

**Die Ermittlung von Wissen, Verstehen und Problemlösen im  
Bereich Humanbiologie – eine empirische Untersuchung an  
Lehramtsstudierenden**

Inaugural Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors  
der Naturwissenschaften im Fachbereich Biologie  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Vorgelegt von Anna Gertrud Uihlein  
Gießen 2001

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Ziele des Naturwissenschaftlichen Unterrichts	3
3. Kenntnisstand der Lernenden	8
3.1. Das Wissen	8
3.2. Das Verstehen	9
3.3. Das Problemlösen	11
4. Die Ermittlung von Wissen, Verstehen und Problemlösefähigkeit	13
4.1. Anforderungen an die Evaluation	13
4.2. Verschiedene Arten von Testaufgaben	14
4.3. Überprüfen von Wissen, Verstehen und Problemlösefähigkeit	15
5. Fragestellungen und Hypothesen der Untersuchung	20
6. Beschreibung des Fragebogens	25
6.1. Beschreibung des Fragebogens	25
6.2. Durchführung der Befragung	33
7. Ergebnisse der Befragung und Diskussion	34
7.1. Auswertung der allgemeinen Angaben	34
7.1.1. Verteilung der Befragten auf die verschiedenen Lehrämter	34
7.1.2. Verteilung der Befragten auf die verschiedenen Studienfächer	34
7.1.3. Besuchter Biologieunterricht in der Oberstufe	36
7.2. Vergleich der Aufgabentypen	37
7.2.1. Ergebnisse bei den verschiedenen Aufgabentypen	37
7.2.2. Korrelationen zwischen den verschiedenen Aufgabentypen	41
7.3. Moderatorvariablen	45
7.3.1. Interesse	45
7.3.2. Selbsteingeschätztes Wissen	49
7.3.3. Verbale Intelligenz	51
7.3.4. Befindlichkeit im Unterricht	53
7.3.5. Einfluss der Eltern	54

7.4.	Vergleich zwischen guten und schlechten, bzw. sehr guten und schlechten Problemlösern	55
7.4.1.	Einteilung der Probanden in gute und schlechte Problemlöser	55
7.4.2.	Vergleich der guten und schlechten Problemlöser	56
7.4.3.	Vergleich der sehr guten und schlechten Problemlöser	61
7.5.	Die Bedeutung von Wissen und Verstehen für das Problemlösen	67
8.	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse des Fragebogens	72
8.1.	Einfluss der Moderatorvariablen	72
8.2.	Vergleich der Aufgabentypen	73
8.3.	Vergleich der guten und schlechten Problemlöser	75
8.4.	Überprüfung der Hypothesen anhand der dargestellten Ergebnisse	79
9.	Schlussfolgerungen für die Unterrichtspraxis aus den Ergebnissen der Befragung	82
10.	Vergleich der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“	84
10.1.	Begründung für die vergleichende Untersuchung der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“	84
10.2.	Durchführung des Vergleichs der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“	86
10.3.	Ergebnisse beim Vergleich der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“	88
10.3.1.	Ergebnisse des Vergleichs von „Netz“ und „Sätze“ in Kurs 1	88
10.3.2.	Ergebnisse des Vergleichs von „Netz“ und „Sätze“ in Kurs 2	90
10.3.3.	Einzelvergleich zweier Lösungen	92
10.4.	Bewertung der beiden Aufgabentypen durch die Probanden	94
10.5.	Zeitlicher Aufwand für beide Aufgabentypen bei der Durchführung und bei der Korrektur	97
11.	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse beim Vergleich von „Netz“ und „Sätze“	98
12.	Schlussfolgerungen aus dem Vergleich der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“	100

13. Zusammenfassung	103
13.1. Begründung für die Untersuchung	103
13.2. Konzeption und Durchführung der Untersuchung	103
13.3. Ergebnisse der Untersuchung	104
13.4. Schlussfolgerungen für den Unterricht	104
14. Literatur	106

## Anhang

Fragebogen	1
Verbaler Kurz-Intelligenztest	4
Aufgaben	5
Bewertungsbogen (Offene Fragestellung)	20
Bewertungsbogen (Geschlossene Fragestellung)	21

## 1. Einleitung

Ein Hauptziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts in allen Schulformen ist es, eine naturwissenschaftliche Grundbildung – Scientific Literacy – zu vermitteln. Die naturwissenschaftliche Grundbildung ist in dieser Konzeption als eine Kulturtechnik zu verstehen, die für die Bürger einer modernen Gesellschaft unabdingbar ist (Häußler u. a. 1998; Miller 1987; OECD 1999).

Diverse Untersuchungen, hier sei als ein wesentliches Beispiel die TIMSS-Studie erwähnt, machen jedoch deutlich, dass dies nur in unzureichendem Maße geschieht (Baumert & Bos & Watermann 1999). Die Schüler haben, selbst wenn sie über ein gewisses Maß an naturwissenschaftlichem Wissen verfügen, nur in seltenen Fällen die Fähigkeit, dieses Wissen anzuwenden. Sie erwerben also bestenfalls „Träges Wissen“ (IPN 2000).

Seit dem „TIMSS-Schock“ werden verschiedene Versuche unternommen, eine Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu erreichen. An dieser Stelle seien das von der OECD initiierte „Programme for International Student Assessment (PISA)“ und das BLK-Modell zur „Steigerung der Effizienz des Naturwissenschaftlichen Unterrichts“ genannt. Mit diesen beiden Programmen beispielsweise sollen auf internationaler wie auf nationaler Ebene Grundlagen für die Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts gelegt werden. Ein wesentlicher Gesichtspunkt hierbei ist, den Schülern immer wieder ihren Kompetenzzuwachs in den Naturwissenschaften erfahrbar zu machen. Dazu ist es erforderlich, eine Aufgabekultur, die den gesamten Unterricht durchzieht, zu entwickeln. Damit soll der Kompetenzzuwachs nicht nur gemessen, sondern den Schülern auch deutlich gemacht werden. Es müssen daher für die einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer Aufgaben entwickelt werden, die ein sicheres und rasches Erfassen des Wissenszuwachs und der wachsenden Problemlösefähigkeit möglich machen. Bisher gibt es in der Biologiedidaktik hierüber nur wenige empirische Untersuchungen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es deshalb, für den Biologieunterricht geeignete Aufgaben am Beispiel humanbiologischer Inhalte zu entwickeln und zu überprüfen. Es wurden Themen aus der Humanbiologie ausgewählt, weil diese einen nicht unerheblichen Teil des Biologieunterrichts ausmachen. Mit den verschiedenen Aufgaben sollen die Bloomschen Kategorien „Wissen“, „Verstehen“ und „Anwendung“ erfaßt werden (s. Bloom u. a. 1974). Anwendung wird hierbei mit Problemlösen gleichgesetzt. Es werden drei Aufgabekategorien zur Ermittlung von a) Wissen, b) Verstehen und c)

Problemlösen festgelegt. Die Aufgabenkategorien Wissen und Verstehen enthalten jeweils zwei Aufgabentypen, die Aufgabenkategorie Problemlösen besteht aus einem Aufgabentyp. Es soll untersucht werden, inwieweit Wissen und Verstehen von Begriffen die Problemlösefähigkeit beeinflussen. Es kann allerdings nicht der Gesamtkomplex des Begriffs „Verstehen“ erfasst werden, sondern es handelt sich vielmehr um den Versuch einer Operationalisierung eines Teilbereichs.

Wie die Unterrichtsforschung gezeigt hat, wird das Lernen von einer Vielzahl personinterner sowie personexterner Faktoren bestimmt (Häußler u. a. 1998). Deshalb soll mit der vorliegenden Arbeit weiterhin überprüft werden, inwieweit Moderatorvariablen (wie Elterneinfluss, Interesse, Einstellungen zu bestimmten humanbiologischen Themen usw.) die Ergebnisse bei den verschiedenen Aufgabentypen beeinflussen.

Dem Hauptteil der Untersuchung liegt ein Fragebogen zu Grunde, in dem die Probanden aufgefordert werden, verschiedene Aufgaben zu den Themen „Auge“, „Ohr“ und „Immunsystem“ zu beantworten. Außerdem werden persönlichen Daten (Alter, Semesterzahl, angestrebter Studienabschluß, Studienfächer usw.) erhoben. Mit geschlossenen Fragestellungen werden die verschiedenen Moderatorvariablen ermittelt. Ein Verbaler Kurz-Intelligenztest soll Aufschluss über die verbalen Fähigkeiten der Probanden geben.

Der Fragebogen wurde im WS 1999/2000 von 185 Studierenden verschiedener Lehrämter, alle mit dem Fach Biologie, bearbeitet.

In einem weiteren Teil der Arbeit wird die Vergleichbarkeit der beiden Aufgabentypen „Begriffsnetze“ und „Sätze“ der Aufgabenkategorie Verstehen ermittelt. Ziel ist dabei, herauszufinden, welcher der beiden Aufgabentypen für größer angelegte Studien sowie den Einsatz im Unterricht geeigneter ist (z. B. hinsichtlich der Zeitökonomie).

## 2. Ziele des Naturwissenschaftlichen Unterrichts

Als ein wichtiges Ziel des Unterrichts an allgemeinbildenden Schulen kann die Befähigung der Schüler angesehen werden, jetzige und spätere Lebenssituationen verantwortungsvoll zu bewältigen (Robinson 1970; Berck & Graf 1987; Killermann 1995; Eschenhagen, & Kattmann & Rodi 1998; Berck 1999). Hierzu werden in einer weitgehend durch Naturwissenschaften und Technologie bestimmten Gesellschaft ausreichende Einsichten in diese Bereiche verlangt.

Im Rahmenplan Biologie Sekundarstufe I (1996:5) für das Land Hessen wird diese Forderung folgendermaßen formuliert:

„Im Rahmen des Bildungs- und Erziehungsauftrags der Schule trägt das Fach Biologie dazu bei, dass Schülerinnen und Schüler befähigt werden, in Situationen des privaten und öffentlichen Lebens sachbezogen und verantwortungsbewußt zu entscheiden und zu handeln, in denen biologisches Verständnis und problemlösendes Denken erforderlich sind.

Darüber hinaus leistet der Biologieunterricht einen wesentlichen Beitrag zu einem wissenschaftlich fundierten Welt- und Selbstverständnis.“

Entsprechendes wird in den Kursstruktur-Plänen „Gymnasiale Oberstufe für das mathematisch-naturwissenschaftliche Aufgabenfeld“ (1994) gefordert. Ähnliche Zielangaben finden sich auch bei Autoren aus dem anglo-amerikanischen Bereich:

„One purpose of science education for the 21<sup>st</sup> century is the development of responsible citizenship for dealing with problems that have dimensions in science/technology such as those related to the environment, health, energy, and agriculture.“ (Hurd:1994:111)

„. . . the scientific literate person is one who is aware that science, mathematics, and technology are interdependent human enterprises . . . and uses scientific knowledge and scientific ways of thinking for individual and social processes.“ (Rutherford & Ahlgren 1990:1)

Shamos (1995:215) führt 3 Leitprinzipien auf, nach denen die Schüler in den Naturwissenschaften unterrichtet werden sollen:

- „1. Teach science mainly to develop appreciation and awareness of the enterprise . . .
2. To provide a central theme, focus on technology as a practical imperative for the individual's personal health and safety . . .
3. For developing social (civic) literacy, emphasize the proper use of scientific experts . . .“

Die unter 1 – 3 genannten Fähigkeiten werden zu dem zusammengefaßt, was Bybee (1997) Scientific Literacy nennt.

Die Bezeichnung Scientific Literacy wird seit rund 50 Jahren verwendet ( Bybee 1997; De Boer 1997; Hurd 1998). Als einer der ersten führte Hurd (1958) diese Bezeichnung ein, um das Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts zu beschreiben. Seitdem wird diese Metapher (Bybee 1997) zwar regelmäßig verwendet, jedoch liegt ihr keine allgemein anerkannte Definition zu Grunde (Fischer 1998). Die verschiedenen Autoren beschreiben vielmehr, was sie unter Scientific Literacy verstehen. Teilweise sind diese Beschreibungen sehr differenziert, wie beispielsweise bei Hurd (1998), der 23 Merkmale auflistet, die eine Person mit Scientific Literacy auszeichnen. Bei den verschiedenen Ausführungen zur Scientific Literacy sind zwar eine Vielzahl von Übereinstimmungen zu verzeichnen, die jedoch notwendigerweise sehr allgemein sind. Bybee & De Boer (1994) nennen 3 Ziele naturwissenschaftlichen Unterrichts, die diese Übereinstimmungen im Wesentlichen wiedergeben:

„(1) to acquire scientific knowledge , (2) to learn the processes or methodologies of the sciences, and (3) to understand the applications of science, especially the relationships between science and society and science-technology -society“

Diese drei Grundziele sind jedoch nicht mit Scientific Literacy gleichzusetzen, sondern beschreiben eher die Grundvoraussetzungen für das Erreichen von Scientific Literacy.

Am treffendsten wird Scientific Literacy wohl mit naturwissenschaftlicher Grundbildung übersetzt. Eine umfassende Definition für Scientific Literacy (naturwissenschaftliche Grundbildung) findet man bei Deutsches PISA Konsortium (2000:66):

„Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlußfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“

Hiermit ist wohl das Endziel dessen beschrieben, was man im günstigsten Fall durch naturwissenschaftlichen Unterricht erreichen kann; die „True Scientific Literacy“ wie sie von Shamos (1995) bezeichnet wird. Demgegenüber beschreibt Bybee (1997:56-61) 4 Stufen, die jeweils unterschiedliche Ausprägungen von Scientific and Technologic Literacy (STL) darstellen:

- Nominal STL :  
„An individual who is nominally literate in science understands a term, question or topic as scientific, but the level and adequacy of response demonstrates a clear misunderstanding“
- Functional STL:  
„Functional literacy means that individuals can use scientific and technology vocabulary but their use is often confined to a particular activity or need. . . .“
- Conceptual and Procedural STL:  
„These dimension of literacy consist of developing understanding of the way conceptual parts of a discipline relate to the whole discipline. . . I also include procedural knowledge and skills, such as the processes of scientific inquiry and technologic design. . . .“
- Multidimensional STL:  
„We must help learners to develop perspectives of science and technology that include the history of scientific ideas, the nature of science and technology, and the role of science and technology in personal life and society. . . .“

Diese Einteilung macht deutlich, dass Scientific Literacy nicht gleichsam in einem großen Wurf erreicht werden kann, sondern vielmehr in mehreren Stufen, die aufeinander aufbauen, im Laufe des naturwissenschaftlichen Unterrichts erarbeitet werden muß. Betont werden soll, dass Scientific Literacy sich auf keinen Fall in naturwissenschaftlichem Faktenwissen erschöpft, sondern vor allem die Anwendung dieses Wissens in den verschiedenen Lebensbereichen beinhaltet. Hierbei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass bei den meisten Schülern wahrscheinlich allenfalls die Stufe der „Functional Literacy“ erreicht wird, wie Baumert (1997) dies für die Absolventen eines naturwissenschaftlichen Grundkurses in der Gymnasialen Oberstufe annimmt und sie Shamos (1995) für 30% der Amerikaner vermutet. Das bedeutet, die Anwendung des naturwissenschaftlichen Wissens ist den Schülern nur in beschränktem Umfang möglich („ . . but their use is often confined to a particular activity or need“ Shamos 1995:3). Ein Problem, das auch im Abschneiden der deutschen Schüler bei der TIMS-Studie deutlich wird (Baumert & Bos & Watermann 1999; Lehrke 1999).

### Probleme bei der Vermittlung von Scientific Literacy

In vielen Fällen, wie zahlreiche Untersuchungen aufzeigen, mangelt es nicht nur an der Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, sondern dieses Wissen ist oft erst gar nicht vorhanden (Miller 1987; Shamos 1995 ). Fischer (1998:50) spricht sogar von „naturwissenschaftlichem Analphabetismus.“ Es ist daher nicht verwunderlich, wenn das Erreichen von Scientific Literacy - und sei es nur in den ersten beiden Stufen - kaum zu verzeichnen ist.

Nachfolgend sollen einige der Probleme aufgezeigt werden, die sich bei der Vermittlung von Scientific Literacy in der Schule ergeben:

1. Scientific Literacy ist ein so hohes Ziel, dass es im herkömmlichen Unterricht unerreichbar bleiben muß (Shamos 1995). Der Autor ist der Ansicht, dass sich wahrscheinlich allenfalls 4 – 5% der Amerikaner auf dem Niveau von „True Scientific Literacy“ befinden und es sich bei diesen vermutlich um Naturwissenschaftler handelt. Er stellt fest, dass trotz jahrzehntelanger Bemühungen im Schulunterricht kein Zuwachs an Scientific Literacy zu verzeichnen ist und sieht deren Vermittlung somit folgerichtig als gescheitert an.

2. Die Wertschätzung der Naturwissenschaften innerhalb der Gesellschaft und damit im Bildungskanon ist zu gering, wie Gräber (2000) im Hinblick auf eine Umfrage der Zeitschrift Stern (4/99) zur Allgemeinbildung bedauert. Um Allgemeinbildung abzufragen werden nur zu einem geringen Teil Fragen naturwissenschaftlichen Inhalts gestellt. Daraus kann man schließen, dass Kenntnisse in den Naturwissenschaften nicht unbedingt als wesentlich für einen gebildeten Menschen angesehen werden.

3. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht steht zu wenig Zeit zur Verfügung (VdBiol 2000; Schäfer 2000). Beide Verbände fordern für die Sekundarstufe I einen durchgehend zweistündigen Unterricht in den Fächern Physik, Chemie und Biologie. Diese Forderung wird in keinem Bundesland erfüllt.

4. Die Inhalte des naturwissenschaftlichen Unterrichts und die Unterrichtsmethoden sind zur Vermittlung von Scientific Literacy ungeeignet ( Buck 1997; Herron 1997; Holbrook 1998). Das in der Schule vermittelte naturwissenschaftliche Wissen hat kaum Bezug zum täglichen Leben (Holbrook 1998). Die Schüler empfinden deshalb den naturwissenschaftlichen Unterricht als irrelevant und verlieren das Interesse.

5. Die Schüler können vermitteltes Wissen oftmals nicht anwenden, wie beispielsweise TIMSS gezeigt hat. Anscheinend lernen die Schüler den Umgang mit Wissen bei der Aufgabenbewältigung nur in unzureichendem Maße. Sie können vielfach nur solche Aufgaben lösen, deren Struktur ihnen bekannt ist und vollziehen

im Unterricht aufgezeigte Lösungswege lediglich nach. Die selbständige Anwendung des erworbenen Wissen liegt im Argen. (Lehrke 1999)

6. Die Schüler verlieren das Interesse an den Naturwissenschaften, weil sie keinen Zuwachs ihres Wissens erfahren (Harms & Bündler 1999). Die einzelnen Wissenskomponenten werden oft, ohne dass ein Zusammenhang deutlich wird, aneinandergereiht. Beim BLK-Modellversuch „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ wird deshalb im Modul 5: „Zuwachs an Kompetenz erfahrbar machen“ gefordert, Aufgabenstellungen zu entwickeln, die früher Gelerntes mit neuem Lernstoff verbinden. Es könnten beispielsweise Wiederholungsaufgaben in solche zum neuen Lernstoff eingebettet werden. (Prenzel & Duit 1999)

Auch wenn man mit Shamos einer Meinung ist, dass es kaum möglich ist, durch Unterricht „True scientific literacy“ zu vermitteln, besteht doch weiterhin die Verpflichtung, die Schüler in den Naturwissenschaften zu unterweisen, damit sie Grundverständnis und Wertschätzung für diesen wichtigen gesellschaftlichen Bereich entwickeln können. Das bedeutet, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht den aufgezeigten Problemen begegnet werden muß.

Der einzelne Lehrer der Naturwissenschaften hat gar keinen oder nur sehr geringen Einfluss auf die Punkte 2 - 3. Auf Punkt 4 kann er allenfalls durch seine Teilnahme an der Erstellung von Lehrplänen in geringem Umfang einwirken. Die Punkte 5 und 6 kann er jedoch durch seinen Unterricht maßgebend beeinflussen. Er kann die Anwendung des vermittelten Wissens durch geeignete Aufgabenstellungen mit den Schülern üben und ihnen ebenso ihren Wissenszuwachs immer wieder vor Augen führen (BLK 1997).

### 3. Der Kenntnisstand der Lernenden

Unter Kenntnissen wird im Folgenden das Wissen und Verstehen bestimmter Inhalte sowie die Fähigkeit verstanden, das Wissen in sinnvoller Weise, z. B. beim Problemlösen einzusetzen. Abbildung 1 zeigt die hypothetischen Zuordnung von Aufgabentypen (Zuordnung, Erläuterung usw.) zu den Aufgabenkategorien (Wissen, Verstehen, Anwenden).

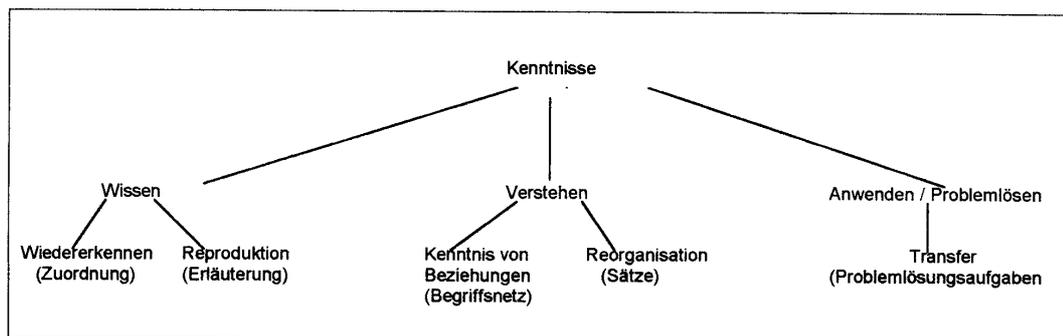


Abb.1: Zuordnung der verschiedenen Aufgabentypen zu den Aufgabenkategorien

#### 3.1 Das Wissen

Wissen stellt begriffliche oder bildliche Erfahrungsinhalte dar und ist somit grundlegende Voraussetzung für die kognitive Repräsentation dieser Inhalte. Ein subjektives Lexikon organisiert das Wissen und macht es somit verfügbar (Dorsch 1992). Generell handelt es sich bei der kognitiven Dimension „Wissen“ um einen sehr umfang- und facettenreichen Bereich menschlichen Denkens. So schreibt Bloom (1974:43): „Eines der Hauptprobleme in bezug auf das Wissen ist die Bestimmung dessen, was in diese Kategorie eingeordnet werden kann, denn es gibt viele verschiedene Arten, etwas als Wissen zu bezeichnen.“ Auch in der pädagogischen Psychologie werden auf Grund dieser Schwierigkeit sehr unterschiedliche Aspekte des Wissens behandelt. So führt beispielsweise Rost (1998: 200) sieben verschiedene Arten von Wissen auf:

- deklaratives Wissen ( Wissen, dass . . . )
- prozedurales Wissen ( Wissen, wie.. . . )
- kontextuelle Wissen ( Wissen, wann und warum. . . )
- metakognitives Wissen ( Wissen, was ich weiß . . . )
- epistemisches Wissen ( Wissen über Begriffe, Sachverhalte, Prozesse sowie Handlungsmöglichkeiten)
- heuristisches Wissen ( Wissen über Problemlösetechniken und Problemlösestrategien)

In der vorliegenden Arbeit erfolgt eine Beschränkung auf das deklarative Wissen, das im Folgenden kurz als „Wissen“ bezeichnet wird. Unter dem deklarativen Wissen wird das Wissen über Sachverhalte verstanden, also das Wissen, dass etwas sich so oder so verhält. (Edelmann 1996; Mietzel 1998; Rost 1998). Hierzu wird auch das Wissen von Begriffen gezählt.

„Erwerb von Sachwissen durch sprachliches Lernen bedeutet also Erkennen von Aussagen, Bedeutungen, Inhalten von Wörtern und Sätzen oder mit anderen Worten Aufbau von kognitiven Strukturen“ Edelmann (1996:200). Der Erwerb von Wissen, hauptsächlich von deklarativem Wissen, ist als eines der häufigsten Ziele im Unterricht anzusehen.(Bloom 1974; Edelmann 1996). Eine Rechtfertigung für diese Schwerpunktsetzung ist, daß Wissen als Grundlage für alle anderen Ziele des Unterrichts angesehen wird. Verstehen und Problemlösen kann nur auf Wissen gestützt stattfinden (Bloom 1974). Dem Bloomschen Ansatz folgend soll Wissen hier so verstanden werden, dass es das Wiedererkennen und Reproduzieren von Fakten beinhaltet (s. Abb.1). „Dabei verstehen wir unter Wissen, daß der Schüler nachweisen kann, daß er etwas behalten hat, entweder durch Wiederholen oder Wiedererkennen einer Idee oder eines Phänomens, mit dem er sich im Unterricht beschäftigte.“ (Bloom 1974:41) Nach diesem eingeschränkten Verständnis von Wissen ist es durch Aufgaben, die beispielsweise das Wiedererkennen von Begriffsdefinitionen beinhalten, abprüfbar. Nach Bloom stellt der hauptsächlich psychologische Vorgang beim Wissen das Erinnern dar.

### 3.2 Das Verstehen

Der Begriff Verstehen wird in der pädagogischen Psychologie eher selten verwendet. Eine Definition von Verstehen findet sich bei Zimbardo (1983:301): „Verstehen heißt, ein Sinnverständnis für eine neue Erfahrung aus ihrer Ähnlichkeit mit Elementen vertrauter Erfahrungen zu entwickeln.“ Es wird bei dieser Definition jedoch deutlich, daß beim Verstehen ein Bezug zwischen Wissen . . . „...den Elementen vertrauter Erfahrung. . .“ und neuer Erfahrung, die es zu verstehen gilt, hergestellt wird. Auch Dorsch (1992) betont beim Verstehen die Einordnung von Wahrnehmungsinhalten in die schon vorhandene Erfahrung. Über reines Wissen hinaus können Gedächtnisinhalte dann als verstanden angesehen werden, wenn sie eine bedeutungsvolle Verknüpfung erfahren haben. Verstandene Gedächtnisinhalte werden weit besser behalten als Unverstandenes und außerdem fördert Verstehen die Fähigkeit zum Problemlösen (Pressley & MC Cormick 1995).

White & Gunstone (1998) betonen die Vielschichtigkeit von Verstehen und bezeichnen es als einen fortlaufenden Prozeß, der viele Dimensionen umfaßt. Sie unterscheiden die folgenden Verständnisbereiche:

- Verstehen von Begriffen
- Verstehen ganzer Disziplinen
- Verstehen einzelner Wissensselemente
- Verstehen ausgedehnter Kommunikation
- Verstehen von Situationen
- Verstehen von Menschen

In allen Bereichen gehen sie davon aus, dass Verstehen ein kontinuierlicher Prozeß ist und nicht ein absolutes Maß darstellt. Bloom u. a. (1974) beziehen Verstehen auf das Erfassen des wörtlichen Inhalts einer Information und sie gehen zumindestens von drei Stufen des Verstehens aus: Dem Übersetzen, Interpretieren und Extrapolieren. Unter Übersetzen verstehen sie hierbei die Überführung von einem Abstraktionsniveau auf ein anderes, beispielsweise die Formulierung eines Problems mit eigenen Worten. Beim Interpretieren geht es darum, das Wesentliche einer Aussage zu erkennen und Zusammenhänge zu begreifen. Das Extrapolieren beschreibt die Fähigkeit aus einer Aussage unmittelbare Folgerungen zu ziehen.

Nachfolgend soll Verstehen auf den Bereich beschränkt werden, den White & Gunstone (1998) als das Verstehen von Begriffen bezeichnen. Als Schwerpunkt des Verstehens soll das Wesentliche einer Aussage zu begreifen und Zusammenhänge zu erkennen angesehen werden. Dies entspricht der Stufe des Verstehens, die Bloom u.a. (1974) das „Interpretieren“ nennen. Das Verstehen eines Begriffs beinhaltet somit über das Wissen der Begriffsdefinition hinaus die Kenntnis seiner Bedeutung und seines Zusammenhangs, d. h. seiner Beziehungen zu anderen Begriffen innerhalb des jeweiligen Themenbereichs. Indem Verstehen auf den genannten Bereich sowie auf die Stufe des Interpretierens nach Bloom u. a. eingeschränkt wird, soll es fassbar, d. h. überprüfbar werden. Das Verstehen kann durch eine Reorganisation vorhandenen Wissens verdeutlicht werden (s. Abb.1)

Wissen und Verstehen stehen in einem engen Zusammenhang. Generell wird Wissen in einem bestimmten Inhaltsbereich als unbedingte Notwendigkeit des Verstehens in diesem Bereich vorausgesetzt. „Der Aufbau inhaltsspezifischer Wissenssysteme ist für komplexe kognitive Leistungen eine unabdingbare Voraussetzung“ (Weinert 1996:39).

### 3.3 Das Problemlösen

Wie schon vorn (S.1) angeführt wird es als eines der wichtigsten Ziele allen Schulunterrichts angesehen, die Schüler zu befähigen, in ihrem gegenwärtigen und zukünftigen Leben Probleme zu lösen (u. a. Hessisches Kultusministerium 1996). Nicht die Anhäufung von Wissen kann Zweck des Unterrichts sein sondern die Anwendung des Wissens bei der Lösung von Problemen muß gelernt werden. Dies setzt eine Übertragung des vorhandenen Wissens auf die betreffende Problemsituation voraus.

„ Die Tatsache, daß das meiste von dem, was wir lernen, für die Anwendung auf Problemsituationen des alltäglichen Lebens gebraucht wird, deutet bereits an, wie wichtig Lernziele der Anwendung in den allgemeinen Curricula sind“ (Bloom u. a. 1974:132). Die Anwendung von Wissen und Verständnis wird von Bloom u. a. als Schwerpunkt des Problemlösens angesehen. Auch von Seller (1991) wird der Erwerb von bereichsspezifischen Wissen als unabdingbare Voraussetzung der Entwicklung von Problemlösefähigkeit angesehen.

Die Lösung von Problemen unterschiedlicher Art wird als ein Hauptaspekt menschlichen Handelns angesehen (Bloom u. a. 1974; Edelmann 1996). Es ist daher verständlich, dass die Kompetenz zum Problemlösen als Hauptziel des Unterrichts angesehen wird. In der Psychologie wird Problemlösen als ein Sonderfall des Handelns bezeichnet, bei dem ein angestrebtes Ziel wegen eines Hindernisses nicht auf direktem Wege erreicht werden kann (Edelmann 1996; Süß 1996). Bei Problemen wird zwischen klar definierten (well-defined) und unklar definierten (ill-defined) Problemen unterschieden (Dorsch 1996; Mietzel 1998). Bei einem klar definierten Problem wird ausdrücklich ein Ziel benannt, das es zu erreichen gilt. Außerdem liegen die für die Lösung des Problems relevanten Informationen vor. Demgegenüber ist das Ziel bei einem unklar definierten Problem unbestimmt und damit auch die möglichen Lösungswege. Ein unklar definiertes (ill-defined) Problem wäre z. B. für den Lehrer die Verbesserung der Arbeitshaltung seiner Schüler.

Beim Vorgang des Problemlösens können algorithmische und heuristische Methoden unterschieden werden. Während bei den algorithmischen Methoden genaue Lösungswege vorgegeben werden, die sicher zum Ziel führen, beispielsweise Rechenwege zum Lösen mathematischer Aufgaben, muß bei den heuristischen Methoden der Lösungsweg eigenständig gefunden werden (Mietzel 1998).

Während des Unterrichts werden die Schüler vorwiegend mit klar definierten Problemen konfrontiert; d. h. es wird ihnen in Aufgaben ein Problem geschildert und

es wird ihnen ein klares Ziel vorgegeben, das sie erreichen sollen. Im vorangegangenen Unterricht wurden ihnen zur Problemlösung notwendige Informationen, in den meisten Fällen also das nötige bereichsspezifische Wissen, zur Verfügung gestellt.

Für das Problemlösen ist es notwendig über anwendbares Wissen zu verfügen (Gräsel & Mandel 1999; Süß 1996). Die Expertise-Forschung ergab bisher, dass Experten im Problemlösen sich von Novizen vor allem durch ein weit größeres bereichsspezifisches Wissen unterscheiden. Wissen ist sogar ein weit größerer Prädiktor für die Problemlösekompetenz als Intelligenztestleistungen. (Pressley & McCormick 1995; Waldmann 1996). So zeigen z. B. Experten für Fußball oder Schachspiel oftmals geringere Leistungen in Intelligenztests als Novizen, verfügen jedoch über ein größeres Wissen als diese in den entsprechenden Bereichen. So haben sie beispielsweise bestimmte Spielsituationen in ihrem Gedächtnis gespeichert. Lernen, das die Problemlösekompetenz erhöht, ist somit als ein Prozess langwieriger Arbeit zu sehen, der mit dem Erwerb großer Wissensmengen verbunden ist (Gruber & Mandel 1996; Süß 1996). Bereichsspezifisches Wissen ist demnach als eine Grundvoraussetzung für Problemlösekompetenz anzusehen.

Um den Schülern ihren Kompetenzzuwachs vor Augen zu führen und den weiteren Lernvorgang sinnvoll zu steuern, ist die regelmäßige Ermittlung des Kenntnisstandes der Schüler nötig (von Davier & Hansen 1998). Die Ermittlung des Kenntnisstandes kann durch Beobachtung der Schüler erfolgen, was allerdings sehr aufwändig ist und Schwierigkeiten bei der Verallgemeinerung mit sich bringt. Deshalb erscheint es angebracht, schriftliche Aufgaben zu entwickeln, die eine zeitlich und aufwandsmäßig möglichst ökonomische Erfassung der Kenntnisse ermöglichen. Durch die Ermittlung des Kenntnisstandes mittels verschiedener Aufgaben kann eine Annäherung an die folgenden unterrichtlichen Ziele erfolgen:

- Die Schüler „können dort abgeholt werden, wo sie stehen“, was ein gezieltes Weiterarbeiten ermöglicht.
- Durch die Beschäftigung mit den gestellten Aufgaben tritt ein Übungseffekt ein, da der bereits unterrichtete Stoff wiederholt wird.
- Den Schülern wird ihr Wissenszuwachs vor Augen geführt und damit möglicherweise die Lernbereitschaft erhöht.

