Vielleicht haben sie (die Nomaden) für sich nur wenig geschlachtet, aber haben zu viel verkauft.

VL: Das war es auch nicht. Du kannst aber eine andere Vorgehensweise wählen, wenn dir keine Fragen weiter einfallen.

M: Ich nehme C (Antworten).

Das Raten behindert das Finden der Lösung. Es werden zu viele spekulative Möglichkeiten einbezogen. Dadurch wird der Suchraum immer größer anstatt kleiner. Eine starke Orientierung auf trial and error als Lösungsstrategie verhindert evt. die Entwicklung systematischen Denkens. Auffällig war, daß Kinder, nachdem sie vorher bei der Variante B relativ erfolglos geraten hatten, selbst bei der Lösungsvariante C immer wieder auf das Raten zurückgriffen, daß sie Schwierigkeiten hatten, stringent zu denken und hierbei die angebotenen Hilfen zu nutzen.

An diesem Beispiel wird aber auch sichtbar, daß die Interaktion zwischen Probanden und Versuchsleiter wechselseitig ist. Nicht selten ergab die Auswertung der Videoaufzeichnungen, daß der Proband unmerklich für den Versuchsleiter einen wachsenden Einfluß auf diesen hatte. Das war insbesondere dann der Fall, wenn der Proband Hilfsbedürftigkeit (verbal oder nonverbal) signalisierte. Mitunter kam es in dieser Situation zur Abweichung vom geplanten Versuchsablauf (nachdem M. die Lösung im Rahmen der Variante A nicht möglich war, wurde unbewußt vom Versuchsleiter zu B übergegangen - er antwortete auf die Fragen des Pb.).

D) Entweder ist die Enttäuschung über den Mißerfolg so groß, daß die einfachste Lösung angestrebt wird (z.T. auch bei leistungsstärkeren Schülern), oder es wird hartnäckig an den schwierigeren Lösungsebenen festgehalten (keine adäquate Einschätzung der eigenen Leistungsmöglichkeiten - hier z.T. bei leistungsschwächeren Schülern).

### Zusammenfassung

1. Die gewählte Problemaufgabe (Rinderherdenaufgabe) hat sich - im Prinzip - bewährt, um Aussagen über Strategiemerkmale des Lernens (hier bezüglich des Lösens von Problemen) und in dieser Hinsicht über Aspekte der Metakognition von Kindern 4. und 6. Klassen zu gewinnen.

Die Analyse von unterschiedlichen Ausprägungsgraden einzelner Merkmale der allgemeinen und speziellen Orientierung in der Problemaufgabe und bei ihrer Bewältigung in unterschiedlichen Teilstichproben der Untersuchungspopulation läßt Verschiedenheit des Vorgehens in den Klassenstufen, bei den Geschlechtern und in verschiedenen Leistungsgruppen erkennen. Wenngleich die Analyse der Zusammenhänge der vorliegenden Untersuchungsergebnisse mit denen Lompscher's (1993 b) und Krassa's (1993 a, b) noch ausstehen, kann aufgrund der Analyse der gruppenspezifischen Besonderheiten der Problemlösung auf das Vorliegen unterschiedlicher Lernstrategien geschlossen werden.

Akzeptiert man den Einfluß des Attributionsstils, der Motivation und des Selbstkonzepts als bedeutsam für eine hohe Lernleistung (vgl. Hasselhorn 1992, Helmke 1992), so hat sich dieser Sachverhalt eindrucksvoll in der vorliegenden Untersuchung bestätigt:

Eine gute Motivation (mehr oder weniger durch die Attraktivität des Problems bedingt bei allen Kindern vorgefunden), ein hohes Selbstvertrauen (welches in der Untersuchung im Grad der angestrebten Selbsttätigkeit zum Ausdruck kommt - Wahl der Lösungsmöglichkeiten), ein auf den Lösungsprozeß orientierter Antriebsfokus (Hilfenwahl) gepaart mit gutem bereichsspezifischen Wissen (etwa erkennbar an der Verfügbarkeit der Konzepte) und der Fähigkeit, mehr oder weniger zielgerichtet nach lösungerelevanten Informationen zu suchen, sichert den Erfolg in der Problemlösung.

