

"Begriffe ergänzen" eine Untersuchung zur Erfassung von Wissenskomponenten

Klaus Krassa

Zusammenfassung

In der Untersuchung "Begriffe ergänzen" hatten Schüler der 4. und 6. Klassen (insgesamt 188 Pbn) 21 Analogieaufgaben vom Typ $a : b = c : ?$ in freier Antwort zu ergänzen. Der Inhalt der Items war dem Alltags und Schulwissen (hier vor allem dem naturwissenschaftlichen und ökologischen Wissen, wie es u.a. im Fach Sachkunde vermittelt wird) entlehnt. Berichtet wird über die Leistungen in dieser Untersuchung und deren Korrelation mit Schulnoten und Ergebnissen im KFT. In den Auswertungen erwiesen sich die Häufigkeit bzw. der Prozentsatz korrekter Lösungen und Parameter einer differenzierten Fehleranalyse als besonders aussagefähig. An Hand dieser Parameter konnten komplexe Lösungsstrategien des anforderungsgerechten und nichtanforderungsgerechten Vorgehens nachgewiesen werden. Mit ihnen sollen in Weiterführung der Auswertung kognitive Korrelate im Antwortverhalten der gleichen Schüler zu den von ihnen präferierten Lernstrategien (Fragebogen "Wie lernst Du?") aufgeklärt werden.

Summary

"Complete concepts" an analysis of knowledge components

4 and 6 grade students (188 subjects in sum) had to complete in free answers 21 analogy tasks of the type $a : b = c : ?$. The content of the items was taken from everyday life and school knowledge (espec. from natural science and ecological knowledge as it is taught at elementary instruction). Performances and their correlations with school marks and results in "KFT" (mental ability test for pupils) are reported. Frequency and percentage of correct answers as well as the parameters of a differentiated error analysis were especially evident. By means of these parameters complex solving strategies of a procedure meeting all requirements or not could be pointed out. In continuation cognitive correlates in the answering behaviour of the same pupils will be cleared up concerning their preferred learning strategies (questionnaire "How do you learn?").

1. Wissenschaftlichtheoretische und empirische Begründung der Untersuchung

Wissenschaftliche Untersuchungen zu dem Problemkreis "Lernstrategien" haben mit Nachdruck auf die Einheit und Wechselwirkung von kognitiven, metakognitiven, motivationalen und emotionalen Komponenten bei der Herausbildung und Anwendung von Lernstrategien hingewiesen (siehe Lompscher, 1992; Mandl & Friedrich, 1992; Llerch & Schlesier, 1992). Werden Schüler nach der persönlichen Relevanz von unterschiedlichen Lernstrategien befragt (siehe Lompscher in diesem Heft), so ist zur Analyse des Antwortverhaltens der Schüler einfach der Bezug zu deren individuellen kognitiven, motivationalen usw. Lernvoraussetzungen erforderlich. Entsprechende gesonderte Teiluntersuchungen sollten aber zugleich so angelegt sein, daß sie Auskünfte über konkrete Vorgehensweisen bei der Bewältigung definierter Anforderungen geben. Damit wird der Zusammenhang zwischen Reflexion über und realer Anwendung von Lernstrategien aufklärbar.

Die Bewältigung kognitiver Anforderungen der Analogiebildung, wie sie in diesem Beitrag vorgestellt werden, erfordert ganz sicher Vorgehensweisen, wie sie für solche Lernstrategien wie Begriffsbildungs, Problemlösungs, Textverarbeitungen und Gedächtnisstrategien separiert wurden. In der Lösung derartiger Aufgaben sind nicht nur Parameter kognitiver Leistungsfähigkeit der einzelnen Pbn sondern zugleich spezifische Lösungsstrategien und ihre Ausprägung in der Population zu ermitteln.

Begriffsbildungsuntersuchungen, wie sie mit den Analogieaufgaben angezielt sind, lenken die Aufmerksamkeit auf die besondere Rolle des Wissens für die Ausbildung und Anwendung von Lernstrategien. Wissen ist eine notwendige Voraussetzung für die Anwendung von Strategien

(Hoffmann, 1986, Eckes, 1991, Mandl & Friedrich, 1992.). Da bei dieser Anforderung in individuellen Wissensstrukturen gesucht werden muß, kann aus den Antworten der Pbn auf die Verfügbarkeit von Begriffen, ihre Differenziertheit, Vernetzung und Organisation ebenso geschlossen werden wie auf die Effektivität von Lernstrategien bei der Ausbildung und Anwendung des Wissens.

Der engen Verbindung der Untersuchung zu den Forschungsschwerpunkten der Wissenspsychologie wegen, sollen zunächst einige Befunde zu Wissensstrukturen, deren Herausbildung und Verfügbarkeit sowie zur Methodik der Analogieaufgaben referiert werden.

(1) Die Kognitionspsychologie und die Wissens- und Gedächtnispsychologie als deren Spezialgebiete können begründen, daß der Wissenserwerb in der Ontogenese des Menschen primär zu einem Zustands- oder Faktenwissen (sog. deklarativem Wissen) führt, das im weiteren auf Grund von Generalisierungen vs. Differenzierungen sowie von Komplexionsbildungen vs. Zerlegungen (nach Klix) ein Leben lang Veränderungen unterliegt, aber jederzeit als Basiswissen für Erkennungs- und Denkprozesse verfügbar ist und erst im Rahmen dieser Prozesse verändert wird. Weitere Arten von Wissen kommen hinzu (prozedurales, heuristisches, metakognitives). Deklaratives Wissen ist begriffliches Wissen. Klassifizierungsrelevante Merkmale bilden die Basis der Begriffe, semantische Relationen (merkmalsbestimmte und ereignisgebundene) knüpfen ein Netz zwischen ihnen. Die Begriffe werden im Langzeitgedächtnis des Menschen gespeichert. Für die gedächtnismäßige Repräsentation dieses Wissens wurden als Modellvorstellungen semantische Netzwerke postuliert (siehe dazu unterschiedliche Autoren in Mandl & Spada, 1988).

(2) Die Unterscheidung von quasistationärem und prozeduralem Wissen und deren gesonderte Repräsentation im menschlichen Gedächtnis ist inzwischen unbestritten. Bezugnehmend auf Forschungsergebnisse aus seinem eigenen Forschungsbereich kann Klix (1990) diese Differenzierung mit selektiven Ausfällen prozeduraler Wissenskomponenten bei Leserechtschreibschwachen, bei Hilfsschülern und Schizophrenen, mit dem Nachweis unterschiedlicher Begabungen (fluide vs. kristalline Intelligenz) und durch Emotionsbindung ausschließlich der semantischen Relationen weiter begründen. Bereits 1988 resümiert Klix, daß im Langzeitgedächtnis des Menschen zwei Teilstrukturen verfügbar sind: das quasistationäre und das prozedurale LZG, die vom Kurzzeitgedächtnis (dem sog. operativen Kompartiment) selektiv aktiviert und in Beziehung gesetzt werden. So werden kognitive Leistungen als Resultat der Wechselwirkung von statischen und prozeduralen Informationsrepräsentationen vorstellbar.

(3) In Grundlagenuntersuchungen von van der Meer (1979, 1983, 1984) werden unterschiedliche Arten von semantischen Relationen in Ereignisbegriffen (sog. zwischenbegriffliche Relationen) und von Operationen über Objektbegriffen (sog. innerbegriffliche Relationen) analysiert. Als Aufgabentyp wurden Analogieaufgaben verwendet. Im Ergebnis dieser Untersuchungen wird nachgewiesen, daß unterschiedliche Relationen mit einem unterschiedlichen kognitiven Aufwand (gemessen an Erkennungszeit) verbunden sind. So wird die Finalitätsrelation schwerer erkannt als die Instrumentalrelation und diese schwerer als die Lokalrelation; bei den innerbegrifflichen Relationen steigt die Schwierigkeit in der Reihenfolge Ober/Unterbegriffe ... Nebenordnungen / Synonyma ... Antonyma ... Komparationen. Die daraus resultierende Schwierigkeitsskalierung wird in erster Linie mit der Anzahl elementarer Operationen zur Entscheidungsfindung, außerdem mit semantischen Aspekten (der sog. Typikalität) begründet.

(4) Die von van der Meer (1983, 1984, 1985) an Schulkindern der 2. Klasse durchgeführten Untersuchungen zu zwischenbegrifflichen und innerbegrifflichen Relationen belegen, daß die Schüler prinzipiell in der Lage sind, derartige prozedurale Wissenskomponenten zu nutzen, sowohl beim Erkennen als auch bei der Anwendung dieser Relationen. Dabei handelte es sich um einfache Objekt- und Ereignisbegriffe. Die hohe Fehlerrate im Mittel wurden nur 50% der Items richtig bearbeitet begründet die größere Schwierigkeit beim Konstruieren von Analogien, d.h. bei der Anwendung, im Vergleich zum bloßen Erkennen dieser Relationen und verweist darauf, daß die Herausbildung dieses Wissens in diesem Alter noch nicht abgeschlossen ist.

Über Fortschritte und Grenzen der Verfügbarkeit solcher Wissenskomponenten im mittleren Schulalter berichtet JÜLISCH (1988, 1989). Er weist nach, daß Schülern der 4.Klasse das Erkennen von kausalen Ereignisverknüpfungen gelang, aber nicht das explizite Benennen dieser Relation. Dabei untersuchte JÜLISCH prozedurales Wissen über Naturvorgänge bei Schülern, die nach der Lehrstrategie A > K ausgebildet worden waren. JÜLISCH fand signifikante Unterschiede in den Prä und PostTestLeistungen der Schüler und daß leistungsstarke Schüler stärker kausal strukturiertes Wissen besitzen, während bei Leistungsschwachen eher zeitlich strukturiertes Wissen dominiert.

Die Diskussion über die Herausbildung stationärer und prozeduraler Wissenskomponenten in der Ontogenese ist offensichtlich noch nicht abgeschlossen. Die Versuche zur Analogieerkennung mit geometrischem Material bei Vorschulkindern (VAN DER MEER, 1979) belegen zumindest die Verfügbarkeit prozeduralen Wissens schon in dieser Altersgruppe, so daß die vereinfachte Vorstellung, daß diese Wissenskomponente eine entwicklungsbedingt späte Erwerbung darstellt, so einfach nicht zutrifft.

(5) Die Lösung von Analogieaufgaben stellt eine Methode zur Erfassung einer spezifischen Klasse prozeduralen Wissens dar, die bei VAN DER MEER als inferelles Wissen bezeichnet wird und bei KLIX (1990) in die Klasse transformativen Wissens, speziell der Projektion eingeordnet wird. In den Untersuchungen von VAN DER MEER und von JÜLISCH liegen umfangreiche Erfahrungen zu dieser Untersuchungsmethode vor, die genutzt werden können.

Die Bedeutung des Aufgabentyps läßt sich vielleicht schon daran ermesen, daß er in unterschiedlichen Intelligenztests als Versuchsmaterial verwendet wird. Die Bedeutung des Aufgabentyps kann auch aus den Untersuchungen zur Lehrstrategie A > K ermesen werden (siehe Lompscher u.a. 1991). Die Erarbeitung der Ausgangsabstraktion zur Erklärung von Naturvorgängen und deren Anwendung auf konkrete Naturvorgänge erfordert das analoge Schließen von der Modellebene (2. begriffliche Ebene) auf die Erscheinungsebene (1. begriffliche Ebene). Und so resümiert GIEST (1985, S.146): "Die kognitive Leistung des Übergangs zwischen zwei begrifflichen Ebenen ist eine Grundvoraussetzung dialektischen Denkens, des Denkens in den Kategorien Wesen/Erscheinung, Empirie/Theorie, Notwendigkeit/Zufall."

Damit ist der Zusammenhang zu Lern und Lehrstrategien wieder hergestellt. Wenn sich die Schüler solche Strategien des Wissenserwerbs zueigen machen wie die systematische Analyse der Anforderungssituation mit klarer Separierung des Gegebenen und des Gesuchten, mit Differenzierung nach Wichtigem und Unwichtigem, Bekanntem und Unbekanntem, mit der Erfassung der Struktur (Merkmale und Relationen zwischen ihnen) sowie die Erschließung von Analogien, so werden sie effektiver die Lernanforderungen der Schule und des Alltags bewältigen. Wenn sich die Lehrer bewußt der Ausbildung derartiger Lernstrategien und der wissensmäßigen Voraussetzungen verpflichtet fühlen, wenn sie rechtzeitig die Potenzen der Schüler berücksichtigen ("Zone der nächsten Entwicklung" Wygotski), werden sie das effektive Lernen der Schüler wirksam beeinflussen.

2. Erwartungen an diese Untersuchung

Da in den Analogieaufgaben nach Wissenskomponenten gefragt wird nach Fakten und prozeduralem Wissen, wird die Lösungsgüte der einzelnen Items Auskunft über die Verfügbarkeit des entsprechenden Wissens bei Schülern der 4. und 6.Klasse der Grundschule geben. Wir erwarten, daß Alltagswissen in diesen Klassenstufen leichter eruiert wird als "Schulwissen" und daß gemäß den dominierenden Auffassungen über die Gestaltung des Sachkundeunterrichts, dem wir wesentliche Inhalte der Untersuchung entlehnt haben, naturwissenschaftliches und ökologisches Wissen nur ungenügend in diesen Klassenstufen zumindest in der 4.Klassenstufe abrufbar ist.

Die Lösung von Analogieaufgaben des hier verwendeten Typs erfordert inferelles Wissen, das je nach dem Schwierigkeitsgrad der Aufgaben struktur verfügbar gemacht werden kann.

In den Antworten lassen sich Vorgehensweisen der Schüler bei der Lösung dieser Aufgaben erschließen, die unterschiedlich effektiv sind und mit den Leistungsvoraussetzungen der Schüler korrelieren.

Es werden positive Korrelationen zwischen den Leistungen der Schüler in dieser Untersuchung und den Schulnoten erwartet.

In der Lösungsgüte der Items und in der eruierte Vorgehensweise bei der Lösung dieser Aufgaben können Indikatoren für die Effektivität von Lern und Lehrstrategien und für das Antwortverhalten der Schüler im Fragebogen "Wie lernst Du?" (siehe Lompscher in diesem Heft) ermittelt werden.

Die zuletzt genannten Hypothesen werden allerdings im Rahmen diese Berichtes noch nicht geprüft werden können.

3. Zur Untersuchungsmethode, Versuchsplanung und durchführung

Die Untersuchungsmethode ist wie folgt zu kennzeichnen: In semantischen Analogieaufgaben vom Typ

$a : b = c : d$

sollte der vierte Term d in freier Antwort bestimmt werden, der zu c in der gleichen Relation stehen soll wie b zu a.

Erläutert wurde dieser Aufgabentyp an dem Beispiel

brennende Kerze : Ruß = laufender Motor : ?,

bei dem als Lösung "Auspuffgase" oder "Abgase" anstelle des Fragezeichens zu ergänzen war.

Da diese Untersuchung als Gruppenversuch im Klassenmaßstab angelegt war, wurde die Instruktion jeweils vor der gesamten Klasse vorgetragen die Aufgabe selbst war auf einem Briefumschlag, der das weitere Versuchsmaterial enthielt, aufgedruckt und die Lösung der Aufgabe wurde im Dialog mit den Schülern der Klasse erarbeitet.

Zur Übung wurden drei weitere Aufgaben verwandt (siehe Abschnitt 5.1). Diese Übungsaufgaben wurden aus dem Versuchsmaterial von van der Meer (1979 und 1983) ausgewählt. Sie erfordern lediglich Alltagswissen und umfassen mit den Relationen Lokalisation, Kontrast und Finalität einen gewissen repräsentativen Ausschnitt unterschiedlicher Strukturen. Nach dem selbständigen Lösen der Übungsaufgaben erfolgte eine Auswertung, in der die jeweils korrekten Antworten genannt und die Gründe für falsche Antworten geklärt wurden.