#### **4. Die Ermittlung von Wissen, Verstehen und Problemlösefähigkeit**

Die Ermittlung von Wissen, Verstehen und Problemlösefähigkeit erfolgt im Unterricht vielfach durch die Bearbeitung schriftlicher Testaufgaben. Diese Testaufgaben sollen so weit wie möglich die allgemein gültigen Kriterien der Evaluation erfüllen.

##### **4.1 Anforderungen an die Evaluation**

Bei der Evaluation wird in der Regel zwischen der summativen und der formativen Evaluation unterschieden (Bloom & Hastings & Madaus 1971). Während die summative Evaluation zumeist am Ende einer längeren Unterrichtssequenz, meist sogar am Ende einer Unterrichtseinheit, vorgenommen wird, werden bei der formativen Evaluation während des Unterrichtsverlaufs Tests durchgeführt. Die summative Evaluation kann dementsprechend wenig zur Steuerung des Unterrichtsverlaufs beitragen. Sie dient in erster Linie der Feststellung, inwieweit stattgefundenen Unterricht erfolgreich war und wird in erster Linie zur Notengebung eingesetzt. Die formative Evaluation hingegen kann zur Steuerung von Lehr- und Lernbemühungen deutlich beitragen (von Davier & Hansen 1998). Den Schülern kann z. B. gesagt werden, an welchen Stellen sie den Lernstoff beherrschen und wo sie Anstrengungen unternehmen müssen, um Lücken zu beseitigen. Vor allem schwächere Schüler scheinen von dieser Form der Beurteilung zu profitieren (von Davier & Hansen 1998).

Die Lehrer können direkt mittels der formativen Evaluation Defizite im Lernprozess ihrer Schüler erkennen. Sie werden dadurch in die Lage versetzt, den weiteren Unterrichtsverlauf gezielt auf die Beseitigung dieser Defizite auszurichten. Die Ansprüche, die an das Testwerkzeug gestellt werden, sind für beide Formen der Evaluation im Wesentlichen gleich.

Zur Beurteilung von Testqualität sind drei Gütekriterien maßgebend: Objektivität, Reliabilität und Validität (Rost 1996). Die Objektivität ist dadurch gekennzeichnet, dass das Testergebnis unabhängig ist von jedweden Einflüssen außerhalb der Testperson, wie z. B. auswertender Person, Prüfungssituation usw. Die Reliabilität (Zuverlässigkeit) gibt an, wie genau der Test das misst, was er messen soll; beispielsweise die Kenntnis einer bestimmten Begriffsdefinition oder das Verstehen der Begriffsbedeutung. Reliabilität bedeutet also Meßgenauigkeit.

Mit Validität ist gemeint, inwieweit der Test das misst, was er messen soll. Wird also z. B. mit einem Test im Biologieunterricht wirklich das biologische Wissen abgefragt oder eher die Sprach- oder Zeichenfähigkeit. Es geht hierbei also um die Gültigkeit des Tests (Rost 1996; Sacher 1996; Kaiser 1999).

Unter den Bedingungen im Unterricht ist es schwierig die Forderungen sowohl nach Reliabilität als auch nach Validität in wünschenswertem Ausmaß zu erfüllen. Bezüglich der Reliabilität ergibt sich die Schwierigkeit, dass ein durchgeführter Test notwendigerweise den Wiederholungstest beeinflusst (Krauth 1995). Bei Papier- und Bleistifttests ist eine umfassende Validität kaum erzielbar, da die entsprechenden Kulturtechniken stets mitgetestet werden (Sacher 1996).

Tests, die in der Schule verwendet werden, sind gemeinhin nicht auf ihre Validität bzw. Reliabilität im Sinne von statistischen Gütekriterien hin überprüft ( von Davier & Hansen 1998). Die Grundfrage der Objektivität bei schulischen Tests lautet meist: Käme ein anderer Prüfer zu denselben Ergebnissen, d. h. sind diese unabhängig von der Lehrperson ? (Sacher 1996). Hierbei sind vor allem die folgenden Aspekte in der Schule von Bedeutung: die Durchführungsobjektivität ( – hatten alle Prüflinge während der Prüfung die gleichen Bedingungen ?) und die Auswertungsobjektivität (– kommt eine andere Person bei der Beurteilung der Testaufgaben zur gleichen Bewertung ?). Die Durchführungsobjektivität kann durch die Kontrolle der äußeren Bedingungen zumeist in ausreichendem Maße gesichert werden. Die Auswertungsobjektivität kann durch die Festlegung von möglichst eindeutigen Bewertungskriterien weitgehend gewährleistet werden.

#### 4.2 Verschiedene Arten von Testaufgaben

Bei den Testaufgaben kann man drei große Aufgabengruppen unterscheiden (Sacher 1996):

- Die geschlossenen Aufgaben, bei denen beispielsweise eine richtige Antwort aus verschiedenen Aufgaben ausgewählt werden muß ( z. B. multiple choice) oder bestimmte Aufgabenelemente einander eindeutig zuzuordnen sind ( z. B. Begriff und zugehörige Begriffsdefinition).
- Die halboffenen Aufgaben, bei denen es mehr als eine festgelegte Lösungsmöglichkeit gibt; beispielsweise die Erstellung eines Begriffsnetzes mit vorgegebenen Begriffen oder die Verknüpfung vorgegebener Begriffe in Sätzen.
- Die offenen Aufgaben, bei denen eine weitgehend freie Bearbeitung möglich ist, beispielsweise sogenannte Problemlösungsaufgaben.

Mit geschlossenen Aufgaben wird meist nur „Wissen“ (im Sinne der Bloomschen Lernzielkategorien) abgefragt. Hierbei besteht die kognitive Leistung im „Wiedererkennen“ gelernter Inhalte. Bei halboffenen Aufgaben kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass die Kategorie „Verstehen“ zur Anwendung kommt. Zur Lösung dieser Aufgaben reicht es nicht, Gedächtnisinhalte zu reproduzieren, sondern es muß eine Reorganisation der gelernten Inhalte erfolgen.

Bei den offenen Aufgaben muß völlig eigenständige eine „Anwendung“ von Gedächtnisinhalten stattfinden.

Bei allen aufgeführten Aufgabentypen muß vor ihrer Anwendung in einem Test sichergestellt sein, dass den Prüflingen die zugehörige Bearbeitungstechnik hinreichend vertraut ist, weil ansonsten die Validität des Tests erheblich beeinträchtigt wird (Sacher 1996).

Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass mit zunehmender Komplexität der zu prüfenden Inhalte die Erstellung von Prüfungsaufgaben schwieriger wird.

#### 4.3 Überprüfen von Wissen, Verstehen und Problemlösefähigkeit

Als ein Schwerpunkt des deklarativen Wissen kann das Wissen von Begriffen angesehen werden (s. 3.1). Daher ist es wichtig, den Erwerb von bereichsspezifischen Begriffen bei den Schülern sicherzustellen. Die Überprüfung des Begriffswissens kann z. B. geschehen, indem man den Schülern die Aufgabe stellt, vorgegebene Begriffe und Definitionen einander richtig zuzuordnen. Hierbei ergibt sich dann jeweils eine eindeutige Lösungsmöglichkeit. Allerdings muss man sich hierbei bewusst sein, dass ein Wiedererkennen schon genügt; d. h. wenn die Zuordnung von Begriffsnamen und Definition im Gedächtnis verankert ist, ist die gestellte Aufgabe vollständig lösbar. Die Lösung dieser Aufgabe gibt jedoch keine Auskunft darüber, ob der Proband über einen reinen Verbalismus hinaus den Begriff sinnvoll in seinem Gedächtnis verankert hat.

Eine weitere Möglichkeit das Wissen von Begriffen zu überprüfen besteht darin, die Schüler aufzufordern, zu vorgegebenen Begriffen selbständig Definitionen oder erklärende Erläuterungen zu formulieren. Hierbei ist ein höheres Maß an Eigentätigkeit notwendig als bei der einfachen Zuordnung. Allerdings ist auch hierbei nicht sichergestellt, dass nicht lediglich Auswendiggelerntes wiedergegeben wird. Im Gegensatz zu der zuerst aufgezeigten Möglichkeit, ist hierbei jedoch die Auswertung wesentlich schwieriger, da entschieden werden muß, ob die Darstellung richtig und umfassend genug ist. Außerdem muß man sich darüber klar sein, dass bei dieser Aufgabenstellung in nicht unerheblichen Maße verbale Fähigkeit die Qualität der Lösung beeinflussen können. Die Validität ist also eingeschränkt. Allerdings sind beide aufgeführten Methoden in der schulischen Unterrichtspraxis weit verbreitet und liefern wohl auch zufriedenstellende Hinweise auf den Wissenstand der Schüler bezüglich der zu vermittelnden Begriffe (s. Aufgaben in Schulbüchern oder Aufgabensammlungen)

Um das Verstehen von Begriffen zu ermitteln, bietet sich die Methode des Concept Mapping (des Erstellens von Begriffsnetzen) an (McClure & Sonak & Suen 1999).

Die Technik des Concept Mappings kann bis zu den Arbeiten von Ausubel, Novak und Gowin in den frühen Siebzigerjahren des 20. Jahrhunderts zurückverfolgt werden. (Novak & Gowin 1984). Zur Erstellung von Begriffsnetzen werden die Probanden aufgefordert, vorgegebene oder selbst ausgewählte Begriffe zu einem Thema sinnvoll anzuordnen und durch Relationen (Beziehungen) miteinander zu verbinden. Die Relationen werden zumeist an Pfeile geschrieben, die die verschiedenen Begriffe miteinander verbinden. Die Pfeilrichtung gibt hierbei die Leserichtung an.

In Abbildung 2 ist ein Beispiel für ein solches Begriffsnetz aufgeführt (verändert nach Lumer u. a. 1998)

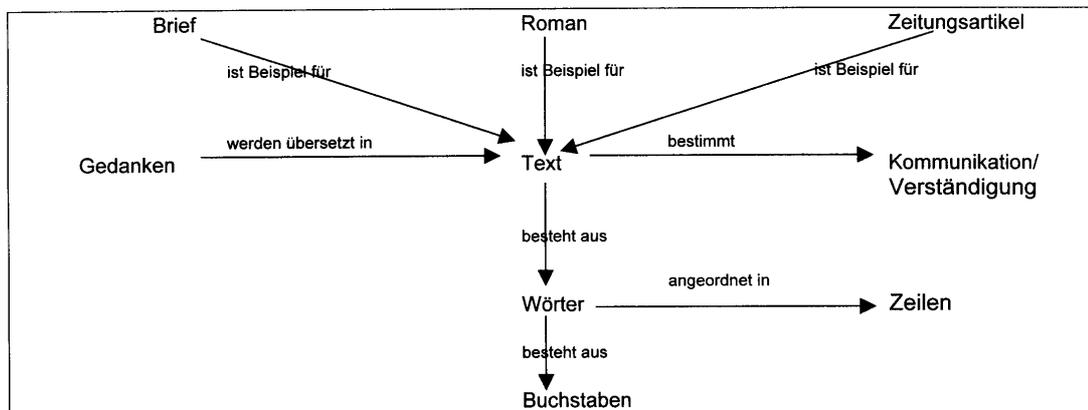


Abb.2: Begriffsnetz zum Thema „Schreiben“

Diese Methode wurde in den letzten Jahren von zahlreichen Autoren zur Instruktion und zur Evaluation benutzt und weiterentwickelt (Graf 1989; Ruiz-Primo & Shavelson 1996; Häußler u a. 1998; White & Gunstone 1998; Mc Clure & Sonak & Suen 1999; Peukert 1999; Peukert & Rothenhagen & Sylvester 1999; Fischler & Peukert 2000). Da beim Concept Mapping der Proband die Begriffe seines Netzes sinnvoll mittels Relationen verbinden muß, wird davon ausgegangen, dass es nicht möglich ist, lediglich Auswendiggelerntes wiederzugeben. Das Begriffsnetz spiegelt in einem bestimmten Ausschnitt die Gedächtnisstruktur dessen wider, der das Begriffsnetz erstellt hat. Die Begriffsnetze enthüllen die Beziehungen, die der Proband zwischen den Begriffen sieht. (White & Gunstone 1999). Hierin folgt die Verwendung von Concept Maps einer kognitionspsychologischen Sichtweise. (Fischler & Peukert 2000).

Uneinigkeit besteht teilweise darin, auf welche Weise die Auswertung der Begriffnetze erfolgen soll. Es wird beispielsweise von Novak & Gowin (1984) dafür plädiert, ein Begriffsnetz als Ganzes zu bewerten. „Concept maps can be similar to paintings; you either like them or not: A simple qualitative judgement of students’

concept maps is all that some teachers want.“ (Novak & Gowin 1984: 97). Eine sicherlich sehr subjektive und den Ansprüchen an ein Testinstrument nicht genügende Bewertungsweise. Deshalb geben Novak und Gowin (1984) im weiteren auch ein quantitatives Bewertungsschema an. Sie betonen jedoch, dass sie dies nur als ein Zugeständnis an die übliche Bewertungspraxis von Aufgaben ansehen. Bei ihrem Bewertungssystem gibt es Punkte für bedeutungsvolle Relationen zwischen den Begriffen, für das Ausmaß der hierarchischen Anordnung der Begriffe im Netz, Querverbindungen zwischen den Begriffen und Beispiele für verwendete Begriffe. Außerdem wird der Vergleich mit einem sogenannten Bezugsnetz, das von einem Experten erstellt wurde, vorgeschlagen.

Während Novak & Gowin (1984) nur hierarchische Begriffsnetze gelten lassen, sind White & Gunstone (1998) der Meinung, dass eine hierarchische Anordnung der Begriffe nur für einen Teil der Netze sinnvoll ist. Sie machen die Bewertung der Begriffsnetze von einem Vergleich mit einem vom Lehrer erstellten Bezugsnetz abhängig. Die Art der Bewertung bleibt allerdings bewußt sehr vage. „The methods include the highly subjective one of gaining a general impression from inspecting the map, comparing it with the teacher`s, and giving a global score in the same manner as marks are often determined for creative writing; and another of giving credit for the number of links that are the same as those in the teacher`s map, with variations such as subtractions for incorrect links or additions for particularly insightful links.“ (White & Gunstone 1998: 39). Eine beachtliche Anzahl von Autoren schlägt mit leichten Variationen folgende Art der Bewertung von Begriffsnetzen vor: Es gibt Punkte für korrekte und relevante Relationen zwischen den Begriffen. (Ruiz-Primo & Shavelson 1996; Häußler u. a. 1998; Rice & Ryan & Samson 1998)

McClure & Sonak & Suen (1999) konnten in ihrer Untersuchung nachweisen, dass diese Art der Bewertung sinnvoll ist und hohe Korrelationen zu den Ergebnissen aufweist, die mit anderen Testmethoden z. B. Multiple Choice im gleichen Inhaltsbereich festgestellt werden.

Graf (1989) verwendet ein sehr ausgefeiltes System der Bepunktung. Er vergibt pro Begriff insgesamt 5 Skalenwerte, bei denen Anzahl der Verknüpfungen und Korrektheit der Relationen berücksichtigt werden. Begriffe mit den Skalenwerten 0, 1 und 2, bei denen die Anzahl der falschen Relationen die der richtigen übersteigt, werden als nicht beherrscht angesehen. Bei den Begriffen mit den Skalenwerten 3 und 4 ist die Anzahl der richtigen Relationen größer als die der falschen und bei Skalenwert 5 sind nur richtige Relationen zwischen den Begriffen vorhanden.

Eine Alternative zu den Begriffsnetzen bilden Sätze (Aussagen), in denen die zu überprüfenden Begriffe sinnvoll miteinander verknüpft werden. Auch hierbei werden die Beziehungen sichtbar, die die Probanden zwischen den einzelnen Begriffen im Gedächtnis gespeichert haben. Allerdings ist gemeinhin diese Methoden der Formulierung von Sätzen schon in anderen Bereichen (z. B. im Deutschunterricht oder im Bereich der Gesellschaftswissenschaften) ausreichend geübt, so dass im Gegensatz zu der Verwendung von Begriffsnetzen ein Einüben der Methode weniger notwendig erscheint.

Zum Problemlösen ist es notwendig vorhandenes Wissen richtig und sinnvoll anzuwenden. Wissen, das nicht im richtigen Moment, beispielsweise bei der Problemlösung, abrufbar ist, sogenanntes „träges Wissen“, stellt ein nicht unerhebliches Handicap bei der tagtäglichen Nutzung des Gelernten dar. Wie z. B. TIMSS gezeigt hat, sind die deutschen Schüler in dem Bereich der Anwendung von Wissen im internationalen Vergleich allenfalls Mittelmaß (Baumert & Bos & Watermann 1999). Es werden gegenwärtig große Anstrengungen unternommen, diesen Tatbestand zu verbessern. Es wurde in diesem Zusammenhang schon das BLK-Modell zur Verbesserung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts genannt (s. 1). Eine weitere Maßnahme stellt der internationale Vergleich von Schülerleistungen bei OECD/PISA dar. Hier werden den Schülern zur Feststellung des Grades ihrer naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) Aufgaben gestellt, deren Aufbau einem bestimmten Muster folgt. Die Aufgaben bestehen aus einer Reihe von Fragen, die sich jeweils auf einen bestimmten Stimulus beziehen. Dieser Stimulus beschreibt eine bestimmte Situation, zu der verschiedene Aufgaben gestellt werden. Für deren Bewältigung ist die Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens notwendig. Die Bewertung der Antworten erfolgt mit Hilfe einer Punkteskala von 0 bis 2.

Beispielaufgabe aus Deutsches PISA-Konsortium (2000:73) zur naturwissenschaftlichen Grundbildung:

„Bereits im 11. Jahrhundert haben chinesische Ärzte das Immunsystem manipuliert. Sie bliesen pulverisierten Schorf eines Windpockenkranken in die Nasenlöcher ihrer Patienten und konnten so häufig eine milde Form von Windpocken hervorrufen, die eine spätere, schwerere Erkrankung verhinderte. Am Anfang des 18. Jahrhunderts rieb man sich mit getrocknetem Schorf ein, um sich vor der Krankheit zu schützen. Diese primitiven Praktiken wurden in England und in den amerikanischen Kolonien eingeführt. 1771 und 1772 ritzte Zabdiel Boylston, ein Arzt

in Boston, bei seinem sechsjährigen Sohn sowie bei 285 anderen Leuten die Haut ein und rieb Eiter von Windpockenschorf in die Wunde. Bis auf sechs Patienten überlebten alle.

Beispielitem 1: Welche Idee könnte Zabdiel Boylston getestet haben ?

Beispielitem 2: Nenne zwei weitere Informationen, die du brauchen würdest, um zu entscheiden, wie erfolgreich, Boylstons Ansatz war.“

Die Bepunktung richtet sich nach der Korrektheit und der Ausführlichkeit, mit der die einzelnen Testitems bearbeitet wurden. Es muß zur Lösung der Aufgaben jeweils Wissen aktiviert werden, das im naturwissenschaftlichen Unterricht erworben wurde. So würden bei Beispielitem 1 für die folgende Antwort 2 Punkte vergeben werden: „Durch Einritzen der Haut und Einbringen von Eiter direkt in die Blutbahn werden die Chancen erhöht, dass sich Abwehrstoffe gegen Windpocken bilden.“

Diese Art von Textaufgaben werden für ein geeignetes Instrument gehalten, naturwissenschaftliche Grundbildung zu erfassen. (Deutsches PISA-Konsortium 2000)

## 5. Fragestellungen und Hypothesen der Untersuchung

Mit der im Nachfolgenden dargestellten Untersuchung sollen die folgenden Hypothesen überprüft werden:

1. Die Variablen Geschlecht, Semesterzahl, Alter, angestrebter Studienabschluß, Studienfächer und Ausmaß des Biologieunterrichtes in der Oberstufe beeinflussen die biologischen Kenntnisse.
2. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der „Befindlichkeit im Biologieunterricht bzw. –studium“ und dem Erwerb biologischer Kenntnisse.
3. Der Einfluss der Eltern hat Auswirkungen auf den Erwerb biologischer Kenntnisse.
4. Das Interesse an biologischen Themen beeinflusst die Kenntnisse in diesem Bereich.
5. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen bei einem Verbalen Intelligenztest und den Ergebnissen bei verschiedenen Aufgabentypen zur Ermittlung biologischer Kenntnisse. Je mehr Text die Aufgabe enthält, desto größer dürfte der Zusammenhang sein.
6. Das selbsteingeschätzte Wissen korreliert positiv mit den tatsächlichen Kenntnissen.
7. Die verschiedenen Aufgabentypen (1 – 5) in Abbildung 4 zeigen einen aufsteigenden Schwierigkeitsgrad.
8. Die bei den Aufgabentypen erzielten Ergebnisse weisen innerhalb einer Aufgabenkategorie eine hohe Korrelation auf.
9. Die Bildung von Begriffsnetzen mit vorgegebenen Begriffen und die Verknüpfung der Begriffe in Sätzen messen den gleichen Kenntnisbereich (Verstehen).
10. Problemlösefähigkeit setzt Wissen und Verstehen im entsprechenden Bereich voraus.

In Abbildung 3 werden die Beziehungen zwischen den in den Hypothesen aufgeführten Variablen und den Aufgabentypen schematisch dargestellt. Die Aufgaben dienen hier als Indikatoren, um Aufschluß über die kognitiven Prozesse Wissen, Verstehen und Problemlösefähigkeit zu erhalten.

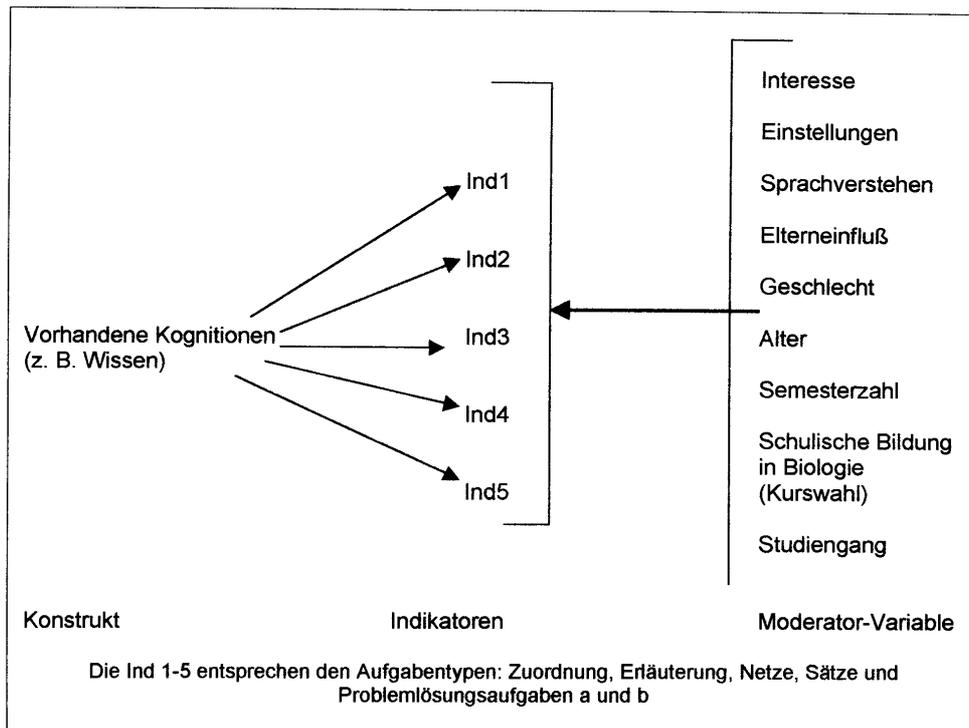


Abb.3: Darstellung der Beziehungen zwischen Moderatorvariablen, Indikatoren (=Aufgabentypen) und vorhandenen Kognitionen

Im Folgenden werden die genannten Hypothesen näher erläutert und begründet.

Zu 1: Von den in Hypothese 1 aufgeführten Variablen wird angenommen, dass sie Einfluss auf die Bewältigung der gestellten Aufgaben haben. Verschiedene Untersuchungen zum Interesse an Humanbiologie (Löwe 1992; Finke 1998) zeigen, dass Mädchen durchweg ein größeres Interesse an humanbiologischen Themen aufweisen als Jungen. Da Interesse als eine wesentliche Bedingung für die Beschäftigung mit einem bestimmten Thema angesehen werden kann, könnte somit ein Zusammenhang zwischen Geschlecht und Wissen bestehen. Es ist daher zu erwarten, dass die weiblichen Befragten größere biologische Kenntnisse aufweisen als die männlichen.

Weiterhin wird angenommen, dass Alter und Semesterzahl Einfluss auf die biologischen Kenntnisse haben. Mit zunehmendem Alter und zunehmender Semesterzahl kann von einer Zunahme biologischer Kenntnisse ausgegangen werden. Es ist also anzunehmen, dass der Anteil der Experten mit Semesterzahl und Alter zunimmt.

Der angestrebte Studienabschluß gibt Auskunft darüber, inwieweit das Fach Biologie einen Schwerpunkt des Studiums bildet. Die Studienfächer lassen gegebenenfalls eine generelle Ausrichtung auf die Naturwissenschaften erkennen. Wenn Biologie einen Schwerpunkt des Studiums darstellt und eine Ausrichtung auf

die Naturwissenschaften erkennbar ist, könnte dies mit größeren biologischen Kenntnissen einhergehen.

Das Ausmaß des Biologieunterrichts in der Oberstufe könnte ebenfalls eine Ursache für unterschiedliche biologische Kenntnisse darstellen. Eigene Erfahrungen aus der Unterrichtstätigkeit als Biologielehrerin und Gespräche mit Fachkollegen deuten daraufhin, dass das Ausmaß des Biologieunterrichts (beispielsweise als Grund- oder Leistungskurs) den Erwerb biologischer Kenntnisse beeinflusst. Die biologischen Kenntnisse scheinen mit der Anzahl der besuchten Biologiestunden zuzunehmen (Baumert u. a. 1999).

Zu 2: Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Befindlichkeit im Biologieunterricht bzw. -studium und den biologischen Kenntnissen (d. h. eine positive Befindlichkeit erhöht den Erwerb biologischer Kenntnisse). Nach Todt (1995) ist Interessiertheit am Unterricht durch eine positive emotionale Befindlichkeit gekennzeichnet. Interessiertheit am Unterricht erleichtert Lernen, Denken und Behalten und somit den Erkenntnisgewinn. Es wird daher davon ausgegangen, dass eine von den Studenten erlebte positive emotionale Befindlichkeit in Biologieunterricht und -studium einen positiven Effekt auf den Erwerb biologischer Kenntnisse hat.

Zu 3: Der Einfluss der Eltern hat Auswirkungen auf den Erwerb biologischer Kenntnisse

Nach Finke (1998) kommt den Eltern ein mittlerer Rangplatz als Anregungsfaktor für das Interesse an Humanbiologie zu. Sie stellen damit einen stärkeren Anregungsfaktor dar als andere Personen, wie Freunde und Bekannte oder der Biologielehrer. Wenn die Eltern also zur Beschäftigung mit Biologie anregen, könnte dies durch eine Steigerung des Interesses (s. Hypothese 4) den Erwerb biologischer Kenntnisse positiv beeinflussen.

Zu 4: Das Interesse an biologischen Themen beeinflusst die Kenntnisse in diesem Bereich

Nach Krapp (1992) bewirkt Interesse eine höhere Lernleistung in dem entsprechenden Bereich. Bei einem hohen Interesse an den abgefragten biologischen Inhalten werden deshalb mehr Kenntnisse erwartet als bei einem geringen Interesse.

Zu 5: Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen bei einem Verbalen Intelligenztest und den Ergebnissen bei den verschiedenen Aufgabentypen.

Bei allen sprachgebundenen Aufgaben werden stets auch neben den inhaltlichen Kenntnissen verbale Fähigkeiten mit abgefragt ( Etschenberg 1997; Eschenhagen & Kattmann & Rodi 1998). Je umfangreicher eine Textaufgabe ist, desto größer dürfte der Zusammenhang zwischen den Verbalen Fähigkeiten und dem Aufgabenergebnis sein.

Bei den in der Untersuchung verwendeten Aufgaben handelt es sich ebenfalls um sprachgebundene Aufgaben. Deshalb wird davon ausgegangen, dass das Abschneiden bei einem Verbalen Intelligenztest mit der erfolgreichen Bearbeitung der verschiedenen Aufgabentypen im Zusammenhang steht.

Zu 6: Selbsteingeschätztes Wissen und tatsächliche Kenntnisse in einem bestimmten biologischen Bereich korrelieren positiv.

Erfahrungen aus der eigenen Unterrichtstätigkeiten deuten darauf hin, dass Schüler und Studenten oftmals ihr eigenes Wissen zu bestimmten biologischen Inhalten realistisch einschätzen. Somit wird davon ausgegangen, dass ein Zusammenhang zwischen dem selbsteingeschätztem Wissen und den Ergebnissen bei den Aufgaben erkennbar ist.

Zu 7: Die Aufgabentypen 1 – 5 (s. Abbildung 4) zeigen einen aufsteigenden Schwierigkeitsgrad.

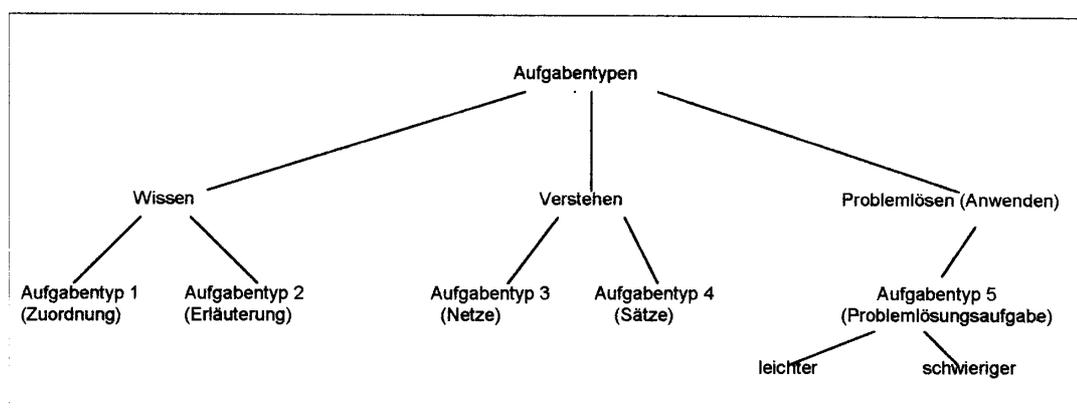


Abb.4: Zuordnung der verschiedenen Aufgabentypen zu den Aufgabenkategorien

Mit den in der Arbeit verwendeten Aufgabentypen sollen die Kategorien des Wissens; Verstehens und Problemlösens abgedeckt werden. Diese Kategorien

beschreiben nach Bloom u. a. (1974) einen aufsteigenden Schwierigkeitsbereich kognitiver Fähigkeiten. Demzufolge sollten die verwendeten Aufgabentypen ebenfalls einen aufsteigenden Schwierigkeitsgrad erkennen lassen.

Als ein Maß für die Schwierigkeit einer Aufgabe ist der Prozentsatz anzusehen, mit dem die Versuchspersonen die jeweilige Aufgabe lösen (Kroß & Lind 2000). Daraus folgt, dass leichte Aufgaben von einem höheren Prozentsatz der Versuchspersonen gelöst werden als schwierige Aufgaben.

Zu 8: Die bei Aufgabentypen innerhalb einer Aufgabenkategorie erzielten Ergebnisse korrelieren.

Die Aufgabentypen einer Kategorie sollen jeweils Wissen, Verstehen bzw. Problemlösen überprüfen. Deshalb wird davon ausgegangen, dass zwischen den Aufgabentypen einer Kategorie eine deutliche Korrelation besteht.

Zu 9: Die Bildung von Begriffsnetzen mit vorgegebenen Begriffen und die Verknüpfung der Begriffe in Sätzen messen den gleichen Kenntnisbereich (Verstehen).

Ein Begriffsnetz gibt Aufschluß über die Wissensstruktur desjenigen, der es erstellt hat, und stellt somit eine wirkungsvolle Form der Evaluation dar (Novak 1998). Ein althergebrachte Methode, Aufschluß über die Wissensstruktur der Lernenden zu bekommen, ist laut White & Gunstone (1999) die Aufforderung, einen Text zu verfassen. Die Verknüpfung von Begriffen in einem Netz und die Verknüpfung dieser Begriffe in Sätzen sollten also zu vergleichbaren Ergebnissen führen.

Zu 10: Problemlösefähigkeit setzt Wissen und Verstehen im entsprechenden Bereich voraus.

Nach Ergebnissen der Expertise-Forschung ist bereichsspezifisches Wissen die Grundvoraussetzung für Problemlösen (s. 3.3).

Nach Bloom u.a. (1974) sind die Kategorien Wissen und Verstehen die Voraussetzung für die Anwendung. Problemlösen kann als eine Form der Anwendung betrachtet werden. Demzufolge sollte Wissen und Verstehen notwendig für das Problemlösen in einem bestimmten Bereich sein.

## **6. Beschreibung des Fragebogens und Durchführung der Befragung**

### 6.1 Beschreibung des Fragebogens

Der Fragebogen (s. Anhang) besteht aus drei Abschnitten (I, II und III), die sich aus den Hypothesen ergeben. Mit den Abschnitten I und II des Fragebogens soll der Einfluss der verschiedenen Moderatorvariablen (I: Geschlecht, Alter, Semesterzahl, angestrebter Studienabschluß, Studienfächer, Biologieunterricht in der Oberstufe) und (II: Befindlichkeit in Biologieunterricht und –studium, Elterneinfluss, Einstellung, selbsteingeschätztes Wissen und Interesse) auf die Bewältigung der unterschiedlichen Aufgabentypen untersucht werden.

Der dritte Abschnitt (III) besteht aus drei Aufgabekategorien, die jeweils der Ermittlung von Wissen von Begriffen, Verstehen von Begriffen und Problemlösefähigkeit in verschiedenen Bereichen der Humanbiologie dienen. Die Aufgabekategorien Wissen und Verstehen beinhalten jeweils zwei Aufgabentypen; die Aufgabekategorie Anwenden / Problemlösen enthält einen Aufgabentyp, der zwei Teilaufgaben a und b enthält (s. Abbildung 4)

Es wurden Inhalte aus der Humanbiologie ausgewählt, weil davon ausgegangen werden kann, dass alle Probanden zumindest im schulischen Biologieunterricht mit den ausgewählten Inhalten konfrontiert worden sind. Des weiteren haben verschiedene Untersuchungen zum Interesse gezeigt (Löwe 1987; Finke 1998), dass das Interesse an Humanbiologie bei Schülern auf einem recht hohen Niveau liegt.