Nimmt man an, daß an der Lösung der Problemanforderung die Metakognition nicht unerheblich beteiligt ist, welche wiederum einem Trend in der Entwicklung kognitiver Fähigkeiten folgend, in Klasse 6 größer sein dürfte als in Klasse 4, so bestätigen die Ergebnisse der Untersuchung auch diesen Zusammenhang: Kinder der 6. Klasse lösen die Anforderungen qualitativ besser, wenngleich eine Polarisierung an den Enden des Leistungsspektrums in Klasse 6 (im Vergleich zur Klasse 4) nicht übersehen werden darf. Vergleicht man beispielsweise den Durchschnitt der Bearbeitung aller Regelkreise in Klasse 4 und Klasse 6, so ist das Ergebnis ausgeglichen (Klasse 4 - 76%, Klasse 6 - 77%). Beide Klassenstufen bewältigen die Anforderung im Durchschnitt gleich gut, oder anders gesagt: im Mittel ergibt sich keine Steigerung der kognitiven Leistungsfähigkeit. Die differenzierte Analyse der Untergruppen zeigte gleichzeitig in Klasse 6 qualitativ besseres und schlechteres Lösen als in Klasse 4 und führt zu folgender Hypothese: In dem Maß, in welchem Kinder der Leistungsgruppe 1 sich in ihrer kulturabhängigen kognitiven Leistungsfähigkeit entwickeln, finden bei der Leistungsgruppe 3 offenbar regressive Entwicklungen statt. Dies ist ein Zusammenhang, der im Problem „Teufelskreis Lernstörungen“ (Beetz-Breuninger 1987) zum Ausdruck kommt und in der Schulpraxis sattsam bekannt ist.

Wenngleich der Anteil der einzelnen Komponenten bei der Bewältigung der Anforderung nicht quantifiziert werden konnte, lassen sich die besseren Ergebnisse der Jungen zumindest auf die deutlicher ausgeprägten Merkmale - Selbstvertrauen (Wahl der Lösungsvariante), Antriebsfokus (Hilfenwahl), bereichsspezifisches Wissen (Konzepte), Intuition (Lösung auf oder quasi auf Anhieb) zurückführen. Hierbei haben die Kinder 6. Klassen auch einen Vorteil, wenngleich der oben diskutierte Trend zur Polarisierung in den Leistungen nicht übersehen werden darf.

Der Vergleich der Leistungsgruppen bestätigt eindrucksvoll die Bedeutung kognitiver Fähigkeiten (und mithin auch der Metakognition) im Hinblick auf die erfolgreiche Lösung der Problemaufgabe.

Obwohl die differenzierte Analyse unterschiedlicher Lösungsstrategien (im Hinblick auf die Interaktion verschiedener psychischer Komponenten der Handlungsregulation) noch aussteht, verwies eine festgestellte Komplementarität zwischen Lösungsgüte (gemessen an der Anzahl zu bearbeitender Teilschritte) und der Beherrschung der Konzepte einerseits sowie dem Raten (trial and error) andererseits auf die Inadäquatheit der zuletzt genannten Lösungsstrategie für die Bewältigung der gestellten Anforderung. Gleichzeitig ließ sich ein Entwicklungstrend der kognitiven Entwicklung (Abbau des Ratens) nach Klasse 6 hin nachweisen (dieser gilt gleichermaßen für alle Leistungsgruppen).

2. Die Untersuchung verweist auf folgende Probleme:

- Ökologische Problemanforderungen benötigen zu ihrer Bewältigung beim Löser ein hohes Maß an kognitiver und metakognitiver Kompetenz.
- Die Entwicklung dieser Kompetenz ist insgesamt eher unbefriedigend, vor allem was die Ausstattung der Kinder mit Grundwissen (Konzepte, Zusammenhänge - bereichsspezifisches

Wissen, welches hier sogar den Lehrplanforderungen entspricht - vgl. hierzu auch Krassa a.a.O.) sowie mit metakognitiven Fähigkeiten (zielgerichtetes Suchen nach Informationen bzw. Verfügbarkeit von effektiven Problemlösestrategien) betrifft.