Als eigentliches Versuchsmaterial dienten 21 Analogieaufgaben. Sie waren so zusammengestellt, daß ökologisches sowie naturwissenschaftliches und technisches Wissen, wie es im Unterricht, insbesondere im Fach Sachkunde vermittelt wird, ebenso wie Alltagswissen auf diesen Gebieten von den Schülern vorausgesetzt wurde. Nach der Struktur der Analogieaufgaben wurde ein breiter Fächer unterschiedlicher Schwierigkeit ausgewählt, wie er durch unterschiedliche Klassen und Arten von Relationen, durch unterschiedliche Anzahlen von Orientierungsbereichen und durch einen unterschiedlichen Grad an Typikalität der Begriffe entsteht. Das Versuchsmaterial und dessen inhaltliche und strukturelle Merkmale werden in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Versuchsmaterial und dessen inhaltliche und strukturelle Merkmale

Item- Nr.	Item	Struktur (Relation)	Wissens- bereich
1	Blume : Rose = Laubbaum : ?	IBR OB/UB	A
8	Tiere : Lebewesen = Steine : ?	IBR OB/UB	N
15	Roggen : Getreide = Brot : ?	IBR OB/UB	N
2	Wasser : Wasserdampf = Regen : ?	IBR KONTR	N, Ö
9	überholtwerden : Überholen = zuhören : ?	IBR KONTR	A
16	herstellen : verkaufen = Fabrik : ?	IBR KONTR	A
3	Wärme : Hitze = Wind : ?	IBR KOMP	A
10	Berg : Hügel = Straße : ?	IBR KOMP	A
17	Dorf : Stadt = Wegwerfflasche : ?	IBR KOMP	A, Ö
4	sägen : Holz schneiden : ?	ZBR OBJ	A
11	menschliche Ernährung : Pflanzen und Tiere = Ernährung der Pflanzen : ?	ZBR OBJ	N, Ö
18	Linde : Holz = Rind : ?	ZBR OBJ	A
5	Trinkwasser : Wasserwerk = Abwasser : ?	ZBR LOC	A, N, Ö,
12	Tiere und Pflanzen : Biotop = Menschen : ?	ZBR LOC	N, Ö
19	Grundwasser : Quelle = Wolken : ?	ZBR LOC	N, Ö
6	fügen : kleben = trennen : ?	ZBR INSTR	A
13	Kraftfahrzeug : Katalysator = Fabrikschornstein : ?	ZBR INSTR	A, Ö
20	natürliche Düngung : Kompostierung = natürliche Schädlingsbekämpfung : ?	ZBR INSTR	N, Ö
7	menschliche Gesundheit : Drogen, Alkohol, Nikotin = gesunde Natur : ?	ZBR FIN	N, Ö
14	Abkühlung : Wasser gefriert = Erwärmung : ?	ZBR FIN	N
21	saubere Luft : freies Atmen = Abgase : ?	ZBR FIN	A, Ö

Der Entwurf des Versuchsmaterials wurde mehreren SachkundelehrerInnen zur Begutachtung Übergeben. Das endgültige Versuchsmaterial berücksichtigte weitgehend die Erfahrungen von Vorversuchen in einer 4.Klasse. Jeder Schüler erhielt die gleichen Aufgaben, allerdings in variierter Reihenfolge. Damit sollten Reihungseffekte ausbalanciert und das Abgucken beim Nachbarn erschwert werden. Die Untersuchung erfolgte im Klassenverband, wobei jeder Schüler selbständig arbeiten sollte, was durch eine entsprechende Sitzordnung unterstützt wurde. Rückmeldungen erfolgten in dieser Untersuchungsphase nicht. Die Schüler versuchten, die auf Kärtchen geschriebenen Aufgaben nacheinander zu lösen. Die Lösungen waren in einen Antwortbogen einzutragen. Nicht sofort zulösende Items waren zuunterst einzuordnen und zum Schluß noch einmal aufzugreifen.

Für die Versuchsdurchführung in allen drei Teilen (Instruktion Lösen von Übungsaufgaben Lösen von 21 Testaufgaben) stand eine Unterrichtsstunde von 45 Minuten zur Verfügung, wobei zur Lösung der 21 Testaufgaben in jedem Falle genau 30 Minuten gesichert wurden.

In die Untersuchung wurden insgesamt vier 4. und sechs 6.Klassen aus drei Berliner Grundschulen 6., 13. und PetersenGrundschule einbezogen. Das waren insgesamt 188 Schülerinnen und Schüler, davon 82 Mädchen und 106 Jungen, 70 Schüler aus 4.Klassen und 118 Schüler aus 6.Klassen. Die

Stichprobe ist vollständig Bestandteil der allerdings etwas größeren Gruppe von Schülerinnen und Schülern, die auch Lompscher für seine Untersuchung zur Verfügung stand (siehe in diesem Heft).

4. Auswertungsschritte

Im Ergebnis der Untersuchung lagen von jeder Versuchsperson die im Antwortbogen eingetragenen Antworten (in der Regel ein, mitunter mehrere Begriffe) vor, die als Grundlage aller weiteren Auswertungen dienten.

In einem ersten Schritt wurden in einer Übersicht zu allen 21 Analogieaufgaben alle unterschiedlichen Antworten erfaßt. Dabei erfolgte folgende Klassifizierung nach der Lösungsgüte:

- 1 korrekte Lösung
- 2 Zwischenkategorie (zwischen 1 und 3)
- 3 falsche Lösung
- 0 keine Lösung

Zu den Antworten der Kategorie 3 erfolgte eine Fehleranalyse.

Es wurde ermittelt, ob anforderungsgerecht vorgegangen wurde (mit welcher Relationsklasse und Relationsart die Antwort verwechselt wurde) und/oder welche weiteren Ursachen für die nicht korrekte Lösung in Frage kommen. Dabei wurden folgende Fehlerklassen unterschieden:

A Assoziation zu einem der 3 Terme der Analogieaufgabe z.B. Item 1, Antwort 3C "Laub"
Blume : Rose = Laubbaum : Laub "Laub" ist eine Assoziation zum 3.Term mit A(3) gekennzeichnet

W Wiederholung einer der 3 Terme Analogieaufgabe z.B. Item 8, Antwort 3A "Lebewesen"
Tiere : Lebewesen = Steine : Lebewesen "Lebewesen" ist die Wiederholung des 2.Terms

R Reim auf einen der 3 (insbesondere zum 2. oder 3.Term) z.B. Item 6, Antwort 3H "rennen"
fügen : kleben = trennen : rennen "rennen" ist ein Reim auf den 3.Term

a.S. anschauliche Situation z.B. Item 1, Antwort 3F "Kletterpflanze" Blume : Rose = Laubbaum : Kletterpflanze "Kletterpflanze" ist eine anschauliche Vorstellung von der Funktion einer Pflanze

F formale Konstruktion z.B. Item 2, Antwort 3A "Regenbogen" Wasser : Wasserdampf = Regen : Regenbogen "Regenbogen" erweitert den 3.Term um ein Wort wie der 2.Term den 1. um ein Wort erweitert

OR Antwort erfolgt in einem anderen Orientierungsbereich z.B. Item 1, Antworten 3C "Laub", 3D "Blätter", 3E "Wurzel" Gesucht war ein Begriff zu dem Oberbegriff Laubbaum, die genannten Antworten beziehen sich jedoch auf Bestandteile eines Laubbaumes.

Diese Übersicht über die gesamte untersuchte Stichprobe ist nach unterschiedlichen Aspekten weiter auswertbar und zu interpretieren:

- a) Variationsbreite der Antworten / Mehrfachantworten mit großer Häufigkeit / erwartete, aber nicht genannte Antworten
- b) allgemeines Niveau der Lösungsgüte (Schwierigkeit der Aufgabenlösung)
- c) Leistungsunterschiede der einzelnen Klassen und Klassenstufen, der einzelnen Schulen sowie von Mädchen und Jungen
- d) Lösungsvektoren der einzelnen Items / Interpretation hoher und geringer Lösungsgüte / Einfluß der Wissensbereiche und Strukturmerkmale der Items
- e) Fehleranalyse: Verhältnis von anforderungsgerechtem und nicht anforderungsgerechtem Vorgehen / Anteil einzelner Fehlerklassen / Differenzierung der 21 Analogieaufgaben nach der Fehleranalyse / Ermittlung unterschiedlicher Lösungsstrategien

Zur Validierung der Untersuchung und zur Aufklärung der Ursachen für hohe und geringe Leistungen in dieser Untersuchung wurde der Zusammenhang zum Leistungsniveau der Schüler,

wie er in Schulnoten zum Ausdruck kommt, und für ausgewählte Stichproben zu den Ergebnissen im Kognitiven Fähigkeitstest (KFT) geprüft.

5. Befunde und deren Interpretation

5.1 Lösung der Übungsaufgaben

Zur Übung waren von allen Pbn die folgenden 3 Aufgaben zu lösen:

Item Nr.	Inhalt der Übungsaufgabe	korrekte Antwort	Struktur (Relation)
31.	Schüler : Schule = Wurzel : ?	Erde	LOCATION
32.	Feuer : Wasser = Salz : ?	Zucker	KONTRAST
33.	Wette : Gewinn = Heizung : ?	Wärme	FINALITÄT

Die Ergebnisse bei der Lösung dieser 3 Übungsaufgaben können bereits einen ersten Eindruck von der Schwierigkeit der Anforderung und von den Besonderheiten im Lösungsverhalten der Schüler vermitteln.

Als Grundlage sollen die Antworten der in diese Untersuchung einbezogenen 64 Schüler der 13.Grundschule dienen (siehe Abbildungen 1 und 2).

Im Mittel wurden 23,4 % der Aufgaben korrekt gelöst (Kategorie 1) (siehe die letzte, mit "Gesamt" bezeichnete Säule in Abbildung 1). 43,2 % der Aufgaben blieben unbeantwortet (Kategorie 0). 15,6 % der Aufgaben wurden falsch beantwortet (Kategorie 3) und 17,7 % der Antworten (das betrifft nur Antworten der Aufgabe 31) wurden in die Kategorie 2 eingestuft. Zusammen (Kategorien 3 und 0) wurden also 58,8 % der Aufgaben nicht oder falsch gelöst. Das ist für diese relativ leichten, aus dem Alltagsbereich ausgewählten Aufgaben ein nicht erwartetes schlechtes Ergebnis.

Wie Abbildung 2 zeigt, sind die schlechten Mittelwerte vor allem durch die Schüler der 4.Klassen verursacht. Die 6.Klassen erreichen bessere Leistungen.

In Abbildung 1, mit der die Leistungen der Schüler in den drei Übungsaufgaben verglichen werden, irritiert zunächst die Rangreihe der Items nach dem Prozentsatz korrekt gelöster Aufgaben. Sie widerspricht der Erwartung, daß FINRelationen schlechter erkannt und reproduziert werden als LOC und KONTRRelationen, daß LOCRelationen zu den einfachsten Strukturen in Analogieaufgaben gehören. Dieser Erwartung wird lediglich der Parameter "Prozentsatz ungelöster Aufgaben" (Kategorie 0) gerecht.

Ergebnisse der Schüler der 13. GS in den Übungsaufgaben

Vergleich der Lösungen in den 3 Übungsaufgaben (Angaben in Prozent)

Lösungsvektor	Aufgabe 31	Aufgabe 32	Aufgabe 33	Gesamt
1	7,8	28,1	34,4	23,4
3	53,1	0,0	0,0	17,7
5	3,1	32,8	10,9	15,6
0	35,9	39,1	54,7	43,2

Abbildung 1: Leistungen der Schüler der 13.Grundschule in den drei Übungsaufgaben.
Vergleich der drei Übungsaufgaben

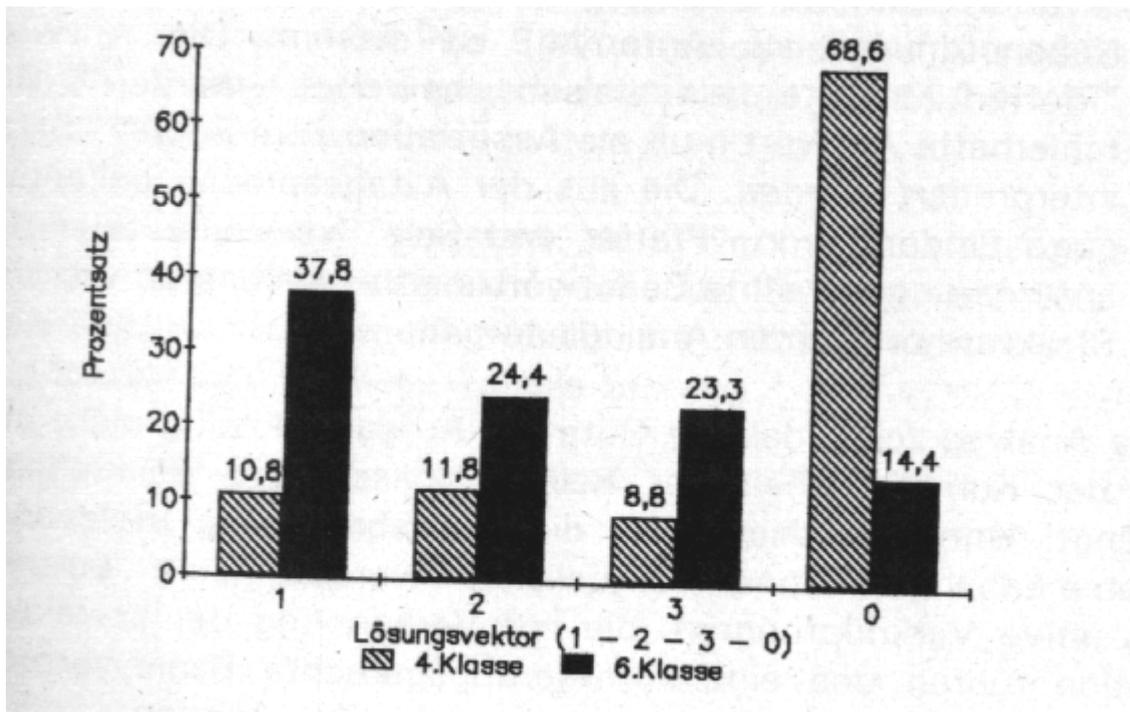


Abbildung 2: Leistungen der Schüler der 13.Grundschule in den drei Übungsaufgaben. Vergleich zwischen 4. und 6.Klassen

Eine Erklärung für diesen Widerspruch kann eine genauere Analyse der nicht korrekten (in die Kategorien 2 und 3 eingeordneten) Antworten liefern:

Beim Item 31. antworteten 53,1 % der Schüler mit "Baum" oder "Pflanze".

Diese Antwort entsteht offensichtlich in Verwechslung der LOCRelation mit der OBJRelation (Bestandteil). Die Antwort kann also durchaus als anforderungsgerecht, aber nicht als korrekt bewertet werden (Schüler sind kein Bestandteil der Schule!). Eine Einstufung als falsch wäre aber auch nicht gerechtfertigt. Deshalb wurde eine Einordnung in die Zwischenkategorie 2 vorgenommen. Damit wird die Lösungsrate dieses Items aufgewertet.

Beim Item 32. lautete die Antwort von 31,3 % der Schüler "Pfeffer".

Die zugrundeliegende KONTRRelation wird damit aber nicht korrekt erkannt bzw. reproduziert, tatsächlich ist "Pfeffer" kein Kontrast zu "Salz", sondern steht in einer Nebenordnung, als Antonym, zu diesem. Die Antwort "Pfeffer" mußte als falsch bewertet werden. Die fehlerhafte Antwort muß als Assoziation zum Begriff "Salz" interpretiert werden. Die aus der Alltagssprache bekannte enge Bindung von "Pfeffer und Salz" verhindert hier die anforderungsgerechte Beantwortung der ansonsten von der Struktur her leichten Analogieaufgabe.

Diese Analyse zeigt, daß die Güte der Aufgabenlösung nicht nur von der Kompliziertheit der Relationsklasse und Relationsart abhängt. Unterschiedliche, für die Aufgabenlösung irrelevante Zusammenhänge können aktualisiert werden (zum Beispiel assoziative Verknüpfungen), die zur Verknennung der korrekten Relation führen und eine anforderungsgerechte Beantwortung der Aufgaben erschweren oder sogar verhindern können.

Hier zeigt sich die Problematik der Versuchsmethodik. Die freie Beantwortung der Aufgaben ist zwar von dem Vorwurf frei, daß die Lösung durch vorgegebene Antwortalternativen kanalisiert wird, aber sie unterliegt dadurch stärker den Einflüssen der realen Wissensorganisation im Gedächtnis.

Nach diesen Befunden kann erst recht bei den 21 Testaufgaben erwartet werden, daß die Schwierigkeit ihrer Lösung nur zu einem Teil von der Aufgabenstruktur abhängig ist. Zur

Interpretation der Lösungsrate eines Items sind neben der Aufgabenstruktur der semantische Inhalt und dessen Kontext mit anderen Bestandteilen des Gedächtnisses zu berücksichtigen.

5.2 Variationsbreite der Antworten bei der Lösung der 21 Testaufgaben

Eine Aufstellung über alle unterschiedlichen Antworten zu den 21 Analogieaufgaben zeigt die große Variationbreite. Insgesamt wurden von den 188 Pbn 844 unterschiedliche Antworten zu den 21 Testaufgaben gegeben, das sind im Mittel 40 - 41 unterschiedliche Antworten je Item.

Diese umfangreiche Übersicht kann hier nicht wiedergegeben werden. Zur Demonstration soll als Beispiel lediglich das Antwortspektrum zum Item 1 (Blume : Rose = Laubbaum : ?) dargestellt werden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Antworten zu Item 1 (Gesamtstichprobe), deren Kategorisierung und Fehlerklassifikation - ein Beispiel für die Breite des Antwortspektrums¹

Antworten	Index	h	Fehlerklassifikation				a.S.	OR	Anmerkungen
			Rel. Kl.	Rel. Art	F	A			
Linde	1A	13,3							
Eiche	1B	27,8							
Kastanie	1C	15,5							
Birke	1D	10							
Pappel	1E	3							
Apfelbaum	1F	3							
Obstbaum	1G	4							
Ahorn	1H	8							
Buche/ Hainbuche	1I	4							
Eberesche	1J	1,3							
Kirsche	1K	1							
Baum	3A	30,5	IBR	OB				OB statt UB	
Nadelbaum	3B	14	IBR	N/A					
Laub	3C	3,5	ZBR	OBJ	A(3)		OR	Bestandteil	
Blatt/Blätter	3D	14,5	ZBR	OBJ	A(3)		OR	Bestandteil	
Wurzel	3E	1	ZBR	OBJ			OR	Bestandteil	
Kletter- pflanze	3F	1					a.S.		
Fichte	3G	1	IBR	N/A					

Antworten	Index	h	Fehlerklassifikation		W	R	a.S.	OR	Anmerkungen
			Rel. Kl.	Rel. Art					
Pflanzen	3H	7,5	IBR	OB					OB statt UB
Erde	3I	2	ZBR	LOC					
Kompost- haufen	3J	1	ZBR	FIN					Blätter komp.
Wald	3K	1	IBR	OB					OB statt UB
blühender Baum	3L	1					a.S.		
Gemucht (?)	3M	1							?
Elde (?)	3N	1							?
Tanne	3O	3	IBR	N/A					
vergänglich	3P	1	IBR	OB					OB statt UB
Stacheln	3Q	1	ZBR	OBJ					OR Bestandteil
Blume	3R	1				W(1)			

Das was hier für Item 1 demonstriert wird, gilt im Prinzip für alle Items.