Nachfolgend werden die einzelnen Abschnitte des Fragebogens mit zugehörigen Beispielen aufgeführt.

I. Allgemeine Angaben:

Geschlecht, Semesterzahl, Alter, angestrebter Studienabschluß, Studienfächer, Biologieunterricht in der Oberstufe (s. Abbildung 5).

<b>Geschlecht:</b>	männlich	<input type="checkbox"/>				
	weiblich	<input type="checkbox"/>				
<b>Semesterzahl:</b>		<input type="text"/>	<input type="text"/>			
<b>Alter:</b>		<input type="text"/>	<input type="text"/>			
<b>Angestrebter Studienabschluß:</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sonstiges <input type="text"/>
<b>Studienfächer:</b>	<input type="text"/>					
<b>Ich hatte Biologieunterricht:</b>						
	nur bis Klasse 10	<input type="checkbox"/>				
	im Grundkurs	<input type="checkbox"/>				
	im Leistungskurs	<input type="checkbox"/>				

Abb.5: Beispiel aus dem Fragebogen: Allgemeine Angaben

II. Fragen zu Moderatorvariablen

a) Ermittlung der Befindlichkeit im Biologieunterricht und während des Biologiestudiums (s. Abbildung 6).

Hierzu wurden 6 Items mit jeweils 5 Antwortalternativen formuliert.

	sehr oft	oft	manchmal	selten	nie
Ich fand den Biologieunterricht in der Schule interessant	<input type="checkbox"/>				
Ich fühlte mich im Biologieunterricht in der Schule wohl	<input type="checkbox"/>				
Ich habe im Biologieunterricht in der Schule Neues gelernt	<input type="checkbox"/>				

Abb.6: Beispiel aus dem Fragebogen: Erfassung der Befindlichkeit im Biologieunterricht

b) Ermittlung des Elterneinflusses auf die Beschäftigung mit biologischen Themen (s. Abbildung 7).

Hierzu wurden 4 Items mit 5 Antwortalternativen formuliert.

	sehr oft	oft	manchmal	seiten	nie
Meine Eltern haben mit mir Gespräche über biologische Themen geführt	<input type="checkbox"/>				
Meine Eltern haben mir Bücher zu biologischen Themen geschenkt	<input type="checkbox"/>				
Meine Eltern haben mit mir zusammen Fernsehsendungen zu biologischen Themen angeschaut oder mich dazu angeregt, sie mir anzuschauen	<input type="checkbox"/>				
Meine Eltern haben mich nach meinem Biologieunterricht gefragt	<input type="checkbox"/>				

Abb.7: Beispiel aus dem Fragebogen: Erfassung des Elterneinflusses

- c) Ermittlung der Einstellung zu verschiedenen Inhalten der Humanbiologie (s. Abbildung 8). Hierzu wurden Items mit jeweils 7 Antwortalternativen formuliert.

Wenn ich im nächsten Semester etwas darüber erfahren würde,	sehr wichtig	wichtig	etwas wichtig	weder wichtig noch unwichtig	etwas unwichtig	unwichtig	sehr unwichtig
7. . . . wie das Auge im einzelnen aufgebaut ist, fände ich das	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. . . . welche Erkrankungen des Auges häufig sind, fände ich das	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. . . . was beim Sehvorgang im Auge passiert, fände ich das	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. . . . wie es zu optischen Täuschungen kommt, fände ich das	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb.8: Beispiel aus dem Fragebogen: Erfassung der Einstellung zu humanbiologischen Inhalten

- d) Verbaler Kurz-Intelligenztest nach Anger u.a. (1980) zur Ermittlung der verbalen Fähigkeiten (s. Anhang). Da zur Bewältigung der als Indikatoren benutzten Aufgabentypen verbale Fähigkeiten unabdingbar sind, wurde mit dem Verbalen Kurzintelligenztest von Anger u.a. (1980) die Befähigung der Probanden in diesem Bereich getestet. Der genannte Test lässt sich nach Aussage der Autoren zur Erfassung der verbalen Intelligenz bei Erwachsenen ab 16 Jahren einsetzen. Es handelt sich um einen Wort-Bild-Test bestehend aus 20 Wörtern und vier Zeichnungen mit der Darstellung alltäglicher, leicht verständlicher Situationen. Der Proband hat die Aufgabe, zu jedem der 20 Wörter das Bild zu suchen, das am besten dazu passt. Der Test bedarf einer Bearbeitungszeit von ungefähr 5 Minuten. Die Autoren empfehlen ihn ausdrücklich als zuverlässigen und gültigen Indikator zur Feststellung der intellektuellen Leistungsfähigkeit bei der Umfrageforschung.

- e) Ermittlung des selbsteingeschätzten Wissens zu den in c) aufgeführten Inhalten der Humanbiologie. Hierzu wurden 18 Items mit jeweils 5 Antwortalternativen formuliert (s. Anhang).
- f) Ermittlung des spezifischen Interesses an den in den Abschnitten c) und e) aufgeführten Inhalten der Humanbiologie (s. Abbildung 9).

**Kreuzen Sie bitte an, wieviel Sie über die folgenden Themen wissen ,  
und worüber Sie gerne mehr erfahren würden!**

	Darüber weiß ich . . .					Darüber möchte ich . . . mehr erfahren				
	nichts	wenig	einiges	viel	sehr viel	sehr ungern	ungern	weder gern noch ungern	gern	sehr gern
7 . . . . wie das Auge im einzelnen aufgebaut ist . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
8 . . . . welche Erkrankungen des Auges häufig sind . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
9 . . . . was beim Sehvorgang im Auge passiert. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
10 . . . . wie es zu optischen Täuschungen kommt. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Abb.9: Beispiel aus dem Fragebogen: Erfassung des selbsteingeschätzten Wissens und des spezifischen Interesses an humanbiologischen Inhalten

### III. Aufgaben zur Ermittlung von Wissen, Verstehen und Problemlösen

Dieser Teil des Fragebogens beinhaltet jeweils 5 Aufgaben aus den Aufgabenkategorien Wissen, Verstehen und Anwenden / Problemlösen zu den Themenbereichen Auge, Ohr und Immunsystem.

Im Folgenden werden die verschiedenen Aufgabentypen zur Ermittlung der Kenntnisse zu den Themenbereichen Auge, Ohr und Immunsystem näher erläutert

#### Aufgabentyp 1 (Zuordnung)

Dieser Aufgabentyp gibt 7 Begriffsdefinitionen vor, denen aus einer Auswahl von 9 Begriffsnamen die richtigen zugeordnet werden müssen. Bei dieser Art Aufgabe stellt das Erinnern die wesentliche kognitive Leistung dar. Die Aufgabe ist also dem Bereich Reproduktion entnommen. Die Bewertung erfolgt, indem pro richtige Zuordnung ein Punkt vergeben wird. Die Höchstpunktzahl beträgt also 7.

Beispiel zum Aufgabentyp 1 (Zuordnung) / Themenbereich Ohr:

Ordnen Sie jeweils die Definitionen den entsprechenden Begriffen zu, indem Sie die Zahlen vor den Definitionen in den Klammern hinter den Begriffen schreiben ! Zu jeder Definition paßt jeweils ein Begriff.

	Definitionen	Begriffe	
(1)	Verbindung von der Ohrmuschel zum Trommelfell	Trommelfell	( )
(2)	Teil des Innenohrs, der Gehörflüssigkeit und Hörsinneszellen enthält	Gehörflüssigkeit	( )
(3)	Luftschwingungen, die durch schingende Körper, z. B. Stimmgabeln oder Stimmbänder, erzeugt werden	Hörsinneszellen	( )
(4)	Dünne Haut, die Außen- und Mittelohr trennt; wird durch auftreffende Schallwellen in Schwingungen versetzt	Gehörgang	( )
(5)	Befindet sich in der Schnecke und wird letztlich durch Schallwellen in Schwingungen versetzt	Schallwellen	( )
(6)	Zellen in der Innenwand der Schnecke, die die Schwingungen der Gehörflüssigkeit in Nerven-Impulse umsetzen	Schnecke	( )
(7)	Gebilde im Mittelohr, die durch das Trommelfell in Schwingungen versetzt werden und diese auf die Gehörflüssigkeit übertragen	Hörnerv	( )
		Mittelohr	( )
		Gehörknöchelchen	( )

### Aufgabentyp 2 (Erläuterung)

Bei diesem Aufgabentyp muß der Proband 7 Begriffe aus dem jeweiligen Inhaltsbereich mit eigenen Worten erläutern.

Beispiel zum Aufgabentyp 2 (Erläuterung) / Themenbereich Ohr:

Erläutern Sie die nachfolgenden Begriffe zum Thema "Ohr"

Gehörflüssigkeit

Gehörgang

Gehörknöchelchen

Hörsinneszellen

Schallwellen

Schnecke

Trommelfell

Auch diese Aufgabe ist weitgehend durch Erinnern lösbar. Während hier der Schwerpunkt ebenfalls auf der Reproduktion liegt, ist durch die selbstständige Formulierung der Begriffserläuterung in einem kleinen Aufgabenbereich Reorganisation erforderlich. Dies fällt allerdings weg, wenn eine Begriffsdefinition wörtlich im Gedächtnis gespeichert ist. Dann ist auch diese Aufgabe durch reine Reproduktion lösbar.

Bei der Bewertung werden pro Begriff 0 bis 2 Punkte vergeben. Die Bewertung beträgt 0 Punkte, wenn der betreffende Begriff nicht oder falsch erläutert wird. Ein Punkt wird vergeben, wenn die Erläuterung teilweise richtig oder unvollständig ist. 2 Punkte werden bei ausführlicher und richtiger Erläuterung vergeben. Es ergibt sich eine Höchstpunktzahl von 14 Punkten.

### Aufgabentyp 3 (Begriffsnetz)

Bei diesem Aufgabentyp steht die Reorganisation von Wissensbestandteilen im Vordergrund. Hierdurch soll Verstehen ermittelt werden. Die Probanden werden aufgefordert mit den schon aufgeführten 7 Begriffen für jeden der Themenbereiche „Auge“, „Ohr“ und „Immunsystem“ Begriffsnetze zu erstellen. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass allen Probanden das Verfahren geläufig ist, wird ein Beispielnetz zum Thema „Schreiben“ vorgegeben. Durch das Verknüpfen der

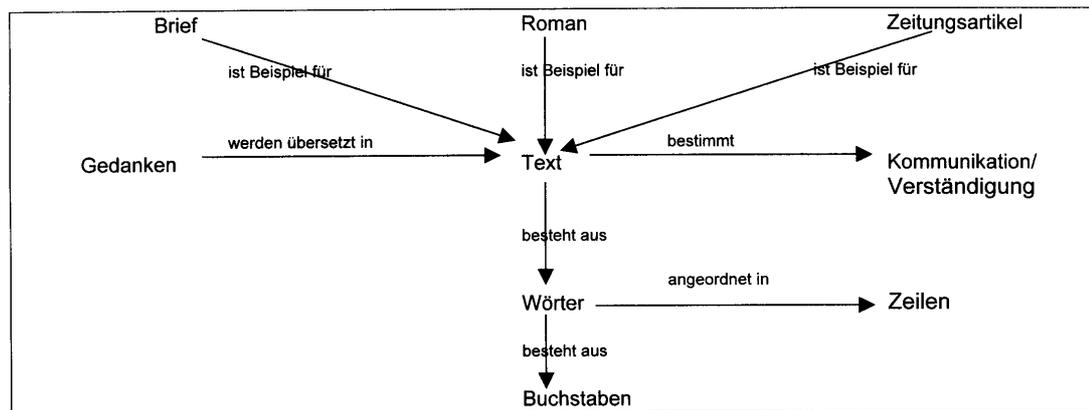
vorgegebenen Begriffe im Netz soll die Wissensstruktur der Probanden im betreffenden Inhaltsbereich erfasst werden.

Beispiel zum Aufgabentyp 3 / Themenbereich Ohr:

Bilden Sie mit den nachfolgenden Begriffen zum Thema „Ohr“ ein Begriffsnetz:

**Gehörflüssigkeit, Gehörgang, Gehörknöchelchen, Hörsinneszellen, Schallwellen, Schnecke, Trommelfell**

Beispiel für ein Begriffsnetz zum Thema „Schreiben“



Die Bewertung erfolgt, indem für jede richtige Relation dem jeweiligen Begriff 1 Punkt zugeordnet wird, für jede falsche Relation wird ein Minuspunkt vergeben. Die Höchstpunktzahl wird zuvor anhand eines Expertennetzes ermittelt. Die niedrigste Punktzahl ist 0; ein Begriff mit 0 Punkte wird als nicht verstanden gewertet. Dieses Bewertungssystem wurde in Anlehnung an die in Kapitel 3 vorgestellten Bewertungssysteme für Begriffsnetze entwickelt. Es stellt eine recht strenge Form der Bewertung dar, da nicht nur richtige Relationen bewertet werden, sondern die falschen zum Punktabzug führen. Ist also eine Begriff beispielsweise sowohl durch eine richtige als auch durch eine falsche Relation mit anderen Begriffen verbunden, wird er mit 0 Punkten bewertet und als nicht beherrscht eingestuft.

Aufgabentyp 4 (Bilden von Sätzen)

Dieser Aufgabentyp stellt eine weitere Möglichkeit dar, Verstehen eines Individuums zu erfassen. Hierbei werden die Probanden aufgefordert, die vorgegebenen Begriffe in Sätzen miteinander zu verknüpfen. Diese Aufgabenstellung soll, ebenso wie die Begriffsnetze, die Verbindungen widerspiegeln, die zwischen den abgefragten Begriffen im Gedächtnis des Probanden existieren. Der Vorteil bei diesem Aufgabentyp liegt darin, dass den Probanden die Aufgabenstellung, Sätze zu formulieren, seit Beginn ihrer Schulzeit vertraut ist (s. 3.).

Beispiel zum Aufgabentyp 4 (Sätze) / Themenbereich Ohr:

Bilden Sie mit den nachfolgend aufgeführten Begriffen zum Thema „Ohr“ Sätze und versuchen Sie jeweils mehrere dieser Begriffe in einem Satz miteinander zu verknüpfen.

Gehörflüssigkeit, Gehörgang, Gehörknöchelchen, Hörsinneszellen, Schallwellen, Schnecke, Trommelfell

Die Bewertung erfolgt hierbei nach dem gleichen Prinzip wie bei den Begriffsnetzen. Jeder Begriff, der in den Sätzen richtig mit einem anderen verknüpft wird erhält einen Punkt. Für eine falsche Verknüpfung wird ein Minuspunkt vergeben. Die Höchstpunktzahl wird durch von einem Experten formulierte Sätze vorgegeben. Die niedrigste Punktzahl für einen Begriff ist 0. Ein mit 0 Punkten bewerteter Begriff wird als nicht verstanden angesehen.

Aufgabentyp 5 (Problemlösungsaufgaben)

Bei diesem Aufgabentyp werden Problemlösungsaufgaben zu den 3 genannten Inhaltsbereichen gestellt. Die Aufgaben zu den Themenbereichen „Auge“ und „Ohr“ sind nach dem Muster der Aufgaben zur Ermittlung von Scientific Literacy in Deutsches PISA-Konsortium (2000) erstellt.

Es werden hierbei zu einem Stimulus (einer geschilderten Situation) 2 Aufgabenitems formuliert. Die Aufgabe zum Themenbereich „Immunsystem“ ist mit leichten Abwandlungen dem Beispiel 1 zur Ermittlung der Naturwissenschaftlichen Grundbildung (Deutsches PISA-Konsortium 2000:73) entnommen. (s. Kap. 4.3)). Die Problemlösungsaufgaben zu den Themenbereichen „Auge“ und „Ohr“ wurden nach dem gleichen Muster erstellt.

Beispiel zum Aufgabentyp 5 (Problemlösungsaufgabe) / Themenbereich Ohr:

Ein Lehrer fühlte sich von einem Schüler so stark provoziert, dass er ihm eine schallende Ohrfeige verpaßte. Daraufhin stellte sich bei dem Schüler eine starke Schwerhörigkeit auf dem betreffenden Ohr ein. Der Lehrer wurde wegen Körperverletzung verurteilt, da er das Gehör des Jungen nachhaltig geschädigt hatte.

- a) Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen der erteilten Ohrfeige und der Schwerhörigkeit !
- b) Wie könnte man mit Hilfe einer Apparatur prüfen, ob eine Ohrfeige tatsächlich zu einer Schädigung des Hörorgans führen kann ?

Die Bewertung erfolgte von 0 bis 2 Punkten. 0 Punkte wurden vergeben, wenn die Antwort entweder fehlte oder völlig falsch war. 1 Punkt wurde vergeben, wenn die Antwort unvollständig oder nur teilweise richtig war. 2 Punkte wurden vergeben, wenn die Antwort vollständig und richtig war.

## 6.2 Durchführung der Befragung

Im Wintersemester 1999/2000 wurde der Fragebogen 185 Studierende zur Bearbeitung vorgelegt. Bei den Probanden handelte es sich um Studierende verschiedener Lehrämter alle mit dem Fach Biologie. Weitere Details zur Zusammensetzung der Probandengruppe s. 7.1.

Die Bearbeitungszeit betrug 90 Minuten. Die Befragung erfolgte anonym.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS für Windows Version 9.

## 7. Ergebnisse der Befragung und Diskussion

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Befragung aufgeführt und wegen der besseren Lesbarkeit nach den einzelnen Abschnitten des Fragebogens diskutiert.

### 7.1 Auswertung der allgemeinen Angaben

Von den 185 Befragten waren 155 weiblich und 30 männlich. Das Durchschnittsalter der Studenten betrug 21,6 Jahre (Standardabw.3,1). Im Durchschnitt befanden sich die Probanden im 4. Semester. Somit befanden sich die Studierenden zum Zeitpunkt der Befragung je nach Studiengang im Grundstudium bzw. in der Mitte ihres Studiums.

#### 7.1.1 Verteilung der Befragten auf die verschiedenen Lehrämter

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Befragten auf die studierten Lehrämter in der Gesamtheit und nach Geschlechtern getrennt

	alle Studien- abschlüsse	Lehramt für Grundschule	Lehramt für Haupt- und Realschule	Lehramt für Gymnasien	Lehramt für Sonderschule
Gesamtzahl (Prozent)	185 100%	100 54%	17 9%	39 21%	27 15%
davon weibl. (Prozent)	155 100%	94 61%	16 10%	21 14%	24 15%
davon männl. (Prozent)	30 100%	6 20%	1 3%	18 60%	3 10%

Tab.1: Verteilung der Befragten auf die verschiedenen Lehrämter (gesamt und nach Geschlechtern getrennt)

Über die Hälfte aller Befragten (54%) studiert Biologie im Rahmen des Sachunterrichts für das Lehramt an Grundschulen. Hiermit ist dieses Lehramt deutlich am häufigsten vertreten. 61% der Frauen studieren für das Lehramt an Grundschulen, allerdings nur 20% der befragten Männer. Damit ist das Lehramt für Grundschulen bei den weiblichen Befragten deutlich am häufigsten vertreten, während es bei den männlichen Befragten den zweiten Platz einnimmt.

Das Lehramt für Gymnasien nimmt bei der Gesamtheit der Befragten mit (21%) den zweiten Platz ein. Bei den Männern ist es mit 60% das bei weitem am häufigsten vertretene Lehramt. Die Frauen studieren zu 14% das Lehramt für Gymnasien,

womit bei ihnen dieses Lehramt ähnlich häufig vertreten ist wie das Lehramt für Sonderschulen, das sie mit einem Anteil von 15% studieren. Die Männer studieren nur zu einem Prozentsatz von 10% das Lehramt für Sonderschulen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Bei der vorliegenden Befragung wird das Lehramt für Grundschulen deutlich von Frauen dominiert und das Lehramt für Gymnasien von Männern. Demgegenüber sind die Unterschiede zwischen dem Anteil von Frauen und Männern bei den Studiengängen für das Lehramt an Sonderschule und das Lehramt an Haupt- und Realschulen eher gering.

### 7.1.2 Verteilung der Befragten auf verschiedene Studienfächer

Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Befragten auf verschiedene Studienfächer in der Gesamtheit und nach Geschlechtern getrennt.

	alle Studienfäch.	Bio/Chemie	Bio/Physik	Bio/Mathe	Bio/keine Naturwissen- schaft	keine Angabe
Gesamtzahl (Prozent)	185 100%	9 5%	2 1%	41 22%	129 70%	4 2%
davon weibl. (Prozent)	155 100%	7 4%	1 1%	31 20%	113 73%	3 2%
davon männl. (Prozent)	30 100%	2 7%	1 3%	10 34%	16 53%	1 3%

Tab.2: Verteilung der Befragten auf verschiedene Studienfächer

Es wird deutlich, dass der bei weitem größte Teil der Befragten (70%) neben Biologie kein weiteres naturwissenschaftliches Fach studiert. Dieser Anteil beträgt bei den Frauen 73% und bei den Männern 53%. Der geringe Anteil, der beim Studium für den Sachunterricht mit Schwerpunkt Biologie auf Grundkenntnisse in Physik und Chemie entfällt, bleibt an dieser Stelle unberücksichtigt. Er wurde auch von den Befragten nicht als eigenständiges naturwissenschaftliches Studium bewertet.

Generell kann festgestellt werden, dass nur 25% der Frauen neben Biologie eine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik studieren. Bei den Männern sind es immerhin 44%.

### 7.1.3 Besucher Biologieunterricht in der Oberstufe

Tabelle 3 zeigt, zu welchem Prozentsatz die Befragten Leistungskurs oder Grundkurs Biologie in der Oberstufe besucht haben, bzw. keinen Biologieunterricht in der Oberstufe hatten.

	alle Befragten	Leistungsk. Biologie	Grundkurs Biologie	kein BU in Oberstufe	keine Angabe
Gesamtzahl (Prozent der Gesamtzahl)	185 100%	117 63%	57 31%	9 5%	2 1%
davon weibl. (Prozent weibl. Befragte)	155 100%	99 64%	46 30%	8 5%	2 2%
davon männl. (Prozent männl. Befragte)	30 100%	18 60%	11 37%	1 3%	0 0%

Tab.3: Biologieunterricht in der Oberstufe

Die Mehrheit der Befragten (63%) hat einen Leistungskurs Biologie besucht. Hierbei ist der Unterschied zwischen den Geschlechtern nur geringfügig. Bei den Frauen beträgt der Prozentsatz deren, die einen Leistungskurs Biologie besucht haben, 64% und bei den Männern 60%.

Ein knappes Drittel (31%) aller Befragten hat einen Grundkurs Biologie besucht. Bei den Frauen sind es 30% und bei den Männern 37%.

Nur 5% aller Befragten haben keine Biologie in der Oberstufe gehabt. Bei den Frauen sind es ebenfalls 5% und bei den Männern 3%.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, nur ein kleiner Anteil von insgesamt 5% hatte keine Biologie in der Oberstufe. 94 Prozent aller Befragten hat am Biologieunterricht in der Oberstufe teilgenommen. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist hierbei nur geringfügig.

## 7.2 Vergleich der Aufgabentypen

Im Folgenden werden die Ergebnisse nach Themenbereichen geordnet aufgeführt und miteinander verglichen.

### 7.2.1 Ergebnisse bei den verschiedenen Aufgabentypen in den drei Themenbereichen Auge, Ohr, Immunsystem: Mittelwerte

#### a) Auge

	Maximal zu erreichende Punktzahl	im Mittel erreichte Punktzahl	Standardabweichung
Zuordnung	7	5,0 (72%)	2,1
Erläuterung	14	5,0 (35%)	3,4
Netz	19	2,9 (15%)	4,3
Sätze	13	4,0 (30%)	3,8
Probleml.a	2	0,6 (29%)	0,7
Probleml.b	2	0,3 (14%)	0,6

Tab.4: Bewertungspunkte zum Themenbereich Auge

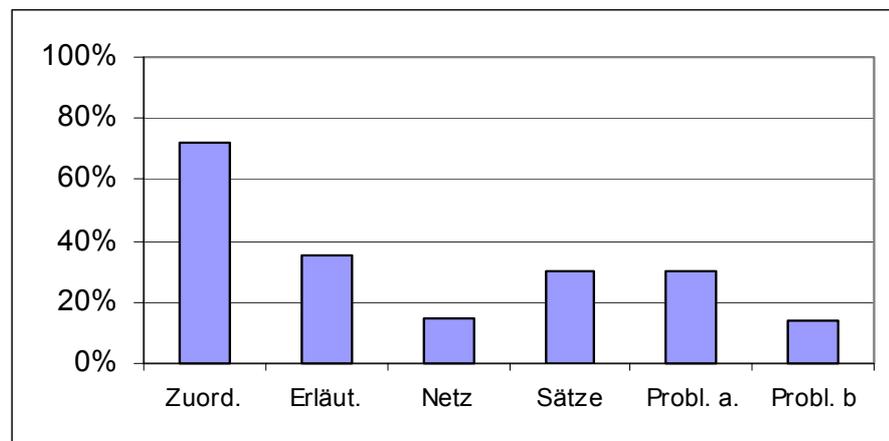


Abb.10: Im Mittel erreichte Prozent der maximalen Punktzahl (Auge)

Die meisten Bewertungspunkte erreichen die Probanden beim Themenbereich Auge mit der Aufgabentyp "Zuordnung" mit im Mittel 72% der maximalen Punktzahl (s.

Tabelle 4 und Abbildung 10). In beträchtlichem Abstand folgt mit 35% der maximalen Punktzahl Aufgabentyp "Erläuterung". Ein deutlich geringerer Wert mit nur durchschnittlich 15% der maximalen Punktzahl wird bei Aufgabentyp "Netz" erreicht. Bei dem Aufgabentyp "Sätze" erreichen die Probanden im Durchschnitt 30% der maximalen Punktzahl. Bei dem Aufgabentyp "Problemlösungsaufgabe" werden bei "Problemlösungsaufgabe a" durchschnittlich 29% der Höchstpunktzahl erreicht und bei "Problemlösungsaufgabe b" 14%.

### b) Ohr

	Maximal zu erreichende Punktzahl	im Mittel erreichte Punktzahl	Standard-Abweichung
Zuordnung	7	5,3 (76%)	2,1
Erläuterung	14	4,4 (31%)	3,5
Netz	14	3,0 (22%)	4,3
Sätze	15	4,3 (29%)	4,5
Probleml.a	2	0.9 (43%)	0,8
Probleml.b	2	0.3 (15%)	0,6

Tab.5: Bewertungspunkte zum Themenbereich Ohr

Bei dem Themenbereich Ohr werden mit dem Aufgabentyp "Zuordnung" im Mittel 76% der maximalen Punktzahl erreicht. Bei "Erläuterung" erreichen die Probanden durchschnittlich 31% der maximalen Punktzahl. Bei "Netz" werden 22% und bei "Sätzen" 29% erreicht. Bei der "Problemlösungsaufgabe a" werden durchschnittlich 43% und bei der "Problemlösungsaufgabe b" 15% der maximalen Punktzahl erreicht.

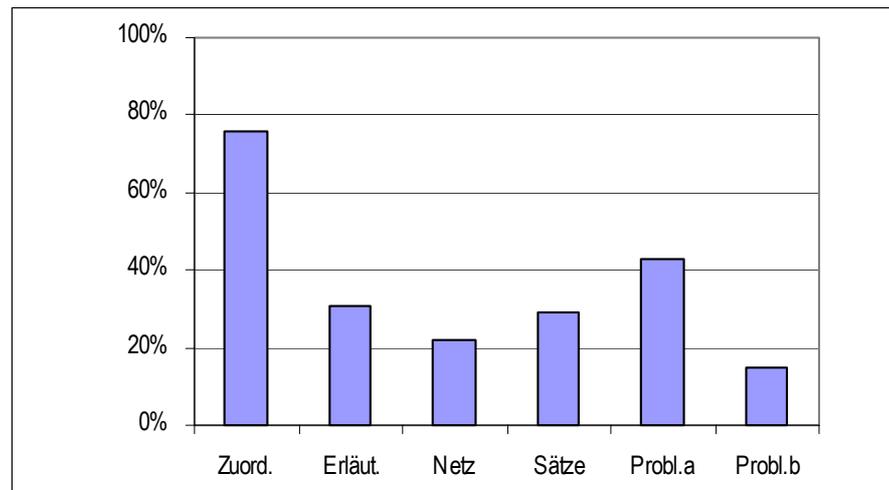


Abb.11: Im Mittel erreichte Prozent der maximalen Punktzahl (Ohr)

Auch beim Themenbereich Ohr wird wie beim Themenbereich Auge bei dem Aufgabentyp "Zuordnung" der höchste Prozentsatz erreicht. Bei "Erläuterung" werden beim Themenbereich Ohr ebenfalls deutlich weniger Punkte erreicht. Die Ergebnisse stimmen bei diesen beiden Aufgabentypen mit denen beim Themenbereich Auge somit weitgehend überein.

Mit dem Aufgabentyp "Sätze" erreichen die Probanden durchschnittlich 29% der Höchstpunktzahl bei dem Aufgabentyp "Netz" 22%. Jedoch ist der Unterschied der mit den beiden Aufgabentypen erzielten Ergebnissen deutlich geringer als beim Themenbereich Auge. Bei "Problemlösungsaufgabe a" werden im Mittel 43% der maximalen Punktzahl erreicht. Bei "Problemlösungsaufgabe b" hingegen nur 15%.

### c) Immunsystem

	Maximal zu erreichende Punktzahl	im Mittel erreichte Punktzahl	Standardabweichung
Zuordnung	7	3,1 (44%)	2
Erläuterung	14	3,3 (23%)	2,9
Netz	20	2,0 (10%)	3,7
Sätze	19	3,0 (15%)	4,2
Probleml.a	2	0,6 (29%)	0,7
Probleml.b	2	0,2 (10%)	0,4

Tab 6: Bewertungspunkte zum Themenbereich Immunsystem

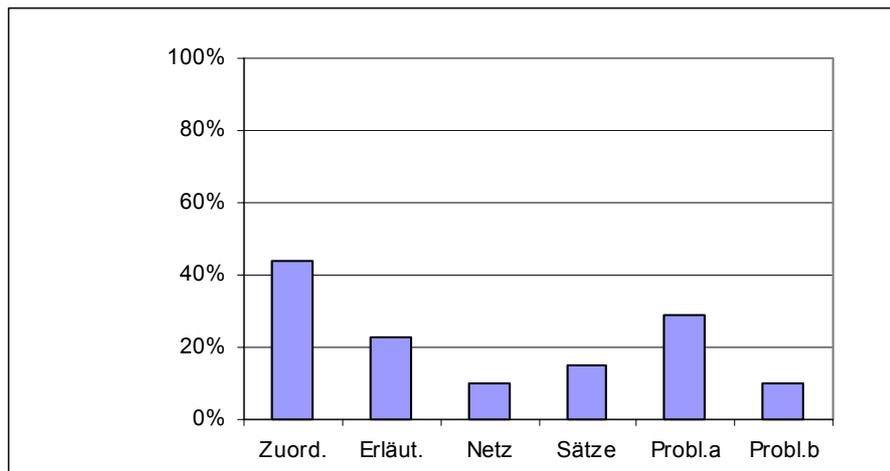


Abb.12: Im Mittel erreichte Prozent der maximalen Punktzahl (Immunsystem)

Wie aus Tabelle 6 und Abbildung 12 zu ersehen ist, wird auch bei Immunsystem (wie bei Auge und Ohr) mit dem Aufgabentyp "Zuordnung" die höchste Punktzahl erreicht. Die Probanden erreichen bei "Erläuterung" im Mittel 23% der maximalen Punktzahl, mit "Netz" 10 % und mit "Sätze" 15%. Die "Problemlösungsaufgabe a" lösen sie im Mittel mit 29% der maximalen Punktzahl und die "Problemlösungsaufgabe b" mit durchschnittlich 10% der maximalen Punktzahl.

Auffällig ist, dass bei allen Aufgabentypen beim Themenbereich Immunsystem geringere Punktzahlen erzielt werden als bei den beiden anderen Themenbereichen. Anscheinend ist sowohl das Wissen und als auch die Problemlösungsfähigkeit der Probanden in diesem Bereich geringer. Vielleicht wurde dem Themenbereich in der bisherigen Ausbildung der Probanden weniger Bedeutung beigemessen oder es handelt sich generell um einen schwierigeren, möglicherweise abstrakteren Bereich. Die Abstufungen der Ergebnisse bei den einzelnen Aufgabentypen ähneln allerdings denjenigen bei den beiden anderen Themenbereichen. Auch hier werden bei "Zuordnung" die besten Ergebnisse erzielt und "Problemlösungsaufgabe b" ergibt den geringsten Prozentwert. Der Unterschied zwischen "Netz" und "Sätze" ist bei dem Themenbereich Immunsystem mit 5% am geringsten von allen drei Themenbereichen.

#### Schwierigkeitsgrad der verschiedenen Aufgabentypen

Als Kriterium für die Schwierigkeit einer Aufgabe wird nachfolgend, wie schon in Kapitel 5 ausgeführt, der Prozentsatz der Höchstpunktzahl angenommen, den die Probanden im Mittel erreicht haben. Ein Aufgabentyp, bei dem die Probanden durchschnittlich einen hohen Prozentsatz der Höchtpunktzahl erreichten (z. B. bei "Zuordnung") wird als leicht eingestuft. Aufgabentypen, bei denen durchschnittlich

nur ein geringer Prozentsatz der Höchstpunktzahl erreicht wird als schwierig (z. B. "Netz" und "Problemlösungsaufgabe b"). Wenn man "Problemlösungsaufgabe a" unberücksichtigt läßt, ergibt sich bei allen Themenbereichen die gleiche Reihung der Aufgabentypen nach ihrem Schwierigkeitsgrad.

Zuordnung < Erläuterung < Sätze < Netz < Problemlösungsaufgabe b

"Problemlösungsaufgabe a" wird bei allen Themenbereichen von den Probanden mit einem hohen Prozentsatz der Höchstpunktzahl gelöst. Die Ursache hierfür kann sein, dass den Probanden die Lösung der Aufgabe bereits bekannt war und es sich somit für sie nicht um eine wirkliche Problemlösung handelt, sondern lediglich Wissen abgefragt wurde. Es erscheint deshalb berechtigt, sie an dieser Stelle nicht weiter in die Betrachtungen einzubeziehen. Neben der "Problemlösungsaufgabe b" zeigt auch der Aufgabentyp "Netz" bei allen Themenbereichen sehr niedrige Werte. Möglicherweise liegt seine Schwierigkeit an der geringen Vertrautheit der Probanden mit dem Erstellen von Begriffsnetzen (s. 10)

### 7.2.2 Korrelationen zwischen den verschiedenen Aufgabentypen in den drei Themenbereichen

Um die Aufgabentypen miteinander zu vergleichen, wurden die Korrelationen zwischen den Ergebnissen, die mit den verschiedenen Aufgabentypen erzielt wurden, berechnet.