- Mädchen sind bezogen auf die Lösung unserer Problemaufgabe benachteiligt, weil sie vor allem im Hinblick auf das Selbstbild (Selbstvertrauen), den Anreizfokus, die Intuition und bereichsspezifisches Wissen den Jungen unterlegen zu sein scheinen.
- Ähnliches - hier jedoch wesentlich deutlicher ausgeprägt und mit der Ausnahme des, allerdings ungerechtfertigten, Selbstvertrauens der Jungen - kann über die Leistungsgruppe 3 ausgesagt werden, bei der jedoch im Vergleich zu den Mädchen auch die Lösungsgüte generell niedriger ausfällt. Dies verweist auf die offensichtliche Benachteiligung von Kindern mit geringen schulischen Leistungen bzw. auf die relativ einseitige Förderung leistungsstärkerer Kinder (betrachtet man den vorgefundenen Polarisierungstrend in den schulischen Leistungen von der Klasse 4 zur Klasse 6 hin). Das gerade bei Jungen der 3. Leistungsgruppe vorgefundene inadäquate Selbstbild im Hinblick auf die Kompetenz zur Lösung der Aufgabe kann sowohl auf Defizite in der Metakognition als auch auf die Übernahme von in der Umwelt vorgefundener Rollenstereotype hindeuten. Die Vermutung liegt nahe, daß eine zielgerichtete Befähigung zur Bewältigung kognitiver Anforderungen, wie sie für das ökologische Denken unerlässlich sind, nicht wirkungsvoll praktiziert wird. Die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten scheint mehr oder weniger spontan zu verlaufen (Indizien hierfür könnten die Leistungspolarisierung und - was den Klassenquerschnitt betrifft - Stagnation der kognitiven Leistung hinsichtlich des zu bewältigenden Problems sein).

3. Aus diesen Problemstellungen lassen sich folgende Forderungen für die Weiterentwicklung des Unterrichts ableiten:

- Wenn ökologische Grundbildung nicht auf Naturästhetik oder Pragmatismus reduziert werden soll, bedarf es der zielgerichteten Befähigung aller Kinder, entsprechende kognitive Anforderungen (kybernetisches Denken, Entwicklung der Metakognition und insbesondere adäquater Lernstrategien) selbständig bewältigen zu können. Die vorliegende Untersuchung hat keine prinzipiellen Grenzen bei irgendeinem Kind hierfür sichtbar werden lassen. Alle Kinder kamen mit mehr oder weniger Hilfe zur Lösung der Aufgabe.
- Dem Befähigen zum Problemlösen, zielbewußt Fragen zu stellen, nach Informationen zu suchen, verschiedene Lösungsstrategien anzuwenden, ist allerdings wesentlich mehr Raum im Unterricht zu geben.
- Besondere Aufmerksamkeit ist den Mädchen zu schenken, bei denen vor allem in den 6. Klassen evt. Rollenstereotype (ob bei ihnen selbst praktiziert oder durch das Verhalten der Jungen provoziert) die Leistungsbereitschaft und schließlich auch -fähigkeit bremsen. Dem kann vor allem durch die Entwicklung der Metakognition vorgebeugt werden, wie die Analyse des Leseverhaltens nahelegte.
- Besonders sind auch Schüler mit geringer schulischer Leistung zu fördern, weil diese Kinder schon in der Grundschule im Hinblick auf die Förderung ihrer Leistungsentwicklung offensichtlich benachteiligt werden.

Ausblick

Für die weitere Prüfung der dargestellten Hypothesen ist es erforderlich,

- Zusammenhänge zwischen den in der Gesamtuntersuchung (vgl. Lompscher 1993 a) erhobenen Daten genauer zu analysieren (hierdurch ist vor allem eine differenzierte Beschreibung vorgefundener Lernstrategien zu erwarten);
- das Untersuchungsdesign zu verbessern (vor allem im Hinblick auf die Kontrollierbarkeit der gegebenen Hilfen und das Einhalten des verabredeten Untersuchungsablaufs - dies sollte

durch a) den Abbau der Vielfalt der Interaktion zwischen Proband und Versuchsleiter, evt. durch das Lösen am Computer, b) die genauere Kontrolle der Interaktionsakte, was für das Ableiten von Folgerungen für die Unterrichtsgestaltung wichtig sein kann und c) durch das Einbeziehen von kooperativem Lösen in der Schüler-Schüler-Interaktion erfolgen);

- Feinanalysen durch Einbeziehung entsprechender Codierhilfen (Computer-Videoeinheit) vorzunehmen.

Dies scheint insbesondere geboten, da alle vorgestellten Ergebnisse nur Trends sichtbar machen, die bestenfalls zur Formulierung von Hypothesen geeignet erscheinen.