Etwa die Hälfte der 844 Antworten zu den 21 Items (50,5%) wurden nur einmal gegeben (siehe in Tabelle 2 z.B. die Antwort 3R); die andere Hälfte sind Mehrfachantworten (siehe in Tabelle 2 z.B. die Antwort 3A). Mehrfachantwort besagt: Die gleiche Antwort wurde mehrmals / von mehreren Pbn gegeben. Eine Übersicht über die Mehrfachantworten mit der größten Häufigkeit gibt Tabelle 3.

Tabelle 3: Übersicht über die Mehrfachantworten mit den größten Häufigkeiten

**Item (Index) Häufigkeit Inhaltliche und strukturelle Merkmale des Items
(A) - Alltagswissen; (e) - einfache Struktur
*) - Bezug zu Tabelle 4 (präzise korr. Antwort)**

Von mehr als 50% der Pbn wurden folgende Antworten gegeben:

4	(1A)	99,8	(A)	(e)
18	(1A)	94,5	(A)	(e)

Von mehr als 25% der Pbn wurden folgende Antworten gegeben:

10	(1A)	89	(A)		
19	(1A)	76,5		(e)	*)
17	(3A)	73			
11	(1A)	67,6		(e)	
3	(2A)	63			
3	(1A)	62,5	(A)		*)
8	(1A)	52		(e)	
19	(2A)	48			
13	(1A)	47	(A)		*)

Erwartungsgemäß sind die Mehrfachantworten mit der größten Häufigkeit korrekte Antworten (8 von 11; siehe Index 1); in einem Fall jedoch eine falsche Antwort (siehe Index 3) und in 2 Fällen Antworten mit dem Index 2. Betrachtet man die 8 korrekten Antworten in dieser Aufstellung, so dominieren Analogieaufgaben, die Alltagswissen voraussetzen (siehe Merkmal A) und Items mit einfachen Strukturmerkmalen (siehe Merkmal e).

Große und geringe Häufigkeiten bei bestimmten Antworten können aber noch nicht als gute oder schlechte Lösungsgüte interpretiert werden. In den meisten Analogieaufgaben (bei 13 von 21) ist nämlich nach einem beliebigen Begriff aus einer großen Begriffsklasse gefragt (z.B. bei Item 1 war ein beliebiger Laubbaum zu ergänzen), d.h. mehrere unterschiedliche Begriffe (bei dem eben genannten Beispiel Linde, Eiche, Kastanie, Birke, Pappel, Apfelbaum, ...) sind gleichermaßen korrekt. Mehrfachantworten mit großen Häufigkeiten bei diesen Items sprechen lediglich für bestimmte Präferenzen unter einer Menge von Synonyma oder Antonyma.

In den 8 Analogieaufgaben, die in Tabelle 4 aufgelistet sind, war dagegen nach einem ganz präzisen Begriff gefragt.

Tabelle 4: Häufigkeiten der präzisen korrekten Antwort in 8 Analogieaufgaben

Item	präzise korrekte Antwort	Häufigkeit
2	Wolken	37
3	Sturm	62,5 *)
5	Klärwerk, Kläranlage	36
8	unbelebte Natur	0
13	Filter	47 *)
14	Wasser verdampft, Eis schmilzt, Eis taut	9
15	Backwaren	2
19	Regen	76,5 *)

Nur in drei Fällen Item 3, 13 und 19 finden sich diese Antworten in der Tabelle 3 unter den Mehrfachantworten mit hoher Häufigkeit wieder (siehe die Hervorhebung dieser Antworten in beiden Tabellen mit *)).

In den fünf anderen Fällen besonders bei den Items 8, 14, 15 muß man einschätzen, daß die präzisen korrekten Begriffe bzw. Zusammenhänge nicht oder nicht ausreichend im begrifflichen Wissen der Schüler vorhanden waren:

Item 8 Der präzise korrekte Begriff lautet "unbelebte Natur". Aber er wird nicht einmal verwendet, dafür andere, weniger präzise wie "Gegenstände", "keine Lebewesen", ... Item 14 Der präzise korrekte Begriff lautet "Wasser verdampft", "Eis schmilzt" oder "Eis taut". Diese Antworten werden nur selten notiert, dafür mit größerer Häufigkeit solche wie "Wasser taut", "Wasser kocht",

...

Die ursprüngliche Version des Items "Abkühlung : Wasser kondensiert = Erwärmung : ?" mußte im Ergebnis von Vorversuchen wegen weitgehender Unkenntnis des Begriffes kondensieren wieder aufgegeben werden.

Item 15 Der präzise korrekte Begriff lautet "Backwaren". Auch dieser Oberbegriff wird nur selten verwandt, dafür andere, allgemeinere wie "Nahrung", "Lebensmittel", "Essen", ...

Daß diese präzisen korrekten Antworten nicht oder nur ganz selten gegeben werden, kann nur so interpretiert werden, daß die zugrunde liegenden naturwissenschaftlichen Zustände und Prozesse wie Natur, Naturvorgang, Lebewesen / unbelebte Natur, Wasserkreislauf, Getreidearten von den Schülern der 4. und 6.Klassen nicht oder nur wenig beherrscht werden.

Für die weitere Auswertung ergibt sich die Schlußfolgerung, auch weniger präzise Begriffe als korrekt und mit der Einstufung von Antworten in eine Zwischenkategorie 2 auch in der Tendenz Richtiges anzuerkennen sowie den gesamten Lösungsvektor eines Items bei der Bewertung der Lösungsgüte zu berücksichtigen.

5.3. Allgemeine Einschätzung der Schwierigkeit der Aufgabenlösung

Nach der Anzahl korrekter Antworten bei der Lösung der 21 Testaufgaben ergibt sich für die Gesamtstichprobe (188 Pbn):

- 6 von 21 Items (28,6%) wurden überwiegend korrekt beantwortet (Lösungsrate > 50%).
- Die Mehrzahl der Items (11 von 21 52,4%) hat eine Rate korrekter Antworten zwischen 25 und 50%.

- 4 von 21 Items (19%) wurden von weniger als 25% der Pbn korrekt beantwortet. Diese Anteile differieren von Schule zu Schule und von Klasse zu Klasse. Wie sich das auch in weiteren Vergleichen zeigen wird, heben sich die Leistungen der Schüler der 13.Grundschule positiv heraus und fallen die Leistungen der Schüler der PeterPetersenSchule (obwohl hier nur Schüler der 6.Klassen an dieser Untersuchung teilnahmen) deutlich ab. Diese Aussagen beziehen sich natürlich nur auf die relativ kleinen Stichproben von Schlern aus 4 oder 2 Klassen je Schule und sollen in keiner Weise verallgemeinert werden. Die Leistungen der Schüler der 6.Klassen sind in der Tendenz besser als die der Schüler der 4.Klassen. Quantifiziert werden diese Aussagen mit den in Tabelle 5 angegebenen Häufigkeitsverteilungen.

Tabelle 5: Leistungsvergleich zwischen den 3 Schulen und den beiden Klassenstufen. Durchschnittliche Anzahl von Items, die mit hoher (> 50%), mittlerer (25 - 50%) und geringer Rate (< 25%) korrekt gelöst wurden

Vergleich der 3 Schulen			
	6.GS	13.GS	Petersen-GS
> 50%	6,5	9,25	6,5
25 - 50%	10,25	7,25	6
< 25%	4,25	4,5	8,5

Vergleich der beiden Klassenstufen			
	4.Kl.	6.Kl.	6.Kl. außer Petersen-GS
> 50%	6,25	8,5	9,5
25 - 50%	9,5	7,3	8
< 25%	5,25	5,2	3,5

Insgesamt spiegeln diese Zahlen eine relativ geringe Lösungsrate wider. Von den 188 x 21 geforderten Ergänzungen waren 1580 korrekt, das sind 40,0%. Berücksichtigt man noch die in die Kategorie 2 eingestuften Antworten Antworten, die nicht völlig korrekt, aber auch nicht völlig falsch waren , so erhöht sich diese Rate auf fast 50% (1933,5 Antworten = 49,0%). Wenn auch in dieser Untersuchung keine Rückmeldungen gegeben wurden und so die tatsächliche Rate unkorrekter Antworten dem einzelnen Schüler unbekannt blieb, ergibt sich doch ein hoher Grad der Beanspruchung der Schüler. Das belegen auch Beobachtungen der Untersuchungssituation: Immer wieder versuchten Schüler Auskünfte zu den einzelnen Items bei den Versuchsdurchführenden zu erhalten, einige Schüler haben Antworten ganz offensichtlich beim Nachbarn abgeschrieben, teilweise kam es zu Resignationserscheinungen und es wurden auch Tränen vergossen.

Abschließend sollen noch die Leistungen von Mädchen und Jungen miteinander verglichen werden. über alle Klassen und Schulen gemittelt ergeben sich für Mädchen und Jungen in der Gesamtstichprobe folgende Lösungsvektoren¹:

Mädchen (8,5 2,0 7,1 3,3)

Jungen (8,3 1,7 6,8 4,1)

Vergleicht man die Leistungen von Mädchen und Jungen in den 10 Klassen an Hand des Parameters "durchschnittliche Häufigkeit korrekter Lösungen", so ergeben sich folgende aufschlußreiche Unterschiede:

	Mädchen	Jungen
6.GS/Kl. 4a	7,1	6,6
4b	10,8	8,3
6a	8,6	9,2
6b	10,0	8,6
13.GS/Kl. 4a	8,8	7,6
4c	11,2	6,7
6a	9,9	13,6
6b	7,8	11,5
PP-GS/Kl. 6a	5,9	6,8
6b	6,8	9,3

In allen vier 4.Klassen sind die Mädchen leistungsstärker als die Jungen. In fünf von sechs 6.Klassen kehrt sich dieses Verhältnis um. Hier erreichen im Mittel die Jungen bessere Leistungen als die Mädchen der gleichen Klassenstufe. Eine Ausnahme macht nur die Klasse 6b der 6.Grundschule.

Diese Aussage läßt sich auch an den gemittelten Lösungsvektoren dieser Stichproben demonstrieren (siehe Fußnote 2):

	Mädchen	Jungen
4.Klassen	(9,2 - 2,1 - 6,1 - 3,6)	(7,3 - 1,8 - 6,7 - 5,3)
6.Klassen	(8,2 - 2,0 - 7,6 - 3,2)	(9,1 - 1,7 - 6,9 - 3,2)
6.Klassen (außer PP-GS)	(9,1 - 2,1 - 7,5 - 2,3)	(9,8 - 1,6 - 7,5 - 2,1)

¹ Bei dem vierstelligen Vektor handelt es sich um mittlere Häufigkeiten korrekt gelöster Items (erste Stelle des Vektors), nicht völlig korrekt, aber auch nicht völlig falsch gelöster Items (zweite Stelle des Vektors), falsch gelöster (dritte Stelle des Vektors). Die Häufigkeiten des Vektors ergänzen sich zu 21 – der Gesamtanzahl der zu lösenden Items.

Dieser Befund weist auf entwicklungsbedingte Veränderungen im Leistungsniveau der Geschlechter beim Übergang vom unteren zum mittleren Schulalter hin.

5.4 Lösungsgüte und Aufgabenstruktur

Die in Grundlagenuntersuchungen mit einfachem Versuchsmaterial gewonnenen Beziehungen zwischen Strukturmerkmalen der Analogieaufgaben (Relationsklassen und -arten) und der Lösungsgüte werden durch die Ergebnisse dieser Untersuchung nur bedingt widerspiegelt.

Im Mittel werden die Items mit zwischenbegrifflichen Relationen (ZBR) besser gelöst als die mit innerbegrifflichen Relationen (IBR):

	ZBR	IBR
Kategorie 1 (korrekt gelöst)	41,4%	38,1%
Kategorie 2 (nicht völlig korrekt)	9,4%	8,4%
Kategorien 1 und 2	50,8%	46,5%

Ebenso erwiesen sich die Items mit OBJEKTRelationen (bei ZBR) und mit OB/UBRelationen (bei IBR) als die am leichtesten zu lösenden Aufgaben:

	OBJ	OB/UB
Kategorie 1 (korrekt gelöst)	62,4%	46,6%

Beide Resultate entsprechen den Erwartungen.

Innerhalb der Relationsklassen ist jedoch die erwartete Rangreihe zwischen den Relationsarten nicht reproduzierbar. Insbesondere wurden die Items mit den relativ schwierig zu erkennenden FINAL und KOMPARATIONsRelationen wesentlich besser gelöst als erwartet:

	FIN	KOMP
Kategorie 1 (korrekt gelöst)	38,5%	37,5%

Die Ursache hierfür muß im Versuchsmaterial gesucht werden. Die Schwierigkeit, bestimmte Begriffsstrukturen zu erkennen, wird ganz offensichtlich von solchen inhaltlichen Komponenten der Aufgaben mitbestimmt wie: Alltags oder Schulwissen (naturwissenschaftliches und ökologisches Wissen), Typikalität der Begriffe, assoziative Verknüpfungen.

5.5 Lösungsvektoren der Items, Interpretation hoher und geringer Lösungsgüte

In der folgenden Aufstellung (Tabelle 6) werden die Lösungsvektoren der 21 Items, wie sie aus den Antworten der Gesamtstichprobe zusammengefaßt wurden, nach dem Parameter "Prozentsatz korrekter Antworten" in absteigender Reihenfolge dargestellt.

Tabelle 6: Lösungsvektoren der 21 Items, geordnet nach dem Anteil korrekter Lösungen³

Item	Lösungsvektor (1 - 2 - 3 - 0)	(Häufigkeiten)	Prozentsatz korr.Lösungen	Struktur (Relation)	Wissens- bereich
4	136 - 0 - 34 - 18		72,3 %	ZBR OBJ	A
10	115,5 - 0 - 53,5 - 19		61,4 %	IBR KOMP	A
11	115,4 - 2,5 - 26 - 44		61,4 %	ZBR OBJ	N Ö
8	114 - 13 - 25 - 36		60,6 %	IBR OB/UB	N
6	102 - 0 - 43 - 43		54,3 %	ZBR INSTR	A
18	100,5 - 0 - 72,5 - 15		53,5 %	ZBR OBJ	A
1	91 - 0 - 86 - 11		48,4 %	IBR OB/UB	A
19	80,5 - 52 - 36,5 - 19		42,8 %	ZBR LOC	N Ö
21	80 - 41 - 41 - 26		42,6 %	ZBR FIN	A Ö
9	75 - 0 - 74 - 39		39,9 %	IBR KONTR	A
7	69,2 - 8,5 - 74,3 - 36		36,8 %	ZBR FIN	N Ö
5	69 - 32,5 - 52,5 - 34		36,7 %	ZBR LOC	A N Ö
14	68 - 62 - 32 - 26		36,2 %	ZBR FIN	N
3	66 - 85 - 32 - 5		35,1 %	IBR KOMP	A
13	65 - 1 - 74 - 48		34,6 %	ZBR INSTR	A Ö
2	59 - 30 - 67 - 32		31,4 %	IBR KONTR	N Ö
15	58 - 0 - 116 - 14		30,9 %	IBR OB/UB	N
16	36,5 - 8 - 85,5 - 58		19,4 %	IBR KONTR	A
12	33 - 2 - 65 - 88		17,6 %	ZBR LOC	N Ö
17	30 - 6,4 - 128,6 - 23		16,0 %	IBR KOMP	A Ö
20	16,5 - 9,5 - 90 - 72		8,8 %	ZBR INSTR	N Ö
Ges.:	1580,1 - 353,4 - 1308,4 - 706		40,0 %		

Im folgenden sollen die besten und die schlechtesten Leistungen selektiv betrachtet werden (eine Art Extremwertvergleich) mit der Erwartung, verallgemeinerbare Gründe für hohe und niedrige Lösungsraten zu ermitteln.

Aus der obigen Aufstellung sollen zunächst die ersten 6 Items mit ihren Lösungsvektoren analysiert werden, bei denen im Mittel mehr als 50 % korrekte Lösungen in der Gesamtstichprobe erbracht wurden.

Item 4: sägen : Holz = schneiden : ?

Wissensbereich: Alltagswissen
Aufgabenstruktur: OBJRelation

Item 4 ist das einzige Item, bei dem alle 4. und 6.Klassen mehr als 50 % korrekte Lösungen erreichten. 99,8 von 136 korrekten Antworten (73,4 %) entfallen auf die Antwort "Papier" (lt.

Tabelle 3 im Abschnitt 5.2 die Mehrfachantwort mit der größten Häufigkeit). Auch in den fehlerhaften Lösungen dominiert das anforderungsgerechte Vorgehen; nur 4 von 34 falschen Lösungen sind als bloße Assoziationen zum 2.Termin interpretierbar. Unter den Fehlern dominieren Verwechslungen mit der INSTRRelation (z.B. Schere, Säge, Messer).

Das relativ gute Ergebnis ist unseres Erachtens wie folgt erklärbar:

- Es wird Alltagswissen erfragt.
- Der Analogieaufgabe liegt eine einfache Aufgabenstruktur zugrunde (OBJRelation als einfachste Relationsart).
- Mit der Antwort "Papier" wurde eine Verknüpfung von Sachwissen wirksam (Papierschneiden), wie sie aus dem Sprachgebrauch und aus der kindlichen Erfahrung erwächst. Da diese prävalierende Verknüpfung eine korrekte Antwort darstellt, wird die Lösung dieses Items wesentlich erleichtert.