#### a) Auge

	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a
Zuordnung	1.00**				
Erläuterung	<span style="border: 1px solid black;">0.64**</span>	1.00**			
Netz	0.27**	0.52**	1.00**		
Sätze	0.50**	<u>0.70**</u>	<span style="border: 1px solid black;">0.52**</span>	1.00**	
Probleml.a	0.34**	0.50**	0.42**	0.56**	1.00**
Probleml.b	0.27**	0.42**	0.28**	0.44**	<span style="border: 1px solid black;">0.62**</span>

Tab.7: Korrelationen zwischen den einzelnen Aufgabentypen zum Themenbereich Auge (\*\* = hochsignifikant / umrandet = Aufgabentypen einer Kategorie / unterstrichen = höchste Korrelation)

Beim Themenbereich Auge korrelieren alle Aufgabentypen hochsignifikant. Die in der Tabelle umrandeten Werte geben die Höhe der Korrelationen zwischen den Aufgabentypen, die einer Kategorie zugeordnet wurden, an. In der Kategorie Wissen korrelieren die Aufgabentypen „Zuordnung“ und „Erläuterung“ mit  $r = 0.64$ . „Netz“ und „Sätze“, die der Kategorie Verstehen zugeordnet wurden, korrelieren mit  $r = 0.52$  und die „Problemlösungsaufgaben a und b“ (Kategorie Anwenden) korrelieren mit  $r = 0.62$ . Es wird festgestellt, dass die Aufgabentypen einer Kategorie hoch korrelieren.

Zwischen „Erläuterung“ und „Sätze“ ist die höchste Korrelation mit  $r = 0.70$  (in der Tabelle unterstrichener Wert) zu verzeichnen. „Erläuterung“ und „Netz“ korrelieren mit  $r = 0.52$ . Ebenfalls hoch korrelieren die Aufgabentypen „Sätze“ und „Problemlösungsaufgabe a“ mit  $r = 0.56$  sowie „Zuordnung“ und „Sätze“ mit  $r = 0.50$ .

#### b) Ohr

	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a
Zuordnung	1.00**				
Erläuterung	<u>0.65**</u>	1.00**			
Netz	0.43**	0.59**	1.00**		
Sätze	0.62**	<u>0.76**</u>	<u>0.60**</u>	1.00**	
Probleml.a	0.38**	0.34**	0.35**	0.42**	1.00**
Probleml.b	0.13	0.26**	0.23**	0.30**	<u>0.43**</u>

Tab.8: Korrelationen zwischen den einzelnen Aufgabentypen zum Themenbereich Ohr (Erläuterungen s. Tab.7)

Bis auf die Korrelation zwischen „Zuordnung“ und „Problemlösungsaufgabe b“ sind alle Korrelationen zwischen den Aufgabentypen hochsignifikant. Die in der Tabelle umrandeten Werte zeigen die Korrelationen zwischen den Aufgabentypen, die einer Kategorie zugeordnet wurden, an. Zwischen „Zuordnung“ und „Erläuterung“ (Kategorie Wissen) besteht eine hohe Korrelation von  $r = 0.65$ . Ebenfalls hoch korrelieren „Netz“ und „Sätze“ (Kategorie Verstehen) mit  $r = 0.60$ . „Problemlösungsaufgabe a“ und „Problemlösungsaufgabe b“ (Kategorie Anwenden) weisen eine mittlere Korrelation von  $r = 0.43$  auf. Am höchsten korrelieren auch hier, wie beim Themenbereich Auge die Aufgabentypen „Erläuterung“ und „Sätze“ mit  $r =$

0.76 (unterstrichener Wert). Ebenfalls hohe Korrelationen weisen die Aufgabentypen „Zuordnung“ und „Sätze“ mit  $r = 0.62$  sowie „Erläuterung“ und „Netz“ mit  $r = 0.59$  auf.

### c) Immunsystem

	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a
Zuordnung	1.00**				
Erläuterung	<u>0.55**</u>	1.00**			
Netz	0.39**	0.58**	1.00**		
Sätze	0.55**	<u>0.63**</u>	<u>0.56**</u>	1.00**	
Probleml.a	0.34**	0.37**	0.32**	0.44**	1.00**
Probleml.b	0.25**	0.31**	0.35**	0.19**	<u>0.38**</u>

Tab.9: Korrelationen zwischen den einzelnen Aufgabentypen zum Themenbereich Immunsystem (Erläuterungen s. Tab.7)

Es bestehen zwischen allen Aufgabentypen hochsignifikante Korrelationen. Die in der Tabelle umrandeten Werte geben die Korrelationen zwischen den Aufgabentypen an, die einer Kategorie zugeordnet wurden. „Zuordnung“ und „Erläuterung“ (Kategorie Wissen) korrelieren hoch mit  $r = 0.55$ , ebenso „Netz“ und „Sätze“ (Kategorie Verstehen) mit  $r = 0.56$ . „Problemlösungsaufgabe a“ und „Problemlösungsaufgabe b“ (Kategorie Anwenden) zeigen mit  $r = 0.38$  eine mittlere Korrelation. Am höchsten korrelieren auch hier, wie bei den übrigen Themenbereichen, die Aufgabentypen „Erläuterung“ und „Sätze“ mit  $r = 0.63$  (unterstrichener Wert).

Außerdem sind hohe Korrelationen zwischen „Erläuterung“ und „Netz“ ( $r = 0.58$ ) bzw. „Zuordnung“ und „Sätze“ ( $r = 0.55$ ) zu verzeichnen.

Generell ist festzustellen, dass beim Themenbereich Immunsystem die Korrelationen zwischen den Aufgabentypen geringere Werte aufweisen als bei den Themenbereichen Auge und Ohr. Allerdings erreichen die Probanden bei Immunsystem auch deutlich schlechtere Ergebnisse als bei den anderen beiden Themenbereichen (s. 7.2.1). Vielleicht ist das geringe Wissen in diesem Bereich Ursache für eine sehr unterschiedliche Bearbeitung der verschiedenen Aufgabenstellungen.

d) Vergleich der Ergebnisse

Unabhängig von der absoluten Höhe der Korrelationen sind bei allen Themenbereichen ähnliche bis gleiche Tendenzen zu verzeichnen:

- Die Aufgabentypen, die der Kategorie Wissen zugeordnet wurden, korrelieren bei allen drei Themenbereichen hoch miteinander. Gleiches gilt für die Aufgabentypen, die der Kategorie Verstehen zugeordnet wurden. Dies unterstützt die Berechtigung der vorgenommenen Einordnung.
- Die „Problemlösungsaufgaben a und b“, die der Kategorie Anwenden zugeordnet wurden, weisen beim Themenbereich Auge eine hohe Korrelation auf, bei den anderen beiden Themenbereichen eine mittlere Korrelation. Dieses Ergebnis stützt die Korrektheit der vorgenommenen Einordnung daher nur bedingt (s. hierzu auch 7.2.1)
- Bei allen Themenbereichen korrelieren die Aufgabentypen „Erläuterung“ und „Sätze“ am höchsten miteinander. Sie sind zwei verschiedenen Kategorien zugeordnet. „Erläuterung“ der Kategorie Wissen und „Sätze“ der Kategorie Verstehen. Beide Aufgabentypen verlangen zu ihrer Bewältigung allerdings sprachliche Fähigkeiten, worin die hohe Korrelation zwischen ihnen begründet sein könnte.
- „Erläuterung“ korreliert in allen Themenbereichen hoch mit dem Aufgabentyp „Netz“, der wie „Sätze“ zur Kategorie Verstehen gerechnet wird. Möglicherweise wird mit „Erläuterung“ außer Wissen bis zu einem bestimmten Maße auch Verstehen überprüft.
- Die „Problemlösungsaufgaben a und b“ (Kategorie Anwenden) korrelieren nur beim Themenbereich Auge deutlich höher untereinander als mit den übrigen Aufgabentypen. Bei den anderen beiden Themenbereichen zeigen sie untereinander ähnliche Korrelationen wie mit den übrigen Aufgabentypen. Dies deutet ebenso wie die Ergebnisse in 7.2.1 darauf hin, dass mit Problemlösungsaufgabe a nicht vorrangig die Kategorie Anwenden überprüft wird.
- „Problemlösungsaufgabe b“ korreliert mit den Aufgabentypen der übrigen Kategorien gering bis mittel. Sie weist generell die geringsten Korrelationen auf. Ein möglicher Hinweis darauf, dass mit ihr noch andere Aspekte gemessen werden als mit den anderen Aufgabentypen. Zu ihrer Bewältigung könnten über Wissen und Verstehen hinaus spezielle Problemlösungsfähigkeiten notwendig sein.

### 7.3 Moderatorvariablen

Im folgenden werden die Ergebnisse der Befragung bezüglich der verschiedenen Moderatorvariablen dargestellt und mit den verschiedenen Aufgabentypen in Beziehung gesetzt.

#### 7.3.1 Interesse

Mit jeweils vier Items pro Themenbereich wurde das Interesse der Probanden an dem jeweiligen Themenbereich abgefragt. Es konnte in fünf Abstufungen von „Darüber möchte ich sehr ungern mehr erfahren (1)“ bis „Darüber möchte ich sehr gern mehr erfahren (5)“ geantwortet werden (s. Fragebogen, Anhang). Nachfolgend werden die Mittelwerte der einzelnen Items für die drei Themenbereiche (Auge, Ohr, Immunsystem) aufgeführt.

Darüber möchte ich mehr erfahren,	Mittelwert	Standardabweichung
wie das Auge im einzelnen aufgebaut ist	3,4	0,97
welche Erkrankungen des Auges häufig sind	3,4	0,95
was beim Sehvorgang im Auge passiert	3,5	0,92
wie es zu optischen Täuschungen kommt	3,7	0,93

Tab.10: Interesse am Themenbereich Auge

Darüber möchte ich mehr erfahren,	Mittelwert	Standardabweichung
wie das Ohr im einzelnen aufgebaut ist	3,4	0,88
wie der Hörvorgang erfolgt	3,6	0,82
welche Wirkung die Schallwellen auf die verschiedenen Teile des Ohrs haben	3,4	0,92
welche Erkrankungen des Ohrs häufig sind	3,4	0,93

Tab.11: Interesse am Themenbereich Ohr

Darüber möchte ich mehr erfahren	Mittelwert	Standardabweichung
wie der Körper auf das Eindringen von Krankheitserregern reagiert	4,1	0,74
welche medizinischen Möglichkeiten es gibt, Krankheitserreger zu bekämpfen	4,1	0,81
wie man Infektionskrankheiten von anderen Krankheiten unterscheiden kann	3,9	0,87
was beim Impfen geschieht	3,9	0,81

Tab. 12: Interesse am Themenbereich Immunsystem

Wie die Tabellen 10, 11 und 12 zeigen, variieren die Mittelwerte der Einzelitems bei Themenbereich Auge und Ohr nur gering (3,4 bis 3,7). Das Interesse der Probanden liegt damit zwischen „Darüber möchte ich weder gern noch ungern mehr erfahren“ und „Darüber möchte ich gern mehr erfahren“. Das höchste Interesse zeigen die Probanden an Optischen Täuschungen und daran, was beim Hörvorgang geschieht. Beim Themenbereich Immunsystem ist eine geringe Variation vorhanden, hier liegen die Mittelwerte allerdings etwas höher (3,9 bis 4,1), die Standardabweichungen sind dagegen durchweg etwas niedriger. Das meiste Interesse zeigen die Probanden in diesem Bereich daran, wie der Körper auf das Eindringen von Krankheitserregern reagiert und welche medizinische Möglichkeit es gibt, Krankheitserreger zu bekämpfen.

In Tabelle 13 werden die Korrelationen zwischen dem „Interesse an den verschiedenen Themenbereichen“ und den „Ergebnissen bei den einzelnen Aufgabentypen“ aufgeführt.

<u>Auge</u>	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
Interesse	- 0.09	- 0.11	- 0.12	- 0.09	- 0.01	-- 0.07
<u>Ohr</u>						
Interesse	0.02	- 0.05	- 0.01	- 0.09	- 0.12	- 0.15*
<u>Immunsystem</u>						
Interesse	0.05	- 0.09	0.00	- 0.06	0.07	0.02

Tab.13: Korrelationen zwischen der Variablen Interesse und den Leistungen bei den einzelnen Aufgabentypen

Bis auf eine Ausnahme beim Themenbereich Ohr kann keine signifikante Korrelation zwischen dem Interesse und den Ergebnissen bei den Aufgabentypen festgestellt werden. Bei „Ohr“ zeigt sich eine signifikante Korrelation von  $r = - 0.15$  zwischen dem Interesse und der „Problemlösungsaufgabe b“.

Generell scheint also das Interesse keinen Einfluss auf die Bewältigung der einzelnen Aufgaben zu haben. Die häufig negativen Vorzeichen können ihre Ursache darin haben, dass mit der Formulierung: „Darüber möchte ich mehr erfahren . . .“ von den Probanden erfahrene Defizite in dem entsprechenden Bereich die Beantwortung der Items beeinflusste. Für die signifikante Korrelation zwischen Interesse und „Problemlösungsaufgabe b“ kann hier keine Erklärung gegeben werden. „Problemlösungsaufgabe b“ wurde nur von 7% der Probanden vollständig gelöst.

Nachfolgend werden die Korrelationen aufgeführt, die zwischen einzelnen Items zum Interesse und den Ergebnissen bei den verschiedenen Aufgabentypen bestehen (s. Tabellen 14, 15 und 16).

In Tabelle 14 werden die Korrelationen zwischen den einzelnen Items zum Interesse am Auge und den Aufgabentypen beim Themenbereich Auge aufgeführt

Item: Darüber möchte ich mehr erfahren	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
. . . wie das Auge im einzelnen aufgebaut ist	-0,14	-0,16*	-0,14	-0,15*	-0,08	-0,08
. . . welche Erkrankungen des Auges häufig sind	0,04	-0,02	-0,04	0,02	0,07	-0,03
. . . was beim Sehvorgang im Auge passiert	-0,15*	-0,18*	-0,13	-0,18*	-0,09	-0,11
. . . wie es zu optischen Täuschungen kommt	-0,04	-0,04	0	0,03	0,05	-0,01

Tab.14: Korrelationen zwischen den Interesse-Items zum Themenbereich Auge und den Ergebnissen bei den einzelnen Aufgabentypen

Wie Tabelle 14 zeigt, sind signifikante Korrelationen zwischen den Aufgabentypen „Erläuterung“ und „Sätze“ und dem Item, mit dem das Interesse am Aufbau des Auges abgefragt wird, zu verzeichnen. Außerdem bestehen signifikante, negative Korrelationen zwischen dem Interesse am Sehvorgang und den Aufgabentypen „Zuordnung“, „Erläuterung“ und „Sätze“. Die in den Aufgaben vorgegebenen Begriffe haben einen deutlichen Bezug zum Augenaufbau und dem Sehvorgang.

Item: Darüber möchte ich mehr erfahren	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
. . . wie das Ohr im einzelnen aufgebaut ist	-0,07	-0,12	-0,06	-0,12	-0,23**	-0,13
. . . wie der Hörvorgang erfolgt	-0,03	-0,13	-0,04	-0,11	-0,07	-0,12
. . . welche Wirkung die Schallwellen auf die verschiedenen Teile des Ohrs haben	0,05	-0,01	0,01	-0,1	-0,12	-0,19**
. . . welche Erkrankungen des Ohrs häufig sind	0,11	0,09	0,02	0,05	-0,16	-0,07

Tab.:15 Korrelationen zwischen den Interesse-Items zum Themenbereich Ohr und den Ergebnissen der einzelnen Aufgabentypen

Bei Ohr (Tabelle 15) sind hochsignifikante Korrelationen zwischen dem Interesse am Aufbau des Ohrs und der „Problemlösungsaufgabe a“ zu verzeichnen sowie dem Interesse an der Wirkung der Schallwellen auf einzelne Teile des Ohrs und der „Problemlösungsaufgabe b“. Beide Problemlösungsaufgaben sind nur lösbar, wenn ausreichendes Wissen über den Ohraufbau und die Wirkung der Schallwellen auf das Ohr vorliegen. Die festgestellten negativen Korrelationen deuten vermutlich auf von den Probanden wahrgenommene Defizite in dem jeweiligen Bereich hin. Die Probanden antworteten möglicherweise auf „Darüber möchte ich mehr erfahren. . .“ mit „sehr gerne oder gern“, wenn sie in diesem Bereich wenig zu wissen glauben. Bei einer solchen Bearbeitungsweise träten negative Korrelationen zwischen den Items und den Ergebnissen der Aufgaben im gleichen Inhaltsbereich auf.

Beim Themenbereich Immunsystem (Tabelle 16) sind keinerlei signifikante Korrelationen zwischen den Items zum Interesse und den Ergebnissen bei den verschiedenen Aufgabentypen zu verzeichnen.

Darüber möchte ich mehr erfahren	Zuordnung.	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
. . . wie der Körper auf das Eindringen von Krankheitserregern reagiert	-0,02	-0,09	0	-0,12	-0,03	0,01
. . . welche medizinischen Möglichkeiten es gibt Krankheitserreger zu bekämpfen	0,12	-0,03	0,04	0	0,07	0,07
. . . wie man Infektionskrankheiten von anderen Krankheiten unterscheiden kann	0,07	-0,09	-0,06	-0,05	0,08	0,03
. . . was beim Impfen geschieht	0,01	-0,09	-0,06	-0,05	0,07	0,01

Tab.16: Korrelationen zwischen den Interesse-Items zum Themenbereich Immunsystem und den Ergebnissen bei den einzelnen Aufgabentypen

### 7.3.2 Selbsteingeschätztes Wissen

Die Probanden schätzten ihr eigenes Wissen in den verschiedenen Bereichen ein, indem sie in einem Skalenbereich von 1 (= darüber weiß ich nichts) bis 5 (= darüber

weiß ich sehr viel) jeweils vier Items pro Themenbereich beurteilten. In Tabelle 17 werden die Mittelwerte und Standardabweichungen für die verschiedenen Themenbereichen angegeben.

selbsteingeschätztes Wissen	Mittelwert	Standardabweichung
Auge	2,8	0,78
Ohr	2,5	0,95
Immunsystem	4	0,65

Tab.17: Mittelwerte des selbsteingeschätzten Wissens pro Themenbereich

Bei den Themenbereichen Auge und Ohr schätzen die Probanden im Mittel ihr Wissen zwischen „wenig“ bis „einiges“ ein. Beim Themenbereich Auge glauben sie geringfügig mehr zu wissen als bei Ohr. Dagegen gehen sie beim Themenbereich Immunsystem im Mittel davon aus, dass sie „viel“ über diesen Themenbereich wissen.

<u>Auge</u>						
	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
	0.33**	0.47**	0.35**	0.44**	0.29**	0.27**
<u>Ohr</u>						
	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
	0.31**	0.48**	0.39**	0.41**	0.15*	0.02
<u>Immunsystem</u>						
	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
	0.05	-0.09	0	-0.06	0.07	0.07

Tab.18: Korrelationen zwischen dem selbsteingeschätztem Wissen und den Ergebnissen bei einzelnen Aufgabentypen

In Tabelle 18 finden sich beim Themenbereich Auge hochsignifikante Korrelationen zwischen allen Aufgabentypen und dem selbsteingeschätztem Wissen. Die höchsten Korrelationen sind zwischen dem selbsteingeschätztem Wissen und dem Aufgabentyp „Erläuterung“ mit  $r = 0.47$  und selbsteingeschätztem Wissen und „Sätze“ mit  $r = 0.44$  zu verzeichnen.

Beim Themenbereich Ohr findet man hochsignifikante Korrelationen zwischen dem selbsteingeschätzten Wissen und den Aufgabentypen „Zuordnung“, Erläuterung, „Netze“ und „Sätze“. Auch hier sind die Korrelationen zu "Erläuterung" und "Sätze" mit  $r = 0.48$  bzw.  $r = 0.41$  am höchsten. Zu „Problemlösungsaufgabe a“ zeigt sich eine eher niedrige, aber dennoch signifikante Korrelation von  $r = 0.15$ . Zu „Problemlösungsaufgabe b“ besteht keine Korrelation. Auch beim Themenbereich Auge sind die Korrelationen zu den Problemlösungsaufgaben niedriger als zu den übrigen Aufgabentypen.

Beim Themenbereich Immunsystem bestehen keine signifikanten Korrelationen zwischen dem selbsteingeschätzten Wissen und den Ergebnissen bei den Aufgabentypen. Die Probanden gaben im Mittel an, in diesem Themenbereich „viel“ zu wissen. Sie lösten hingegen die Aufgaben bei diesem Themenbereich deutlich schlechter als bei Auge oder Ohr (s. 4.1.1). Möglicherweise gelang es ihnen in diesem Bereich nicht, ihr vorhandenes Wissen realistisch einzuschätzen. Die Items, mit denen das selbsteingeschätzte Wissen im Bereich Immunsystem ermittelt wurde (s. Fragebogen, Anhang), scheinen Allgemeinwissen in diesem Bereich abzufragen. Bei den einzelnen Aufgabentypen wird dann allerdings sehr spezifisches Wissen abgefragt. Dies könnte eine Erklärung für die Fehleinschätzung des eingeschätzten Wissens darstellen.

### 7.3.3 Verbale Intelligenz

<u>Auge</u>	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
Verbaler Intelligenztest	0.20**	0.19**	0.18*	0.19**	0.29*	0.26**
<u>Ohr</u>						
Verbaler Intelligenztest	0.19*	0.23**	0.19*	0.20**	0.19*	0.12
<u>Immunsystem</u>						
Verbaler Intelligenztest	0.29**	0.3**	0.31**	0.22**	0.17*	0.14

Tab.19: Korrelationen zwischen der Verbalen Intelligenz und den Ergebnissen bei den Aufgabentypen

Zwischen den Ergebnissen des Verbalen Intelligenztests und den Ergebnissen bei den verschiedenen Aufgabentypen (Tabelle 19) sind bis auf zwei Ausnahmen hochsignifikante bis signifikante Korrelationen zu verzeichnen. Die beiden Ausnahmen betreffen die nichtsignifikanten Korrelationen zwischen den „Problemlösungsaufgaben b“ bei Ohr und Immunsystem und den Ergebnissen beim Verbalen Intelligenztest. Beim Themenbereich Immunsystem ist bei den Aufgabentypen „Zuordnung“, „Erläuterung“, „Netz“ und „Sätze“ die Korrelation zur Verbalen Intelligenz höher als bei den Themenbereichen Auge und Ohr.

Der Grund hierfür könnte sein, dass die abgefragten Begriffe beim Themenbereich Immunsystem einen höheren Abstraktionsgrad aufweisen und damit möglicherweise erhöhte Ansprüche an die verbalen Fähigkeiten der Probanden stellen. Da die Basistexte bei allen Themenbereichen ungefähr die gleiche Länge aufweisen, ist die Textlänge als Ursache der unterschiedlichen Korrelationen auszuschließen.

Beim Themenbereich Auge zeigen die Problemlösungsaufgaben eine höhere Korrelation zur Verbalen Intelligenz als zu den anderen Aufgabentypen.

Der Basistext der Problemlösungsaufgaben beim Themenbereich Auge enthält vermutlich für die Befragten einen höheren Anteil unbekannter Informationen als der entsprechende Text bei den anderen Themenbereichen. (Die dargestellte Problemsituation ist weniger nah an Alltagssituationen orientiert wie bei den anderen beiden Themenbereichen. Es werden außerdem Begriffe wie „Grubenaug“ und „camera obscura“ verwendet.) Damit wäre ein stärkerer Zusammenhang zwischen Verbaler Intelligenz und Ergebnissen bei den Problemlösungsaufgaben beim Themenbereich Auge erklärbar.

Die vorliegenden Daten zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen Verbaler Intelligenz und den Ergebnissen bei den verwendeten Aufgabentypen. Für eine genauere Klärung der Art des Zusammenhangs sind weitere Untersuchungen wünschenswert.

### 7.3.4 Befindlichkeit im Unterricht

<u>Auge</u>	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
Korrelation zur Befindlichkeit im Unterricht	0.26*	0.38*	0.17*	0.32*	0.28*	0.19*
<u>Ohr</u>						
Korrelation zur Befindlichkeit im Unterricht	0.19**	0.30**	0.18*	0.29**	0.13	0.15*
<u>Immunsystem</u>						
Korrelation zur Befindlichkeit im Unterricht	0.24**	0.22**	0.06	0.17*	0.12	0.03

Tab.20: Korrelationen zwischen der Befindlichkeit im besuchten Biologieunterricht und den Ergebnissen bei den Aufgabentypen

Beim Themenbereich Auge bestehen signifikante Korrelationen zwischen der Befindlichkeit im Biologieunterricht und den Ergebnissen bei allen Aufgabentypen. Die niedrigsten Werte finden sich zwischen der Befindlichkeit im Biologieunterricht und den Aufgabentypen „Netz“ und „Problemlösungsaufgabe b“. Beim Themenbereich Ohr bestehen hochsignifikante Korrelationen zwischen der Befindlichkeit und den Aufgabentypen „Zuordnung“, „Erläuterung“ und „Sätze“. Zwischen Befindlichkeit und den Aufgabentypen „Netz“ und „Problemlösungsaufgabe b“ bestehen signifikante Korrelationen. Keine Korrelation ist zwischen der Befindlichkeit im Biologieunterricht und der „Problemlösungsaufgabe a“ zu verzeichnen. Beim Themenbereich Immunsystem bestehen hochsignifikante Korrelationen zwischen der Befindlichkeit und den Aufgabentypen „Zuordnung“ und „Erläuterung“; eine signifikante Korrelation besteht zwischen der Befindlichkeit und dem Aufgabentyp „Sätze“. Die Aufgabentypen „Netz“ und „Problemlösungsaufgaben a u. b“ zeigen keine signifikante Korrelation zu der Befindlichkeit im Biologieunterricht. In der Tendenz sind beim Themenbereich Immunsystem die Korrelationen der Aufgabentypen zur Befindlichkeit im Unterricht geringer als bei den anderen Themenbereichen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in allen Themenbereichen ein Zusammenhang zwischen der Befindlichkeit im Biologieunterricht und den Ergebnissen bei den Aufgabentypen besteht. Eine positive Befindlichkeit im Unterricht wirkt sich vermutlich positiv auf den Kenntniserwerb aus.

### 7.3.5 Einfluss der Eltern

<u>Auge</u>	Zuordnung	Erläuterung	Netz	Sätze	Probleml.a	Probleml.b
Korrelationen zum Einfluss der Eltern	-0.14	-0.07	0.00	0.00	-0.08	-0.02
<u>Ohr</u>						
Korrelationen zum Einfluss der Eltern	-0.04	-0.01	-0.07	-0.03	-0.12	0.01
<u>Immunsystem</u>						
Korrelationen zum Einfluss der Eltern	-0.05	-0.09	-0.04	-0.05	-0.04	0

Tab.21. Korrelationen zwischen dem Einfluss der Eltern und den Ergebnissen bei den Aufgabentypen

In keinem Fall konnte eine Korrelation zwischen dem Einfluss der Eltern und den Ergebnissen bei den Aufgabentypen festgestellt werden. Der Elterneinfluss scheint somit, zumindest in dem Bereich, der durch die zugehörigen 4 Items des Fragebogens abgefragt wurde, für die Bewältigung der Aufgaben bedeutungslos.

## 7.4 Vergleich zwischen guten und schlechten sowie sehr guten und schlechten Problemlösern

### 7.4.1 Einteilung der Probanden in gute und schlechte Problemlöser.

In diesem Abschnitt werden die guten und die schlechten Problemlöser miteinander verglichen. Der Vergleich erfolgt gesondert nach den Themenbereichen Auge, Ohr und Immunsystem. Diese Vorgehensweise erscheint sinnvoll, da keine themenübergreifend guten Problemlöser ausgemacht werden konnten. Die guten Problemlöser sind dies stets nur auf einen Themenbereich bezogen. Je nachdem, wie die Problemlösungsaufgaben a und b gelöst wurden, wurden die Probanden in zwei verschiedene Gruppen eingeteilt.

Zur Gruppe der guten Problemlöser wurden all jene Probanden gezählt, die bei den Problemlösungsaufgaben a und b zumindest 1 Punkt und damit die Hälfte der Höchstpunktzahl (2 Punkte) erreichten. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Probanden über eine recht gute Problemlösefähigkeit verfügen.

Zur Gruppe der schlechten Problemlöser wurden alle übrigen gezählt, Sie hatten zumindest bei einer der Problemlösungsaufgaben a oder b gar keine Punkte bekommen.

Tabelle 22 zeigt die zahlenmäßige Verteilung der Befragten auf die Gruppe der guten bzw. schlechten Problemlöser.

Die Tabelle macht deutlich, dass bei allen Themenbereichen die Gruppe der schlechten Problemlöser deutlich größer ist als die der guten Problemlöser. Beim Themenbereich Auge sind über 80 % der Befragten schlechte Problemlöser; beim Themenbereich Ohr sind es 79 % und beim Themenbereich Immunsystem 88 %. Demgegenüber können nur 20 % (Auge), 21 % (Ohr) und 12 % (Immunsystem) der Befragten zu den guten Problemlösern gezählt werden.

	Auge	Ohr	Immunsystem
Gesamtheit	185 100%	185 100%	185 100%
gute Problemlöser	36 20%	39 21%	23 12%
schlechte Problemlöser	149 80%	146 79%	162 88%

Tab.22: Anzahl der guten bzw. schlechten Problemlöser

## 7.4.2 Vergleich der guten Problemlöser und schlechten Problemlöser

### Abschneiden der guten und schlechten Problemlöser bei den verschiedenen Aufgabentypen

Tabelle 23 zeigt die durchschnittliche Prozent der Höchstpunktzahl an, die bei den einzelnen Aufgabentypen von den guten bzw. schlechten Problemlösern erreicht wurden.

	Zuordnung		Erläuterung		Netz		Sätze	
	gute Problem-löser	schlechte Problem-löser						
<u>Auge</u>	88%	68%	56%	31%	31%	11%	57%	24%
<u>Ohr</u>	85%	74%	43%	28%	34%	18%	45%	24%
<u>Immuns.</u>	66%	40%	41%	21%	29%	7%	33%	13%

Tab.23: Durchschnittliche Prozent der Höchstpunktzahlen bei den verschiedenen Aufgabentypen

Es wird deutlich, dass die guten Problemlöser in allen Themenbereichen bei allen Aufgabentypen ausnahmslos wesentlich besser abschneiden als die schlechten Problemlöser. Die Unterschiede betragen zwischen 11 und 33 Prozentpunkten; mit einem mittleren Unterschied von 21 Prozentpunkten. Dies deutet daraufhin, dass die guten Problemlöser auch über ein besseres Wissen und Verstehen in den jeweiligen Themenbereichen verfügen als die übrigen Probanden. Wobei die Erfassung von Wissen und Verstehen auf den Bereich beschränkt bleibt, der durch die verwendeten Aufgaben operationalisierbar ist.

### Alter und Semesterzahl der guten und schlechten Problemlöser

In Tabelle 24 wird das Durchschnittsalter und die mittlere Semesterzahl der guten und der schlechten Problemlöser verglichen.

Bei allen drei Themenbereichen sind die guten Problemlöser etwas älter als der Durchschnitt der Probanden. Die Unterschiede betragen jeweils nur wenige Monate. Ebenso ist die Semesterzahl der guten Problemlöser etwas höher. Die Differenzen

betragen 1,3 Semester beim Themenbereich Auge; 1 Semester beim Themenbereich Ohr und 0,8 Semester beim Themenbereich Immunsystem.

	Auge		Ohr		Immunsystem	
	gute Problemlöser	schlechte Problemlöser	gute Problemlöser	schlechte Problemlöser	gute Problemlöser	schlechte Problemlöser
Durchschnittsalter	22,3	21,5	21,9	21,5	22,3	21,5
mittlere Semesterzahl	4,4	3,1	4	3	3,9	3,1

Tab.24: Alter und Semesterzahl der guten Problemlöser

#### Verteilung der guten Problemlöser auf die Geschlechter

Während bei der Gesamtheit der Befragten die weiblichen Probanden mit 84% in der Mehrzahl waren, verschiebt sich dieses Verhältnis bei den guten Problemlösern zu Gunsten der Männer (s.Tabelle 25).

	alle Befragte	Auge		Ohr		Immunsystem	
		gute Probleml.	schlechte Probleml.	gute Probleml.	schlechte Probleml.	gute Probleml.	schlechte Probleml.
Gesamtzahl	185 (100%)	36 (100%)	149 (100%)	39 (100%)	146 (100%)	23 (100%)	162 (100%)
männlich	30 (16%)	13 (36%)	19 (13%)	11 (28%)	19 (13%)	8 (35%)	22 (14%)
weiblich	155 (84%)	23 (64%)	127 (82%)	28 (72%)	127 (87%)	15 (65%)	140 (86%)

Tab.25: Verteilung der guten und schlechten Problemlöser auf die Geschlechter

Während die männlichen Befragten nur 16% der Gesamtheit ausmachen, stellen sie bei den guten Problemlösern des Themenbereichs Auge 36 %, bei Themenbereich Ohr 28 % und bei Themenbereich Immunsystem 28%. Damit ist ihr Anteil in dieser Gruppe deutlich erhöht. In der Gruppe der schlechten Problemlöser sind die männlichen Probanden zu einem geringeren Anteil vertreten als in der Gesamtheit. Wie der nächste Abschnitt zeigt wäre es jedoch voreilig, hieraus den Schluß zu ziehen, Männer seien generell die besseren Problemlöser.