Von einigem Interesse dürfte auch die differenzierte Analyse der Leistungsentwicklung der beiden Geschlechter und der Leistungsgruppen sein. Hierbei sollte es vor allem darum gehen, einen Beitrag zu leisten, Chancengerechtigkeit für alle Kinder -zumindest in der Grundschule - zu wahren.

## Literatur

Beetz, D. u. Breuninger, H. (1987): Teufelskreis Lernstörung. München, Weinheim: Psychologie Verlagsunion.

Clauß, G.; Ebner, H. (1978): Grundlagen der Statistik - für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. Berlin: Volk und Wissen.

Gardner, H. (1991): Abschied vom IQ. Stuttgart: Klett-Cotta.

Hasselhorn, M. (1992): Metakognition und Lernen. In: Günter Nold (Hrsg.), Lernbedingungen und Lernstrategien: Welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen? S.35-64 Tübingen: Narr.

Heller, K. et.al. (1985): Kognitiver Fähigkeitstest. Weinheim: Beltz Test

Helmke, A. (1992): Determinanten der Schulleistung: Forschungsstand und Forschungsdefizit. In: Günter Nold (Hrsg.), Lernbedingungen und Lernstrategien: Welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen? S.23 - 34. Tübingen: Narr.

Hoffmann, J. (1986): Die Welt der Begriffe. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.

Krassa, K. (1993a): Begriffe bestimmen/ Begrifferraten" - ein Beitrag zur Analyse begrifflichen Wissens bei Schülern 4. und 6. Klassen. In: LLF-Berichte, Nr. 6; Universität Potsdam.

Krassa, K. (1993b): „Begriffe ergänzen" - eine Untersuchung zur Erfassung von Wissenskomponenten. In: LLF-Berichte, Nr.5; S.81-150. Universität Potsdam.

Lehtinen, E. (1992): Lern- und Bewältigungsstrategien im Unterricht. In: H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.), Lern- und Denkstrategien, S.125-150. Göttingen, Toronto, Zürich: Hogrefe.

Lompscher J. (1993a): Lernstrategien und Lernleistungen von Schülern der 4. und 6. Klassen. In: LLF-Berichte, Nr.5; S.3-8. Universität Potsdam.

Lompscher, J. (1993b): Lernstrategien - metakognitive Aspekte. In: LLF-Berichte, Nr.5; S.9-80. Universität Potsdam.

Nold, G. (Hrsg.) (1992): Lernbedingungen und Lernstrategien: Welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen? Tübingen: Narr (Tübinger Beiträge zur Linguistik; 366)

Senatsverwaltung für Schule, Berufsbildung und Sport (1991): Vorläufiger Rahmenplan für Unterricht und Erziehung in der Berliner Schule, Grundschule Klassen 1 bis 4, Vorfachlicher Unterricht - Sachkunde.

Schneider, W.A. Weinert, F. (1990): The role of knowledge, strategies and aptitudes in cognitive performance. In: W. Schneider & F. Weinert (Eds.), Interactions among aptitudes, strategies and knowledge in cognitive performance, pp 286-302. New York: Springer Verlag.

Simons, P. (1992): Lernen, selbständig zu lernen- ein Rahmenmodell. In: H. Mandl & H.F. Friedrich (Hrsg.), Lern- und Denkstrategien, S. 249-264. Göttingen, Toronto, Zürich: Hogrefe.

Vester, F. (1987): Wasser = Leben. Ein kybernetisches Umweltbuch mit 5 Kreisläufen des Wassers. Ravensburg: Otto Maier.

Weinert, F., Helmke, A. u. Schneider, W. (1989): Individual differences in learning performance and school achievement: Plausible parallels and unexplained discrepancies. In: H. Mandl, E. de Corte; N. Benett a. H. Friedrich (Eds.), Learning and Instruction, (S.461-479). Oxford: Pergamon Press.

Weinert, F. u. Helmke, A. (1988): Individual Differences in cognitive Development: Does Instruction make a Difference? In: E. Hetherington, R. Lerner u. M. Perlmutter (Eds.), Child Development in Life-Span-Perspective, (S.219-239). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Weinert, F.; Schrader, F.; Helmke, A. (1989): Quality of instruction and achievement outcomes. International Journal of Educational Research, 13, S. 895-914.