Item 10: Berg : Hügel = Straße : ?

Wissensbereich: Alltagswissen

Aufgabenstruktur: KOMPRRelation

9 von 10 Klassen erreichten in diesem Item eine Lösungsrate > 50 %. Die Mehrfachantwort "Weg" wurde 89 mal gegeben (77,0 %) (vergleiche auch hier die Tabelle 3 im Abschnitt 5.2). Die relativ hohe Rate fehlerhafter Lösungen kann zum überwiegenden Teil als Verwechslung der zutreffenden Relation interpretiert werden; anforderungsgerechtes Vorgehen dominiert auch in diesen Fällen. Andererseits sind assoziative Antwortkonstruktionen in 22 von 53,5 Antworten nicht auszuschließen.

Die hohe Lösungsrate dieses Items kann wie folgt erklärt werden:

- Alltagswissen wird erfragt.
- Die dominierende Antwort "Weg" stellt eine korrekte Anwendung der KOMPRRelation dar, die dieser Analogieaufgabe zugrunde liegt, kann aber auch indirekt angewandt worden sein, da im Sprachgebrauch "Straßen und Wege" einen engen Sachbezug besitzen, der auch ohne Erkennen der KOMPRRelation aktualisiert worden sein kann. So wurde offensichtlich wie im vorherigen Item die Lösung durch die aus dem Sprachgebrauch vorhandenen Präferenzen zusätzlich erleichtert.

Item 11: menschliche Ernährung : Pflanzen und Tiere = Ernährung der Pflanzen : ?

Wissensbereich: naturwissenschaftliches und ökologisches Wissen

Aufgabenstruktur: OBJRelation

Auch hier erreichten 9 von 10 Klassen mehr als 50 % korrekte Lösungen. Die Antwort "Wasser" ist mit einer Häufigkeit von 67,6 eine herausragende Mehrfachantwort, wie das in der Tabelle 3 in Abschnitt 5.2 bereits hervorgehoben wurde. Naturwissenschaftliches Wissen, wie es in den Antworten "Nährstoffe" und "Mineralstoffe", "Erde" und "Boden", "Sonnenlicht" sowie "Luft", "Sauerstoff" und "Kohlendioxid" zum Ausdruck kommt und besser die Spezifik pflanzlicher Ernährung tangiert, findet im Antwortspektrum zu diesem Item nur einen geringen Niederschlag. Die genannten acht Antworten erreichen mit einer Häufigkeit von insgesamt 33,9 nur etwa 50 % der Häufigkeit der bevorzugten Antwort "Wasser".

Das gute Ergebnis bei der Lösung des Items 11 kann wie folgt erklärt werden:

Mit der OBJRelation besitzt dieses Item eine einfache Begriffsstruktur. Die dominante Antwort "Wasser" spricht für eine Überlagerung des eigentlich erfragten naturwissenschaftlichen Wissens von der Ernährung des Menschen und der Ernährung der Pflanzen mit Alltagswissen aus der kindlichen Erfahrung des Blumengießens. Die förderliche Wirkung der hier postulierten

Alltagserfahrung überdeckt die Schwierigkeiten, die sich eigentlich aus dem naturwissenschaftlichen Inhalt und der Formulierung der Aufgabe ergeben müßten. Daß 44 von 188 Pbn diese Item nicht lösen, bleibt diesen Schwierigkeiten geschuldet.

Item 8: Tiere : Lebewesen = Steine : ?

Wissensbereich: naturwissenschaftliches Wissen

Aufgabenstruktur: OB/UBRelation

Bei diesem Item erreichten 8 von 10 Klassen eine Lösungsrate $> 50\%$. Wie schon im Abschnitt 5.2 festgestellt, wurde die präzise korrekte Antwort "unbelebte Natur" in keinem Fall genannt. Nach eingehender Analyse wurden jedoch 16 unterschiedliche Antworten als korrekte Lösungen anerkannt, darunter die Antwort "Gegenstand (Gegenstände)" mit einer Häufigkeit von 52 und die Antwort "kein Lebewesen" mit einer Häufigkeit von 16,5 (jeweils von 114 korrekten Antworten). 14 weitere unterschiedliche Antworten (mit Häufigkeiten von 1 ... 7,5) enthielten neben naturwissenschaftlichen Begriffen (z.B. "feste Materie") auch Begriffe aus dem Alltagsbereich (z.B. "Sand", "Felsen", "Erde", leblos"). Auch bei den nichtkorrekten Antworten zeigt sich eine "Flucht aus dem naturwissenschaftlichen Bereich". Steine werden in den Orientierungsbereichen "Bauwesen" und "Edelsteine" eingeordnet. 9 von 25 falschen Antworten müssen als nicht anforderungsgerechte Lösung eingestuft werden (Beispiele dafür: "Lebewesen" als bloße Wiederholung, "Tierwald" und "Steinmensen" als anschauliche Situation u.a.).

Die relativ hohe Lösungsrate des Items ist wie folgt erklärbar:

- Das Item beinhaltet die OB/UBRelation, die zu den leichtesten innerbegrifflichen Relationen gehört.
- Die Schwierigkeiten, die mit dem naturwissenschaftlichen Wissensbereich für viele Schüler zweifelsfrei entstehen, konnten von diesen mit begrifflichen Ergänzungen kompensiert werden, die aus den Alltagsbereich stammen.

Item 6: fügen : kleben = trennen : ?

Wissensbereich: Alltagswissen

Aufgabenstruktur: INSTRRelation

Das Item 6 wurde von 7 der 10 Klassen mit einer Rate $> 50\%$ gelöst. Unter der Vielzahl korrekter Antworten dominieren "schneiden" (Häufigkeit 37,5) und "reißen" (Häufigkeit 18,5). 18 weitere als korrekt einzustufende Antworten umfassen z.B. die Begriffe "sägen" und "spalten", aber dominant sind Verben mit den Vorsilben "ab" und "zer" und vor allem zusammengesetzte Verben mit dem Vorsatz "auseinander" (machen, bringen, brechen, nehmen). Der 3.Termin dieser Analogieaufgabe wurde von einigen Schülern (jeweils 4) in den Bereich des "Schneiderns" und in den Bereich der "Grammatik" verlegt. Unter den falschen Lösungen müssen 47,7 % als nicht anforderungsgerecht gelöst eingestuft werden. Bei den falschen Lösungen dominieren Verwechslungen der INSTR mit der KONTRRelation, vermutlich durch den Kontrast zwischen dem 1. und dem 3.Termin hervorgerufen.

Die relativ hohe Lösungsrate des Items ist wie folgt begründbar:

- Die Lösung der Aufgabe erfordert lediglich Alltagswissen, wobei der Terminus "fügen" auf Anfrage mit "zusammenfügen" erläutert wurde.
- Die relativ komplizierte INSTRRelation wurde offensichtlich in einigen Fällen nur indirekt erfaßt, indem der zwischen "fügen" und "trennen" existierende Kontrast genutzt wurde, was mit entsprechenden grammatikalischen Konstruktionen der Verben belegt werden kann.

Item 18: Linde : Holz = Rind : ?

Wissensbereich: Alltagswissen
Aufgabenstruktur: OBJRelation

Die in der Gesamtstichprobe errechnete Lösungsrate von $> 50\%$ wurde auch von 7 der 10 Klassen erreicht. 94,5 von 100,5 korrekten Antworten fallen hier auf die Mehrfachantwort "Fleisch" (siehe Tabelle 3). Daß diese Antwort so dominiert und viele andere Begriffe, beispielsweise der Begriff "Milch" für eines der wesentlichsten Produkte, das Rinder liefern, nicht ein einziges Mal genannt werden, ist sicherlich aus der Wortzusammensetzung "Rindfleisch" abzuleiten.

Die relativ hohe Rate an fehlerhaften Lösungen ist möglicherweise der Einfachheit der Aufgabe geschuldet. 27,5 mal wurde allein die Antwort "Tier" (Verwechslung mit der OB/UBRelation) genannt. Andere Verwechslungen mit der OB/UBRelation traten in 6 weiteren Antworten noch 20 mal auf, womit 47,5 von 72,5 fehlerhaften Lösungen erklärt wären. In 23 fehlerhaften Antworten muß nichtanforderungsgerechtes Vorgehen festgestellt werden.

Für die relativ hohe Lösungsrate dieses Items ergeben sich folgende Argumente:

- Das hier zu aktualisierende und anzuwendende Wissen entstammt dem Bereich des Alltagswissens.
- Mit der OBJRelation wurde die einfachste Aufgabenstruktur realisiert. Daß dieses Item nach dem Parameter "Prozentsatz korrekter Lösungen" nicht noch weiter vorn rangiert, ist möglicherweise durch Assoziationen zu anderen Objektbegriffen bedingt.

Fassen wir die Argumente für die Begründung der hohen Lösungsrate der 6 bestplatzierten Items zusammen:

- 4 dieser 6 Items erfordern Alltagswissen zu ihrer Lösung. In den beiden anderen Items, in denen primär Schulwissen (naturwissenschaftliches Wissen) gefordert war, konnten jedoch auch mit Begriffen aus dem Alltagsbereich Antworten konstruiert werden, die durchaus als korrekt zu bewerten sind.
- 4 dieser 6 Items besitzen die einfachsten Begriffsstrukturen (dreimal OBJRelation, einmal OB/UBRelation). In den beiden anderen Items sind zwar schwierigere Strukturmerkmale vorhanden (KOMP bzw. INSTRRelation), aber auch hier konnte nahegelegt werden, daß man zu korrekten Lösungen gelangen kann, bei denen diese Relationen nur indirekt erkannt und angewandt wurden.
- Wesentlich für die hohe Lösungsrate sind weiterhin aus dem Sprachgebrauch und aus dem Erfahrungsbereich der Kinder stammende Kopplungen der Termini der Analogieaufgaben an entsprechende prävalierende Gedächtnisinhalte. Nahegelegt wurden folgende Verknüpfungen "Papierschneiden" (Item 4), "Straßen und Wege" (Item 10) und "Rindfleisch" (Item 18). In jedem Fall standen solche Präferenzen nicht im Widerspruch mit der Lösungsrichtung dieser Items, wodurch sie einen förderlichen Einfluß auf die Rate der korrekten Lösungen hatten.

Der Einfluß der beiden zuerst genannten Faktoren (Wissensbereich und Aufgabenstruktur) ist bereits der Tabelle 6 zu entnehmen. Vergleicht man die ersten 10 Items dieser Tabelle mit den letzten 10 also die nach dem Anteil korrekter Lösungen 10 Bestplatzierten mit den 10 Schlechtestplatzierten hinsichtlich dieser beiden Faktoren, so ist folgende Verteilung auszuzählen (siehe Tabelle 7):

Tabelle 7: Einfluß von Wissensbereich und Aufgabenstruktur auf die Lösungsrate

	Items Rangplätze < 11 (Bestplatzierte)	Items Rangplätze > 11 (Schlechtestplatzierte)
Wissensbereich:		
. Alltagswissen	7	5
. Naturwissensch. Wissen	3	6
. Ökologisches Wissen	3	6
Aufgabenstruktur:		
. einfache (OBJ, LOC, OB/UB)	6	3
. schwierige (KONTR, KOMP, INSTR, FIN)	4	7

Dieser Vergleich besagt: Die besser gelösten Items sind im Mittel die, die zu ihrer Lösung Alltagswissen erfordern und die von der Aufgabenstruktur einfache Relationen beinhalten. Umgekehrt: Im Mittel werden jene Items schlechter gelöst, die naturwissenschaftliches und ökologisches Wissen voraussetzen und die eine schwierigere Aufgabenstruktur haben.

Wenn wir im folgenden noch die 4 Items mit < 25 % korrekten Lösungen selektiv betrachten, so erwarten wir die Bestätigung des letzten Satzes.

Item 20: natürliche Düngung : Kompostierung =
natürliche Schädlingsbekämpfung : ?

Wissensbereich: naturwissenschaftliches und ökologisches Wissen
Aufgabenstruktur: INSTRRelation

Von den 10 Klassen erreichten 9 weniger als 25 % korrekte Lösungen (in 3 Klassen davon wurde nicht eine korrekte Antwort gegeben). Eine Klasse liegt mit 26.1 % korrekten Lösungen nur knapp über dem Grenzwert > 25 %.

Die wenigen korrekten Antworten (16,5) umfassen solche erwarteten Begriffe wie "Zwiebeln", "Knoblauch", "Vögel", "Igel", "Kater", "Spinnen" und "Brennesselbrühe", aber sie sind in der Regel Einzelantworten. Offensichtlich erfaßt die Mehrzahl der Schüler den Inhalt der 3 Terme dieser Analogieaufgabe nicht bzw. sind ihnen die Methoden der natürlichen Schädlingsbekämpfung unklar. Letzteres wird mit der Fehleranalyse unterstützt: 49 von 90 falschen Lösungen realisieren in ihrer Antwort die INSTRRelation, d.h. diese wird offensichtlich richtig erkannt, aber sie wird inhaltlich falsch angewandt. Statt natürliche werden künstliche Schädlingsbekämpfungsmethoden genannt (z.B. "Spray", "Chemie", "Fallen", "Töten", "Flüssigkeit"). Auch die Antwort "Spray mit Umweltzeichen" verkennt den Inhalt natürlicher Schädlingsbekämpfung. 24 von 90 falschen Lösungen (26,4 %) müssen als nicht anforderungsgerecht eingestuft werden (vor allem Assoziationen mit dem 1.Term (z.B. "Dünger / Kunstdünger").

Die unbefriedigende Lösung des Items 20 ist also wie folgt erklärbar:

- Der naturwissenschaftliche und ökologische Inhalt dieser Aufgabe ist den Schülern weitgehend unbekannt. Die Formulierung der Aufgabe (Substantivierung mit ung) erschwert zusätzlich das Verständnis.
- Von der Aufgabenstruktur (INSTRRelation) gehört diese Aufgabe zu den schwierigen Anforderungen.

Item 17: Dorf : Stadt = Wegwerfflasche : ?

Wissensbereich: Alltagswissen, ökologisches Wissen

Aufgabenstruktur: KOMPRElation

Item 17 wurde von 8 der 10 Klassen mit < 25 % korrekten Antworten sehr unbefriedigend gelöst. Vom Wissensbereich wäre eine höhere Lösungsrate zu erwarten gewesen. Die schwierige KOMPRElation kann nicht die einzige Ursache sein.

Die Fehleranalyse führt auch hier zu Ursachenaufhellung: 73 mal wurde die Antwort "Pfandflasche" und 23 mal "Mehrwegflasche" gegeben (siehe Tabelle 3). Insgesamt sind 110 von den 128,6 falschen Lösungen als KONTRKonstruktionen interpretierbar. Möglicherweise wurde die Relation zwischen "Dorf" und "Stadt" als KONTRRelation fehlgedeutet. Andererseits kann es sein, daß mit "Pfandflasche" und "Mehrwegflasche" die naheliegendsten Zusammenhänge zu "Wegwerfflasche" aktualisiert wurden, die hier aber nicht mit der Lösungsrichtung übereinstimmen.

Die unbefriedigende Lösungsrate von Item 17 ist also wie folgt interpretierbar:

- Die KOMPRElation wurde als relativ schwieriges Strukturmerkmal nicht erkannt bzw. mit anderen Relationen verwechselt.
- Der in dem relativ komplizierten Begriff "Wegwerfflasche" immanente Widerspruch zur "Nichtwegwerfflasche", der zum akuten ökologischen Erfordernis geworden und ständig im Gespräch ist, wird aktualisiert und verhindert die Konstruktion einer Antwort mit der korrekten KOMPRElation, die dann zu solchen Antworten wie "Müll", "Müllberg" oder "Mülldeponie" führen würde. Da die Kopplung zwischen dem 3.Terms der Aufgabe und seinem Gegensatz nicht in der Lösungsrichtung dieser Aufgabe liegt, bleibt eine entsprechend hohe Rate korrekter Lösungen aus.

Item 12: Tiere und Pflanzen : Biotop = Menschen : ?

Wissensbereich: naturwissenschaftliches Wissen, ökologisches Wissen

Aufgabenstruktur: LOCRelation

8 der 10 in die Untersuchung einbezogenen Klassen beantwortete dieses Item unbefriedigend (Prozentsatz korrekter Lösungen < 25 %). Eine Klasse erreichte überraschenderweise 64,7 % korrekte Lösungen, was allerdings seine Ursache darin hat, daß hier die Klassenleiterin (als Untersuchungsführende) auf Fragen von Schülern nach dem Begriff "Biotop" eine allgemeine Erklärung abgab. Da das in den anderen Klassen unterblieb, muß fehlendes Wissen über den Inhalt des Begriffes "Biotop" als Hauptursache für die schlechte Leistung geltend gemacht werden. 88 Pbn das ist die höchste Zahl in allen Items lösen die Aufgabe überhaupt nicht. Aus dem ungenügenden Wissen um den Begriff "Biotop" entspringt auch das Verkennen der tatsächlichen Aufgabenstruktur. Wie die Fehleranalyse zeigt, werden 25 mal Oberbegriffe und 12 mal Finalitäten als Antwort auf das Item konstruiert. Die Rate des nichtanforderungsgerechten Vorgehens ist gering (7,5 mal werden die drei vorgegebenen Terme einfach wiederholt.).