### Verteilung der guten Problemlöser auf die verschiedenen Lehramtsstudiengänge

Während 54% aller Probanden das Lehramt für Grundschulen studieren, sind es bei den guten Problemlösern zum Themenbereich Auge 31%, zum Themenbereich Ohr 44% und zum Themenbereich Immunsystem 35% (Tabelle 26). Bei allen Themenbereichen ist der Prozentsatz der guten Problemlöser, die das Lehramt für die Grundschule studieren, damit deutlich geringer als in der Gesamtheit. Der Prozentsatz derjenigen, die das Lehramt für Haupt- und Realschule studieren, ist bei den guten Problemlösern etwas höher als in der Gesamtheit und bei den schlechten Problemlösern. Bei den Studierenden des Lehramtes für das Gymnasium ist der Anteil in der Gruppe der guten Problemlöser um 11 bis 18 Prozentpunkte gegenüber der Gesamtheit und den schlechten Problemlösern erhöht. Das Lehramt für Sonderschulen studieren 15% aller Befragten. Bei den guten Problemlösern beim Themenbereich Auge stellen sie 22 %, beim Themenbereich Ohr 8 % und beim Themenbereich Immunsystem 9 %. Anders als bei den anderen Lehramtsstudiengängen ist hierbei keine gleichmäßige Verteilung zu erkennen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Studierende des Lehramts für Haupt- und Realschule und für Gymnasium die Problemlösungsaufgaben häufiger lösen als die Studierenden des Lehramts für Grundschule bzw. Sonderschule. In den letztgenannten Studiengängen kann davon ausgegangen werden, dass das Fach Biologie keinen wesentlichen Schwerpunkt des Studiums darstellt.

	alle Befragte	Auge		Ohr		Immunsystem	
		gute Probleml.	schlechte Probleml.	gute Probleml.	schlechte Probleml.	gute Probleml.	schlechte Probleml.
Gesamtzahl	185 (100%)	36 (100%)	149 (100%)	39 (100%)	146 (100%)	23 (100%)	162 (100%)
Lehramt für:							
Grundschule	100 (54%)	11 (31%)	89 (60%)	17 (44%)	83 (57%)	8 (35%)	92 (57%)
Haupt- u. Realschule	17 (9%)	5 (14%)	12 (8%)	5 (13%)	12 (8%)	4 (17%)	13 (8%)
Gymnasien	41 (22%)	12 (33%)	29 (19%)	13 (34%)	26 (19%)	9 (39%)	31 (19%)
Sonderschule	27 (15%)	8 (22%)	19 (13%)	3 (8%)	24 (16%)	2 (9%)	25 (16%)

Tab. 26: Verteilung der guten u. schlechten Problemlöser auf die Studiengänge

### Verteilung der guten und schlechten Problemlöser auf die Studienfächer

	alle Befragte	Auge		Ohr		Immunsystem	
		gute Probleml.	schlechte Probleml.	gute Probleml.	schlechte Probleml.	gute Probleml.	schlechte Probleml.
Gesamtzahl	185 (100%)	36 (100%)	149 (100%)	39 (100%)	146 (100%)	23 (100%)	162 (100%)
Bio/NW o. Mathe	52 (28%)	12 (33%)	41 (27%)	13 (33%)	39 (27%)	10 (43%)	45 (26%)
Bio/kNW	129 (70%)	24 (67%)	105 (71%)	26 (67%)	103 (70%)	13 (57%)	116 (72%)
keine Angabe	4 (2%)	0 (0%)	3 (2%)	0 (0%)	4 (3%)	0 (0%)	4 (2%)

Tab.27: Verteilung der guten u. schlechten Problemlöser auf die Studienfächer

Die Probanden, die Biologie zusammen mit einer weiteren Naturwissenschaft oder Mathematik studieren, machen 28% der Gesamtheit und 27% in der Gruppe der schlechten Problemlöser aus. Ihr Anteil an den guten Problemlösern zu den Themenbereichen Auge und Ohr beträgt 33 % und beim Themenbereich Immunsystem 43%. Damit ist ihr Anteil in der Gruppe der guten Problemlöser bei den Themenbereichen Auge und Ohr um jeweils 5% gegenüber der Gesamtheit erhöht. Beim Themenbereich Immunsystem beträgt ihr Anteil 15%. Bei den schlechten Problemlösern studieren jeweils 27% als ein weiteres Studienfach eine Naturwissenschaft oder Mathematik. 70% aller Befragten studieren Biologie ohne eine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik. Ihr Anteil beträgt bei den guten Problemlösern zu den Themenbereichen Auge und Ohr jeweils 67 % und beim Themenbereich Immunsystem 57 %. Während der Anteil derjenigen, die Biologie zusammen mit einer weiteren Naturwissenschaft bzw. Mathematik studieren, bei den guten Problemlösern erhöht ist, ist der Anteil derjenigen, die keine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik zusammen mit Biologie studieren bei den guten Problemlösern etwas geringer (67% bei Auge und Ohr, sowie 57% bei Immunsystem und 70% in der Gesamtheit.)

### Gute und schlechte Problemlöser und Biologieunterricht in der Oberstufe

Tabelle 28 zeigt, zu welchem Prozentsatz die Gruppen der Problemlöser Leistungskurs oder Grundkurs Biologie in der Oberstufe besucht haben; bzw. keine Biologie in der Oberstufe hatten.

	alle Befragte	Auge		Ohr		Immunsystem	
		gute Probleml.	schlechte Probleml.	gute Probleml.	schlechte Probleml.	gute Probleml.	schlechte Probleml.
Gesamtzahl	185 (100%)	36 (100%)	149 (100%)	39 (100%)	146 (100%)	23 (100%)	162 (100%)
Leistungskurs	118 (64%)	25 (69%)	92 (62%)	28 (72%)	89 (61%)	16 (70%)	101 (62%)
Grundkurs	57( 31%)	10 (28%)	47 (31%)	10 (26%)	47 (32%)	7 (30%)	50 (31%)
keine Biologie	10 (5%)	1 (3%)	8 (6%)	1 (2%)	8 (6%)	0 (0%)	9 (6%)
keine Angabe			1(1%)		2 (1%)		2 (1%)

Tab.28: Gute Problemlöser und Biologieunterricht in der Oberstufe

Während 64% aller Befragten einen Leistungskurs Biologie in der Oberstufe besucht haben, sind es bei den guten Problemlösern zu den Themenbereichen Auge und Ohr jeweils 72 % und bei Immunsystem 70 %. Ihr Anteil in der Gruppe der guten Problemlöser ist also durchweg höher als in der Gesamtheit. Außerdem ist ihr Anteil bei den guten Problemlösern um 7 bis 9 Prozentpunkte höher als bei den schlechten Problemlösern.

31% der Probanden haben einen Grundkurs Biologie in der Oberstufe besucht. Ihr Anteil an den Problemlösern beträgt bei Auge 28 %, bei Ohr 26 % und bei Immunsystem 30 %. Damit ist er um 1 bis 4 Prozentpunkte geringer als ihr Anteil in der Gruppe der schlechten Problemlöser.

5% aller Befragten hatten keine Biologie in der Oberstufe. Diese Gruppe ist bei den guten Problemlösern bei den Themenbereichen Auge und Immunsystem gar nicht vertreten und bei Ohr nur mit 1 %.

Die Zahlen weisen auf einen gewissen Einfluss des Biologieunterrichts auf die Fähigkeit zum Problemlösen bei biologischen Fragestellungen hin.

### 7.4.3 Vergleich der sehr guten und der schlechten Problemlöser

Innerhalb der Gruppe der guten Problemlöser befinden sich auch diejenigen, die beide Problemlösungsaufgaben a und b vollständig richtig gelöst haben. Sie erzielten somit bei Problemlösungsaufgabe a und Problemlösungsaufgabe b jeweils 2 Punkte. Im Folgenden werden sie als sehr gute Problemlöser bezeichnet und gesondert den schlechten Problemlösern (Einteilung s. 7.4.1) gegenüber gestellt. Beim Themenbereich Auge beträgt die Anzahl der sehr guten Problemlöser  $N = 13$ , beim Themenbereich Ohr  $N = 10$ . Da beim Themenbereich Immunsystem nur ein Proband die Kriterien für einen sehr guten Problemlöser erfüllt, wird dieser Themenbereich nicht weiter berücksichtigt.

#### Abschneiden der sehr guten und der schlechten Problemlöser bei den verschiedenen Aufgabentypen

Tabelle 29 gibt die im Durchschnitt erreichten Prozent der Höchstpunktzahl an, die bei den einzelnen Aufgabentypen von den sehr guten und den schlechten Problemlösern erreicht wurden.

	Zuordnung		Erläuterung		Netz		Sätze	
	sehr gute Problem- löser	schlechte Problem- löser						
<u>Auge</u>	91%	68%	57%	31%	34%	11%	69%	24%
<u>Ohr</u>	97%	74%	67%	28%	54%	18%	69%	24%

Tab.29: Durchschnittliche Prozent der Höchstpunktzahl bei den verschiedenen Aufgabentypen

In beiden Themenbereichen schneiden die sehr guten Problemlöser bei allen Aufgabentypen deutlich besser ab als die schlechten. Die Unterschiede betragen zwischen 23 und 45 Prozentpunkte, mit einem mittleren Unterschied von 33 Prozentpunkten. Der größte Unterschied besteht bei dem Aufgabentyp „Sätze“. Die sehr guten Problemlöser schneiden hier durchschnittlich mit 45 Prozentpunkten besser ab als die schlechten. Der mittlere Unterschied von 33 Prozentpunkten, mit dem die sehr guten Problemlöser besser abschneiden als die schlechten, übertrifft den zwischen guten und schlechten Problemlösern um 10 Prozentpunkte.

### Alter und Semesterzahl der sehr guten und der schlechten Problemlöser

In Tabelle.30 wird das Durchschnittsalter und die mittlere Semesterzahl der sehr guten und der schlechten Problemlöser verglichen.

Beim Themenbereich Auge beträgt der Unterschied 2,1 Jahre und beim Themenbereich Ohr 1,1 Jahre. Die sehr guten Problemlöser haben beim Themenbereich Auge 3,8 Semester länger studiert als die schlechten und bei Ohr 2,4 Semester länger als die schlechten Problemlöser. Beim Vergleich der guten und schlechten Problemlöser beträgt der Altersunterschied stets weniger als ein Jahr und der Unterschied in der Studiendauer maximal 1 Semester.

	Auge		Ohr	
	sehr gute Problem- löser	schlechte Problem- löser	sehr gute Problem- löser	schlechte Problem- löser
Durchschnittsalter	23,6	21,5	22,6	21,5
mittlere Semesterzahl	5,9	3,1	5,4	3

Tab.30: Durchschnittsalter und mittlere Semesterzahl der sehr guten und der schlechten Problemlöser

### Verteilung der sehr guten und der schlechten Problemlöser auf die Geschlechter

In der Gesamtheit der Befragten sind die weiblichen Probanden mit 84% vertreten und die männlichen mit 16%. Bei den sehr guten Problemlösern beim Themenbereich Auge beträgt der Anteil der männlichen Befragten demgegenüber 46% und beim Themenbereich Ohr 30%. Ihr Anteil ist damit deutlich höher als in der Gesamtheit und ebenso um einige Prozentpunkte höher als in der Gruppe der guten Problemlöser.

	alle Befragte	Auge		Ohr	
		sehr gute Probleml.	schlechte Probleml.	sehr gute Probleml.	schlechte Probleml.
Gesamtzahl	185 (100%)	13 (100%)	149 (100%)	10 (100%)	146 (100%)
männlich	30 (16%)	6 (46%)	19 (13%)	3 (30%)	19 (13%)
weiblich	155 (84%)	7 (54%)	127 (82%)	7 (70%)	127 (87%)

Tab.31: Verteilung der sehr guten und schlechten Problemlöser auf die Geschlechter

Verteilung der sehr guten und der schlechten Problemlöser auf die verschiedenen Studiengänge

	alle Befragte	Auge		Ohr	
		sehr gute Probleml.	schlechte Probleml.	sehr gute Probleml.	schlechte Probleml.
Gesamtzahl	185 (100%)	13 (100%)	149 (100%)	10 (100%)	146 (100%)
Lehramt für:					
Grundschule	100 (54%)	4 (31%)	89 (60%)	2 (20%)	83 (57%)
Haupt- u. Realschule	17 (9%)	5 (39%)	12 (8%)	2 (20%)	12 (8%)
Gymnasien	41 (22%)	4 (31%)	29 (19%)	5 (50%)	26 (19%)
Sonderschule	27 (15%)	0 (0%)	19 (13%)	1 (10%)	24 (16%)

Tab.32: Verteilung der sehr guten und der schlechten Problemlöser auf die Studiengänge

Während in der Gesamtheit 54% der Befragten für das Lehramt an Grundschulen studieren, sind es bei den sehr guten Problemlösern beim Themenbereich Auge nur 31%. Diesen Prozentsatz findet man auch bei den guten Problemlösern. Beim Themenbereich Ohr ist in der Gruppe der sehr guten Problemlöser der Anteil der Studierenden für das Lehramt an Grundschulen mit 20% deutlich niedriger als bei den guten Problemlösern. Hier beträgt er 44% (s. 7.4.1).

In der Gesamtheit studieren 9% für das Lehramt an Haupt- und Realschulen, bei den sehr guten Problemlösern (Themenbereich Auge) sind es 39% und 20% (Themenbereich Ohr). Bei den Studierenden für das Lehramt an Gymnasien ist der Prozentsatz bei den sehr guten Problemlösern mit 31% (Themenbereich Auge) bzw 50% (Themenbereich Ohr) deutlich höher als in der Gesamtheit und bei den übrigen Gruppen. Hingegen beträgt der Anteil der Studierenden für das Lehramt an Sonderschulen bei den sehr guten Problemlösern (Themenbereich Auge) 0% und (Themenbereich Ohr) 10%. Damit ist ihr Prozentsatz bei den sehr guten Problemlösern deutlich niedriger als in den anderen Gruppen. Bei den sehr guten Problemlösern ist der Anteil der Studierenden für die Grundschule bzw. die Sonderschule gegenüber den anderen Gruppen erniedrigt. Der Anteil der Studierenden für die Haupt- und Realschule und das Gymnasium ist in der Gruppe

der sehr guten Problemlöser deutlich erhöht. In beiden Studiengängen bildet das Fach Biologie einen bedeutsamen Schwerpunkt der Ausbildung.

Verteilung der sehr guten und der schlechten Problemlöser auf die Studienfächer

	alle Befragte	Auge		Ohr	
		sehr gute Probleml.	schlechte Probleml.	sehr gute Probleml.	schlechte Probleml.
Gesamtzahl	185 (100%)	13 (100%)	149 (100%)	10 (100%)	146 (100%)
Bio/NW o. Mathe	52 (28%)	6 (46%)	41 (27%)	3 (30%)	39 (27%)
Bio/kNW	129 (70%)	7 (54%)	105 (71%)	7 (70%)	103 (70%)
keine Angabe	4 (2%)	0 (0%)	3 (2%)	0 (0%)	4 (3%)

Tab.33: Verteilung der sehr guten u. schlechten Problemlöser auf die Studienfächer

Der Anteil derjenigen Studierenden, die neben Biologie eine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik studieren ist in der Gruppe der sehr guten Problemlöser beim Themenbereich Auge deutlich und beim Themenbereich Ohr geringfügig erhöht.

Sehr gute und schlechte Problemlöser und der besuchte Biologieunterricht in der Oberstufe

	alle Befragte	Auge		Ohr	
		Sehr gute Probleml.	schlechte Probleml.	sehr gute Probleml.	schlechte Probleml.
Gesamtzahl	185 (100%)	13 (100%)	149 (100%)	10 (100%)	146 (100%)
Leistungskurs	118 (64%)	10 (77%)	92 (62%)	10 (100%)	89 (61%)
Grundkurs	57 (31%)	3 (23%)	47 (31%)	0 (0%)	47 (32%)
keine Biologie	10 (5%)	0 (0%)	8 (6%)	0 (0%)	8 (6%)
keine Angabe			1 (1%)		2 (1%)

Tab.34: Verteilung der sehr guten und der schlechten Problemlöser auf den Biologieunterricht in der Oberstufe

Während 64% aller Befragten in der Oberstufe einen Leistungskurs Biologie besucht haben, sind es bei den sehr guten Problemlöser (Themenbereich Auge) 77% und bei Ohr 100%. Demgegenüber ist der Prozentsatz derjenigen, die in der Oberstufe einen Grundkurs Biologie besucht haben beim Themenbereich Auge in der Gruppe der sehr guten Problemlöser niedriger als in der Gesamtheit, beim Themenbereich Ohr beträgt er 0%. 5% aller Befragten hatten keine Biologie in der Oberstufe. In der Gruppe der sehr guten Problemlöser beträgt ihr Anteil 0%.

#### 7.4.4 Zusammenfassung des Vergleichs von guten und schlechten, bzw. sehr guten und schlechten Problemlösern

Generell wird festgestellt, dass nur ein kleiner Teil der Befragten zu den guten bzw. sehr guten Problemlösern gehört, maximal 21%.

- Die guten Problemlöser schneiden bei allen Aufgabentypen stets deutlich besser ab als die schlechten Problemlöser. Dieser Trend zeigt sich bei der Gruppe der sehr guten Problemlöser verstärkt.
- Die guten Problemlöser sind älter und haben länger studiert als die schlechten. Bei den sehr guten Problemlöser ist dieser Unterschied zu den schlechten Problemlösern deutlich größer.
- Der Anteil der männlichen Studierenden ist in der Gruppe der guten Problemlöser erhöht. Diese Tendenz zeigt sich bei den sehr guten Problemlösern leicht verstärkt.
- Die Studierenden für das Lehramt an Haupt- und Realschulen bzw. Gymnasien sind bei den guten Problemlösern mit einem höheren Prozentsatz vertreten als in der Gesamtheit. Bei den sehr guten Problemlösern ist diese Tendenz verstärkt.
- Die Studierenden für das Lehramt an Grundschulen sind zu einem geringeren Anteil als in der Gesamtheit bei den guten Problemlösern vertreten. Ihr Anteil bei den sehr guten Problemlösern ist noch geringer.
- Die Studierenden für die Sonderschule sind nur beim Themenbereich Auge in der Gruppe der guten Problemlöser stärker vertreten als in der Gesamtheit. Bei den übrigen Themenbereichen sind sie in dieser Gruppe zu einem geringeren Anteil vertreten. In der Gruppe der sehr guten Problemlöser sind sie beim Themenbereich Auge gar nicht und beim Themenbereich Ohr mit einem geringeren Prozentsatz vertreten.

- Der Anteil derjenigen Studierenden, die neben Biologie eine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik studieren ist bei den guten bzw. sehr guten Problemlösern leicht erhöht.
- Der Anteil der Studierenden, die in der Oberstufe einen Leistungskurs Biologie besucht haben, ist in der Gruppe der guten und sehr guten Problemlöser leicht erhöht. Bei gesonderter Betrachtung der sehr guten Problemlöser ist die Tendenz deutlich verstärkt. Beim Themenbereich Ohr beispielsweise haben alle sehr guten Problemlöser einen Leistungskurs Biologie besucht.

Generell kann festgestellt werden, dass alle Unterschiede, die zwischen guten und schlechten Problemlösern festgestellt wurden, bei gesonderter Betrachtung der Gruppe der sehr guten Problemlöser nahezu ausnahmslos verstärkt auftreten. Somit erscheint ein zufälliges Auftreten der aufgezeigten Unterschiede zwischen guten und schlechten Problemlösern unwahrscheinlich.

## 7.5 Die Bedeutung von Wissen und Verstehen für das Problemlösen

Wie in 3.3 dargestellt wird für erfolgreiches Problemlösen Wissen und Verstehen im entsprechenden Bereich für erforderlich gehalten. Für die Lösung der den Probanden vorgelegten Problemlösungsaufgaben wird davon ausgegangen, dass jeweils zwei Fachbegriffe benötigt werden. Bei diesen Begriffen handelt es sich um „Iris“ und „Linse“ beim Themenbereich Auge; „Schallwellen“ und „Trommelfell“ beim Themenbereich Ohr und „Antigen“ und „Antikörper“ beim Themenbereich Immunsystem.

Im Nachfolgenden wird untersucht, inwieweit ein Unterschied in der Beherrschung dieser Begriffe zwischen den guten und schlechten Problemlösern feststellbar ist.

### Themenbereich Auge

Für die Lösung der Problemlösungsaufgaben zum Themenbereich Auge wird die Kenntnis der Begriffe „Iris“ und „Linse“ für erforderlich gehalten. Demzufolge kann postuliert werden, dass die guten Problemlöser beide Begriffe besser beherrschen als die schlechten Problemlöser. Tabelle 35 zeigt den Prozentsatz an, mit dem die Probanden bei den verschiedenen Aufgabentypen die Höchstpunktzahl für „Iris“ und „Linse“ erreichten.

Es wird deutlich, dass die guten Problemlöser für beide Begriffe bei den verschiedenen Aufgabentypen zu einem höheren Prozentsatz die Höchstpunktzahl erreichen als die schlechten Problemlöser. Bei „Zuordnung“ erzielten bei den schlechten Problemlöser 73% die Höchstpunktzahl und bei den guten 97%. Bei den übrigen Aufgabentypen ist der gleiche Trend, wenn auch im geringeren Maße, zu verzeichnen.

	schlechte Problemlöser N = 149		gute Problemlöser N = 36	
	Iris	Linse	Iris	Linse
Zuordnung	73%	73%	97%	97%
Erläuterung	9%	5%	17%	14%
Netz	1%	1%	3%	3%
Sätze	3%	3%	11%	22%

Tab.35: Prozentsatz der Probanden, die die Höchstpunktzahl erreichten (schlechte gegen gute Problemlöser)

Tabelle 36 zeigt das Abschneiden der sehr guten Problemlöser für „Iris“ und „Linse“ bei den verschiedenen Aufgabentypen. Beim Aufgabentyp „Zuordnung“ erzielen 100% der sehr guten Problemlöser die volle Punktzahl. Bei den anderen Aufgabentypen schneiden sie ebenfalls deutlich besser ab als die schlechten Problemlöser.

	sehr gute Problemlöser N = 13	
	Iris	Linse
Zuordnung	100%	100%
Erläuterung	23%	8%
Netz	8%	23%
Sätze	8%	16%

Tab.36 : Prozentsatz der Probanden, die die Höchstpunktzahl erreichten  
(sehr gute Problemlöser)

### Themenbereich Ohr

Für die Lösung der Problemlösungsaufgaben zum Themenbereich Ohr wird die Kenntnis der Begriffe „Schallwellen“ und „Trommelfell“ für erforderlich gehalten. Tabelle 37 zeigt zu welchem Prozentsatz die guten und schlechten Problemlöser die Höchstpunktzahl für diese beiden Begriffe bei den verschiedenen Aufgabentypen erreichten. Beim Aufgabentyp „Zuordnung“ erreichen 89% der schlechten Problemlöser für „Schallwellen“ die Höchstpunktzahl; bei den guten Problemlöser sind es 95%. Beim gleichen Aufgabentyp erreichen für „Trommelfell“ 85% der schlechten Problemlöser die volle Punktzahl; bei den guten sind es 92 Prozent. Bei den übrigen Aufgabentypen schneiden die guten Problemlöser für diese beiden Begriffe ebenfalls jeweils besser ab, die Zahlen sind jedoch sehr viel niedriger.

	Schlechte Problemlöser N = 146		gute Problemlöser N = 39	
	Schallwellen	Trommelfell	Schallwellen	Trommelfell
Zuordnung	89%	85%	95%	92%
Erläuterung	7%	6%	15%	13%
Netz	1%	3%	3%	5%
Sätze	1%	2%	10%	10%

Tab.37. Prozentsatz der Probanden, die die Höchstpunktzahl erreichten (schlechte gegen gute Problemlöser)

Tabelle 38 zeigt den Prozentsatz, mit dem die sehr guten Problemlöser für „Schallwellen“ und „Trommelfell“ bei den verschiedenen Aufgabentypen abschnitten.

	sehr gute Problemlöser N = 10	
	Schallwellen	Trommelfell
Zuordnung	100%	100%
Erläuterung	40%	10%
Netz	10%	10%
Sätze	10%	10%

Tab.38: Prozentsatz der Probanden, die die Höchstpunktzahl erreichten (sehr gute Problemlöser)

Bei Zuordnung erreichen die sehr guten Problemlöser zu 100% die volle Punktzahl für beide Begriffe. Bei allen übrigen Aufgabentypen schneiden sie ebenfalls deutlich besser ab als die schlechten Problemlöser.

### Themenbereich Immunsystem

Zur Lösung der Problemlösungsaufgaben beim Themenbereich Immunsystem wird die Kenntnis der Begriffe „Antigen“ und „Antikörper“ für notwendig gehalten. Tabelle 39 zeigt, zu welchem Prozentsatz die guten und schlechten Problemlöser für diese beiden Begriffe bei den einzelnen Aufgabentypen die Höchstpunktzahl erreichten.

Hierbei werden die sehr guten Problemlöser nicht berücksichtigt (Begründung s. 7.4.3)

	schlechte Problemlöser N = 162		gute Problemlöser N = 23	
	Antigen	Antikörper	Antigen	Antikörper
Zuordnung	17%	48%	48%	65%
Erläuterung	2%	2%	4%	4%
Netz	1%	1%	9%	9%
Sätze	1%	3%	13%	9%

Tab.39: Prozentsatz der Probanden, die die Höchstpunktzahl erreichten (schlechte gegen gute Problemlöser)

Die guten Problemlöser erreichen bei allen Aufgabentypen für beide Begriffe zu einem höheren Prozentsatz die Höchstpunktzahl als die schlechten. Beim Aufgabentyp „Zuordnung“ erreichen 48% der guten Problemlöser für „Antigen“ die Höchstpunktzahl, bei den schlechten Problemlösern sind es 17%. Beim gleichen Aufgabentyp erreichen 65% der guten Problemlöser für „Antikörper“ die Höchstpunktzahl; bei den schlechten sind es 48%. Bei den übrigen Aufgabentypen erreichen die guten Problemlöser für „Antigen“ und „Antikörper“ ebenfalls zu einem höheren Prozentsatz die Höchstpunktzahl.

Zusammenfassend kann für die Themenbereiche Auge und Ohr festgestellt werden:

- Die guten Problemlöser erreichen für die zur Problemlösung erforderlichen Begriffe bei allen Aufgabentypen zu einem höheren Prozentsatz als die schlechten Problemlöser die Höchstpunktzahl.
- Die sehr guten Problemlöser erreichen beim Aufgabentyp "Zuordnung" zu 100% die Höchstpunktzahl.
- Bei den übrigen Aufgabentypen erreicht allerdings auch von den guten Problemlösern nur ein geringer Prozentsatz (bis 40%) die Höchstpunktzahl.

Die für die Themenbereiche Auge und Ohr festgestellten Ergebnisse gelten in der Tendenz auch für den Themenbereich Immunsystem. Bei diesem Themenbereich konnten nur die guten Problemlöser berücksichtigt werden.

Für erfolgreiches Problemlösen ist nach diesen Ergebnissen Wissen erforderlich. Die sehr guten Problemlöser bei den Themenbereichen Auge und Ohr erreichen bei „Zuordnung“ (Kategorie Wissen) alle die Höchstpunktzahl für die untersuchten Begriffe. Bei den Aufgabentypen, die der Kategorie Verstehen zugeordnet wurden, erreichen sie nur zu einem Teil die Höchstpunktzahl und konnten trotzdem die Problemlösungsaufgaben erfolgreich lösen. Nach den vorliegenden Untersuchungen ist zur Bewältigung von Problemlösungsaufgaben die Beherrschung der Kategorie Wissen (gemessen durch „Zuordnung“) eine notwendige Voraussetzung. Die Beherrschung der Kategorie Verstehen (gemessen durch die Formulierung von Sätzen und das Erstellen von Begriffsnetzen) scheint dagegen nicht zwingend notwendig zu sein. Das Wissen zwar eine notwendige aber nicht hinreichende Bedingung ist, belegt der Befund, dass viele Probanden trotz der Bewältigung der Aufgaben zur Kategorie Wissen bei der Problemlösung nicht erfolgreich waren.

## 8. Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse des Fragebogens

### 8.1 Einfluss der Moderatorvariablen

Die Variable „Interesse“ zeigt bei keinem Themenbereich nennenswerte Korrelationen zu den verschiedenen Aufgabentypen (s.7.3.1). Dies deutet zunächst darauf hin, dass das Interesse keine Bedeutung für die Bewältigung der einzelnen Aufgaben hat. Möglicherweise hat allerdings die Formulierung: „Darüber möchte ich mehr erfahren . . .“ die Probanden dazu veranlasst nicht ihr Interesse am jeweiligen Themenbereich zu bekunden, sondern erfahrenen Defiziten Ausdruck zu geben. Es ist deshalb zweifelhaft, dass die vorliegende Untersuchung Aufschluß darüber gibt, ob ein Zusammenhang zwischen Interesse und der Bewältigung der Aufgaben besteht. Der von Krapp (1992) postulierte Zusammenhang von Interesse und Lernleistung konnte hierdurch also nicht überprüft werden.

Die Variable „selbsteingeschätztes Wissen“ korreliert bei den Themenbereichen Auge und Ohr auf einem mittleren Niveau hochsignifikant mit den Ergebnissen bei den einzelnen Aufgabentypen (s. 7. 3.2). Die Probanden geben bei diesen Themenbereichen im Mittel an, dass sie wenig bis einiges über diese Themenbereiche wissen. Die Korrelationen dieser Variablen zu den Ergebnissen bei den Aufgaben machen deutlich, dass sie vermutlich eine realistische Einschätzung ihres Wissens in diesem Bereich haben.

Anders beim Themenbereich Immunsystem. Hier geben die Probanden im Mittel an, viel über den Themenbereich zu wissen. Es sind allerdings keine Korrelationen zwischen dem selbsteingeschätztem Wissen und den Ergebnissen bei den einzelnen Aufgabentypen feststellbar. Weiterhin schneiden alle Probanden beim Themenbereich Immunsystem bei allen Aufgabentypen deutlich schlechter ab als bei den übrigen Themenbereichen (s.7.2.1). In diesem Fall scheint also die Selbsteinschätzung der Probanden nicht der Realität zu entsprechen. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang zwischen dem geringen Wissen im Themenbereich Immunsystem und der unrealistischen Selbsteinschätzung. Es könnte sein, dass eine realistische Einschätzung des eigenen Wissens in einem bestimmten Inhaltsbereich zur Voraussetzung hat, dass man bereits über eine bestimmte Menge Wissen in dem jeweiligen Inhaltsbereich verfügt.

Die Variable „Verbale Intelligenz“ zeigt bis auf die „Problemlösungsaufgaben b“ bei den Themenbereichen Ohr und Immunsystem signifikante bzw. hochsignifikante

Korrelationen auf einem mittleren Niveau zu allen Aufgabentypen der drei Themenbereiche (s. 7.3.3). Ein Grund hierfür könnte sein, dass es sich bei allen Aufgabentypen um mehr oder weniger sprachgebundene Aufgaben handelt. Auffallend ist, dass die Korrelationen zu den Problemlösungsaufgaben des Themenbereichs Auge deutlich höher sind als zu den Problemlösungsaufgaben bei den anderen Themenbereichen. Es gibt Hinweise darauf, dass der Stimulus bei der Problemlösungsaufgabe zum Themenbereich Auge sprachlich anspruchsvoller ist als bei den beiden anderen Themenbereichen.

Generell kann festgestellt werden, dass ein Zusammenhang zwischen der verbalen Intelligenz und den Ergebnissen bei den Aufgaben besteht. Es ist somit davon auszugehen, dass bei allen Aufgabentypen verbale Fähigkeiten mit geprüft werden. Dies wird auch von Etschenberg (1997) und Eschenhagen & Kattmann & Rodi (1998) angenommen.

Bis auf wenige Ausnahmen zeigt die „Befindlichkeit im Unterricht“ hochsignifikante bzw. signifikante mittlere Korrelationen zu den Ergebnissen bei den verschiedenen Aufgabentypen bei allen Themenbereichen. Vermutlich steigert eine positive emotionale Befindlichkeit die Aufmerksamkeit im Unterricht und damit den Kenntniserwerb. Dies stellt auch Todt (1995) fest.

Der Einfluss der Eltern scheint bei der Bewältigung der verschiedenen Aufgabentypen keine Rolle zu spielen. Die Variable „Elterneinfluss“ zeigt in keinem Themenbereich Korrelationen zu den Ergebnissen bei den verschiedenen Aufgabentypen. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu Finke (1998). Er stellt bei seiner Untersuchung für den Anregungsfaktor „Elterneinfluss“ einen mittleren Rangplatz fest. Allerdings befragte er Schüler und Schülerinnen der Sekundarstufe I, die von ihren Eltern vermutlich generell stärker beeinflusst werden als die erwachsenen Studierenden. Eine weitere Ursache für den hier festgestellten fehlenden Elterneinfluss könnte sein, dass recht spezifische biologische Kenntnisse abgefragt werden. Der Elterneinfluss hätte sich vielleicht bei Themenbereichen mit stärkerem Alltagsbezug eher bemerkbar machen können.

## 8.2 Vergleich der Aufgabentypen

Der Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe wird daran festgemacht, welcher Prozentsatz der Höchstpunktzahl durchschnittlich pro Aufgabentyp erreicht wird. Bei einem

hohen Prozentsatz wird die Aufgabe als leicht eingestuft, bei einem niedrigen als schwierig. Man kommt auf diese Weise mit dem leichtesten Aufgabentyp beginnend zu folgender Reihung: Zuordnung < Erläuterung < Sätze < Netz

Diese Reihenfolge trifft auf alle Themenbereiche (Auge, Ohr und Immunsystem) zu. Hierbei ist der Aufgabentyp „Zuordnung“ mit Abstand als der leichteste einzustufen. Bei dem Aufgabentyp „Zuordnung“ wird von den Probanden auf einfache Weise die Reproduktion ihres Wissens verlangt. Den Definitionen müssen die passenden Begriffsnamen zugeordnet werden. Es wird hierbei Wissen auf der nach Bloom u. a. (1974) einfachsten Ebene dem „Wiedererkennen“ abgefragt. Deshalb erscheint es erklärbar, dass die Probanden bei diesem Aufgabentyp die besten Ergebnisse erzielen.

Mit deutlichem Abstand folgt „Erläuterung“ und mit geringerem Abstand hierzu „Sätze“ und „Netz“ (s. 7.2.1). Die Ursache für den großen Abstand zwischen „Zuordnung“ und „Erläuterung“ ist wohl hierin zu suchen, dass mit „Zuordnung“ Wissen nur auf der Stufe des Wiedererkennens abgefragt wird, bei „Erläuterung“ jedoch ein selbstständiges Formulieren zur Aufgabenlösung notwendig ist. Bei dem Aufgabentyp „Erläuterung“ müssen die Probanden die vorgegebenen Begriffe mit eigenen Worten erläutern. Hierbei muß Wissen nicht nur reproduziert, sondern auch reorganisiert werden. Eine Aufgabe, die höhere Ansprüche als der Aufgabentyp „Zuordnung“ stellt. Es werden hier auch im Mittel nur 35% der maximalen Punktzahl erreicht.