Weiss, R.H. (1987): Grundintelligenztest Skala 2 CFT 20. Göttingen: Verlag für Psychologie Hogrefe.

Ziechmann, J. (1979): Schülerorientierter Sachunterricht Braunschweig: Westermann. (Erziehung und Didaktik)

## Anhang

Ergebnisübersicht (Häufigkeiten in % - durch Rundungsfehler bedingt ergibt die Summe der Häufigkeiten einzelner Merkmale des Lösungsverlaufs in den folgenden Tabellen nicht immer 100%)

### 1. Probandengruppenmerkmale

		M/J	Note	D/Ausl.
gesamt	n = 237	54	(2,8)	21
Mädchen	n = 108	46	(2,74)	23
Jungen	n = 129	54	(2,79)	19
Klasse 4	n = 118	56	(2,65)	19
Klasse 6	n = 119	53	(2,89)	23
Lgr. 1	M n = 38, J n = 40	51	(1,76)	9
Lgr. 2	M n = 36, J n = 48	57	(2,75)	25
Lgr. 3	M n = 34, J n = 41	55	(3,79)	29

(M-Mädchen; J-Jungen; Lgr.-Leistungsgruppe; D - Kinder mit Deutsch als Muttersprache; Ausl. - Kinder mit anderen Muttersprachen)

## 2. Orientierungsmerkmale

	Prbl. erfaßt	Aufg.Whl			Les.0	/1/	/2/
		A	B	C			
gesamt	90	7	30	61	27	60	13
Mädchen	90	3	25	71	25	64	11
Jungen	91	11	34	54	29	57	14
Klasse 4	89	4	29	65	8	81	10
Klasse 6	92	10	31	59	37	48	14
Lgr. 1	91	9	42	49	31	51	18
Lgr. 2	88	6	26	64	24	64	11
Lgr. 3	92	7	21	73	27	63	10

(Les.0 - Vorlesen; /1/- Mitlesen; /2/ Lesen; Aufg.Whl- Aufgabenwahl)

	Summe Fr.K	Summe Fr.Z	Hilw.1	Hilw.2
gesamt	(0,47)	(3,18)	65	35
o.F.		18		
Mädchen	(0,4)	(2,6)	63	37
o.F.		16,6		
Jungen	(0,51)	(3,51)	70	30
o.F.		18,4		
Klasse 4	(0,42)	(3,97)	67	33
o.F.		17		
Klasse 6	(0,52)	(2,57)	64	36
o.F.		19		
Lgr. 1	(0,46)	(3,77)	73	27
o.F.		17		
Lgr. 2	(0,46)	(2,71)	66	34
o.F.		8		
Lgr. 3	(0,5)	(2,7)	58	42
o.F.		25		

(Fr.K - Fragen nach Konzepten, Fr.Z - Fragen nach Zusammenhängen; Hilw. 1 - Lösungshilfen orientiert auf Fragen; Hilw. 2 - Lösungshilfen orientiert auf Antworten; o.F. - ohne Frage; (x)-arithmetisches Mittel)

### 3. Merkmale des Lösungsverlaufs

	1. Regkr.	H-Antw.	H-Frag.	H-bidl.
gesamt	92	69	49	51
Mädchen 96	73	47	53	
Jungen	88	65	58	50
Klasse 4	95	74	42	54
Klasse 6	88	64	57	48
Lgr. 1	85	64	53	50
Lgr. 2	92	70	47	52
Lgr. 3	99	73	49	51

(H - Hilfen - Antworten, Fragen, bildlich)

		2. Regkr. Hi-Antw.		H-Frag.		H-bildl.	
gesamt		80		68		47	46
Mädchen	84		75		45		51
Jungen		77		63		48	41
Klasse 4		81		72		41	44
Klasse 6		79		65		53	48
Lgr. 1		65		57		51	35
Lgr. 2		83		70		46	47
Lgr. 3		92		75		45	52

		3. Regkr. H-Antw.		H-Frag.		H-bildl.	
gesamt		58		77		42	51
Mädchen		64		75		41	52
Jungen		53		78		43	49
Klasse 4		52		89		31	61
Klasse 6		65		68		51	43
Lgr. 1		40		81		48	35
Lgr. 2		62		75		38	52
Lgr. 3		73		76		42	58