Ursachen für die unbefriedigende Lösung dieses Items sind offensichtlich:

- Nichtverfügbarkeit des aus dem Bereich Schulwissen und ökologisches Wissen stammenden

- Nichterfassen der ansonsten einfachen Aufgabenstruktur (LOCRelation) als Folge dieses Wissensdefizits

Item 16: herstellen : verkaufen = Fabrik : ?

Wissensbereich: Alltagswissen

Aufgabenstruktur: KONTRRelation

8 der 10 Klassen erreichten wie die Stichprobe insgesamt weniger als 25 % korrekte Lösungen bei diesem Item. Die korrekten Antworten wie "Laden", "Geschäft", "Kaufhalle", "Kaufhaus" usw. wurden nur von wenigen Pbn genannt. Die Fehleranalyse zeigt, daß die KONTRRelation nur 8 mal angewandt wurde, allerdings fehlerhaft, indem der Orientierungsbereich "nicht produzieren" gewählt wurde (Antworten wie "verschrotten", "vernichten", "wegwerfen", "kaufen" usw.). Die Mehrzahl der Verwechslungen erfolgt, indem im Grunde genommen der 1.Term "herstellen" selbst (17,5 mal) oder in Form von Synonyma (24,5 mal) wiederholt wird (Antworten wie "produzieren", "erzeugen", "fabrizieren", "Fabrikation" u.a.). Diese Wiederholungen eines Terms und weitere Assoziationen mit dem 2. und 3.Term weisen auf nichtanforderungsgerechtes Vorgehen hin (insgesamt in 63,5 Fällen von 85,5 falschen Antworten, d.h zu 74,3 %).

Als Ursache für das unbefriedigende Ergebnis kommen bei diesem Item offensichtlich in Frage:

- Nichterfassen der KONTRRelation im Urbildbereich dieser Analogieaufgabe bzw. Schwierigkeiten bei der Konstruktion eines Kontrastes zu dem Terminus "Fabrik". Möglicherweise ist diese Schwierigkeit nicht nur der Relation selbst sondern der Art des Items geschuldet. Die Formulierung des Items ist in dem Sinne einmalig, daß im Urbildbereich 2 Verben und im Abbildbereich 2 Substantive verwandt wurden. In den übrigen Items dominieren in allen Termen Substantive oder substantivierte Wendungen oder einheitlich Verben (siehe Versuchsmaterial lt. Tabelle 1).
- Bei derartigen Schwierigkeiten gewinnen assoziative Verknüpfungen zu beliebig anderen Sachverhalten an Bedeutung, die offensichtlich zu dem hohen Grad fehlerhafter und nichtanforderungsgerechter Lösungen führen.

Die eingangs dieser Analyse der am schlechtesten gelösten Items geäußerten Erwartungen treffen also zu. Die Merkmale der Anforderung, die zu hohen Lösungsraten führten (Alltagswissen, einfache Aufgabenstrukturen, lösungsfördernde Präferenzen und Assoziationen), dominieren bei den zuletzt diskutierten Items nicht. Im Gegenteil: Es dominierten naturwissenschaftliches und ökologisches Wissen und schwierige Aufgabenstrukturen (jeweils 3 der 4 Items). Präferenzen und Assoziationen zu anderen Wissenskomponenten be oder verhinderten korrekte Lösungen oder das anforderungsgerechte Lösungsverhalten.

Die Rolle des inhaltlichen Aspekts / des tangierten Wissensbereiches soll in der folgenden Übersicht noch einmal verdeutlicht werden (siehe Tabelle 8). Als Grundlage diente der Prozentsatz korrekter Lösungen. Es wurden wie bisher 3 Leistungsgruppen unterschieden: > 50 %, 25 .. < 50 %, < 25 %. Ausgezählt wurden die Leistungen der einzelnen Schulklassen in den einzelnen Items, dabei getrennt die Leistungen in den Items, die die drei Wissensbereiche "Alltagswissen", "Naturwissenschaftliches Wissen" und "Ökologisches Wissen" tangieren (Die Zuordnungen entsprechen denen aus Tabelle 1 und 6).

Tabelle 8: Einfluß unterschiedlicher Wissensbereiche auf die Lösungsgüte⁴
Unterschiede zwischen 4. und 6.Klassen

Wissensbereiche	Prozentsatz korrekter Lösungen (im Klammern: 4./6.Klassen)		
	> 50 %	25 ... 50 %	< 25 %
Alltagswissen	40,0 (35,4/43,1)	38,3 (43,8/34,7)	27,7 (20,8/22,2)
Naturw. Wissen	30,0 (22,5/35,0)	41,0 (47,5/36,7)	29,0 (30,0/28,3)
Ökolog. Wissen	23,0 (15,0/28,3)	41,0 (50,0/35,0)	36,0 (35,0/36,7)

Das Lösen von Analogieaufgaben mit Begriffen aus dem Alltagsbereich ist also nachgewiesenermaßen leichter, als wenn die Begriffe aus den Bereichen Naturwissenschaft oder Ökologie stammen. Analogieaufgaben aus dem ökologisches Wissensbereich wurden natürlich auf die hier ausgewählten Begriffen bezogen am schlechtesten gelöst.

Führt man diesen Vergleich getrennt für die 4. und 6.Klassen aus, bleibt das hier erkennbare Verhältnis der drei Wissensbereiche zueinander erhalten. Bei den 6.Klassen sind die Proportionen lediglich etwas zu besseren Leistungen verschoben. In beiden Klassenstufen gleichen sich die Verteilungen nach dem Leistungsniveau für naturwissenschaftliche und ökologische Inhalte stärker an als die Verteilungen für alltags und naturwissenschaftliche Inhalte. Bei den 6.Klassen ist das aber weniger deutlich, wobei hier die Unterschiede überhaupt geringer sind. Der Vergleich der Leistungen der 4. und 6.Klassen in den drei unterschiedenen Wissensbereichen wird in Abbildung 3 demonstriert.

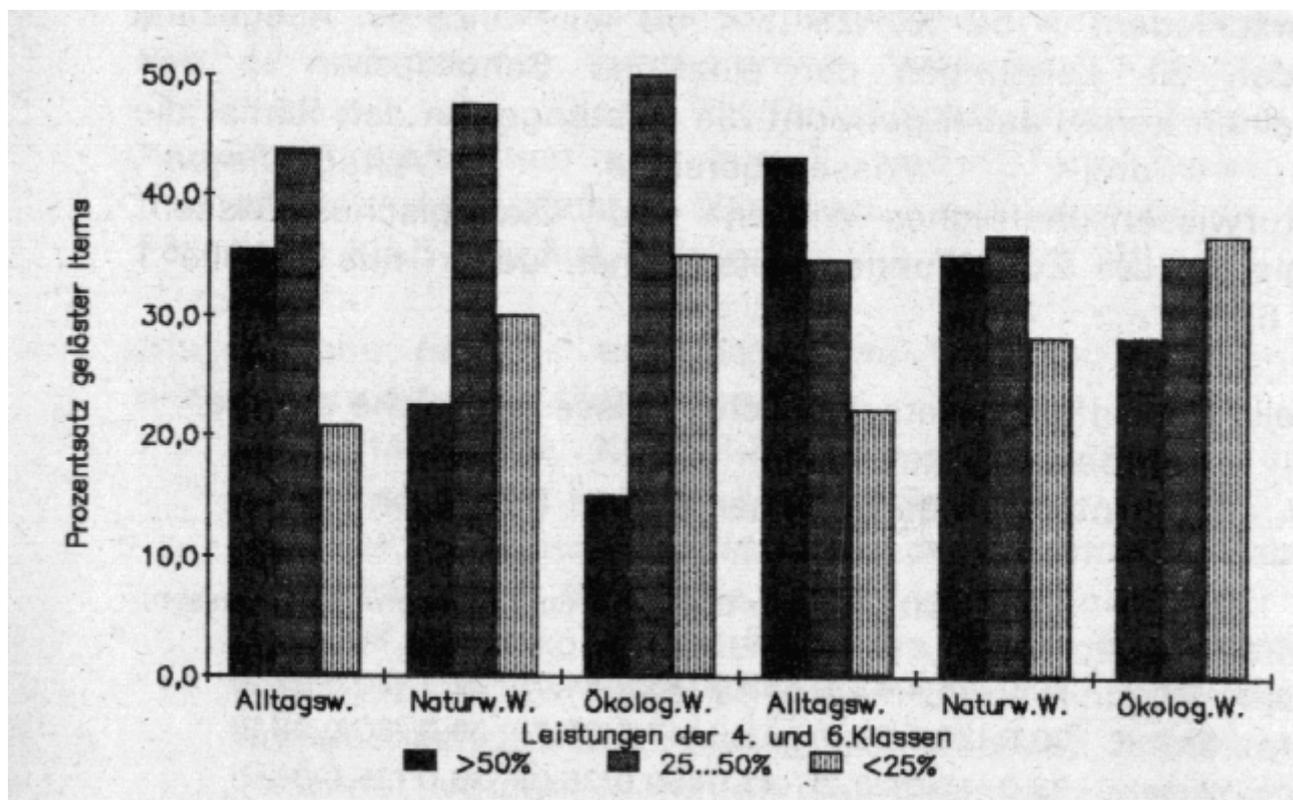


Abbildung 3: Leistungen in den Items aus unterschiedlichen Wissensbereichen. Vergleich zwischen 4. Klassen (linke Hälfte der Abbildung) und 6. Klassen (rechte Hälfte der Abbildung)

Daß die Differenzen nicht deutlicher ausfallen, ergibt sich aus der Überlagerung mit den anderen Faktoren der Schwierigkeit der Lösung einer Analogieaufgabe. Eine varianzanalytische Auswertung steht noch aus.

Der Befund, wonach naturwissenschaftliche Kenntnisse und ökologisches Wissen im Vergleich mit Alltagswissen weniger gut bei der Lösung der Analogieaufgaben aktiviert und angewandt werden konnte, lenkt die Aufmerksamkeit noch einmal auf die Frage: Welches Wissen war unzureichend verfügbar? Eine erste Antwort wurde bereits im Abschnitt 5.2 im Ergebnis der Analyse der Mehrfachantworten und der Defizite bei den präzisen korrekten Antworten gegeben. Aus der Analyse der Items mit unbefriedigenden Lösungsraten muß festgestellt werden:

- Ungenügend verfügbar ist ökologisches Wissen, das sich vor allem auf folgende Sachverhalte bezieht: Umweltverträgliche Düngung und Schädlingsbekämpfung (Item 20), Biotop (Item 12), Abgasfilter und Katalysatoren (Item 13), Kläranlagen (Item 5). (Alle diese Items rangieren in der letzten Hälfte nach dem Prozentsatz korrekter Lösungen.)
- Ungenügend verfügbar ist naturwissenschaftliches Wissen, das sich vor allem auf folgende Sachverhalte bezieht: Wasserkreislauf mit den Begriffen "verdunsten" und "kondensieren" (Item 2 und 14), Getreidearten (Item 15). Die Begriffe Natur, Naturvorgang, Lebewesen und unbelebte Natur kommen hinzu.

Daraus sollten sich Schlußfolgerungen an die Gestaltung des Unterrichts zur Vermittlung und Aneignung derartigen Wissens ergeben.

5.6. Anforderungsgerechtes und nichtanforderungsgerechtes Vorgehen bei der Lösung der Analogieaufgaben

Anforderungsgerechtes und nichtanforderungsgerechtes Vorgehen wurde bei der Analyse der falschen Antworten, also bei der Fehleranalyse unterschieden. Wie anforderungsgerechtes und nichtanforderungsgerechtes Vorgehen auszuwerten ist, wurde im Abschnitt 4 (Auswertungsschritte) erläutert. Erste Befunde dazu wurden bei der differenzierten Analyse der nach dem Prozentsatz korrekter Lösungen am besten und am schlechtesten gelösten Items mitgeteilt (siehe Abschnitt 5.5). Im folgenden sollen die Aussagen zur Fehleranalyse vervollständigt werden.

Für die Gesamtstichprobe läßt sich nach dieser Analyse feststellen, daß die Schüler auch bei falschen Antworten überwiegend anforderungsgerecht vorgehen, d.h. im Urbildbereich der Analogieaufgaben nach der zutreffenden Relation suchten und diese im Bildbereich anzuwenden versuchten. Verwechslungen der tatsächlichen Relation (schon beim Erkennen oder erst bei der Konstruktion der Ergänzung) führten dann aber zu falschen Lösungen.

Bei 1308,4 fehlerhaften Lösungen kann nach der Fehleranalyse in 1047,8 Fällen (80,2 % der falschen Antworten) nahegelegt werden, daß die Antwort durch anforderungsgerechtes Vorgehen zustande gekommen ist.

Dieser Befund wird mit der Beantwortung der zum Schluß dieser Untersuchung gestellten Zusatzfrage belegt. Auf die Frage "Bist Du beim Lösen der Aufgaben so vorgegangen, wie es am Anfang erklärt worden war?" wurden die Antworten "ja, immer" und "meistens" 5 - 6 mal häufiger gegeben als "nur selten" und "nein, gar nicht". Auf die beiden Antwortkategorien "ja, immer" und "meistens" entfielen 85 % der Antworten.

Wie die Zahlenangaben in Tabelle 9 belegen, korrelieren diese Antworten positiv mit den in dieser Untersuchung tatsächlich erbrachten Leistungen. Schüler, die ihr Vorgehen selbst als überwiegend anforderungsgerecht einschätzten, erreichten im Mittel auch die besseren Leistungen. Das Umgekehrte gilt entsprechend.

Tabelle 9: Zusammenhang zwischen den Antworten auf die Zusatzfrage (Selbsteinschätzung des anforderungsgerechten Vorgehens) und den realen Leistungen

Antworten	Häufigkeit	Leistungsgruppen nach dem %-Satz korrekter Antworten		
		> 50 %	25 ... 50 %	> 25 %
"ja, immer"	43	20	14	9
"meistens"	115	37	54	24
"nur selten"	24	4	9	11
"nein, gar nicht"	4	0	2	2

Es interessierte weiterhin, welche Tendenzen bei der Verwechslung der jeweils zutreffenden Relation auftraten. Die folgende Übersicht (Tabelle 10) gibt an, welche Relationen zur Konstruktion fehlerhafter Lösungen wie häufig angewandt wurden:

Tabelle 10: Arten und Häufigkeit fehlerhaft angewandter Relationen

Rangplatz nach der Häufigkeit	Relation	Häufigkeit
1.	N/S und N/A	223,6
2.	KONTR	204,5
3.	FIN	166,8
4.	OB/UB	160,5
5.	INSTR	107,5
6.	OBJ	103
7.	LOC	59,4
8.	KOMP	14,5
9.	ACT	8

Die Relationen KONTR, FIN und OB/UB wurden überproportional angewandt (Durchschnittswert bei Gleichverteilung der 7 zur Konstruktion der 21 Items benutzten Relationsarten: 149,7); die Relationen INSTR, OBJ, LOC und KOMP unterproportional. Da 3 der 4 überproportional angewandten Relationen zur Relationsklasse IBR gehören, ist ihre Dominanz gegenüber ZBR festzustellen. Die Erwartung, daß bei fehlerhaften Lösungen eine Tendenz zur Vereinfachung der Aufgabenstruktur (eine Regression zu einfacheren Relationen) eintritt, ist mit den großen Häufigkeiten der KONTR und FINALRelation und den geringen Häufigkeiten bei den OBJ und LOCRelationen nicht eingetreten, wenn auch mit den Antworten auf der Grundlage der Relationen N/S und N/A (Nebenordnungen / Synonyma bzw. Antonyma) eine solche Tendenz angedeutet ist.

Wie ist die ermittelte Verteilung zu interpretieren?

Ein erster Hinweis kann der Aufgabenstruktur entnommen werden: Bei der Kennzeichnung der Aufgabenstruktur wurde bisher immer nur auf die Relationen innerhalb des Urbild und des Bildbereichs Bezug genommen. Das entsprach auch der Instruktion, die Beziehungen zwischen den Begriffen der linken Seite zu ermitteln und auf der rechten Seite der Aufgabe anzuwenden. Tatsächlich bestehen aber auch zwischen den beiden Seiten der Analogieaufgaben Relationen, die beim Ergänzen der gesuchten Begriffe durchaus eine Rolle spielen können und spielen werden. Bestimmt man nun diese Relationen, so entsteht folgende Verteilung an derartigen Relationen

(wobei bei den Aufgaben 9 und 17 eine schlüssige Zuordnung nicht gelang und deshalb keine derartige Kennzeichnung erfolgte):

Häufigkeit der Relationsklassen zwischen Urbild und Bildbereich: IBR 16; ZBR 3

Häufigkeit der Relationsarten zwischen Urbild und Bildbereich:

N/S und N/A 11; KONTR 4; FIN 1; OB/UB 1; OBJ 1; LOC 1

Ein zweiter Hinweis kann der Beantwortung einer 2. Zusatzfrage entnommen werden. Obwohl sich fast alle Schüler auf die Frage "Siehst Du andere Möglichkeiten, wie man bei solch schwierigen Aufgaben vorgehen könnte?" mit "nein" oder Stimmenthaltung äußerten, gibt es insgesamt 6 Antworten, die speziell die KONTR-Relation (andere nicht) besonders empfehlen:

- "Man nimmt das letzte Wort und macht das Gegenteil daraus." (Pb 12)
- "Man könnte z.B. immer das Gegenteil bilden. Das funktioniert zwar nicht immer, aber meistens." (Pb 56)
- "Man muß einfach immer das Gegenteil aufschreiben." (Pb 57)
- "Manchmal konnte man einen Gegensatz nehmen." (Pb 66)
- "das Gegenteil" (Pb 119)
- "Unterschiede zwischen der vorgegebenen Aufgabe herausfinden" (Pb 130)

Die besondere Beachtung der KONTR-Relation muß seine Ursache haben. Zunächst erfährt sie im Versuchsmaterial selbst eine größere Hervorhebung (siehe die Analyse der Relationen zwischen Urbild und Bildbereich); andererseits können auch Einflüsse der Übungsphase eine Rolle spielen.