Der Aufgabentyp „Sätze“ ist zwar schwieriger als „Erläuterung“, folgt jedoch in geringem Abstand. Beide Aufgabentypen verlangen verbale Fähigkeiten.

Bei den Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ müssen die vorgegebenen Begriffe in sinnvoller Weise miteinander verknüpft werden. Für die Bewältigung dieser Aufgaben ist also außer dem Wissen um den Begriffsinhalt auch die Wiedergabe der im Gedächtnis vorhandenen Begriffseinordnung erforderlich. Obgleich angenommen werden kann, dass mit beiden Aufgabentypen Wissen und Verstehen abgefragt wird, erreichen die Probanden bei „Netz“ nur durchschnittlich 15% der maximalen Punktzahl und bei Sätzen immerhin 30%. Dieser Befund bedeutet eine Einschränkung der Aussage von Novak (1998), nach dem Begriffsnetze eine valide Form der Evaluation darstellen. In der Weise, wie der Aufgabentyp „Netz“ in dieser Untersuchung eingesetzt wurde, trifft dies jedenfalls nicht zu. Eine Erklärung für diese Abweichung könnte in der mangelnden Übung beim Erstellen von Begriffsnetzen zu finden sein. Es kann hier zunächst nicht entschieden werden, ob die Ursache der größeren Schwierigkeit ausschließlich in der Ungeübtheit der

Probanden beim Erstellen von Begriffsnetzen zu suchen ist. Auf diese Frage wird in einem weiteren Teil der Arbeit (s. 10) eingegangen.

„Problemlösungsaufgabe b“ kann generell entsprechend der Hypothese 7 (s. 5) als die schwierigste eingestuft werden; „Problemlösungsaufgabe a“ ist deutlich leichter. Dies legt die Vermutung nahe, dass möglicherweise die Lösung vielen Probanden bereits bekannt war und somit kein Anwenden des Wissen und Verstehens zur Problemlösung erforderlich war. Dagegen scheint „Problemlösungsaufgabe b“ einen Problemlösungsvorgang zu erfordern.

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Bei den Aufgabentypen „Zuordnung“, „Erläuterung“, „Sätze“ und „Netz“ ist eine Zunahme des Schwierigkeitsgrades deutlich und entspricht den Erwartungen. Ebenso entspricht es der Erwartung, dass „Problemlösungsaufgabe b“ schwieriger ist als „Problemlösungsaufgabe a“. Die im Vergleich mit den Aufgabentypen „Erläuterung“, „Sätze“ und „Netz“ geringe Schwierigkeit von „Problemlösungsaufgabe a“ kann nicht mit Sicherheit zufriedenstellend erklärt werden. Allerdings sei hier vermerkt, dass nur ein sehr geringer Prozentsatz (7%, 5% und 0,5%) der Befragten beide Problemlösungsaufgaben zu einem Themenbereich vollständig gelöst hat. Der Aufgabentyp „Problemlösungsaufgabe“ scheint also insgesamt einen hohen Schwierigkeitsgrad zu besitzen.

### 8.3 Vergleich der guten und schlechten Problemlöser

Die guten Problemlöser schneiden bei allen Aufgabentypen deutlich besser ab als die schlechten Problemlöser. Da mit den Aufgabentypen „Zuordnung“, „Erläuterung“, „Netz“ und „Sätze“ Wissen bzw. Verstehen von Begriffen abgefragt wird, ist davon auszugehen, dass die guten Problemlöser in diesen Bereichen nachweisbar mehr Kenntnisse aufweisen als die schlechten Problemlöser.

Die sehr guten Problemlöser erreichen in der Kategorie Wissen mit dem Aufgabentyp „Zuordnung“ im Mittel 91% bis 97% der Höchstpunktzahl für alle sieben abgefragten Begriffe. Für die für die Problemlösungsaufgabe notwendigen zwei Begriffe erzielen alle sehr guten Problemlöser die Höchstpunktzahl. Dieses Ergebnis stützt die Vermutung, dass Wissen, in der hier abgefragten Form (Wiedererkennen) eine notwendige Voraussetzung für das Problemlösen darstellt. (Bloom u. a. 1974; Süß 1996; Waldmann 1996). Bei den übrigen Aufgabentypen zeigen sowohl die guten als auch die sehr guten Problemlöser nachweisbare Defizite. Verstehen scheint demnach keine notwendige

Voraussetzung für das Problemlösen zu sein. Die von Bloom u. a. (1974) postulierte Hierarchie der Kategorien: Wissen, Verstehen und Anwenden wird durch die vorliegenden Ergebnisse daher nicht gestützt

Der Aufgabentyp „Netz“ ist auch bei den guten Problemlösern derjenige, bei dem sie im Vergleich mit den übrigen Aufgabentypen am schlechtesten abschneiden. Ein weiterer Hinweis darauf, dass dieser Aufgabentyp bei der ersten Anwendung mangels Übung nicht den wirklichen Kenntnisstand der Probanden erfasst.

In der Gruppe der guten Problemlöser sind die Studierenden für das Lehramt an Grundschulen wesentlich geringer vertreten als in der Gruppe der schlechten Problemlöser. Bei diesem Studiengang stellt Biologie nur einen kleinen Teil des Studiums dar. Es ist daher davon auszugehen, dass die Studierenden dieses Studiengangs generell über geringere biologische Kenntnisse verfügen als beispielsweise die Studierenden für das Lehramt an Gymnasien. Diese Gruppe von Studierenden ist bei den guten Problemlösern deutlich stärker vertreten als bei den schlechten. In diesem Studiengang (Lehramt für Gymnasien) ist Biologie ein wesentlicher Schwerpunkt des Studiums, d. h. die Studierenden dieses Lehramtes beschäftigen sich weit mehr als die des Lehramts an Grundschulen mit Themen biologischen Inhalts. Dies kann als eine Ursache für ihre bessere Problemlösefähigkeit angesehen werden. Auch die Studierenden für das Lehramt an Haupt- und Realschulen sind in der Gruppe der guten Problemlöser mit einem höheren Anteil vertreten als in der Gruppe der schlechten Problemlöser. In diesem Studiengang stellt das Fach Biologie ebenfalls einen deutlichen Schwerpunkt dar.

Diejenigen Studierenden, die neben Biologie eine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik studieren, stellen einen höheren Anteil bei den guten als bei den schlechten Problemlösern. Dagegen gehören diejenigen Studierenden, die neben Biologie keine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik studieren, eher zu den schlechten Problemlösern. Möglicherweise begünstigt die Beschäftigung mit den Naturwissenschaften oder Mathematik die Problemlösefähigkeit bei biologischen Themen.

Der Anteil der Männer in der Gruppe der guten Problemlöser ist deutlich höher als ihr Anteil in der Gesamtheit der Befragten bzw. der schlechten Problemlöser. Bei den Frauen verhält es sich genau umgekehrt. Bei einer Interpretation dieses Ergebnisses muß allerdings berücksichtigt werden, dass die Männer weit häufiger das Lehramt an Gymnasien bzw. Biologie zusammen mit einer weiteren

Naturwissenschaft oder Mathematik studieren als die Frauen. Die Studierenden für das Lehramt an Gymnasien und diejenigen, die neben Biologie eine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik studieren, befinden sich deutlich häufiger bei den guten als bei den schlechten Problemlösern. Es ist also nicht unbedingt davon auszugehen, dass Männer bessere Problemlöser sind als Frauen. Die Ursache für den höheren Anteil der Männer bei den guten Problemlösern liegt mit großer Wahrscheinlichkeit an den von ihnen bevorzugten Studiengängen.

Die guten Problemlöser sind im Mittel um gut ein Jahr älter als die schlechten Problemlöser und haben durchschnittlich 1 bis 1,5 Semester länger studiert. Da es sich bei allen Probanden um junge Erwachsene handelt, ist nicht davon auszugehen, dass die bessere Problemlösefähigkeit die Folge eines Reifeprozesses ist. Es ist vielmehr wahrscheinlicher, dass die längere Studienzeit und damit die längere und eventuell intensivere Beschäftigung mit biologischen Themen einen positiven Effekt auf die Kompetenz im Problemlösen hat.

In der Gruppe der guten Problemlöser stellen diejenigen Probanden, die einen Leistungskurs Biologie besucht haben, bei allen Themenbereichen einen höheren Anteil als in der Gruppe der schlechten Problemlöser. Vermutlich haben sie schon in der Schule die Beantwortung biologischer Fragestellungen intensiv geübt. Hierdurch wird ihnen eventuell die Bewältigung der Problemlöseaufgaben erleichtert.

Diejenigen Probanden, die einen Grundkurs Biologie besucht haben, sind bei den guten Problemlösern in etwas geringerem Maße vertreten als in der Gesamtheit bzw. den schlechten Problemlösern. Der Besuch eines Grundkurses Biologie hat nach diesem Ergebnis vermutlich nur geringen Einfluss auf die Problemlösefähigkeit bei biologischen Themen.

Der Anteil derjenigen Studierenden, die keinen Biologieunterricht in der Oberstufe besucht haben, ist bei den guten Problemlösern geringer als in der Gesamtheit bzw. den schlechten Problemlösern. Nach diesen Ergebnissen kann man dem schulischen Biologieunterricht einen gewissen Einfluss auf die Problemlösefähigkeit bei biologischen Inhalten zusprechen. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass bestimmte uns nicht bekannte Faktoren sowohl die Wahl von Kursen als auch die Problemlösefähigkeit beeinflussen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Gute Problemlöser verfügen über ein besseres Wissen und Verstehen in dem jeweiligen biologischen Inhaltsbereich, auf

den sich die Problemlöseaufgabe bezieht. Für Wissen, wie es durch den Aufgabentyp „Zuordnung“ abgefragt wird, kann begründet vermutet werden, dass es notwendige Voraussetzung für das Problemlösen ist. Für Verstehen (soweit es durch die verwendeten Aufgaben erfasst wurde) kann dies allerdings nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse lassen erkennen, dass in vielen Fällen eine Problemlösung erfolgte, ohne dass die Aufgaben zum Verstehen gelöst wurden. Die allgemein angenommene Hierarchisierung der Kategorien Wissen, Verstehen und Anwenden wird durch die Ergebnisse der Untersuchung daher nicht gestützt.

Ein längeres Studium mit biologischen Inhalten scheint die Problemlösefähigkeit in diesem Bereich zu fördern. Studierende des Lehramts an Grundschulen sind im Mittel deutlich schlechtere Problemlöser bei biologischen Themen als Studierende für das Lehramt an Gymnasien.

Diejenigen Studierenden, die neben Biologie eine weitere Naturwissenschaft oder Mathematik studieren, sind im Durchschnitt die besseren Problemlöser. Eine intensive Beschäftigung mit biologischen, naturwissenschaftlichen oder mathematischen Inhalten kann demnach einen günstigen Einfluss auf die Fähigkeit biologische Probleme zu lösen haben.

Die Frage, ob das Geschlecht einen Einfluss auf die Lösung biologischer Probleme hat, kann nach dieser Untersuchung (s. vorhergehende Ausführungen) nicht beantwortet werden.

Bei gesonderter Betrachtung der sehr guten Problemlöser treten alle Unterschiede, die zwischen den guten und schlechten Problemlösern festgestellt wurden, im verstärkten Maße auf. Dies stützt die Vermutung, dass die aufgezeigten Unterschiede zwischen guten und schlechten Problemlösern nicht zufällig entstanden sind.

Wie in 7.5 dargestellt ist für die Lösung der Problemlösungsaufgaben a und b die Kenntnis von jeweils zwei Begriffen erforderlich. Die guten Problemlöser beherrschen diese Begriffe nach den vorliegenden Ergebnissen deutlich besser als die schlechten Problemlöser. Die sehr guten Problemlöser erreichen bei „Zuordnung“ für diese Begriffe alle die Höchstpunktzahl. Daraus kann geschlossen werden, dass Wissen (wie durch „Zuordnung“ abgefragt) für das Problemlösen notwendig ist. Das Verstehen der als notwendig erachteten Begriffe ist nach den vorliegenden Ergebnissen nicht unabdingbare Voraussetzung für das Problemlösen.

Zur Klärung des Zusammenhangs zwischen Wissen, Verstehen und Problemlösen müssen weitere Komponenten des Problemlösens untersucht werden.

#### 8.4 Überprüfung der Hypothesen anhand der dargestellten Ergebnisse

Nachfolgend werden die der Befragung zu Grunde liegenden Hypothesen noch einmal aufgeführt und in Beziehung zu den Ergebnissen gesetzt.

1. Die Variablen Geschlecht, Semesterzahl, Alter, angestrebter Studienabschluß, Studienfächer, Ausmaß des Biologieunterrichtes in der Oberstufe haben Einfluss auf die biologischen Kenntnisse.

Mit steigender Semesterzahl und zunehmendem Alter der Studenten steigen ihre biologischen Kenntnisse. Der angestrebte Studienabschluß, die Studienfächer und das Ausmaß des Biologieunterrichtes haben ebenfalls Einfluss auf biologischen Kenntnisse. Eine Aussage über den Einfluss des Geschlechts auf die biologischen Kenntnisse kann auf Grund der Befragung nicht gemacht werden.

2. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Befindlichkeit im Biologieunterricht bzw. -studium und dem Erwerb biologischer Kenntnisse.

Diese Hypothese kann klar bestätigt werden. Eine positive Befindlichkeit scheint den Erwerb biologischer Kenntnisse zu fördern.

3. Der Einfluss der Eltern hat Auswirkungen auf den Erwerb biologischer Kenntnisse.

Ein Einfluss der Eltern auf die biologischen Kenntnisse ist nach dieser Untersuchung nicht feststellbar.

4. Das Interesse an biologischen Themenbereichen beeinflusst die Kenntnisse in diesem Bereich.

Es ist nach dieser Befragung kein Zusammenhang zwischen Interesse und den biologischen Kenntnissen in einem bestimmten Themenbereich erkennbar. Allerdings wurde durch die Art der Fragestellung (Darüber möchte ich mehr erfahren . . .) eventuell nicht wirklich das Interesse an den drei Themenbereichen abgefragt, sondern möglicherweise erfahrene Defizite.

5. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen bei einem Verbalen Intelligenztest und den Ergebnissen bei verschiedenen Aufgabentypen zur Ermittlung biologischer Kenntnisse.

Es ist ein deutlicher Zusammenhang zwischen den Ergebnissen bei einem Verbalen Intelligenztest und den Ergebnissen bei den verschiedenen Aufgabentypen bei allen Themenbereichen feststellbar.

6. Das selbsteingeschätzte Wissen korreliert mit den tatsächlichen Kenntnissen in einem bestimmten biologischen Themenbereich (Auge, Ohr, Immunsystem).

Bei den Themenbereichen Auge und Ohr ist eine Korrelation zwischen selbsteingeschätztem Wissen und den Ergebnissen bei allen 5 Aufgabentypen feststellbar. Beim Themenbereich Immunsystem ist dies nicht der Fall. Demgegenüber geben die Probanden für den Themenbereich Immunsystem an, viel zu wissen. Sie weisen in diesem Bereich jedoch die geringsten Kenntnisse auf.

7. Die verschiedenen Aufgabentypen (1 - 5) zeigen einen aufsteigenden Schwierigkeitsgrad.

Die Aufgabentypen „Zuordnung“, „Erläuterung“, „Sätze“, „Netz“ und „Problemlösungsaufgabe b“ zeigen bei allen Themenbereichen einen aufsteigenden Schwierigkeitsgrad. „Problemlösungsaufgabe a“ ist nach den vorliegenden Ergebnissen zu den leichteren Aufgaben zu zählen. Die Ursache hierfür kann an dieser Stelle nicht eindeutig festgestellt werden. Möglicherweise war den Probanden die jeweilige Lösung bereits bekannt, so dass sie nur Wissen abrufen mußten.

8. Die Ergebnisse der Aufgabentypen innerhalb einer Aufgabenkategorie weisen eine hohe Korrelation auf.

Die Ergebnisse bei den Aufgabentypen einer Kategorie korrelieren jeweils stark. Dies kann so gedeutet werden, dass die zu einer Aufgabenkategorie gehörenden Aufgabentypen Ähnliches messen. Allerdings korrelieren bei allen Themenbereichen die Aufgabentypen „Erläuterung“ und „Sätze“ (die verschiedenen Aufgabenkategorien angehören) hoch miteinander. Dieser Befund ist möglicherweise damit erklärbar, dass beide Aufgabentypen hohe Anforderungen an die verbalen Fähigkeiten der Probanden stellen (s. auch den Zusammenhang mit den verbalen Fähigkeiten in 7.3.3). Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse kann festgestellt werden, dass die hypothetische Einordnung des Aufgabentyps „Erläuterung“ in die Kategorie Wissen nicht eindeutig zutrifft. Möglicherweise ist der

Aufgabentyp „Erläuterung“ zwischen den Kategorien Wissen und Verstehen einzuordnen.

9. Die Bildung von Begriffsnetzen mit vorgegebenen Begriffen und die Verknüpfung dieser Begriffe in Sätzen messen die gleiche Kategorie (Verstehen).

Die hochsignifikante Korrelation zwischen den Aufgabentypen „Sätze“ und „Netz“ lassen vermuten, dass sie beide die gleiche Kategorie, nämlich Verstehen abdecken. Allerdings scheint der Aufgabentyp „Netz“ wesentlich schwieriger zu sein als der Aufgabentyp „Sätze“. Zur weiteren Überprüfung von Hypothese 9 wurden deshalb diese beiden Aufgabentypen in einem weiteren Teil der Arbeit (s. Kap. 10) näher untersucht.

10. Problemlösefähigkeit setzt Wissen und Verstehen im betreffenden Bereich voraus.

Für Wissen, wie durch den Aufgabentyp „Zuordnung“ abgefragt, kann die Hypothese bestätigt werden. Für Verstehen ist sie nach den vorliegenden Ergebnissen nicht zutreffend. Hiernach ist Verstehen nicht Voraussetzung für das Problemlösen.

## **9. Schlussfolgerungen für die Unterrichtspraxis aus den Ergebnissen der Befragung**

Die Befindlichkeit im Unterricht steht nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen in einem deutlichen Zusammenhang zu den Ergebnissen bei den verschiedenen Aufgaben. Probanden, die von einer positiven Befindlichkeit im Biologieunterricht (in der Schule sowie in der Universität) berichten, weisen bessere Ergebnisse bei den zu lösenden Aufgaben auf. Es wird nicht für wahrscheinlich gehalten, dass allein das Bewusstsein, über gutes Wissen zu verfügen, für eine positive Befindlichkeit im Unterricht ausreichend ist. Daher wird gefolgert, dass im Unterricht dafür gesorgt werden sollte, dass die Lernenden sich wohl fühlen. Dies kann generell durch eine freundliche und die Lernenden annehmende Atmosphäre geschehen. Auch Umfragen bei Schülern weisen darauf hin, dass Schüler eine solche Unterrichts Atmosphäre schätzen, die sie vor allem mit der Lehrperson in Verbindung bringen (Berck 1999). Eine positive Befindlichkeit erhöht Lernbereitschaft und damit Aufnahmefähigkeit (Edelmann 1996). Während vielfach die Bedeutung dieses Zusammenhangs für den Unterricht nur vermutet wird, konnte er mit Hilfe der vorliegenden Befragung zumindest tendenziell nachgewiesen werden.

Es konnte weiterhin gezeigt werden, dass ein Zusammenhang besteht zwischen Ausmaß des Biologieunterrichts in Schule und Universität und den biologischen Kenntnissen. Die ehemaligen Leistungskursschüler Biologie übertrafen die ehemaligen Grundkursschüler Biologie an biologischen Kenntnissen und diese wiederum übertrafen diejenigen, die keinen Biologieunterricht in der Oberstufe hatten. Bei den guten Problemlösern ist der Prozentsatz ehemaliger Leistungskursschüler höher als bei den schlechten. In der Gruppe der guten Problemlöser hatten nahezu alle Probanden Biologieunterricht in der Oberstufe. Studierende, in deren Studiengang Biologie einen wesentlichen Schwerpunkt darstellt (Lehrbefähigung für das Fach Biologie im Rahmen des Lehramtes an Gymnasien oder Haupt- und Realschulen) zeigten bessere biologische Kenntnisse als der Durchschnitt der Befragten. Die Forderungen nach einem intensiveren Biologieunterricht für alle Schüler kann hiermit nur unterstrichen werden, wenn man biologische Kenntnisse für alle Mitglieder einer modernen Gesellschaft für wünschenswert hält.

Alle guten Problemlöser zeigten bessere Ergebnisse bei den verschiedenen Aufgabentypen als der Durchschnitt der Befragten bzw. die schlechten Problemlöser. Daraus kann man schließen, dass Wissen und Verstehen von

Begriffen, wie es in den verschiedenen Aufgabentypen abgefragt wurde, bei den Problemlösern in höherem Maße als bei den übrigen Befragten vorhanden ist. Somit ist es wünschenswert, die Aneignung von Wissen und Verstehen zu fördern. Wissen erwies sich als eine notwendige Voraussetzung für Problemlösen. Für den Unterricht ist es daher bedeutsam, der Vermittlung von Wissen ausreichende Aufmerksamkeit zu widmen. Es wurde in der Untersuchung allerdings auch festgestellt, dass Problemlösen Kompetenzen erfordert, die über Wissen hinausgehen. Verstehen ist nach den vorliegenden Ergebnissen nicht Voraussetzung für das Problemlösen. Die Problemlösefähigkeit sollte also im Unterricht durch geeignete Aufgabenstellungen intensiv geübt werden, da anscheinend Problemlösen nur durch Problemlösen geübt werden kann.

Die Untersuchung zeigt einen Zusammenhang zwischen der Verbalen Intelligenz und den Aufgabenergebnissen. Verbale Fähigkeiten wirken sich hiernach positiv auf die Lösung aller untersuchten Aufgabentypen aus. Dieser Zusammenhang sollte auch im naturwissenschaftlichen Unterricht beachtet werden. Lehrer sollten sich bewußt sein, dass sie auch bei Aufgaben mit biologischen Inhalten verbale Fähigkeit stets mit prüfen. Da dies vermutlich kaum zu umgehen ist, sollte aber auch im Biologieunterricht eine Förderung verbaler Fähigkeiten versucht werden.

Ebenso ist die Verwendung möglichst variationsreicher Aufgabenstellungen zu empfehlen, um a) eine Überbetonung verbaler Fähigkeiten zu vermeiden und b) möglichst mehrere „Kenntniskategorien“ zu berücksichtigen.

Die Untersuchung hat weiterhin deutlich gemacht, dass die Probanden im Mittel nur über geringe Kompetenz beim Problemlösen verfügen. Je nach Themenbereich gehören lediglich 12 – 21% zur Gruppe der guten Problemlöser. Daher sollte im Unterricht deutlich Wert auf die Verbesserung der Problemlösefähigkeit gelegt werden.

## 10. Vergleich der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“

### 10.1 Begründung für die vergleichende Untersuchung der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“

Im Unterricht ist es oft wichtig festzustellen, ob die Lernenden vermittelte Begriffe verstanden haben. Das „Verstehen von Begriffen“ geht über das „Wissen von Begriffen“ hinaus. Während „Wissen“ z. B. lediglich die auswendig gelernte Begriffsdefinition enthalten kann, setzt „Verstehen“ eine sinnvolle Einordnung des Begriffs in die Begriffsstruktur eines bestimmten Inhaltsbereiches voraus (s. 3.2). Diese Einordnung des Begriffs in eine Struktur wird mit dem Aufgabentyp „Netz“ abgefragt. Begriffsnetze spiegeln die Beziehungen wider, die ein Individuum zwischen Begriffen sieht (Novak & Gowin 1984; Novak 1998; White & Gunstone 1998). Bei dem Aufgabentyp „Sätze“ werden die Beziehungen zwischen den Begriffen ebenfalls dargestellt. Allerdings geschieht dies nicht in einer Graphik wie bei „Netz“ sondern rein verbal. In Abbildung 13 wird ein Beispiel für Lösungen zu beiden Aufgabentypen wiedergegeben.

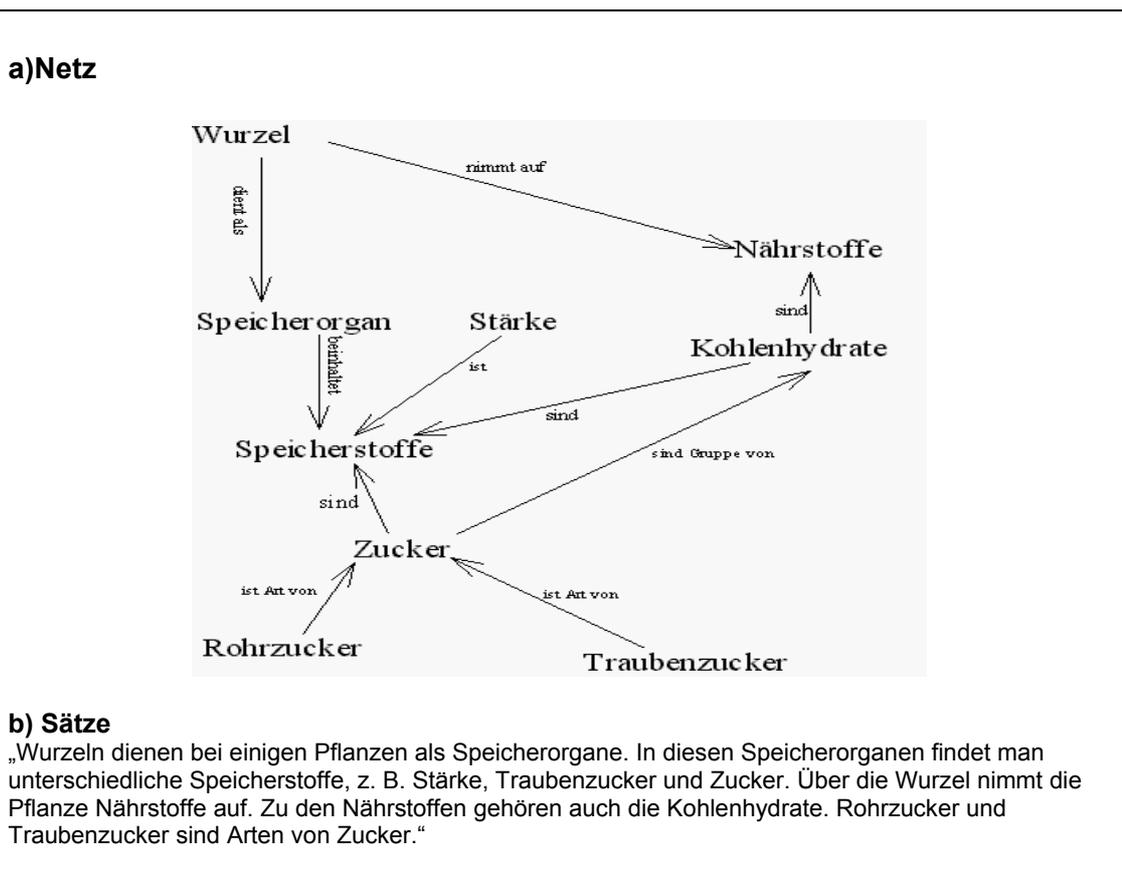


Abb.13: Lösungen einer Studierenden zu den Aufgabentypen „Netz“(a) und „Sätze“(b) zum Thema „Speicherorgane von Pflanzen“ (mit Fehler bei Nährstoffe)

Beide Aufgabenlösungen stammen von derselben Person. Es sollten jeweils dieselben Begriffe zum Thema „Speicherorgane bei Pflanzen“ verwendet werden. Die in beiden Aufgabentypen dargestellten Beziehungen zwischen den Begriffen entsprechen einander weitgehend. Bei beiden Aufgabentypen erscheint die falsche Relation: Wurzel nimmt Nährstoffe auf. Bei den Sätzen erfolgt keine Differenzierung zwischen „Traubenzucker“ und „Zucker“.

Die Daten der Fragebogenerhebung haben ergeben, dass zwischen den Ergebnissen der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ bei allen drei Themen hochsignifikante Korrelationen ( $r = 0.52$  bis  $r = 0.6$ ) vorliegen. Dies deutet darauf hin, dass mit beiden Aufgabentypen Ähnliches gemessen wird (s. Beispiel in Abb.13). Allerdings werden mit „Netz“ bei allen Themen deutlich geringere Prozentsätze der Höchstpunktzahl erreicht als mit „Sätze“. Dieser Befund ist möglicherweise mit der geringeren Vertrautheit der Probanden mit dem Aufgabentyp „Netz“ zu erklären. Aus den Daten der Fragebogenerhebung lassen sich hierzu jedoch keine Belege ableiten.

Weiterhin ist es von Interesse festzustellen, ob einer der beiden Aufgabentypen für den Einsatz im Unterricht empfehlenswerter ist als der andere. Es war beispielsweise im ersten Teil der Untersuchung festgestellt worden, dass die Auswertung des Aufgabentyps „Netz“ weniger Zeit und Konzentration erforderte als die Auswertung des Aufgabentyps „Sätze“.

Zur Klärung dieser Fragen erscheint ein genauerer Vergleich beider Aufgabentypen sinnvoll. Mit einer weiteren Untersuchung sollen deshalb die folgenden Hypothesen überprüft werden:

1. Nach Einübung des Aufgabentyps „Netz“ werden mit diesem Aufgabentypen annähernd gleiche Ergebnisse erzielt wie mit dem Aufgabentyp „Sätze“.

Das bedeutet, dass nach wiederholter Anwendung beider Aufgabentypen die im Mittel erreichten Prozente der jeweiligen Höchstpunktzahl bei beiden Aufgabentypen dicht beieinander liegen müssten.

2. Der Aufgabentyp „Netz“ benötigt weniger Zeit in Durchführung und Auswertung als der Aufgabentyp „Sätze“.

Damit hätte der Aufgabentyp „Netz“ einen deutlichen Vorteil für den Einsatz im Unterricht. Eine kurze Auswertungszeit erleichtert den Einsatz, weil hierdurch die Lehrperson weniger belastet wird. Eine kurze Durchführungszeit hat den Vorteil, den Unterricht weniger zu beeinträchtigen.

## 10.2 Durchführung des Vergleichs der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“

Im Wintersemester 2000/01 wurden in zwei Parallelkursen des Seminars „Tiere und Pflanzen im Sachunterricht“ in zehn Sitzungen die Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ miteinander verglichen. Das Seminar ist Teil des Pflichtstudiums für das Lehramt an Grundschulen für das Fach Sachunterricht mit dem Schwerpunkt Biologie. Die beiden Parallelkurse hatten im Wintersemester 2000/01 16 bzw. 18 Teilnehmer. Der Unterricht wurde in den beiden Kursen von der gleichen Lehrperson durchgeführt. Die Zahl der Probanden betrug damit insgesamt 34. Alle Teilnehmer hatten erfolgreich eine Klausur zur Vorlesung „Allgemeinbiologische Grundlagen für Primarstufenlehrer“ absolviert. In dieser Klausur wurden u. a. inhaltliche Grundlagen des Seminars abgefragt.

Die im Rahmen des Seminars „Tiere und Pflanzen im Sachunterricht“ abgefragten Begriffe bezogen sich jeweils auf die Inhalte der vorhergehenden Seminarstunde. Nachfolgend werden die einzelnen Sitzungsthemen aufgeführt.

- Sitzung 1: Entwicklung von Insekten
- Sitzung 2: Aufbau und Funktion von Laubblättern
- Sitzung 3: Blattfarbstoffe
- Sitzung 4: Der Regenwurm
- Sitzung 5: Überwinterung bei Pflanzen
- Sitzung 6: Verhaltensbiologie von Mäusen
- Sitzung 7: Speicherorgane von Pflanzen
- Sitzung 8: Anpassung von Fischen an ihren Lebensraum
- Sitzung 9: Das Hühnerei
- Sitzung 10: Verhaltensbiologie von Schnecken

Es wurden jeweils sechs bis zehn Begriffe, die sich auf die Inhalte der vorangegangenen Sitzung bezogen, zu Beginn der Veranstaltung abgefragt. Die beiden Parallelkurse folgten zeitlich unmittelbar aufeinander. In Kurs 1 wurden von Beginn an beide Aufgabentypen parallel verwendet. In Kurs 2 wurden in den ersten drei Sitzungen die Begriffe nur mit Aufgabentyp „Sätze“ abgefragt; dieser Ansatz wurde gewählt um festzustellen, ob Unterschiede zwischen den Aufgabentypen unabhängig von der Dauer des Unterrichts bestehen. Es wäre denkbar, dass unterschiedliche Ergebnisse bei beiden Aufgabentypen in der ungewohnten Testsituation begründet sind. Bevor der Aufgabentyp „Netz“ eingesetzt wurde, erfolgte jeweils in beiden Kursen einmalig eine allgemeine Erläuterung zur

Erstellung von Begriffsnetzen anhand des in Kapitel 6 dargestellten Beispiels zum Thema „Schreiben“. Für die Bearbeitung beider Aufgabentypen standen den Probanden jeweils ungefähr 15 Minuten zur Verfügung.

Die Auswertung beider Aufgabentypen erfolgte wie in Kapitel 6 dargestellt. Bei „Netz“ wurde jede richtige Relation zwischen zwei Begriffen mit einem Pluspunkt bewertet, jede falsche mit einem Minuspunkt. Die niedrigste Punktzahl für einen Begriff war 0. Die Höchstpunktzahlen wurden durch ein „Expertennetz“ vorgegeben. Bei dem Aufgabentyp „Sätze“ erfolgte die Auswertung analog. Richtige Verknüpfungen ergaben einen Pluspunkt, falsche einen Minuspunkt. Auch hier wurde die niedrigste Punktzahl pro Begriff mit 0 festgesetzt. Die Festsetzung der Höchstpunktzahl erfolgte durch eine „Expertenlösung“ der Aufgabe.