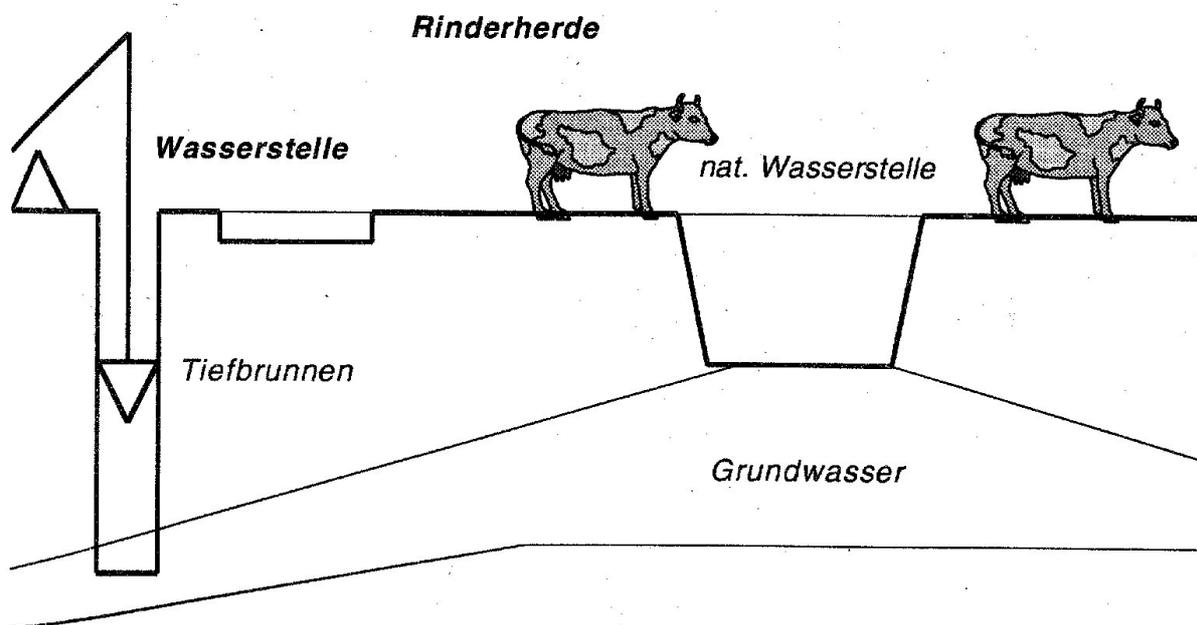
		4. Hilf.	Anmerkungen		
			raten,	GW,	Anhieb
gesamt		54	30,	47	9
Mädchen	62		62,	4	
Jungen		47	30	35	13
Klasse 4		54	35	53	5
Klasse 6		54	26	42	13
Lgr. 1		37	24	32	17
Lgr. 2		56	30	55	8
Lgr. 3		69	37	55	1

## Rinderherdenaufgabe

In Landschaften, wo nur Gras wächst, leben die Menschen oft von der Viehzucht. Das ist z.B. in Afrika so. Hier regnet es wenig und das Wasser in den wenigen Wasserstellen ist knapp. Die Rinderherden der Menschen sind klein, denn die Rinder brauchen Wasser, um leben zu können. Die Menschen haben deshalb wenig zu essen.

Stell' dir vor, du willst den Menschen helfen, ihre Herden zu vergrößern und schlägst vor, Brunnen zu bauen. Durch Brunnen sollen die Menschen mehr Wasser für ihre Herden bekommen.

Nach 5 Jahren besuchst du die Menschen wieder. Wie werden sich ihre Rinderherden verändert haben?