Betrachten wir noch einmal die 3 Übungsaufgaben, die immer wieder als die Beispiele für das Herangehen bei solchen Aufgaben hervorgehoben wurden. Sie waren ausführlich ausgewertet worden, wobei besonders auf die Verwechslung der LOC mit der OBJ-Relation (Aufgabe 31), der KONTR mit der N/A-Relation (Aufgabe 32) und die Erfassung der FIN-Relation (Aufgabe 33) hingewiesen wurde (siehe Abschnitt 5.1). Möglicherweise wurden diese ersten persönlichen Erfahrungen mit dem Aufgabentyp und die aufgabenspezifischen Hinweise zu sehr generalisiert.

Die Suche nach einer Erklärung für die Rangreihe der Relationen, die in den falschen Antworten direkt oder indirekt angewandt wurden, hat uns zu zwei Einflußgrößen geführt: zusätzliche Merkmale des Versuchsmaterials und Erfahrungen aus der Übungsphase. Beide haben offensichtlich bei einem durchaus anforderungsgerechten Vorgehen bei der Lösung der Items gewirkt und in Abhängigkeit von der inhaltlichen und strukturellen Schwierigkeit des jeweiligen Items zu Lösungen beigetragen, die jedoch, da sie die korrekte Relation verfehlten, als falsch einzustufen waren. Allein die Auswertung aller Informationen, also auch der Relationen zwischen Urbild und Bildbereich, und die Rückbesinnung auf die Lösung der Übungsaufgaben können als Argumente des anforderungsgerechten Vorgehens gewertet werden.

Von anderer Art ist jene Kategorie von Fehlern, bei der die Anwendung einer Relation in keiner Weise nachweisbar ist. Es handelt sich um die Fehlerarten: Formale Konstruktion (F), Assoziation auf einen Term (A), Wiederholung eines Terms (W), Reim (R), anschauliche Situation (a.S.) und anderer Orientierungsbereich (OR), die im Abschnitt 4 (Auswertungsschritte) erläutert wurden. Diese Fehler durften bei anforderungsgerechtem Vorgehen nicht auftreten, sie kennzeichnen nichtanforderungsgerechtes Vorgehen.

In 439,6 (von 1307,1) fehlerhaften Antworten (das sind 33,6 % der falschen Antworten) war wenigstens eine dieser 6 Fehlerarten zutreffend.

Daß sich dieser Prozentsatz (33,6 %) und der für anforderungsgerechtes Vorgehen (80,2 %) nicht zu 100 % ergänzen, liegt an der Überlappung der beiden Klassifikationen. Ein und dieselbe Antwort kann u.U. als anforderungsgerechte und zugleich als nichtanforderungsgerechte

Antwortkonstruktion interpretiert werden, wie das am Beispiel der Fehlerklassifikation für das Item 1 im Abschnitt 5.2 dargestellt wurde (siehe Tabelle 2).

In der Reihenfolge ihrer Häufigkeit traten in den falschen Antworten folgende fehlerhaften Konstruktionen auf (hier wurden auch mehrfaches Auftreten von unterschiedlichen Fehlerklassen in einer Antwort berücksichtigt) (siehe Tabelle 11):

Tabelle 11: Häufigkeit von Fehlerklassen des nichtanforderungsgerechten Vorgehens

Fehlerklasse	Häufigkeit
A	283
W	105
F	71
OR	28
a.S.	14
R	2

Alle diese Fehlerarten können als Einflüsse des Gedächtnisses aber auch als echte Ersatzlösungen interpretiert werden. Es ist zu erwarten, daß den Schülern, die solche Ergänzungen anbieten, die Unzulänglichkeit dieser Antworten auch bewußt wird. Die Dominanz der einschränkenden Antwort "meistens" auf die Frage nach dem anforderungsgerechten Vorgehen scheint damit begründet.

Erwartungsgemäß korreliert die Häufigkeit dieser Fehler mit der in dieser Untersuchung erreichten Leistung. Pbn mit einer hohen Anzahl von Fehlern dieser Art rangieren im unteren Teil des Leistungsspektrums.

Das kann an einer Gruppe von 23 Pbn nachgewiesen werden, die mit mindestens 6 Fehlern dieser Art (6 bis max. 12 Fehler) eine Extremgruppe bilden (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Vergleich der mittleren Lösungsvektoren einer Gruppe mit maximaler Zahl von Fehlern des nichtanforderungsgerechten Vorgehens mit der Gesamtpopulation

	Lösungsvektor						
	(1	-	2	-	3	-	0)
Gruppe mit maximaler Fehlerzahl	5,5	-	1,9	-	11,9	-	2,0
Gesamtstichprobe	8,4	-	1,9	-	7,0	-	3,8

Alle drei Differenzen in diesem Lösungsvektor der Gruppe erscheinen bedeutsam: Die 23 Pbn mit der größten Anzahl von Fehlern, die nichtanforderungsgerechtes Vorgehen signalisieren, erreichen weniger korrekte Lösungen, weisen mehr falsche Antworten auf und haben eine geringere Rate nicht gelöster Aufgaben. Der Befund regt zu folgender Interpretation an: Besonders leistungsschwache Pbn neigen dazu, eher falsche als gar keine Lösungen anzubieten. Diese Lösungen sind dann aber Überwiegend durch nichtanforderungsgerechtes Lösungsverhalten gekennzeichnet.

Ordnet man jeden Schüler der Extremgruppe nach dem Parameter "Prozentsatz korrekter Antworten" den 3 Leistungsgruppen zu, so entsteht ein weiterer anschaulicher Vergleich mit der Gesamtpopulation (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Vergleich der Gruppe mit der maximalen Zahl von Fehlern des nichtanforderungsgerechten Vorgehens mit der Gesamtpopulation an Hand der Verteilung auf Leistungsgruppen

	Anzahl korrekter Lösungen		
	> 50 %	25 ... 50 %	> 25 %
Gruppe mit maximaler Fehlerzahl	1	10	12
Gesamtstichprobe (außer Gruppe)	61	67	37
Gesamtstichprobe	62	77	49

Die Aussage, daß diese Extremgruppe im unteren Teil des Leistungsspektrums liegt, wird damit anschaulich belegt.

5.7. Lösung von Analogieaufgaben und Einsatz von Lernstrategien

Die folgende Abhandlung diskutiert die bisher dargestellten Befunde unter dem Aspekt der Lernstrategien.

Es gibt zwei konkurrierende Ansichten über die Anforderungssituation in dieser Untersuchung:

- Die Pbn wurden bei den 21 Testaufgaben lediglich mit der Abfolge von drei Begriffen und einem Fragezeichen konfrontiert, die in einem Gleichungssystem angeordnet sind. Das Fragezeichen war durch einen 4. Begriff zu ersetzen, so daß das Gleichungssystem aufgeht. Das ist eine echte Problemlösungssituation ein freies Feld für den Einsatz von individuellen Lernstrategien.
- Die Anforderungssituation ist nicht nur durch die Aufgabe gekennzeichnet. Tatsächlich wurde den Pbn mit dem Instruktionsbeispiel, den Erläuterungen zur Vorgehensweise sowie dem Üben des Vorgehens mit Rückmeldungen über den Erfolg eine aufgabenspezifische Lösungsstrategie vorgegeben. Damit waren die Freiheitsgrade für individuelle Lernstrategien genommen. Die Vorgehensweise war definiert, fremdbestimmt.

Wir werden zeigen, daß die Wahrheit weder mit der ersten noch der zweiten Ansicht vertreten wird und daß bei der Lösung der Analogieaufgaben unterschiedliche individuelle Lernstrategien zum Einsatz gekommen sind.

Betrachten wir zunächst die instruierte Vorgehensweise. Sie lautete, erstens die Beziehungen (sprich: Relationen) zwischen den beiden Begriffen auf der linken Seite (sprich: im Urbildbereich)

zu ermitteln und zweitens auf der anderen Seite (sprich: Bildbereich) auf den 3. Begriff anzuwenden, um so den gesuchten Begriff zu ergänzen. Gehen wir davon aus, daß der Pb die instruierte Vorgehensweise voll begriffen hat und gewillt ist, die vorgegebene Aufgabe instruktionsgemäß zu lösen und setzen wir weiter voraus, daß die Aufgabe für ihn in dem Sinne leicht ist, daß die wissensmäßigen Voraussetzungen vorhanden sind. Unter derartigen Bedingungen wird vermutlich ein fast automatischer Prozeß ablaufen, der u.U. nicht einmal bewußtseinspflichtig ist, der in kürzester Zeit zur korrekten Lösung führt, der aber tatsächlich, wie gezeigt werden kann, in eine umfangreiche Handlungssequenz zerfällt, in der individuelle Lernstrategien erforderlich sind.

1. Der erste Term wird identifiziert. Dazu muß er im Gedächtnis gesucht und als solcher erkannt werden. Beides ist von Lernstrategien abhängig, wobei die aktuell eingesetzten Suchstrategien nur effektiv sind, wenn auch bei der Speicherung des Begriffes effektive Begriffsbildungsstrategien angewandt wurden, wenn der Begriff nicht isoliert, sondern mit vielfältigen Beziehungen gelernt wurde. Mit dem Begriff werden wenn auch zunächst nur latent auch die gedächtnismäßigen Einbindungen in das Begriffssystem aktiviert, u.U. auch bereits die noch zu identifizierende Relation zum 2. Term.

2. Der zweite Term wird identifiziert. Hier passiert im Grunde dasselbe, nur daß der bereits identifizierte erste Begriff einen Einfluß nimmt. Im Grunde beginnt die Suche des zweiten Begriffs von diesem ersten Begriff aus, womit bereits die folgende Handlungssequenz einbezogen ist.

3. Es wird eine Verbindung zwischen den beiden Begriffen gefunden. Bei einfachen Aufgaben ist sie auf alle Fälle bereits im Gedächtnis vorhanden und muß lediglich aktiviert werden. Auch das ist ein aktiver Suchprozeß. Er wird vermutlich von beiden Begriffen aus gesteuert werden (Vorwärts oder Rückwärtssuche). Vieles kann dabei unbewußt bleiben, aber auch bewußt eingesetzte Strategien sind vorstellbar (z.B. Pendeln der Aufmerksamkeit von einem zum anderen Begriff; Hypothesenprüfung etwa im Stil von Fragen nach dem anderen Begriff).

4. Die identifizierte Relation wird transferierbar gemacht. Entweder sind Merkmalsunterschiede oder Ereignisbeziehungen relationsbestimmend. Das kann bewußt oder auch eingebettet in die vorausgehende und nachfolgende Sequenz mehr oder weniger automatisch erfolgen.

5. Der 3. Term wird identifiziert. Hier trifft das zu, was bereits zur 1. und 2. Sequenz gesagt wurde. Wesentlich ist, daß die Identifizierung des 3. Begriffs und dessen latenter Verbindungen in der Gedächtnisstruktur unter der Bedingung erfolgt, daß bereits zwei andere Begriffe mit ihren Verbindungen identifiziert, zumindestens aktiviert wurden. Damit werden auch Verbindungen vom 1. zum 3. Begriff erfaßt werden und können bei der noch ausstehenden Suche des 4. Begriffs eine Rolle spielen.

6. Die im Urbildbereich identifizierte Relation wird auf den 3. Begriff angewandt. Das heißt im einfachsten Fall: Die relevante Relation wird in der Menge der mehr oder weniger bereits aktivierten Verbindungen des 3. Terms identifiziert und damit auch der gesuchte 4. Begriff. Auch bewußte Hypothesenprüfungen sind vorstellbar (siehe Schritt 3).

7. Es erfolgt eine Kontrolle. Dazu kann die Sequenz der Handlungsschritte noch einmal wiederholt werden oder es werden weitere Relationen, beispielsweise die Identität der Beziehungen zwischen 1. und 3. mit denen zwischen 2. und 4. Begriff geprüft. Dieser Schritt wird vermutlich bei einfachen Aufgaben eingespart werden.

Verfolgt man die hier hypothetisch aufgeführten Handlungssequenzen, so fällt auf, daß auch dann, wenn keinerlei Schwierigkeiten im Lösungsprozeß auftreten, eine ganze Reihe mehr oder weniger bewußt werdender Lösungsstrategien zum Einsatz kommen müssen und zum Einsatz kommen, wenn die Aufgabe korrekt gelöst wird. Und es wird klar, daß die Wissensstruktur als Ausdruck bereits angewandter Begriffsbildungsstrategien eine entscheidende Voraussetzung darstellt.

Wir wollen die hier gekennzeichnete komplexe Vorgehensweise (sicher als instruktionsgemäße, aber vor allem als) aktive, zur Lösung führende anforderungsgerechte Lösungsstrategie bezeichnen. Sie ist mit einer Reihe elementarer, in den einzelnen Handlungssequenzen wirksamen Lernstrategien verbunden. Sie ist zugleich Ausdruck der Fähigkeit und Bereitschaft der Pbn, eine

effektive Lösungsstrategie anzuwenden. Mit den korrekten Lösungen, insbesondere bei schwierigen Aufgaben und den Selbsteinschätzungen, immer oder meistens so wie in der Instruktion vorgegeben vorgegangen zu sein, ist nachgewiesen, daß diese Strategie auch praktisch Anwendung findet.

Aber so problemlos, wie in der eben erfolgten Darstellung, funktioniert das Lösen der Analogieaufgaben nur im Idealfall. Tatsächlich können in allen Etappen des Lösungsprozesses Schwierigkeiten auftreten. Wir wollen auf drei wesentliche Schwierigkeiten hinweisen:

1. Das Identifizieren eines oder mehrerer der drei Begriffe gelingt nicht oder nur in einem bestimmten Grade. Der jeweilige Begriff kann bildhaft gesprochen nicht auf den Punkt gebracht werden, er bleibt nebulös.
2. Unabhängig davon, ob die aufgabenspezifischen Begriffe gut identifiziert werden, kann die Identifizierung der im Urbildbereich bestehenden Relation zwischen den ersten beiden Begriffen Schwierigkeiten bereiten. Zwischen beiden Begriffen existieren noch keine direkten Verbindungen.
3. Mit den identifizierten Begriffen werden Präferenzen zu anderen Begriffen aktiviert, die die Suche nach der zutreffenden Relation beeinflussen (ggf. eine korrekte Identifizierung hemmen oder verhindern).

Die Ursachen dafür können vielfältiger Art sein (z.B. ein bisher nicht erfaßter Begriff aus einem spezifischen Wissensbereich, ein abstrakter Begriff mit ungenügenden Verbindungen zu dem entsprechenden Oberflächenwissen, ein ziemlich isolierter, kaum mit anderen Wissensbeständen in Berührung gekommener Begriff, ein wenig angewandter Begriff, ein Begriff mit sehr dominanten Präferenzen usw.). Versucht der Pb, auch in diesen Fällen instruktionsgemäß vorzugehen, so entstehen Unsicherheiten, die nur dadurch minimiert werden können, daß unterschiedliche aktive Schritte der Informationsauswertung, der Hypothesenprüfung und Kontrolle eingesetzt werden. Was bei einfachen, problemlosen Aufgaben mehr oder weniger automatisch abläuft, wird in diesen Fällen stärker bewußt geschehen. Tatsächlich werden aber Fehler entstehen. Von einem nebulösen Begriff aus oder zu einem solchen Begriff hin ist es schwierig, die tatsächlich bestehende Relation richtig zu erfassen (sie wird leicht verwechselt werden). Auch eine korrekt erfaßte Relation bleibt in ihrer Anwendung auf einen nebulösen Begriff unsicher. Schließlich kann der intendierte 4. Begriff auch dadurch nicht korrekt genannt werden, weil er in den Gedächtnisstrukturen nicht präzise vorhanden ist. Ähnlich ist es mit der Erfassung der Relation. Wenn die betreffenden Begriffe zwar identifizierbar sind, aber die Beziehung zwischen ihnen unklar bleibt, weil sie gegeneinander noch nie oder nur selten in Beziehung gesetzt wurden, dann kann die Relation zwischen ihnen nur über periphere Verbindungen erschlossen werden, was Fehler wahrscheinlich macht. Kann aus dem Vergleich der beiden Begriffe überhaupt keine Relation erschlossen werden, können Entscheidungen nur durch Hypothesenprüfung herbeigeführt werden. Hier spielt der Transfer aus der Erfahrung mit den Übungsaufgaben bzw. aus den bereits gelösten Aufgaben eine wichtige Rolle. Fehler sind dabei nicht auszuschließen.

Daß bei den aufgezeigten Schwierigkeiten dennoch instruktionsgemäß vorgegangen wird, konnte in unseren Untersuchungen mit der Fehlerklasse nachgewiesen werden, die durch Verwechslung der tatsächlichen und dadurch Anwendung einer falschen Relation zustande gekommen ist. In diesen fehlerhaften Antworten zeigt sich eine Lösungsstrategie, die wir als eine besonders aktive anforderungsgerechte Vorgehensweise bezeichnen wollen, die wir von der schon analysierten anforderungsgerechten Vorgehensweise wegen der höheren Aktivität der Pbn, einem tieferen Durchdringen des Informationsangebotes und wegen der vermehrten Schritte der Hypothesenprüfung und Kontrolle hervorheben wollen, obwohl sie in vielen Fällen zu fehlerhaften Lösungen führt.