In der letzten Sitzung wurden die Probanden zusätzlich gebeten, die Zeit festzuhalten, die sie jeweils für die Bearbeitung eines Aufgabentyps benötigten. Außerdem sollten sie eine Bewertung beider Aufgabentypen vornehmen (s. Anhang). Die Probanden wurden hierbei aufgefordert, a) in einer offenen Fragestellung positive bzw. negative Aspekte der beiden Aufgabentypen zu benennen und außerdem b) zehn gebundene Items mit einer Skala von 1 – 5 (stimmt genau – stimmt nicht) zu beantworten. Mit diesen Items wurde die Vertrautheit der Probanden mit den beiden Aufgabentypen und die empfundene Schwierigkeit abgefragt. Außerdem sollten sie angeben, ob sie die Aufgaben interessant fanden bzw. wie gut sie ihnen gefielen.

Schließlich wurde bei der letzten Sitzung die Auswertungszeit für die einzelnen Aufgaben ermittelt. Die Mittelwert für Bearbeitungs- und Auswertungszeit beider Aufgabentypen wurde miteinander verglichen, um so Aussagen über den Zeitbedarf beider Aufgabentypen machen zu können.

### 10.3 Ergebnisse beim Vergleich der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“

Um die Ergebnisse der beiden Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ miteinander vergleichen zu können, wurde jeweils der im Mittel erreichte Prozentsatz der Höchstpunktzahl pro Aufgabe festgestellt. Dieser Prozentsatz wird als Maß dafür angesehen, wie gut der jeweilige Aufgabentyp gelöst wurde. Es wird davon ausgegangen, dass die Mittelwertunterschiede bei den Aufgabenergebnissen zufällig entstanden sind (s. Hypothese 1). Die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  für diese Annahme wurde durch den t-Test nach Student für paarige Stichproben ermittelt.

#### 10.3.1 Ergebnisse des Vergleichs von „Netz“ und „Sätze“ in Kurs 1

In Kurs 1 wurden von Beginn Aufgabentyp „Netz“ und Aufgabentyp „Sätze“ zur Überprüfung des Verstehens von Begriffen eingesetzt.

Bei der erstmaligen Verwendung beider Aufgabentypen wird mit „Netz“ ein deutlich geringerer Prozentsatz der möglichen Höchstpunktzahl erreicht als mit dem Aufgabentyp „Sätze“ (s. Tabelle 41). Es ergibt sich hier ein Unterschied von 31 Prozentpunkten. In den folgenden neun Überprüfungen reduziert sich diese Differenz auf durchschnittlich 3,3 %. Die Standardabweichungen sind sowohl bei „Sätzen“ als auch bei „Netz“ relativ hoch (bei „Netz“ in acht Fällen höher als bei „Sätze“). Dies deutet darauf hin, dass die Probanden den Aufgabentyp „Netz“ mit unterschiedlicheren Ergebnissen bewältigen als den Aufgabentyp „Sätze“.

Die Kurven der im Mittel erreichten Prozent der Höchstpunktzahl beider Aufgabentypen (s. Abbildung 14) zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf. Teilweise sind die Kurvenverläufe sogar deckungsgleich. Auffällig ist der große Mittelwertsunterschied bei den Ergebnissen beider Aufgabentypen beim ersten Einsatz. Tabelle 40 zeigt die im Mittel erreichten Prozent der Höchstpunktzahl pro Aufgabentyp sowie die durch den t-Test nach Student für paarige Stichproben ermittelte Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$ . Im Gegensatz zu den anderen Sitzungen zeigt Sitzung 1 mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p \leq 0,00$ , dass kein zufälliger Mittelwertsunterschied vorliegt. Dies stützt die Vermutung, dass der Unterschied in den Aufgabenergebnissen durch die geringe Fertigkeit der Probanden im Erstellen von Begriffsnetzen entstanden ist.

Im Mittel erreichte Prozent der Höchstpunktzahl (Standardabweichung)		Irrtumswahrscheinlichkeit (p) (t - Test)
Sätze	Netze	
77% (20)	46% (38)	0.00
67% (23)	74% (26)	0.11
58% (14)	57% (17)	0.76
83% (25)	84% (12)	0.66
67% (20)	66% (28)	0.84
71% (7)	64% (23)	0.19
71% (14)	76% (18)	0.35
77% (17)	76% (19)	0.89
59% (14)	55% (18)	0.43
77% (18)	77% (14)	0.88

Tab.40: Die im Mittel erreichten Prozent der Höchstpunktzahl bei beiden Aufgabentypen und die Irrtumswahrscheinlichkeit p (Kurs 1)

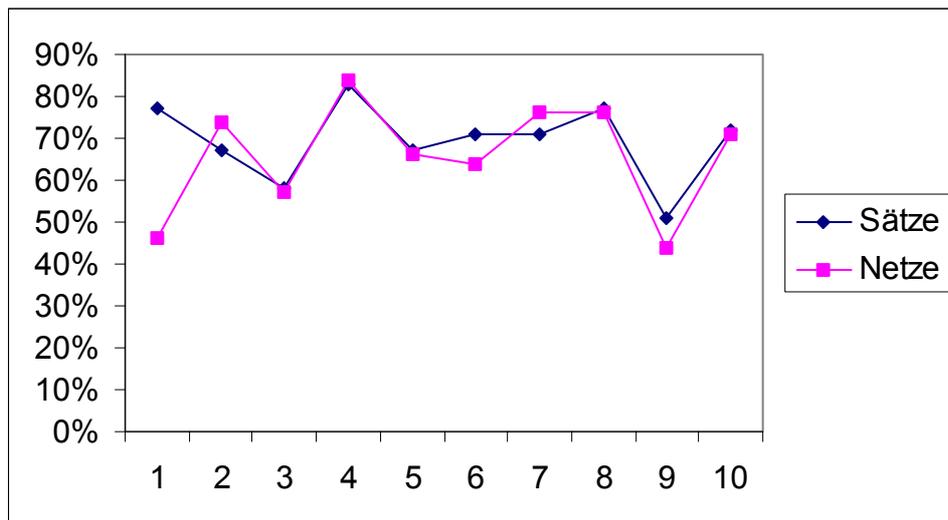


Abb.14: Vergleich der im Mittel erreichten Prozent der Höchstpunktzahl (Kurs 1)

### 10.3.2 Ergebnisse des Vergleichs von „Netz“ und „Sätze“ in Kurs 2

Bei Kurs 2 wurde, im Gegensatz zu Kurs 1, in den ersten drei Sitzungen nur der Aufgabentyp „Sätze“ eingesetzt. Ab der vierten Sitzung wurden beide Aufgabentypen verwendet. Durch dieses unterschiedliche Vorgehen in beiden Kursen sollte vermieden werden, dass eventuell auftretende Unterschiede in der Bewältigung beider Aufgabentypen in der für die Studierenden ungewohnten Testsituation zu Beginn einer Sitzung begründet sind.

Im Mittel erreichte Prozent der Höchstpunktzahl (Standardabweichung )		Irrtumswahrscheinlichkeit (p)
Sätze	Netze	
73% (26)		
63% (18)		
54% (19)		
75% (17)	59% (38)	0.09
62% (27)	63% (25)	0.85
66% (21)	72% (25)	0.11
66% (14)	73% (27)	0.52
75% (24)	75% (30)	0.95
51% (14)	44% (31)	0.37
72% (17)	71% (28)	0.14

Tab.41: Die im Mittel erreichten Prozent der Höchstpunktzahl bei beiden Aufgabentypen und die Irrtumswahrscheinlichkeit p (Kurs 2)

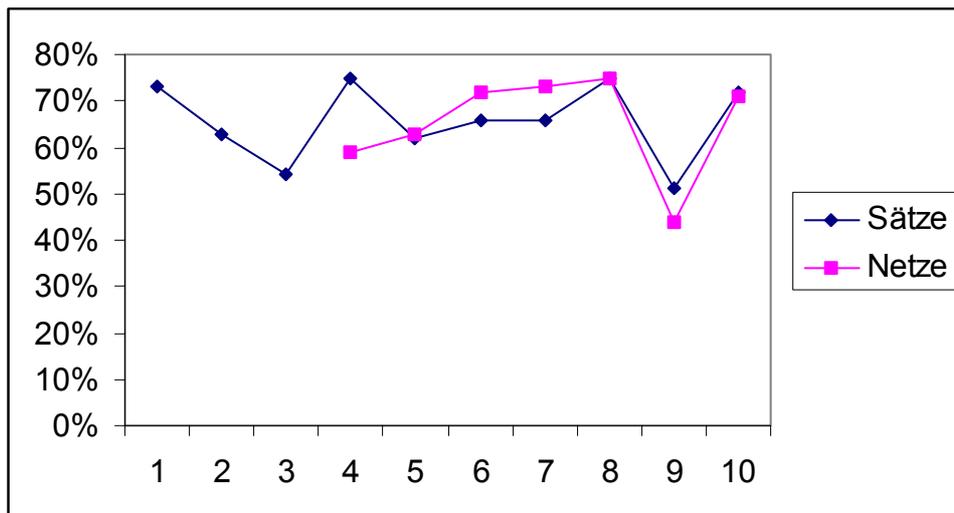


Abb.15: Vergleich der im Mittel erreichten Prozent der Höchstpunktzahl (Kurs 2)

Die Prozentzahlen in Tabelle 41 und der Kurvenverlauf in Abbildung 15 machen deutlich, dass die Ergebnisse, die mit den beiden Aufgabentypen erreicht werden, durchaus vergleichbar sind. In der ersten drei Sitzungen von Kurs 2 wurde das Verstehen der Begriffe lediglich mit dem Aufgabentyp „Sätze“ überprüft. Ab der vierten Sitzung wurde nach einer kurzen Einführung in die Technik der Begriffsnetze auch der Aufgabentyp „Netz“ zur Überprüfung des Verstehens der Begriffe eingesetzt. Hierbei wird mit dem Aufgabentyp „Sätze“ 75 % der Höchstpunktzahl erreicht und mit dem Aufgabentyp „Netz“ 59 %, also deutlich weniger. Die Differenz beträgt hiermit 16 Prozentpunkte. Bei den folgenden sechs Durchgängen beträgt die durchschnittliche Differenz bei den Ergebnissen beider Aufgabentypen nur noch 3,6 %.

Bei beiden Aufgabentypen sind recht hohe Standardabweichungen bei den Ergebnissen zu verzeichnen. Die Aufgaben werden also von den Probanden mit unterschiedlichem Erfolg gelöst. Die Standardabweichungen bei dem Aufgabentyp „Netz“ sind durchweg höher als beim Aufgabentyp „Sätze“.

Bis auf Sitzung 4 weisen die Irrtumswahrscheinlichkeiten ( $p$ ) daraufhin, dass die mit den Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ erzielten Ergebnisse nur zufällig Mittelwertsunterschiede aufweisen. Für die in Sitzung 4 erzielten Aufgaben-ergebnisse kann diese Aussage wegen des geringen Wertes von  $p = 0.09$  nicht aufrechterhalten werden. Hier ist der auch in Abbildung 15 deutlich werdende Mittelwertsunterschied vermutlich nicht zufällig entstanden, sondern ist mit einer geringeren Fertigkeit der Probanden im Erstellen von Begriffsnetzen zu erklären.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in beiden Kursen mit den untersuchten Aufgabentypen ähnliche Ergebnisse erzielt werden. D. h. mit „Netz“ und „Sätze“ werden mit Ausnahme der ersten Anwendung von „Netz“ keine

statistisch nachweisbaren Unterschiede in den Ergebnissen erreicht. Bei der jeweilig ersten Verwendung beider Aufgabentypen werden in beiden Kursen mit dem Aufgabentyp „Netz“ im Mittel deutlich geringere Ergebnisse erzielt als mit dem Aufgabentyp „Sätze“. Während die Mittelwertsunterschiede in den späteren Sitzungen wesentlich kleiner und mit hoher Wahrscheinlichkeit zufallsbedingt sind, gilt dies nicht für den jeweils beachtlichen Unterschied bei der ersten Messung. Der Aufgabentyp „Netz“ bedarf vermutlich, anders als der Aufgabentyp „Sätze“, zunächst einer gewissen Übung. Nachdem diese erfolgt ist, werden mit beiden Aufgabentypen in etwa gleiche Ergebnisse erzielt.

### 10.3.3 Einzelvergleich zweier Lösungen

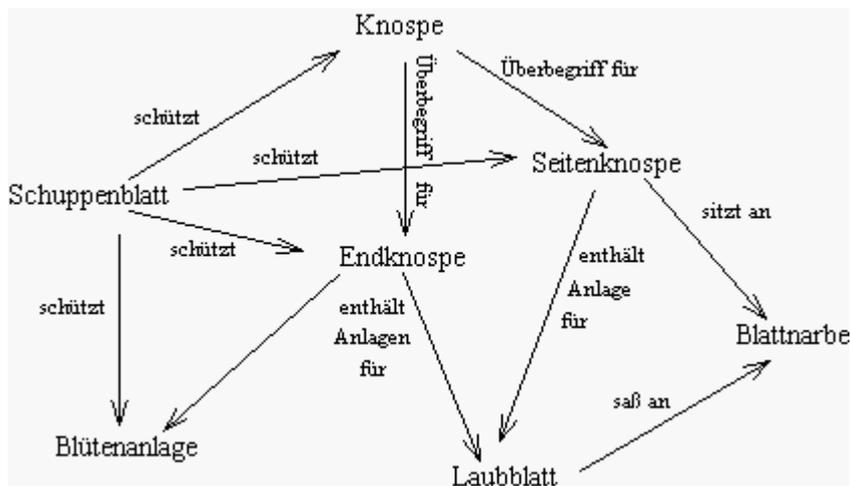
Die Begriffsstrukturen verschiedener Personen zu einem bestimmten Inhaltsbereich unterscheiden sich vielfach durch den Grad ihrer Komplexität. Bei dem Aufgabentyp „Sätze“ wird der Komplexitätsgrad oftmals schon durch die Länge des Textes deutlich; beim Aufgabentyp „Netz“ durch die Anzahl der Relationen, die von einem Begriff ausgehen bzw. zu ihm hinführen. Dies soll an einem Beispiel verdeutlicht werden. Es werden hierbei die Lösungen für „Netz“ und „Sätze“ zum Thema „Überwinterung bei Pflanzen“ von zwei Testpersonen wiedergegeben. Die Probanden wurden hierbei aufgefordert, die folgenden Begriffe zu verwenden: Blattnarbe, Blütenanlage, Endknospe, Knospe, Laubblatt, Schuppenblatt, Seitenknospe.

Bei (a) handelt es sich um eine richtige, komplexe Lösung bei (b) dagegen um eine fehlerhafte, wenig komplexe Lösung.

#### Sätze (Lösung a)

„Aus den Seitenknospen entspringen die Laubblätter. Die Seitenknospen sitzen oberhalb der Blattnarben. Knospe ist der Überbegriff für Endknospe und Seitenknospen. Die Endknospen enthalten neben den Anlagen für Laubblätter auch die Blütenanlagen, Schuppenblätter umhüllen die Blütenanlagen und schützen so die Knospe vor dem Erfrieren. Die Blattnarbe befindet sich am Ast dort, wo früher das Laubblatt gesessen hat.“

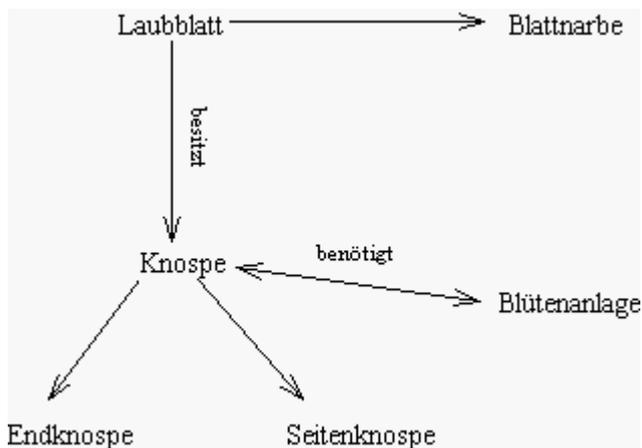
Netz (Lösung a)



Sätze (Lösung b)

„Damit eine Knospe blühen kann, muß sie eine Blütenanlage enthalten. Bei den Knospen unterscheidet man End- und Seitenknospen. Eine Blattnarbe entsteht, wenn ein Seitenast vom Hauptast abgebrochen wird.“

Netz (Lösung b)



Bei Lösung a werden alle sieben vorgegebenen Begriffe sowohl bei „Sätze“ als auch bei „Netz“ verwendet und mehrfach richtig miteinander verknüpft. Bei Lösung b werden bei „Sätze“ fünf der vorgegebenen Begriffe verwendet. Dabei wird nur Knospe mehrfach verknüpft und Blattnarbe gar nicht. Bei „Netz“ werden sechs Begriffe verwendet. Es fehlen jedoch die Relationen zwischen ihnen oder sind etwas unverständlich.

Die Testperson, die für Lösung a verantwortlich ist, hat die vorgegebenen Begriffe mit hoher Wahrscheinlichkeit verstanden; bei Testperson b ist dies wohl nicht der Fall. Das Beispiel soll verdeutlichen, wie sich die unterschiedlich komplexe Begriffsstruktur beider Probanden in den Lösungen zu den beiden Aufgabentypen widerspiegelt.

#### 10.4 Bewertung der beiden Aufgabentypen durch die Probanden

Im Folgenden wird die Bewertung der beiden Aufgabentypen durch die Probanden wiedergegeben.

Bei der offenen Fragestellung bewerten die Probanden den Aufgabentyp „Netz“ durchweg positiver als den Aufgabentyp „Sätze“. Beim Aufgabentyp „Netz“ stehen 60 positiven Äußerungen 34 negative gegenüber. Beim Aufgabentyp „Sätze“ sind 48 positive Äußerungen und 49 negative zu verzeichnen.

Im Folgenden werden einige wiederholt auftretende Äußerungen der Probanden zu den beiden Aufgabentypen sinngemäß wiedergegeben. In Klammern stehen die Häufigkeiten, mit denen diese Aussagen dem Inhalt nach erfolgten.

##### a) **Positive Äußerungen**

(Aufgabentyp „Sätze“):

- üben genaues Formulieren (3x)
- vollständige Sätze machen Zusammenhang deutlicher (4x)
- einfach umzusetzen (7x)
- leichter als Netze (4x)
- Begriffe waren relativ leicht miteinander zu verknüpfen (2x).

(Aufgabentyp „Netz“)

- Netze helfen Beziehungen klar zu machen, mache ich neuerdings auch in anderen Bereichen (8x)
- übersichtlicher als Sätze (3x)
- knappe und präzise Darstellung des Wesentlichen gute Überblicksmöglichkeit (8x)
- ich fand Verbindungen, die ich vorher nicht gefunden hatte (3x)
- wenig Zeitaufwand (8x)
- sehr übersichtlich (3x)

Beim Aufgabentyp „Sätze“ heben die Probanden vor allem hervor, dass ihnen die Aufgabenstellung leicht fällt. Beim Aufgabentyp „Netz“ loben sie die gute Übersichtlichkeit, den geringe Zeitaufwand und dass Beziehungen zwischen den Begriffen anschaulich dargestellt werden.

b) **Negative Äußerungen**

Aufgabentyp „Sätze“:

- nimmt mehr Zeit in Anspruch (2x)
- man kann leicht den Überblick verlieren (4x)
- ordnen der Begriffe fällt schwerer als beim Netz (7x)
- wenig übersichtlich (3x)
- viel Schreibarbeit (1x)
- dauert lange (4x)
- teilweise wirken die Sätze gestelzt (3x)

Aufgabentyp „Netz“

- ziemlich schwierig (11x)
- man muß sich erst an die Arbeitsweise gewöhnen (3x)
- schwierig, die Begriffe richtig anzuordnen (6x)
- manchmal war es schwierig, Formulierungen für die Relationen zu finden (6x)

Beim Aufgabentyp „Sätze“ wird vor allem die geringe Übersichtlichkeit und der große Zeit- und Schreibaufwand bemängelt. Beim Aufgabentyp „Netz“ wird vor allem sein „Schwierigkeitsgrad“ negativ bewertet.

In Tabelle 42 werden die Ergebnisse aus der geschlossenen Fragestellung mit zehn Items wiedergegeben. Die Bewertung erfolgte mit einer 5-stufigen Skalierung (stimmt genau . . . stimmt nicht).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Probanden zu Beginn der Untersuchung mit dem Aufgabentyp „Sätze“ mehr Erfahrung hatten als mit „Netz“. Sie empfanden sowohl zu Anfang als auch zum Ende hin den Aufgabentyp „Netz“ schwieriger als „Sätze“. Allerdings verringerte sich der Abstand der empfundenen Schwierigkeit zum Ende der Untersuchung hin. Sie stufen beide Aufgabentypen nun als weniger schwierig ein als zu Beginn. Während die Mehrzahl der Probanden zu Beginn den Aufgabentyp „Netz“ für „schwierig“ hält und „Sätze“ für „kaum schwierig“, wird zum Schluß der Aufgabentyp „Netz“ als „kaum schwierig“ eingestuft und „Sätze“ als „eher nicht schwierig“.

Die Probanden zeigen zum Ende der Untersuchung hin für beide Aufgabentypen ein mittleres Interesse und sie gefallen ihnen nur mittelmäßig.. Wobei der Aufgabentyp „Netz“ bei der Mehrheit eine geringfügig höhere Akzeptanz findet als „Sätze“.

Item	Mittelwert (Standardabw.)	Modal- wert	Median
Es war für mich das erste Mal, dass ich mit vorgegebenen Begriffen ein Begriffsnetz erstellt habe	2,9 (1,6)	5	3
Es war für mich das erste Mal, dass ich vorgegebene Begriffe in Sätzen verknüpft habe.	3,8 (1,3)	5	4
Ich fand es zu Anfang schwierig, mit vorgegebenen Begriffen Begriffsnetze zu erstellen.	2,2 (1,2)	2	2
Ich fand es zu Anfang schwierig, vorgegebene Begriffe in Sätzen zu verknüpfen	3,8 (0,9)	4	4
Ich finde es jetzt schwierig, mit vorgegebenen Begriffen ein Begriffsnetz zu erstellen	3,9 (0,9)	4	4
Ich finde es jetzt schwierig, vorgegebene Begriffe in Sätzen zu verknüpfen	4,5 (0,7)	5	5
Ich finde es interessant, mit vorgegebenen Begriffen ein Begriffsnetz zu erstellen	2,6 (1,1)	2	2
Ich finde es interessant, vorgegebene Begriffe in Sätzen zu verknüpfen	3,1 (0,9)	3	3
Es gefällt mir gut, mit vorgegebenen Begriffen ein Begriffsnetz zu erstellen	3,1 (1,2)	2	3
Es gefällt mir gut, vorgegebene Begriffe in Sätzen zu verknüpfen	3,1 (0,9)	3	3

Tab.42: Bewertung der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“

Skalierung: (1) stimmt genau, (2) stimmt, (3) stimmt etwas, (4) stimmt kaum, (5) stimmt nicht

## 10.5 Zeitlicher Aufwand für beide Aufgabentypen bei der Durchführung und bei der Korrektur

In der letzten (zehnten) Sitzung wurden die Probanden gebeten, die Zeit zu notieren, die sie für die Bearbeitung der beiden Aufgabentypen benötigten. Bei der Auswertung wurde ebenfalls die Bearbeitungszeit festgehalten.

In Tabelle 43 wird ein Vergleich der mittleren Bearbeitungs- und Auswertungszeiten pro Aufgabe bei „Netz“ und „Sätze“ wiedergegeben. Es sollte hiermit festgestellt werden, welcher der beiden Aufgabentypen den Zeitbedarf betreffend der ökonomischer ist.

	Netz	Sätze	Irrtumswahrscheinlichkeit (p)
durchschnittliche Bearbeitungszeit (Sek.) (Standardabweichung)	286 (87)	357 (103)	0.01
Durchschnittliche Auswertungszeit (Sek.) (Standardabweichung)	76 (34)	128 (52)	0.00

Tab.43: Durchschnittliche Bearbeitungs- und Auswertungszeit für „Netz“ und „Sätze“ in Sekunden

Die Bearbeitungszeit für „Netz“ beträgt im Mittel 286 Sekunden; die Bearbeitungszeit für „Sätze“ 357 Sekunden. D. h. für die Bearbeitung des Aufgabentyps „Sätze“ werden durchschnittlich 71 Sekunden länger benötigt als für „Netz“. Die Bearbeitungszeit für „Netz“ beträgt damit nur 80 % der Bearbeitungszeit für den Aufgabentyp „Sätze“.

Die Auswertungszeit für den Aufgabentyp „Netz“ beträgt durchschnittlich 76 Sekunden und für „Sätze“ 128 Sekunden. Damit beträgt die Auswertungszeit für „Netz“ nur 59 % der Auswertungszeit für „Sätze“. Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) beträgt bei der Bearbeitungszeit  $p \leq 0.01$  und bei der Auswertungszeit  $p \leq 0.00$ . Beide Werte zeigen, dass die Unterschiede bei der Bearbeitungs- und Auswertungszeit nicht zufällig sind. Der Aufgabentyp „Netz“ stellt sowohl bei der Bearbeitung als auch bei der Auswertung den eindeutig „zeitökonomischeren“ dar.

## **11. Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse beim Vergleich von „Netz“ und „Sätze“**

Die Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ zeigen große Übereinstimmung in den Ergebnissen. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass sie das Gleiche (von uns als „Verstehen von Begriffen“ bezeichnet) messen. Das Erstellen von Begriffsnetzen wird als eine valide Methode zur Evaluation von Verstehen angesehen; da sie die Verbindungen aufzeigen, die zwischen den Begriffen gesehen werden (Rice & Ryan & Samson 1998; McClure & Sonak & Suen 1999; White & Gunstone 1999).

Wenn die Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ das Gleiche messen, ist demnach auch der Aufgabentyp „Sätze“ ein valides Meßinstrument zur Erfassung von Begriffsverstehen.

Es wurden mit „Netz“ zunächst deutlich geringere Ergebnisse (gemessen als erreichte Prozent der Höchstpunktzahl) erzielt als mit „Sätze“. Es ist deshalb davon auszugehen, dass bei der jeweils ersten Anwendung des Aufgabentyps „Netz“ das Verstehen von Begriffen nur unzureichend erfaßt wurde. Als Ursache hierfür kann angesehen werden, dass der Aufgabentyp „Netz“ den Teilnehmern dieser Untersuchung zu Beginn wenig geläufig war. „Netz“ kann also nur dann als valide Messmethode angesehen werden, wenn die Probanden die nötige Technik in ausreichendem Maße beherrschen. Das war bei der vorliegenden Untersuchung allerdings bereits nach einmaliger Erläuterung und Anwendung des Aufgabentyps der Fall. Hierbei ist zu beachten, dass die Probanden in der Mehrzahl angaben, nicht erstmalig für die vorliegende Untersuchung ein Begriffsnetz erstellt zu haben (s. Tabelle 42). Es konnte nicht festgestellt werden, inwieweit sie tatsächlich schon mit diesem Aufgabentyp vertraut waren. Die Ergebnisse deuten daraufhin, dass ihnen der Aufgabentyp zwar bekannt war, sie jedoch keine Übung in der Anwendung hatten.

Der Aufgabentyp „Netz“ wird von den Teilnehmern der Untersuchung durchweg positiver bewertet als „Sätze“. Hierbei heben sie vor allem die Anschaulichkeit und Übersichtlichkeit von Begriffsnetzen hervor, sowie den geringen Zeitaufwand bei ihrer Erstellung. Allerdings bewerten sie die Technik als anfänglich schwierig. Beim Aufgabentyp „Sätze“ wird vor allem die geringe Schwierigkeit bei der Durchführung hervorgehoben. „Sätze“ wird allerdings als zeitaufwändig und im Ergebnis eher unübersichtlich angesehen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Aufgabentyp „Netz“ nach einiger Übung eine gute Möglichkeit der Evaluation von Begriffsverstehen darstellt. Seine Akzeptanz bei den Lernenden ist dann vermutlich höher als die des Aufgabentyps „Sätze“, obgleich die Technik des letzteren den Lernenden geläufiger ist.

Die Bearbeitungszeit des Aufgabentyps „Netz“ war bei dieser Untersuchung durchschnittlich um 20 % niedriger als die des Aufgabentyps „Sätze“. Die Auswertungszeit betrug bei „Netz“ sogar nur 59 % derjenigen beim Aufgabentyp „Sätze“. Außerdem soll hier vermerkt werden, dass die Auswertung von „Netz“ weit weniger Konzentration erfordert. Dies ist vor allem durch die gute Übersichtlichkeit bedingt. Bei „Sätze“ ist es oftmals erforderlich, einen Satz mehrfach zu lesen, um entscheiden zu können, ob richtige Begriffsverknüpfungen vorliegen

## 12. Schlussfolgerungen aus dem Vergleich der Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ für den Unterricht

Wie in 4.3 bereits dargestellt, verlangen beide Aufgabentypen zu ihrer Lösung, die Relationen zwischen vorgegebenen Begriffen darzustellen. Damit ist die Reorganisation von Gedächtnisinhalten gefordert. Diese Form der Aufgabenlösung geht über die reine Reproduktion von Wissen hinaus und testet das Verstehen von Gedächtnisinhalten (Häußler u.a. 1998). Sie läßt im vorliegenden Fall Rückschlüsse auf das „Verstehen von Begriffen“ zu, was sich in der Darstellung mehrerer richtiger Relationen zwischen den Begriffen äußert. Es kann wohl davon ausgegangen werden, dass ein Begriff umso besser verstanden ist, desto mannigfaltiger seine Relationen zu anderen Begriffen des gleichen Inhaltsbereiches sind (White & Gunstone 1998)

Während des Unterrichts ist eine in regelmäßigen Abständen erfolgende Diagnose des Lernstandes als Grundlage für die Gestaltung des weiteren Unterrichts nötig (Sacher 1996). Verstehen von Begriffen stellt eine wesentliche Komponente des Kenntniserwerbs dar. Die Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ bieten eine Möglichkeiten der Operationalisierung dieser Komponente (Verstehen von Begriffen). Somit stellen sie eine relativ einfache Diagnosemöglichkeit des Lernstandes während des Unterrichts dar. Bei beiden Aufgabentypen werden die Beziehungen wiedergegeben, die zwischen den Begriffen gesehen werden. Dadurch wird die im Gedächtnis vorliegende Begriffsstruktur zu einem bestimmten Inhaltsbereich sichtbar (Peukert 1999).

Wie das in 10.3.3 aufgeführte Beispiel zeigt, kann mit beiden Aufgabentypen sehr rasch eine erste Information über die Begriffsstruktur eines Lernenden zu einem bestimmten Inhaltsbereich erfolgen. Beide Aufgabentypen werden daher für den Einsatz im Unterricht als geeignet angesehen. Der Vergleich beider Aufgabentypen hat allerdings einige Vorteile des Aufgabentyps „Netz“ deutlich gemacht. Ein wesentlicher Vorteil ist der deutlich geringere Zeitbedarf bei „Netz“ sowohl in der Durchführung als auch in der Auswertung. Der Zeitfaktor ist gerade im Biologieunterricht mit seiner geringen Anzahl von Wochenstunden ein wichtiger Aspekt. Der geringe Zeitbedarf bei der Durchführung spricht deshalb für den Aufgabentyp „Netz“. Soll eine Evaluation des Verstehens von Begriffen während des Unterrichts erfolgen, so stellt dies eine zusätzliche Belastung für den Lehrer dar. Auch hier spricht der geringere Zeitbedarf bei der Auswertung für den Aufgabentyp „Netz“. Die gute Übersichtlichkeit der Begriffsnetze erleichtert darüber hinaus die Auswertung. Sowohl der geringe Zeitbedarf in Durchführung und Auswertung als

auch die durch die gute Übersichtlichkeit bedingte einfache Auswertung des Aufgabentyps machen ihn empfehlenswert.

Die Teilnehmer der Untersuchung geben an, dass sie bei der Erstellung der Begriffsnetze Beziehungen zwischen Begriffen erkennen, die ihnen vorher nicht gegenwärtig waren. Dies hängt möglicherweise mit der ebenfalls von ihnen konstatierten Übersichtlichkeit zusammen.

Für den Aufgabentyp „Sätze“ spricht, dass er den Probanden zu Beginn der Untersuchung geläufiger war. Dieser Tatbestand dürfte auch auf die meisten Schüler zutreffen. „Sätze“ bedarf also keiner vorhergehenden Übung und ist somit im Gegensatz zu „Netz“ sofort einsetzbar. Allerdings hat die Untersuchung gezeigt, dass die Technik des Aufgabentyps „Netz“ sehr rasch erlernt wird. Das wird auch von anderen Autoren hervorgehoben (Novak & Gowin 1984; White & Gunstone 1999).

Beim Aufgabentyp „Sätze“ ist weiterhin positiv zu bewerten, dass er vermutlich verbale Fähigkeit übt. So wurde von den Probanden festgestellt, dass dieser Aufgabentyp „im Formulieren übt“. Als nachteilig kann hierbei bewertet werden, dass dadurch stärker als bei „Netz“ verbale Fähigkeiten für eine erfolgreiche Aufgabenlösung erforderlich sind (s. Test zu verbalen Fähigkeiten in 7.3.3). Beide Aufgabentypen decken weitgehend den gleichen Bereich, das Verstehen von Begriffen, ab. Allerdings werden mit dem Aufgabentyp „Sätze“ verbale Fähigkeiten mit geprüft. Beim Aufgabentyp „Netz“ wird die vorhandene Begriffsstruktur detaillierter dargestellt.

Abschließend kann festgestellt werden, dass beide Aufgabentypen zur Evaluation des Verstehens von Begriffen geeignete Testinstrumente darstellen. Der Aufgabentyp „Netz“ weist jedoch einige vorne dargestellte Vorteile auf. Er kann deshalb bevorzugt für den Einsatz im Unterricht empfohlen werden. Es wird allerdings ausdrücklich betont, dass die Technik des Erstellens von Begriffsnetzen zunächst ausreichend geübt werden muß.

Wie Abb.16 zeigt, decken die beiden Aufgabentypen im Wesentlichen den gleichen Bereiche (Verstehen von Begriffen) ab. Allerdings werden zu einem geringen Anteil bei „Sätze“ auch die verbalen Fähigkeiten der Testperson erfasst und bei „Netz“ die bei der Testperson vorliegende Begriffsstruktur etwas detaillierter dargestellt.