# Präsentation zur Lösungswahl

**A: Ich löse ohne Hilfe.**



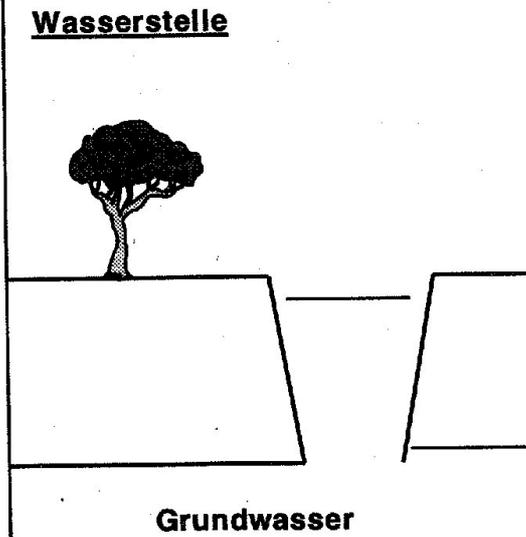
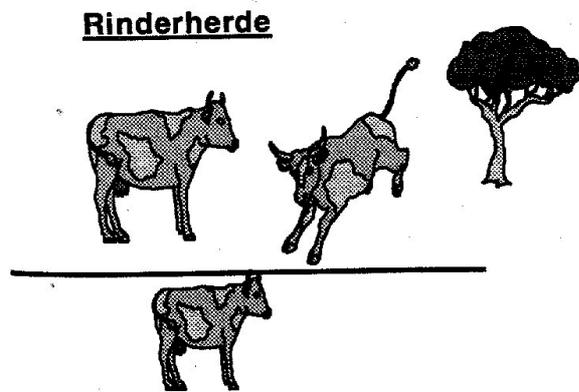
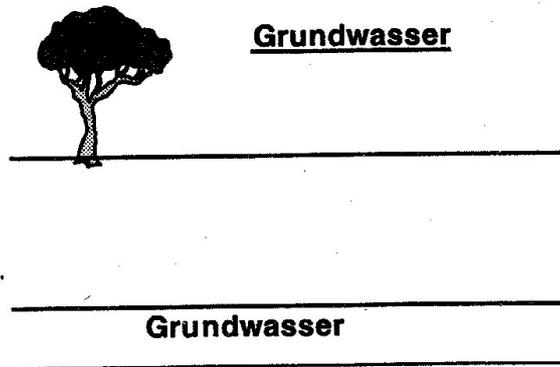
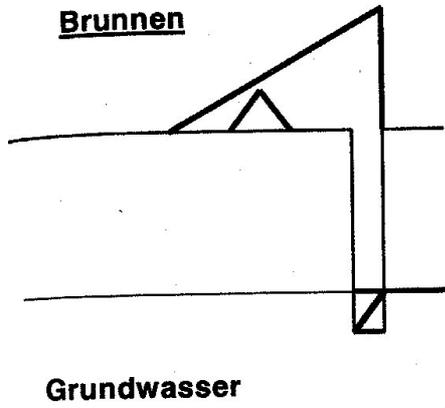
**B: Ich kann bei der Lösung Fragen stellen.**