Die aufgezeigten Schwierigkeiten bei der Lösung der Aufgaben können aber auch zum Scheitern eines instruktionsgemäßen Vorgehens führen. Dann gibt es prinzipiell zwei Entscheidungsmöglichkeiten für die Pbn, die in der Versuchssituation auch gewählt werden:

- die Lösungsversuche abbrechen, keine Antwort geben oder
- improvisieren, Ersatzlösungen anbieten.

Die letztgenannte Vorgehensweise sie soll als nichtanforderungsgerechtes Vorgehen bezeichnet werden konnte bei der Datenauswertung an Hand einer ganz spezifischen Klasse von Fehlern wahrscheinlich gemacht werden. Die Lösungsangebote setzen an der Oberflächeninformation der Begriffe an (z.B. sog. anschauliche Situationen und formale Konstruktionen, einfache Wiederholungen, auch grammatikalische Umwandlungen eines der drei Terme wie Reimen, Pluralbildung) oder lassen sich von Assoziationen (bevorzugte Kopplungen eines der Begriffe mit einem anderen) leiten, auch wenn diese falsch sind.

Die Befunde in einer Gruppe mit den meisten derartigen Lösungsangeboten lassen diese Vorgehensweise, die bei besonders leistungsschwachen Pbn dominant ist, als besondere Lösungsstrategie erscheinen. Eine weitere Aufklärung ist durch den Bezug zu motivationalen und emotionalen Komponenten des Lernverhaltens zu erwarten. Es ist eine Überlagerung von allgemeinen Lebensbewältigungsstrategien zu vermuten. Die Vorgehensweise entspricht einer Lebenstechnik, die es den Pbn ermöglicht, mit scheinbaren Lösungen Mißerfolge zu kompensieren. Nach Analyse der Anforderungssituation und der möglichen Schwierigkeiten bei der Lösung konnten also in Bezugnahme zu den tatsächlichen Befunden der Untersuchung vier unterschiedliche Lösungsstrategien wahrscheinlich gemacht werden, die ihrerseits wieder den Einsatz vielfältiger elementarer Problemlöse und Gedächtnisstrategien beinhalten. In Weiterführung der Auswertung ist zu erwarten, daß in den Gruppen mit dominanter Vorgehensweise nach jeweils einer der Strategien weitere Bedingungen aufgeklärt werden können, mit denen dieses Vorgehen begründet werden kann. Andererseits kann auch eine Aufklärung der Leistungsunterschiede in den anderen Teilen der Untersuchung zu den Lernstrategien, speziell in den Antworten im Fragebogen "Wie lernst Du?", erwartet werden.

5.8. Prädiktionswert der Leistungen der Schüler in den 21 Testaufgaben

Die Befunde aus der Begriffsbildungsuntersuchung gewinnen an Aussagekraft, wenn es gelingt, signifikante Korrelationen mit geeigneten Außenkriterien nachzuweisen. Zum Vergleich mit den Leistungen der Schüler in der Begriffsbildungsuntersuchung standen für alle Klassen Noten aus den Schuljahresabschlüssen und für je zwei 4. und 6.Klassen Ergebnisse aus dem Kognitiven Fähigkeitstest (KFT) zur Verfügung. Wir entschlossen uns, die Vergleiche für jede Klassenstufe jeder Schule getrennt vorzunehmen.

Zunächst sollen die Korrelationen zwischen den Leistungen der Schüler in der Begriffsbildungsuntersuchung und ihren Schulnoten interessieren. Als Parameter der Leistung in den 21 Analogieaufgaben der Untersuchung wurde die "Häufigkeit korrekter Lösungen" (Werte zwischen 0 und 21) und als Parameter der Schulnoten der "Mittelwert der Schuljahresabschlußnoten von 3 oder 5 Fächern" (Werte zwischen 1 und 6) verwendet. Bei den Schulnoten handelte es sich um Zensuren aus dem Jahresabschlußzeugnis 1992, die wenige Wochen nach unserer Untersuchung erteilt wurden. Bei den 4.Klassen wurden die Fächer DEUTSCH gesamt, MATHEMATIK und SACHKUNDE und bei den 6.Klassen die Fächer DEUTSCH gesamt, MATHEMATIK, BIOLOGIE, ERDKUNDE und TECHNIK einbezogen. Diese Auswahl wurde mit der Aufgabenart der Untersuchung und dem spezifischen Inhalt der Items begründet.

Eine Anmerkung zum hier verwendeten Parameter der Schulnoten:

Ursprünglich war beabsichtigt, die Skala der Schulnoten auf 3 Leistungsgruppen zu reduzieren, die so voneinander abgegrenzt sind, daß jede dieser Leistungsgruppen gleich viele Fälle umfaßt. So wurde jedenfalls in den parallel durchgeführten Untersuchungen bei der Auswertung der Einflußgröße "Schulische Leistung" verfahren. Daß wir hier auf die dezimalen Schulnotendurchschnitte zurückgingen, ist wie folgt begründet:

- Erstens ist in der Teilstichprobe der Pbn, die an der Untersuchung "Begriffe ergänzen" teilnahmen, die Verteilung der 3 Leistungsgruppen nach den Schulnoten, die nach Kriterien der Gesamtstichprobe vorgenommen wurden, stark zugunsten der 1. und zuungunsten der 3. Leistungsgruppe verschoben.
 - Zweitens ist mit den Mittelwerten der Schulnoten ein differenzierteres Maß verfügbar, das der ebenfalls recht differenzierten Skala der Leistung in unserer Untersuchung besser entspricht.
- Unabhängig davon werden wir in diesem Abschnitt Befunde referieren, der auf der Grundlage der 3 Leistungsgruppen der schulischen Leistung berechnet wurden (siehe weiter unten).
 Einen anschaulichen Eindruck von der Korrelation zwischen der Lösungsgüte in der Begriffsbildungsuntersuchung und den Schulnoten vermittelt die folgende Abbildung (Abbildung 4), die auf der Grundlage der Daten der beiden 4.Klassen der 13.Grundschule erstellt wurde:

Anzahl korrekter Lösungen in der Begriffsbildungsuntersuchung

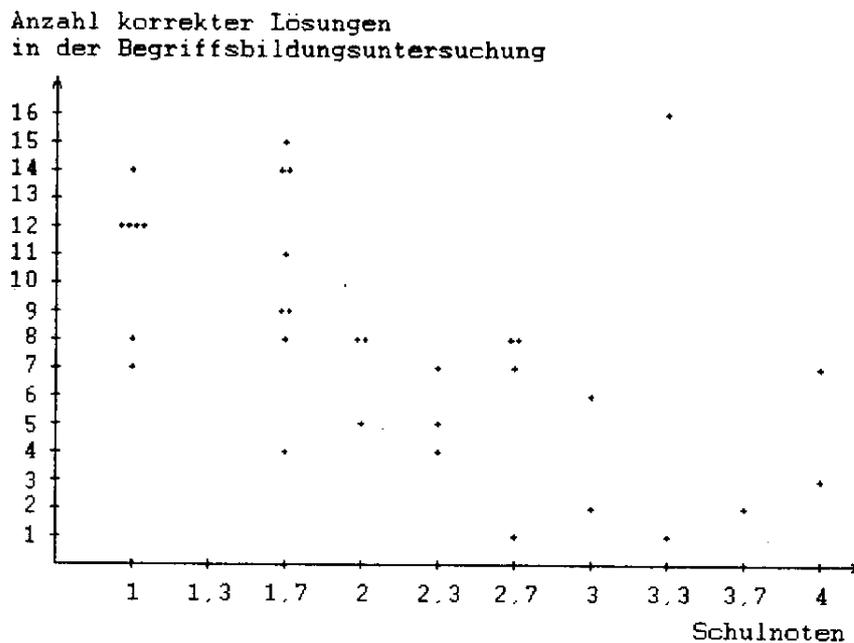


Abbildung 4: Vergleich der Leistungen der Schüler der beiden 4. Klassen der 13.Grundschule in der Begriffsbildungsuntersuchung (Anzahl korrekter Lösungen) mit deren Schulnoten (Mittelwert der Fächer Deutsch, Mathematik und Sachkunde)

Zählt man in den Klassenstufen 4 und 6 jeder Schule aus, wie häufig Schüler mit guten, durchschnittlichen und geringen Leistungen in der Begriffsbildungsuntersuchung gute, durchschnittliche oder schlechte Schulnoten erreichen, entstehen bivariate Verteilungen (3 x 3 Feldertafeln), die allein in dieser tabellarischen Form sehr anschaulich sind (siehe Tabelle 14):

Tabelle 14:
Vergleich der Leistungen in der Begriffsbildungsuntersuchung mit den Schulnoten, getrennt für die Klassenstufen 4 und 6 der drei Grundschulen (Parameter: Häufigkeit korrekter Lösungen bzw. Mittelwert der Noten von 3 oder 5 Fächern - jeweils zugeordnet zu 3 Leistungsgruppen)

Schulnoten	Leistungen in der Begriffsbildungsuntersuchung Häufigkeit korrekter Lösungen		
	> 10,5	5,25 ... 10,5	< 5,25
6.Grundschule, Klassenstufe 4			
1 ... 2	6	7	2
> 2 ... < 3	2	4	2
3 ... 4	1	4	8
		$r = - 0,56$ ss	
6.Grundschule, Klassenstufe 6			
1 ... 2	8	2	1
> 2 ... < 3	3	6	4
3 ... 4	4	8	6
		$r = - 0,33$ s	
13.Grundschule, Klassenstufe 4			
1 ... 2	9	7	2
> 2 ... < 3	0	4	3
3 ... 4	1	2	4
		$r = - 0,60$ ss	
13.Grundschule, Klassenstufe 6			
1 ... 2	9	2	0
> 2 ... < 3	3	2	0
3 ... 4	2	7	2
		$r = - 0,58$ ss	
Petersen-Schule, Klassenstufe 6			
1 ... 2	5	1	2
> 2 ... < 3	4	3	2
3 ... 4	2	12	11
		$r = - 0,63$ ss	

In jedem Falle wurden Maßkorrelationen berechnet und auf Signifikanz geprüft. Diese Angaben wurden jeweils unter den Tabellen notiert.

Das Ergebnis ist eindeutig: Die Leistungen der Schüler in der Begriffsbildungsuntersuchung korrelieren signifikant mit den hier ausgewählten Schulnoten. Je besser der Zensuredurchschnitt, desto mehr korrekte Lösungen werden in der Untersuchung erreicht. Billigt man den Zensuren den Stellenwert eines Kriteriums für die Leistungsfähigkeit von Schülern zu, so sind die im Ergebnisteil dargestellten Befunde als valide für kognitive Leistungsfähigkeit ausgewiesen.

Eine Anmerkung zur getrennten Berechnung der Korrelationen in den Klassenstufen 4 und 6 jeder Schule sei angefügt. Wir entschieden uns deshalb für die getrennte Auswertung der Korrelationen in diesen fünf Gruppen, weil wir unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe der Lehrerinnen und Lehrer der 4. und 6.Klassen sowie der drei Schulen nicht ausschließen konnten. Nachträglich kann diese Vermutung mit einem Befund bestätigt werden, der aus dem Vergleich der 4. und 6.Klassen anhand der Verteilung der 3 Leistungsgruppen nach den Schulnoten gewonnen wurde. Beide Verteilungen unterschieden sich statistisch (Chi2Verfahren) signifikant voneinander (bessere Schulnoten in den 4.Klassen). Damit wäre ein anderes Vorgehen bei den Korrelationsberechnungen hier nicht zulässig gewesen.

Ergänzend soll an dieser Stelle ein Befund referiert werden, der aus einem Extremgruppenvergleich gewonnen wurde. An Hand der Leistungen in unserer Untersuchung wurden zunächst die leistungsstärksten und leistungsschwächsten Pbn ermittelt ("Gute Leistungsgruppe" bzw. "Schlechte Leistungsgruppe"). Vergleicht man diese an Hand der Verteilung der Schulnoten, wobei hier die Zuordnung zu 3 Leistungsgruppen als Parameter gewählt wurde, so sind signifikante Unterschiede nachzuweisen, die nun ebenfalls ganz eindeutig für den korrelativen Zusammenhang zwischen den Leistungen der Schüler in der Begriffsbildungsuntersuchung und den Schulnoten sprechen. Die Anzahl der Pbn der "Guten" und der "Schlechten Leistungsgruppe", die jeweils den Leistungsgruppen 1, 2 und 3 nach den Schulnoten zuzuordnen sind (Leistungsgruppe 1 = beste Durchschnittsnoten), ist der folgenden Tabelle (Tabelle 15) zu entnehmen:

Tabelle 15: Verteilung von 3 Leistungsgruppen nach den Schulnoten in zwei Extremgruppen nach der Leistung in der Untersuchung "Begriffe ergänzen"

		Leistungsgruppen nach den Schulnoten		
		1	2	3
Leistungsgruppen nach der Untersuchung	"Gute"	21	4	3
	"Schlechte"	6	14	9

In Abbildung 5 werden die Unterschiede in den Verteilungen graphisch veranschaulicht. In beiden Darstellungen werden die Unterschiede zwischen den beiden Verteilungen deutlich. In der "Guten Leistungsgruppe" dominiert eindeutig die Leistungsgruppe 1, in der "Schlechten Leistungsgruppe"

die Leistungsgruppe 2 nach den Schulnoten. Nach dem Chi2Verfahren ist die Differenz zwischen beiden Verteilungen höchst signifikant:

$$= 16,88 \quad (\chi^2 = 0,001, f=2 = 13,8)$$

Wie aus diesen (und auch den weiter oben dargestellten) Verteilungen sichtbar wird, ist der Zusammenhang zwischen der Leistung in unserer Untersuchung und den Schulnoten nur korrelativer Art. Tatsächlich schließen sich gute schulische Leistungen und schlechte Leistungen in der Begriffsbildungsuntersuchung und auch das Umgekehrte nicht absolut aus. Die Lösung von kognitiven Anforderungen wie das Ergänzen von Analogieaufgaben ist nicht ausschließlich von Leistungsvoraussetzungen determiniert, die mit Schulnoten erfaßt werden. Damit ist wieder einmal ein Hinweis auf die eingeschränkte Verwendbarkeit von Schulnoten gegeben.

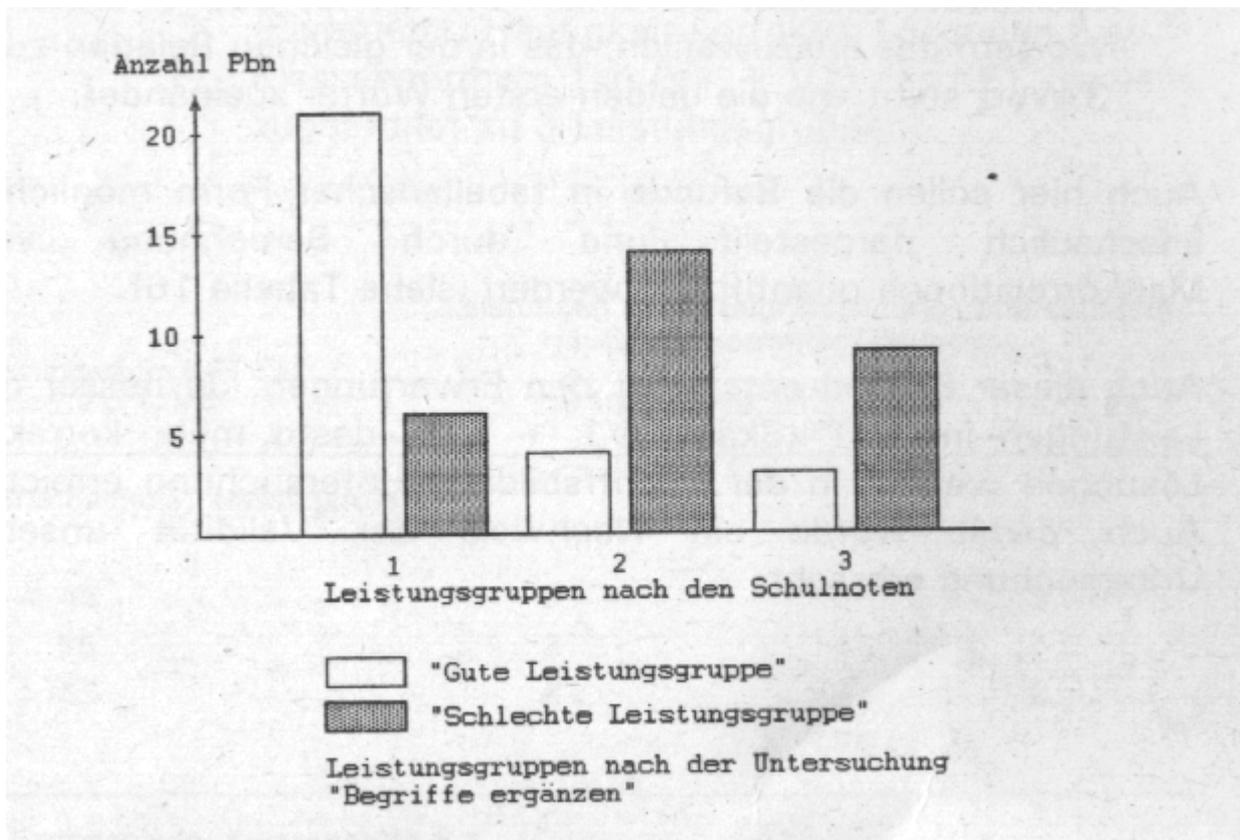


Abbildung 5: Verteilung der 3 Leistungsgruppen nach den Schulnoten in zwei Extremgruppen nach der Leistung in der Untersuchung "Begriffe ergänzen"

Im weiteren sollen die Korrelationen zwischen den Leistungen in der Begriffsbildungsuntersuchung und denen im Kognitiven Fähigkeitstest (KFT) betrachtet werden. Beim KFT wurde als Parameter der normierte Mittelwert aus den Skalen V1 und V4 (Klassennormen, Grundschul bzw. Hauptschulniveau) genutzt. Die Auswahl dieser beiden aus insgesamt 11 Skalen des KFT ist dem Aufgabentyp der Begriffsbildungsuntersuchung geschuldet. Beide Skalen sind Untertests des Verbalen Teils des KFT und erfassen "Sprachverständnis" und "Sprachgebundenes Denken" mit einem Itemsatz, der mit den Anforderungen in unserer Untersuchung viele Ähnlichkeiten hat:

V1 Zu einem vorgegebenen Wort ist aus 5 weiteren Wörtern der zutreffende Oberbegriff oder das zutreffende Synonym herauszufinden.

V4 Vorgegeben sind 2 Worte, die in einer bestimmten Relation zueinander stehen. Zu einem 3.Wort ist aus 5 weiteren Wörtern das auszuwählen, das in der gleichen Relation zum 3.Wort steht wie die beiden ersten Wörter zueinander.

Auch hier sollen die Befunde in tabellarischer Form möglichst anschaulich dargestellt und durch Berechnung von Maßkorrelationen quantifiziert werden (siehe Tabelle 16).

Auch dieser Befund entspricht den Erwartungen. Je besser die Leistungen im KFT (Skalen V1 + V4), desto mehr korrekte Lösungen werden in der Begriffsbildungsuntersuchung erreicht. Auch damit wurde ein Nachweis der Validität unserer Untersuchung erbracht.

Tabelle 16: Vergleich der Leistungen in der Begriffsbildungsuntersuchung und im KFT, getrennt für die 4.Klassen der 6.GS und die 6.Klassen der 13.GS
(Parameter: Häufigkeit korrekter Lösungen bzw. Klassennormem Tkn (V1 + V2) des KFT - jeweils zugeordnet zu 3 Leistungsgruppen)

Leistungen im KFT Skalen V1 + V4	Leistungen in der Begriffsbildungsuntersuchung Häufigkeit korrekter Lösungen		
	> 10,5	5,25 ... 10,5	< 5,25
6.Grundschule, Klassenstufe 4			
< 45	0	0	3
45 ... 55	3	7	7
> 55	6	8	2
		$r = 0,76$ ss	
13.Grundschule, Klassenstufe 6			
< 45	0	4	2
45 ... 55	1	3	0
> 55	11	6	0
		$r = 0,66$ ss	

6. Zusammenfassung und Ausblick

1. Zur Erfassung von Wissenskomponenten bei Schülern des mittleren Schulalters wurde aus Grundlagenuntersuchungen mit Analogieaufgaben abgeleitet eine spezifische Untersuchungsmethode entwickelt und bei 188 Schülern aus vier 4. und sechs 6.Klassen von drei Berliner Grundschulen eingesetzt. Durchgängig signifikante Korrelationen der Testergebnisse mit parallel dazu verfügbaren Schulnoten und erhobenen Leistungen im KFT weisen die Untersuchungsmethodik als geeignet aus, kognitive Fähigkeiten, speziell die Verfügbarkeit begrifflichen und prozeduralen Wissens zu erfassen. Die Aufgabenstellung, aus der Analyse der

Relationen zwischen zwei Begriffen zu einem dritten Begriff eine Analogie zu dem ersten Begriffspaar in freier Antwort zu konstruieren (also den fehlenden vierten Begriff entsprechend zu ergänzen), erwies sich zwar vor allem aus inhaltlichen Gesichtspunkten als recht anspruchsvoll, aber für die einbezogenen Klassenstufen durchaus angemessen. Eine kurze Instruktion und Übungsphase waren ausreichend, um mit dem im allgemeinen ungewohnten Aufgabentyp und dessen Lösung vertraut zu machen. Die Durchführung der Untersuchung als Gruppenversuch und 30 min Zeit für die Lösung von 21 Items (also im Mittel 1,5 min je Item), so daß die gesamte Untersuchung in einer regulären Unterrichtsstunde zu absolvieren war, erscheinen als zumutbare Beanspruchung von Schülern dieser Altersgruppe.

Diese Versuchsmethodik ist verallgemeinerbar. Die inhaltliche Auslegung in diesem Fall auf Fakten und prozedurales Wissen vor allem aus dem Fach Sachkunde gerichtet ist natürlich variabel. Die relativ hohe Fehlerrate beim freien Konstruieren von Antworten (im Vergleich mit dem Auswählen einer korrekten Antwort aus mehreren vorgegebenen Alternativen) und bei Verwendung anspruchsvoller Wissensgebiete hier u.a. naturwissenschaftliches und ökologisches Wissen hat gerade den Vorteil differenzierter Fehleranalysen. Der Lösungsvektor (korrekte Lösungen teilweise richtig / falsch falsche Lösungen keine Lösung), bezüglich der falschen Antworten noch einmal aufgespalten in anforderungsgerechtes und nichtanforderungsgerechtes Vorgehen, ist ein geeigneter Parameterblock für generalisierende und differentielle Aussagen. Insbesondere der Parameter "Häufigkeit (bzw. Prozentsatz) korrekter Lösungen" erwies sich in dieser Item und PbnStichprobe als recht sensibel.

2. Zur Verfügbarkeit von Wissen konnten mit der Analyse der Mehrfachantworten und aus dem Vergleich der Lösungsvektoren der einzelnen Items aufschlußreiche Erkenntnisse gewonnen werden. Naturwissenschaftliches und ökologisches Wissen (in Gegenüberstellung zum Alltagswissen) erwiesen sich in vielen Fällen als besonders lückenhaft. Bezugnehmend zum Abschnitt 5.5 sollen diese Wissenslücken hier zusammenfassend noch einmal genannt werden:

der Begriff Natur mit seinen Komponenten belebte und unbelebte Natur

der Begriff Wasserkreislauf als Naturvorgang mit seinen beiden Hauptprozessen "verdunsten" und "kondensieren"

die Begriffe "natürliche Düngung" und "natürliche Schädlingsbekämpfung"

der Begriff Biotop

die Begriffe Abgasfilter und Katalysator und der Begriff Kläranlagen

Unserer Meinung nach handelt es sich dabei um naturwissenschaftliches und ökologisches Grundwissen, mit dem Schüler des mittleren Schulalters sicherlich nicht überfordert sind.

Die in der Tendenz besseren Leistungen der Schüler der 6.Klasse in diesen Items und die Verkürzung der Differenz zwischen Alltagswissen einerseits und naturwissenschaftlichem und ökologischem Wissen andererseits sind in dieser Klassenstufe erwartungsgemäß.

Die Lücken im begrifflichen Wissen lenken die Aufmerksamkeit auf die Strategien der Schüler bei der Aneignung und Nutzung dieses Wissens ebenso wie auf die Strategien der Lehrer, solches Wissen und geeignete Begriffsbildungsstrategien zu vermitteln und anwendungsbereit auszubilden. Bei der Vermittlung und Aneignung neuen begrifflichen Wissens kommt es vor allem darauf an, daß dieses in der realen Vernetzung mit schon vorhandenem Wissen erlernt und gedächtnismäßig verankert wird. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sprechen dafür, zur Förderung des begrifflichen Denkens die Lösung von semantischen Analogieaufgaben im Unterricht stärker zu berücksichtigen.

3. Die Schwierigkeit der Lösung so komplexer Analogieaufgaben wie in dieser Untersuchung konnte nicht allein von Strukturmerkmalen bestimmt werden, obwohl die in Grundlagenuntersuchungen ermittelte Hierarchie von Relationsklassen und arten auch in den Lösungsraten widerspiegelt wurde. Als Faktoren der Schwierigkeit der Lösung derartiger Analogieaufgaben erwiesen sich: der Wissensbereich (sowohl der spezifische Sachverhalt als auch der Abstraktionsgrad), die Aufgabenstruktur und schließlich Assoziationen und Präferenzen zu anderem Gedächtnisbesitz, die sich entwicklungspsychologisch durch kindliche Erfahrung und

allgemeinen Sprachgebrauch herausgebildet haben. Gerade der zuletzt genannte Faktor kann die Lösung eines Items unerwartet befördern oder auch hemmen, wie bereits am zweiten Item der Übungsaufgaben demonstriert wurde.

4. Die Inbezugsetzung der Leistungen in dieser Untersuchung zu den im Fragebogen "Wie lernst Du?" ermittelten Daten steht noch aus. Aber auch die bisher nur "intern" durchgeführte Auswertung dieser Untersuchung informiert über Lernstrategien vor allem in der realen Handlungsebene:

Mit der Instruktion war die Vorgehensweise beim Lösen der 21 Items zwar prinzipiell vorgegeben, aber die Lösung der Aufgaben erforderte in jedem Falle den aktiven Einsatz unterschiedlicher individueller Lernstrategien. Nach theoretischen Überlegungen und in Auswertung der Antworten, insbesondere der Fehler, konnten vier unterschiedliche Lösungsstrategien festgestellt werden, je zwei des anforderungsgerechten und des nichtanforderungsgerechten Vorgehens.

Wenn im Ergebnis der Auswertung festgestellt werden konnte, daß die Antworten, auch der Überwiegende Teil der falschen Antworten, durch anforderungsgerechtes Vorgehen der Schüler zustande gekommen sind, spricht das für die Bereitschaft und Fähigkeit der Schüler, bei der Lösung systematisch, unter aktivem Einsatz von Lernstrategien vorzugehen.

Das relativ schlechte Resultat beim Lösen der Übungsaufgaben belegt, daß die Übung ein unbedingtes Erfordernis für die Aneignung rationeller Lernstrategien ist.

Die Korrelation zwischen den realen Leistungen und den Einschätzungen der Schüler über ihr Vorgehen beim Lösen spricht für realistische Reflexionen über ihre Lösungsstrategie.

Aufschlußreich ist die Analyse der fehlerhaften Antworten, die durch nichtanforderungsgerechtes Vorgehen zustande gekommen sind. Sie sind vor allem bei leistungsschwachen Schülern anzutreffen. Ungenügende Leistung ist offensichtlich nicht nur auf lückenhaftes Faktenwissen sondern auch auf ungenügende Fähigkeit und Fertigkeit zum systematischen Vorgehen beim Lösen zurückzuführen. Die Folge ist aber nicht unbedingt eine besonders hohe Rate nichtgelöster Items. Diese Schüler scheinen die Defekte in ihren Leistungsvoraussetzungen eher durch Ersatzlösungen zu kompensieren, indem sie sich von Assoziationen leiten lassen, einzelne Terme einfach wiederholen, formale Konstruktionen, anschauliche Situationen, Reime oder einfach den Plural von einem Term bilden. Sich von Oberflächlichkeiten des Versuchsmaterials, von Anmutungen und raschen Eingebungen leiten zu lassen ist auch eine Lösungsstrategie, wie auch das Ablehnen von Antworten als solche bezeichnet werden kann. Die Untersuchungsergebnisse belegen die wechselseitige Abhängigkeit zwischen Wissensbasis und Vorgehensweise beim Lösen von kognitiven Anforderungen. In der weiteren Auswertung könnte man erwarten, daß Schüler mit hoher Lösungsrate und überwiegend anforderungsgerechtem Vorgehen auch komplexere rationale Vorgehensweisen beim Lernen favorisieren, während Schüler mit niedriger Lösungsrate und ausgesprochen nichtanforderungsgerechter Vorgehensweise Lernstrategien mit einem mehr elementaren Niveau bevorzugen.

Der vorliegende Bericht konzentrierte sich nur auf die Untersuchung "Begriffe ergänzen" und fast ausschließlich auf eine "interne" Auswertung. In Fortführung dieses Berichtes sind folgende weiteren Auswertungen vorgesehen:

- Auswertung der zweiten Begriffsbildungsuntersuchung "Begriffe bestimmen / Begriffe raten"
- Auswertung der mit unterschiedlichen Fragebögen erhobenen Daten zur Motivation und Emotion
- Auswertung aller kognitiven, motivationalen und emotionalen Untersuchungen im Kontext mit den Befragungen zu den Lernstrategien.

Abschließend soll den Direktorinnen und den Klassenleiterinnen und Klassenleitern der 6., 13. und PeterPetersenGrundschule Berlin, in deren 4. und 6.Klassen diese Untersuchung durchgeführt wurde, recht herzlich für ihre Unterstützung gedankt werden. Dank gebührt auch Prof. Dr. von Rhöneck und Dr. Schnaitmann von der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg für die Anregung und Berechnung des Extremgruppenvergleichs, über den im Abschnitt 5.8 berichtet wurde.

Literatur

- Becker, R. (1985): Die Leserechtschreibschwäche aus logopädischer Sicht. Berlin
- Clauss, G. (1988): Fortschritte der Kognitionspsychologie und ihre Bedeutung für die Vermittlung und Aneignung von Wissen im pädagogischen Prozeß. In LOMPSCHER, JANTOS & SCHÖNIAN (Hrsg.): Psychologische Methoden der Analyse und Ausbildung der Lerntätigkeit. Berlin: Gesellschaft für Psychologie, 82-96
- Eckes, T. (1991): Psychologie der Begriffe. Strukturen des Wissens und Prozesse der Kategorisierung. Hogrefe, Göttingen, Toronto, Zürich
- Giest, H., Frohne, I. & Niederland, B. (1990): Kind und Wirklichkeit. Eine methodische Handreichung für den Heimatkunde/Sachunterricht. Berlin
- Giest, H. (1991): Einführung in die Naturwissenschaften Wege zur Ausbildung theoretischen Denkens in der Mittelstufe. Empirische Pädagogik, Heft 1/1991. Landau
- Giest, H. (1992): Wissenspsychologische Aspekte des Lernens und Lehrens im Sachunterricht. LLFBericht Heft 3/1992, Berlin
- Hoffmann, J. (1986): Die Welt der Begriffe. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften
- Hoffmann, J. (1987): Informationstechnologien und Kognitive Psychologie. In: Psychologie für die Praxis, Heft 1. Berlin, 5-24
- Jülisch, B. (1986): Psychologische Beiträge zur Analyse von Schülerkenntnissen. Diss. B, Berlin
- Jülisch, B. (1988): Die Identifizierung elementarer Effekte des Wissenserwerbs im jüngeren Schulalter. In Psychologie für die Praxis, Ergänzungsheft. Berlin, 51-63
- Jülisch, B. (1989): Analyse und Ausbildung von Begriffsstrukturen. In: Lompscher, J. (Hrsg.): Psychologische Analysen der Lerntätigkeit. Beiträge der Psychologie, Bd.24. Berlin: Verlag Volk und Wissen, 231-271
- Klix, F., Kukla, F. & Klein, R. (1976): Über die Unterscheidbarkeit von Klassen semantischer Relationen im menschlichen Gedächtnis. In: Klix, F. (Hrsg.): Psychologische Beiträge zur Analyse kognitiver Prozesse. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 302-314
- Klix, F. (1988): Gedächtnis und Wissen. In Mandl, H. & Spada, H. (Hrsg.): Wissenspsychologie. München Weinheim: Psychologie Verlags Union, 19-54
- Klix, F. (1990): Wissensrepräsentation und geistige Leistungsfähigkeit im Lichte neuer Forschungsergebnisse der kognitiven Psychologie. In: Zeitschrift für Psychologie, 198 (190). Berlin, 165-185
- Kluwe, R. (1988): Methoden der Psychologie zur Gewinnung von Daten über menschliches Wissen. In Mandl, H. & Spada, H. (Hrsg.): Wissenspsychologie. München Weinheim: Psychologie Verlags Union, 359-385
- Lerch, H.J. & Schlesier, A. (1992): Informationsverarbeitung durch Begriffe. Hogrefe, Göttingen, Toronto, Zürich
- Lompscher, J. (1991): Die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten Ausgangspositionen. Empirische Pädagogik, Heft 1/1991. Landau
- Lompscher, J. (1992): Zum Problem der Lernstrategien. LLFBerichte Heft 1/1992. Berlin
- Mandl, H. & Friedrich, H.F. (Hrsg.) (1992): Lern und Denkstrategien. Analyse und Intervention. Hogrefe, Göttingen, Toronto, Zürich
- Van der Meer, E. (1979): Über das Erkennen von Analogien (Ein Beitrag zu psychologischen Elementaranalysen kognitiver Prozesse). Diss. A, Berlin
- Van der Meer, E. (1983): Über den anforderungsabhängigen Einsatz von begrifflichem und inferellem Wissen. (Eine allgmeinpsychologische Analyse unter Einbeziehung von ontogenetischen und differentiellen Aspekten) Diss. B, Berlin
- Van der Meer, E. (1984): Die Verfügbarkeit semantischer Relationen als differentialdiagnostisches Kriterium. In KLIX, F. (Hrsg.): Gedächtnis Wissen Wissensnutzung. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 207-230

Vorläufiges Rahmenprogramm des Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg zum Sachunterricht, Klassen 1 - 4, Grundschule. 1991

Lehrmaterialien für den Heimatkunde und Sachunterricht der Klasse 4 (Verlage Volk und Wissen sowie Cornelsen). 1991

"Begriffe ergänzen" eine Untersuchung zur Erfassung von Wissenskomponenten