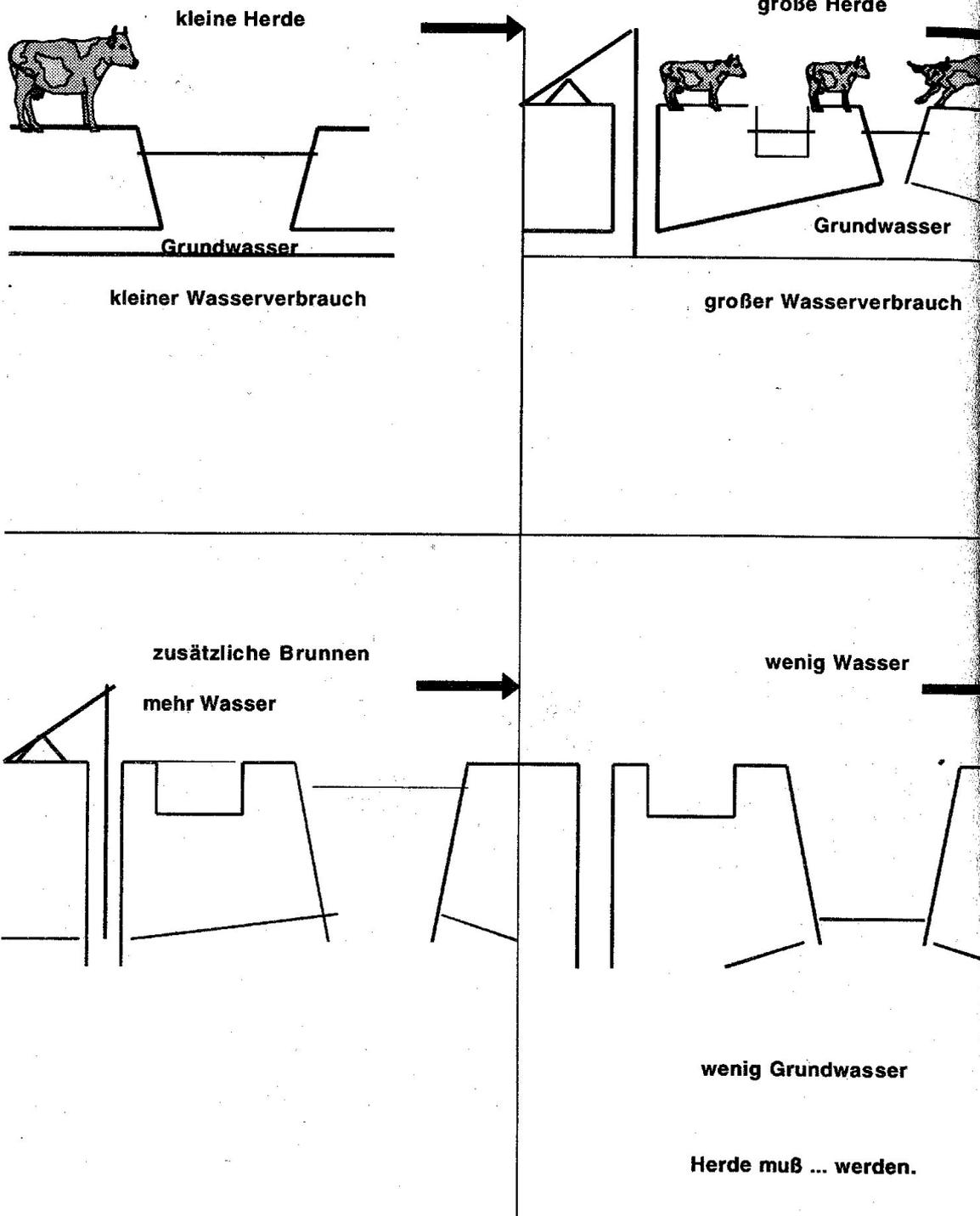
**C: Ich kann verschiedene Lösungshilfen bekommen.**



**Beispiele für  
Konzeptkärtchen -bildlich**



**Beispiele für Zusammenhangskärtchen - bildlich**



Um die verschiedenen Hilfen nachvollziehen zu können, erfolgt an dieser Stelle die Darstellung des Lösungsweges.

Lösung:

Brunnen vergrößern die Wassermenge. Mehr Wasser bedeutet eine größere Herde (Wasser bestimmt die Größe der Herde). Brunnen verkleinern die Grundwassermenge. Weniger Grundwasser bedeutet weniger Wasser für die Herde. (Wasserstelle und Brunnen werden aus dem Grundwasser gespeist. Das Grundwasser vergrößert sich nicht, weil es nur vom Regen abhängt. Brunnen verändern aber die Regenmenge nicht.)

Die Herde wird deshalb wieder kleiner.

Nach jeder Hilfe wird gefragt: Kannst Du das Problem jetzt lösen? (Der Übergang zur jeweils anderen Hilfenart bleibt stets offen.) Hilfen bezogen auf den Lösungsweg:

- Überlege, wie die vorhandene Grundwassermenge bestimmt, wieviel Wasser die Herde zum Trinken hat!
- Überlege, wie die Wassermenge, die die Herde zum Trinken hat, ihre Größe bestimmt!
- Überlege, wie die vorhandene Grundwassermenge die Größe der Herde bestimmt! (Die Informationen können verbal oder bildlich gegeben werden.)
- Überlege, wie sich die Grundwassermenge verändert, wenn die Herde größer wird! (nur verbal)

Hilfen bezogen auf die Lösung:

- Viel Grundwasser bedeutet, daß die Herde viel Wasser zum Trinken hat. Wenig Grundwasser bedeutet, daß die Herde wenig Wasser zum Trinken hat.
- Wenig Wasser für die Herde bedeutet, daß die Herde kleiner wird, viel Wasser, daß sie größer wird.
- Wenig Grundwasser bedeutet auch wenig Wasser in den Wasserstellen und dies eine kleine Herde. Viel Grundwasser bedeutet viel Wasser in den Wasserstellen und dies eine große Herde.

(Die Lösung muß mit eigenen Worten reproduziert werden. Ist dies nicht möglich, sind weitere Hilfen zu geben z.B. bildliche Darstellung.)