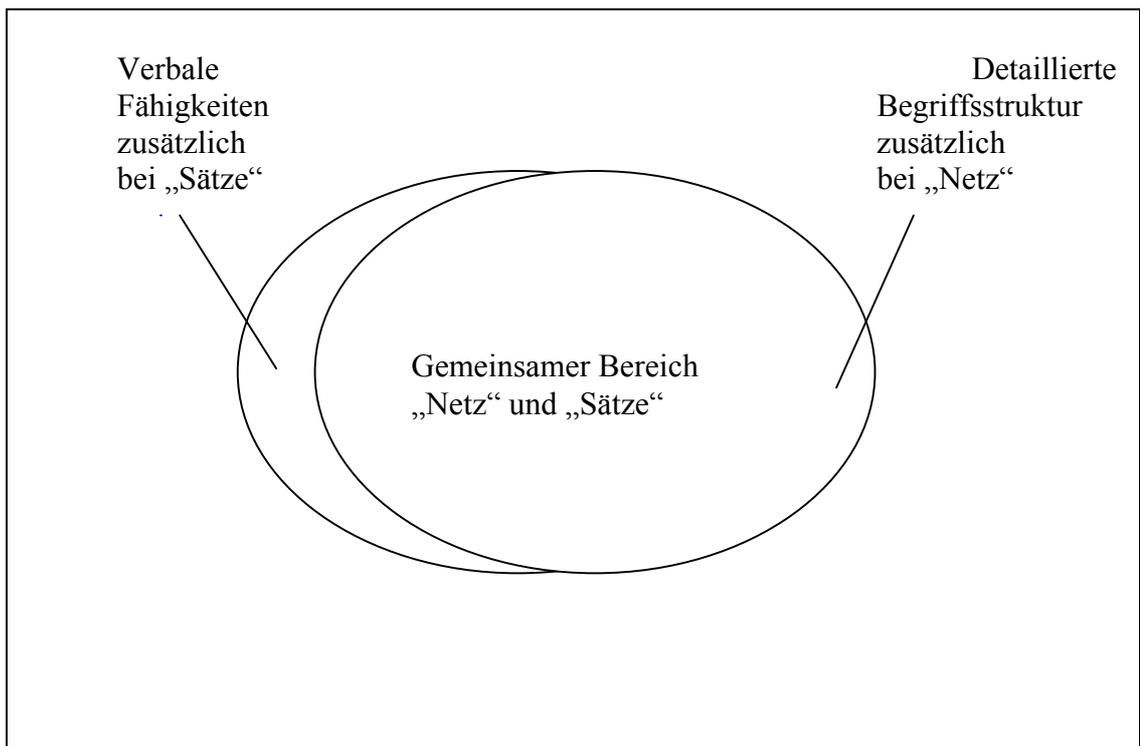


Abb.16: Modellhafte Darstellung der Bereiche, die mit den Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ abgedeckt werden

## 13. Zusammenfassung

### 13.1 Begründung für die Untersuchung

Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) wird für die Bürger einer modernen Gesellschaft als unbedingt wichtig angesehen. Zu ihrer Vermittlung ist es notwendig, den Kompetenzzuwachs der Schüler zu messen und ihnen diesen erfahrbar zu machen. Hierzu ist die Entwicklung von Aufgaben notwendig, mit denen man den Wissenszuwachs und die wachsende Problemlösefähigkeit ermitteln kann. Die vorliegende Arbeit befasst sich daher mit der Entwicklung und Untersuchung geeigneter Aufgaben. Außerdem wird untersucht, welchen Einfluss verschiedener Moderatorvariablen (z. B. Interesse, Alter, Geschlecht, angestrebter Studienabschluss, Studienfächer, Biologieunterricht) auf biologische Kenntnisse haben.

### 13.2 Konzeption und Durchführung der Untersuchung

Bei der Erhebung durch den Fragebogen wurden insgesamt 5 Aufgabentypen verwendet, die den Kategorien Wissen, Verstehen und Problemlösen (Anwenden) zugeordnet wurden. Zu jedem dieser Aufgabentypen wurden Aufgaben zu den Themenbereichen Auge, Ohr und Immunsystem formuliert. Mit Hilfe dieser Aufgaben wurden die biologischen Kenntnisse der Probanden ermittelt. Weiterhin wurde versucht, mögliche Voraussetzungen für das Problemlösen zu erfassen. Außerdem wurde der Einfluss verschiedener Moderatorvariablen (z. B. Interesse, Alter, Geschlecht, angestrebter Studienabschluss, Studienfächer, Biologieunterricht) auf die biologischen Kenntnisse untersucht.

Die Durchführung erfolgte, indem im WS 1999/2000 185 Studierenden verschiedener Lehrämter (alle mit dem Fach Biologie) ein Fragebogen mit überwiegend gebundenen Aufgaben vorgelegt wurde.

Außerdem wurden die beiden Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“, die der Kategorie Verstehen zugeordnet wurden, bezüglich ihrer Einsatzmöglichkeit im Unterricht miteinander verglichen. Hierzu wurden die Teilnehmer zweier Parallelkurse in insgesamt 10 Sitzungen aufgefordert, Aufgaben der beiden Typen zu bearbeiten.

### 13.3 Ergebnisse der Untersuchung

- Mit zunehmendem Alter und zunehmender Semesterzahl sind mehr biologische Kenntnisse vorhanden; ebenso wie mit zunehmendem Anteil der Biologie am Gesamtstudium. Die Intensität des Biologieunterrichts in der Oberstufe wirkt sich ebenfalls positiv auf die biologischen Kenntnisse aus. Ein Einfluss des Geschlechts konnte nicht nachgewiesen werden.
- Eine positive Befindlichkeit in Biologieunterricht und –studium wirkt sich günstig auf den Erwerb biologischer Kenntnisse aus.
- Ein Einfluss der Eltern auf die biologischen Kenntnisse war nicht nachweisbar.
- Ein Zusammenhang zwischen Interesse und den Kenntnissen im entsprechenden Bereich konnte nicht nachgewiesen werden. Möglicherweise stellten die hier verwendeten Interesse-Items kein geeignetes Meßinstrument dar.
- Es zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen der durch einen Kurztest ermittelten verbalen Intelligenz und den Aufgabenergebnissen.
- Bei den Themenbereichen Auge und Ohr ist eine positive Korrelation zwischen selbsteingeschätztem Wissen und Aufgabenergebnissen feststellbar.
- Die Aufgabentypen „Zuordnung“, „Erläuterung“, „Sätze“ , „Netz“ und „Problemlösungsaufgabe b“ zeigen einen aufsteigenden Schwierigkeitsgrad.
- Die Aufgabentypen einer Kategorie korrelieren hoch miteinander. Der „Aufgabentyp „Erläuterung“ korreliert jedoch sowohl hoch mit dem Aufgabentyp „Zuordnung“ der Kategorie Wissen als auch mit den Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ der Kategorie Verstehen. Er erfaßt vermutlich Kenntnisse beider Kategorien.
- Die Aufgabentypen „Netz“ und „Sätze“ führen zu ähnlichen Ergebnissen. „Netz“ ist in Durchführung und Korrektur effizienter.
- Problemlösen setzt Wissen, (ermittelt durch Zuordnungsaufgaben) voraus. Die Notwendigkeit von Verstehen (wie es mit den verwendeten Aufgabentypen erfaßt wurde) konnte nicht nachgewiesen werden.

### 13.4 Schlußfolgerungen für den Unterricht

Zum Problemlösen ist Wissen auf der Stufe des Wiedererkennens (Bloom u. a. 1974) notwendig. Die Vermittlung von Wissen ist daher als Grundlage zum Problemlösen unabdingbar. Darüber hinaus kann Problemlösen, solange keine

weiteren Erkenntnisse über den Prozeß des Problemlösens vorliegen, vermutlich nur mittels geeigneter Aufgaben geübt werden.

Der Aufgabentyp „Netz“ ist gut geeignet das Verstehen von Begriffen während des Unterrichts zu ermitteln.

Biologieunterricht sollte den Schülern eine positive Befindlichkeit vermitteln, da nach der vorliegenden Untersuchung dieser Faktor die biologischen Kenntnisse günstig beeinflusst.

## 14. Literatur

Anger, H. & Mertendorf, F. & Wegner, R. & Wülfing, G.. (1980): Verbaler Kurz-Intelligenztest. - Weinheim

Baumert, J. (1997): Scientific literacy – a german perspective. – In: Gräber, W. & Bolte, K. (Hrsg.): Scientific Literacy. - Kiel

Baumert, J. & Bos, W. & Watermann, R. (1999): TIMSS/III Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich. - Berlin

Berck, K.-H. & Graf, D. (1987): Rahmenplan des Verbandes Deutscher Biologen für das Schulfach Biologie. – VdBiol Veröffentl. 7

Berck, K.-H. (1999): Biologiedidaktik Grundlagen und Methoden. - Wiebelsheim

Bloom, B. S. & Engelhardt, M.D. & Furst, E. J. & Hill, W. & Krathwohl, D.R. (1974): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. – Weinheim und Basel

Bloom, B. S. & Hastings, T. J. & Madaus, G. F. (1971): Handbook on formative and summative evaluation of student learning. – New York

De Boer, G. E. (1997): Historical perspectives on scientific literacy. – In: Gräber, W. & Bolte, C. (Hrsg.): Scientific Literacy. - Kiel

Buck, P. (1997): About pitfalls on the road to scientific literacy. – In: Gräber, W. & Bolte, C. (Hrsg.): Scientific Literacy. - Kiel

BLK ( Bund-Länder-Kommission) für Bildungsplanung und Forschungsförderung (1997): Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts". – Heft 60 - Bonn

Bühl, A. & Zöfel, P. (1994): SPSS für Windows Version 6.- Bonn

Bybee, R. W. & De Boer, G. E. (1994): Research on goals for the science curriculum. – In: Gabe, D. (Hrsg.): Handbook of research on science teaching and learning. – New York

Bybee, R. W. (1997): Toward an understanding of scientific literacy. – In: Gräber, W. & Bolte, C. (Hrsg.): Scientific Literacy. - Kiel

Davier, M. von & Hansen, H. (1998): BLK- Programmförderung: „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ Erläuterung zu Modul 10: Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs“. – IPN.- Kiel

Deutsches PISA-Konsortium (2000): Schülerleistungen im Internationalen Vergleich. - Berlin

Dorsch, F. & Häcker, H. & Stapf, K.-H. (Hrsg.) (1992): Psychologisches Wörterbuch. – Bern

Edelmann, W. (1996): Lernpsychologie. – Weinheim

- Eschenhagen, D. & Kattmann, U. & Rodi, D. (1998): Fachdidaktik Biologie. - Köln
- Etschenberg, K. (1997): Der Bau einer Tulpenblüte, Testbeispiele für die Primar und Orientierungsstufe (3. – 5. Schülerjahrgang). – Unterricht Biologie 21:14-18
- Finke, E. (1998): Interesse an Humanbiologie und Umweltschutz in der Sekundarstufe I. - Hamburg
- Fischer, H. E. (1998): Scientific Literacy und Physiklernen. - Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 4:41–52
- Fischler, H. & Peuckert, J. (2000): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie. - Studien zum Physiklernen 1:1-21
- Gräber, W. (2000): „Scientific Literacy“ – Naturwissenschaftliche Bildung in der Diskussion. – Kiel (unveröffentlicht)
- Gräsel, C. & Mandl, H. (1999): Problemorientiertes Lernen in der Methodenausbildung des Pädagogikstudiums.- Empirische Pädagogik 4: 371-391
- Graf, D. (1989): Begriffslernen im Biologieunterricht der Sekundarstufe I. – Frankfurt a. M.
- Gruber, H. & Mandl, H. (1996): Das Entstehen von Expertise: - In: Hoffmann, J. & Kintsch, W. (Hrsg.): Lernen. – Enzyklopädie der Psychologie Bd.7:583–615. - Göttingen
- Harms, U. & Bündler, W. (1999): BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ Erläuterungen zu Modul 5: Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen. - Kiel
- Häußler, P. & Bündler, W. & Duit, R. & Gräber, W. & Mayer, J. (1998): Naturwissenschaftsdidaktische Forschung, Perspektiven für die Unterrichtspraxis. - Kiel
- Häußler, P. & Lind, G. (1998): BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“.- Kiel
- Herron, J. D. (1997): Before repairing potholes, understand their cause. – In: Gräber, W. & Bolte, C.(Hrsg.): Scientific Literacy - Kiel
- Hessisches Kultusministerium (1994): Kursstruktur-Pläne Gymnasiale Oberstufe Aufgabenfeld III Biologie. – Wiesbaden
- Hessisches Kultusministerium (1996): Rahmenplan Biologie Sekundarstufe I. – Wiesbaden
- Holbrook, J. (1998): Operationalising scientific and technological literacy – a new approach to science teaching. – Science Education International 9:13-19
- Hurd, P. D. (1958): Science literacy: Its meaning for american schools. – Educational Leadership 1:13 -16
- Hurd, P. D. (1994): New minds for a new age: Prologue to modernizing the science curriculum. – Science Education 74:103-116
- Hurd, P. D. (1998): Scientific literacy: New minds for a changing world. - Science Education 78:103-116

- IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften) (2000): Forschungsplan 2001 bis 2003 – Kiel
- Kaiser, G. (1999): Zum Problem der Leistungsmessung. - In: Rauschenberger, H. (Hrsg.): Erziehung im Wandel, Bd.4 Leistung und Kontrolle. - Kiel
- Killermann, W. (1995): Biologieunterricht heute. - Donauwörth
- Krapp, A. (1992): Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. – In: Krapp, A. & Prenzel, M. (Hrsg.): Interesse, Lernen und Leistung. - Münster
- Krauth, J. (1995): Testkonstruktion und Testtheorie. – Weinheim
- Kroß, A. & Lind, G. (2000): Aufgabenkultur und Kompetenzerwerb im Biologieunterricht. – In: Bayrhuber, H. & Unterbruner, U. (Hrsg.): Lehren und Lernen im Biologieunterricht. - Innsbruck
- Lehrke, M. (1999): TIMSS: Eine Studie und ihre Ergebnisse. – Unterricht Physik 10: 7-9
- Löwe, B. (1992): Biologieunterricht und Schülerinteresse an Biologie. - Weinheim
- Lumer, J. & Picard, F. & Hesse, M. (1998): Concept-Mapping – Verfahren zur Konsolidierung des Lernstoffes. – Praxis der Naturwissenschaften Biologie 47:31-36
- McClure, J. R. & Sonak, B. & Suen, H. K. (1999) : Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. - Journal of Research in Science teaching 36:475-492
- Mietzel, G. (1998): Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens. – Göttingen
- Miller, J. D. (1987): The Scientifically Illiterate. - American Demographics 9:26-29
- Novak, J. D. & Gowin, D.B. (1984): Learning how to learn. - Cambridge
- Novak, J. D. (1998): Learning, creating, and using knowledge. - London
- OECD (Hrsg.) (1999): Measuring Student Knowledge and Skills. - Paris
- Oelkers, J. (1997): How to define and justify scientific literacy for everyone. - In: Gräber, W. & Bolte, C. (Hrsg.): Scientific Literacy. – Kiel
- Peuckert, J. (1999): Concept Mapping – Lernen wir unsere Schüler kennen Teil 1: Grundlagen des Concept Mapping. - Physik in der Schule 37:47–55
- Peukert, J. & Rothenhagen, A. & Sylvester, U. (1999): Concept Mapping – Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 2: Diagnose von Wissensentwicklungen mittels Concept Maps: ein Bericht aus der Praxis. - Physik in der Schule 37:122–128
- Prenzel, M. & Duit, R. (1999): Ansatzpunkte für einen besseren Unterricht, Der BLK-Modellversuch „Steigerung der Effizienz des mathematisch- naturwissenschaftlichen Unterrichts“. - Unterricht Physik 10:32-37

- Pressley, M. & McCormick, C. B. (1995): Advanced educational psychology for educators, researchers, and policymakers. – New York
- Renkl, A. (1997): Lernen durch Lehren. – Wiesbaden
- Rice, D. C. & Ryan, J. M. & Samson, S. M. (1998): Using concept maps to assess student learning in the science classroom: Must different methods compete? - Journal of Research in Science teaching 35:1103-1127
- Robinson, S. B. (1970): Bildungsreform als Revision des Curriculums. – Neuwied
- Rost, D.H. (Hrsg.) (1998): Handwörterbuch der Pädagogischen Psychologie. - Weinheim
- Rost, J. (1996): Testtheorie, Testkonstruktion. – Bern
- Ruiz-Primo, M. A. & Shavelson, R.J. (1996): Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. – Journal of Research in Science Teaching 33:569-600
- Rutherford, J. & Ahlgren, A. (1990): Science for all americans. – New York
- Sacher, W. (1996): Prüfen – Beurteilen – Benoten. - Bad Heilbrunn
- Sell, R. (1991): Angewandtes Problemlösungsverhalten, Denken und Handeln in komplexen Zusammenhängen. – Berlin
- Schaefer, G. (Hrsg.) (2000): Wittenberger Initiative, Vorschläge zur Allgemeinbildung in den Naturwissenschaften / Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte (GDNÄ.) – Bad Honnef
- Shamos, M. H. (1995): The myth of scientific literacy. – New Brunswick, New Jersey
- Stark, R. (1999): Lernen mit Lösungsbeispielen. – Göttingen
- Süß, H. - M. (1996): Intelligenz, Wissen und Problemlösen. – Göttingen
- Todt, E. (1995): Entwicklung des Interesses. – In: Hetzer, H. (Hrsg.): Angewandte Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters. – Heidelberg
- Verband Deutscher Biologen (2000): Vdbiol- Rahmenplan 2. Entwurfsfassung. - biologien heute 5:24-25
- Waldmann, M. R. (1996): Kognitionspsychologische Theorien von Begabung und Expertise. - In: Weinert, Franz E. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie Bd.2:445–476. - Göttingen
- Weinert, F.E. (1996): Lerntheorien und Instruktionsmodelle. – In: Weinert, F. E. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie Bd.2:1-48. - Göttingen
- White, R. & Gunstone, R. (1998): Probing Understanding. – London
- White, R. & Gunstone, R. (1999): Alternativen zur Erfassung von Verstehensprozessen. - Unterrichtspraxis 27:128-134
- Zimbardo, P.G. (1983): Psychologie. – Augsburg

## Anhang

Fragebogen	1
Verbaler Kurz-Intelligenztest	4
Aufgaben	5
Bewertungsbogen (Offene Fragestellung)	20
Bewertungsbogen (Geschlossene Fragestellung)	21

# Fragebogen

**Geschlecht:** männlich

weiblich

**Semesterzahl:**

**Alter:**

**Angestrebter Studienabschluß:**  L1  L2  L3  L5

**Studienfächer:**

**Ich hatte Biologieunterricht:**

nur bis Klasse 10

im Grundkurs

im Leistungskurs

**fbi**

	sehr oft	oft	manchmal	selten	nie
1. Ich fand den Biologieunterricht in der Schule interessant	<input type="checkbox"/>				
2. Ich fühlte mich im Biologieunterricht in der Schule wohl	<input type="checkbox"/>				
3. Ich habe im Biologieunterricht in der Schule Neues gelernt	<input type="checkbox"/>				
4. Ich finde die von mir während des Biologiestudiums besuchten Veranstaltungen durchweg interessant	<input type="checkbox"/>				
5. Ich fühle mich in den von mir während des Biologiestudiums besuchten Veranstaltungen wohl	<input type="checkbox"/>				
6. Ich lerne in den von mir während des Biologiestudiums besuchten Veranstaltungen Neues	<input type="checkbox"/>				

**fze**

	sehr oft	oft	manchmal	selten	nie
1. Meine Eltern haben mit mir Gespräche über biologische Themen geführt	<input type="checkbox"/>				
2. Meine Eltern haben mir Bücher zu biologischen Themen geschenkt	<input type="checkbox"/>				
3. Meine Eltern haben mit mir zusammen Fernsehsendungen zu biologischen Themen angeschaut oder mich dazu angeregt sie mir anzuschauen	<input type="checkbox"/>				
4. Meine Eltern haben mich nach meinem Biologieunterricht gefragt	<input type="checkbox"/>				

ef

Wenn ich im nächsten Semester etwas darüber erfahren würde,

sehr wichtig  
etwas wichtig  
wichtig  
weder wichtig noch unwichtig  
etwas unwichtig  
unwichtig  
sehr unwichtig

- |     |   |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1.  | wie das Skelett aufgebaut ist, fände ich das  | <input type="checkbox"/> |
| 2.  | welche Aufgaben die verschiedenen Organe im menschlichen Körper haben, fände ich das      | <input type="checkbox"/> |
| 3.  | wo sich die verschiedenen Organe im menschlichen Körper befinden, fände ich das           | <input type="checkbox"/> |
| 4.  | wie das Gehirn die Körperbewegung steuert, fände ich das                                  | <input type="checkbox"/> |
| 5.  | wie unsere Sinnesorgane funktionieren, fände ich das                                      | <input type="checkbox"/> |
| 6.  | wie die Vorgänge bei der Verdauung ablaufen, fände ich das                                | <input type="checkbox"/> |
| 7.  | wie das Auge im einzelnen aufgebaut ist, fände ich das                                    | <input type="checkbox"/> |
| 8.  | welche Erkrankungen des Auges häufig sind, fände ich das                                  | <input type="checkbox"/> |
| 9.  | was beim Sehvorgang im Auge passiert, fände ich das                                       | <input type="checkbox"/> |
| 10. | wie es zu optischen Täuschungen kommt, fände ich das                                      | <input type="checkbox"/> |
| 11. | wie das Ohr im einzelnen aufgebaut ist, fände ich das                                     | <input type="checkbox"/> |
| 12. | wie der Hörvorgang erfolgt, fände ich das   | <input type="checkbox"/> |
| 13. | auf welche Weise die Schallwellen im Ohr wirken, fände ich das                            | <input type="checkbox"/> |
| 14. | welche Erkrankungen des Ohrs häufig sind, fände ich das                                   | <input type="checkbox"/> |
| 15. | wie der Körper auf das Eindringen von Krankheitserregern reagiert, fände ich das          | <input type="checkbox"/> |
| 16. | welche medizinischen Möglichkeiten es gibt, Krankheitserreger zu bekämpfen, fände ich das | <input type="checkbox"/> |
| 17. | wie man Infektionskrankheiten von anderen Krankheiten unterscheiden kann, fände ich das   | <input type="checkbox"/> |
| 18. | was beim Impfen geschieht, fände ich das  | <input type="checkbox"/> |

if

**Kreuzen Sie bitte an, wieviel Sie über die folgenden Themen wissen ,  
und worüber Sie gerne mehr erfahren würden!**

	Darüber weiß ich . . .					Darüber möchte ich . . . mehr erfahren				
	nichts	wenig	einiges	viel	sehr viel	sehr ungern	ungern	weder gern noch ungern	gern	sehr gern
1 . . . . wie das Skelett aufgebaut ist . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
2 . . . . welche Aufgaben die verschiedenen Organe im Körper haben . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
3 . . . . wo sich die verschiedenen Organe im menschlichen Körper befinden . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4 . . . . wie das Gehirn die Körperbewegungen steuert. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
5 . . . . wie unsere Sinnesorgane funktionieren. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
6 . . . . über die Vorgänge bei der Verdauung. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
7 . . . . wie das Auge im einzelnen aufgebaut ist . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
8 . . . . welche Erkrankungen des Auges häufig sind . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
9 . . . . was beim Sehvorgang im Auge passiert. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
10 . . . . wie es zu optischen Täuschungen kommt. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
11 . . . . wie das Ohr im einzelnen aufgebaut ist. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
12 . . . . wie der Hörvorgang erfolgt . . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
13 . . . . welche Wirkung die Schallwellen auf die verschiedenen Teile des Ohrs haben. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
14 . . . . welche Erkrankungen des Ohrs häufig sind. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
15 . . . . wie der Körper auf das Eindringen von Krankheitserregern reagiert. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
16 . . . . welche medizinischen Möglichkeiten es gibt , Krankheitserreger zu bekämpfen. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
17 . . . . wie man Infektionskrankheiten von anderen Krankheiten unterscheiden kann. . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
18 . . . . was beim Impfen geschieht . . . . .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

# Verbaler Kurz-Intelligenztest

## Testanleitung

Auf dieser Seite sehen Sie vier Bilder mit verschiedenen Alltagssituationen. Die Bilder sind mit den Zahlen 1 bis 4 gekennzeichnet. Ihre Aufgabe ist es, für jedes Wort dasjenige Bild herauszusuchen, das **am besten** dazu paßt. Wenn Sie es gefunden haben, kreuzen Sie bitte hinter dem Wort die Zahl an, die **unten** im Bild steht. Dazu zwei Beispiele:

### Beispiel 1:

Das Wort ZEITUNG paßt ohne Zweifel am besten zu Bild 1. Also hinter ZEITUNG bitte die Zahl 1 mit Bleistift ankreuzen.

ZEITUNG  1  2  3  4

Es darf bei jedem Wort nur eine Zahl angekreuzt werden. Wenn

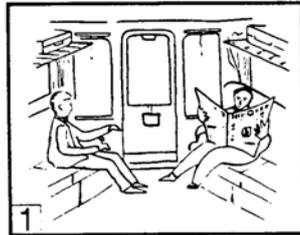
Sie versehentlich einmal eine falsche Markierung gemacht haben, radieren Sie diese bitte aus und kreuzen dann die richtige Zahl an.

### Beispiel 2:

Das Wort BALL paßt am besten zu Bild 3. Sie kreuzen also bitte hinter dem Wort BALL die Zahl 3 an.

BALL  1  2  3  4

Bearbeiten Sie bitte **alle** Wörter, und zwar in der Reihenfolge der Numerierung. Nur wenn Sie die Bedeutung eines weniger gebräuchlichen Wortes einmal nicht kennen, lassen Sie es aus und gehen Sie einfach zum nächsten über.



- 1 fit  1  2  3  4
- 2 Börsenbericht  1  2  3  4
- 3 Journal  1  2  3  4
- 4 Fairness  1  2  3  4
- 5 Koproduktion  1  2  3  4
- 6 inserieren  1  2  3  4
- 7 Starlett  1  2  3  4
- 8 Cinerama  1  2  3  4
- 9 resignieren  1  2  3  4
- 10 Double  1  2  3  4

- 11 Zelluloid  1  2  3  4
- 12 Doping  1  2  3  4
- 13 Konversation  1  2  3  4
- 14 Mime  1  2  3  4
- 15 Meditation  1  2  3  4
- 16 Feuilleton  1  2  3  4
- 17 Kontroverse  1  2  3  4
- 18 sophistisch  1  2  3  4
- 19 frenetisch  1  2  3  4
- 20 Gazette  1  2  3  4

RW

PR-Band

T-Wert-Band

## Aufgaben

Erläutern Sie die nachfolgenden Begriffe zum Thema „Auge“.

Hornhaut

Iris

Linse

Netzhaut

Pupille

Stäbchen

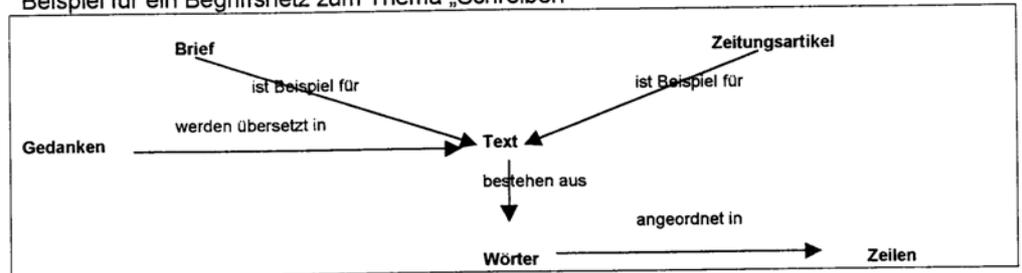
Zapfen

Bilden Sie mit den nachfolgend aufgeführten Begriffen zum Thema „Auge“ Sätze, und versuchen Sie jeweils mehrere dieser Begriffe in einem Satz miteinander zu verknüpfen.

**Hornhaut, Iris, Linse, Netzhaut, Pupille, Stäbchen, Zapfen**

Bilden Sie mit den nachfolgenden Begriffen zum Thema „Auge“ ein Begriffsnetz:  
**Hornhaut, Iris, Linse, Netzhaut, Pupille, Stäbchen Zapfen.**

Beispiel für ein Begriffsnetz zum Thema „Schreiben“



Ordnen Sie jeweils die Definitionen den entsprechenden Begriffen zu, indem Sie die Zahlen vor den Definitionen in die Klammern hinter die Begriffe schreiben !

- |     |   |             |     |
|-----|---|-------------|-----|
| (1) | Sehsinneszellen, die für das Farbsehen zuständig sind.                                      | Hornhaut    | ( ) |
| (2) | „Loch“, das Licht ins Auge läßt und je nach Lichtstärke unterschiedliche Größe hat.         | Aderhaut    | ( ) |
| (3) | Bricht die auf das Auge auftreffenden Lichtstrahlen und sorgt für ein scharfes Bild         | Zapfen      | ( ) |
| (4) | Sehr dünne Schicht im Inneren des Auges, die die Sehzellen enthält.                         | Stäbchen    | ( ) |
| (5) | Verändert die Größe der Pupille und gibt dem Auge die Farbe.                                | Netzhaut    | ( ) |
| (6) | Vordere lichtdurchlässige Schicht des Auges, die seinem Schutz und der Lichtbrechung dient. | Iris        | ( ) |
| (7) | Sehsinneszellen, die für das Schwarzweiß-Sehen zuständig sind.                              | Linse       | ( ) |
|     |   | Pupille     | ( ) |
|     |   | Augenmuskel | ( ) |

Erläutern Sie die nachfolgenden Begriffe zum Thema „Ohr“

Schallwellen

Schnecke

Trommelfell

Gehörknöchelchen

Gehörgang

Gehörflüssigkeit

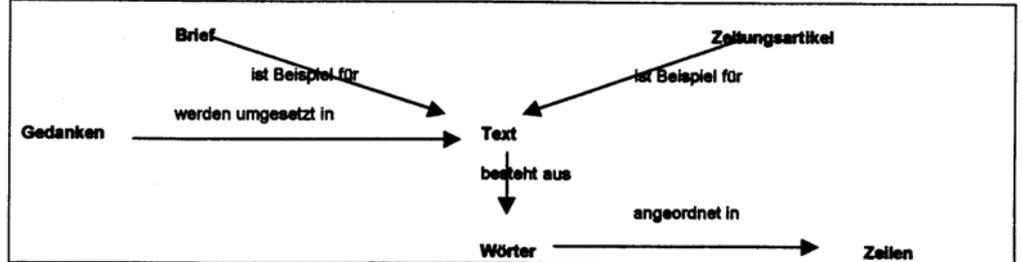
Hörsinneszellen

Bilden Sie mit den nachfolgend aufgeführten Begriffen zum Thema „Ohr“ Sätze und versuchen Sie jeweils mehrere dieser Begriffe in einem Satz miteinander zu verknüpfen.

**Schallwellen, Schnecke, Trommelfell, Gehörknöchelchen, Gehörgang, Gehörfüssigkeit, Hörsinneszellen**

Bilden Sie mit den nachfolgenden Begriffen zum Thema „Ohr“ ein Begriffsnetz:  
**Schallwellen, Schnecke, Trommelfell, Gehörknöchelchen, Gehörgang, Gehörflüssigkeit, Hörsinneszellen**

Beispiel für ein Begriffsnetz zum Thema „Schreiben“



Ordnen Sie jeweils die Definitionen den entsprechenden Begriffen zu, indem Sie die Zahlen vor den Definitionen in die Klammern hinter den Begriffen schreiben !

- |     |  |                  |     |
|-----|--|------------------|-----|
| (1) | Verbindung von der Ohrmuschel zum Trommelfell  | Trommelfell      | ( ) |
| (2) | Teil des Innenohrs, der Gehörfüssigkeit und Hörsinneszellen enthält  | Gehörfüssigkeit  | ( ) |
| (3) | Luftschwingungen, die durch schwingende Körper, z. B. Stimmgabeln oder Stimmbänder, erzeugt werden.                          | Hörsinneszellen  | ( ) |
| (4) | Dünne Haut, die Außen- und Mittelohr trennt; wird durch auftreffende Schallwellen in Schwingungen versetzt                   | Gehörgang        | ( ) |
| (5) | Befindet sich in der Schnecke und wird letztlich durch Schallwellen in Schwingungen versetzt                                 | Schallwellen     | ( ) |
| (6) | Zellen in der Innenwand der Schnecke, die die Schwingungen der Gehörfüssigkeit in Nerven-Impulse umsetzen.                   | Schnecke         | ( ) |
| (7) | Gebilde im Mittelohr, die durch das Trommelfell in Schwingungen versetzt werden und diese auf die Gehörfüssigkeit übertragen | Hörmerv          | ( ) |
|     |  | Ohrmuschel       | ( ) |
|     |  | Gehörknöchelchen | ( ) |

Erläutern Sie die nachfolgenden Begriffe zum Thema „Immunsystem“

Antigen

Antikörper

Weißer Blutkörperchen

Fresszelle

Gedächtniszelle

Krankheitserreger

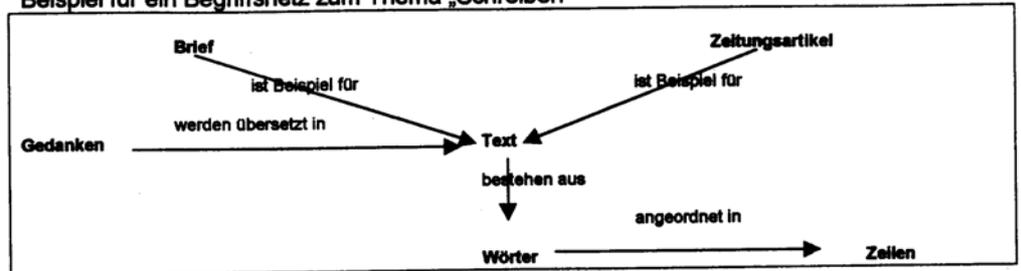
Plasmazelle

Bilden Sie mit den nachfolgend aufgeführten Begriffen zum Thema „Immunsystem“ Sätze und versuchen Sie jeweils mehrere dieser Begriffe in einem Satz miteinander zu verknüpfen.

**Antigen, Antikörper, Weiße Blutkörperchen, Fresszelle, Gedächtniszelle, Krankheitserreger, Plasmazelle**

Bilden Sie mit den nachfolgenden Begriffen zum Thema „Immunsystem“ ein Begriffsnetz.  
Antigen, Antikörper, Weiße Blutkörperchen, Fresszelle, Gedächtniszelle,  
Krankheitserreger, Plasmazelle

Beispiel für ein Begriffsnetz zum Thema „Schreiben“



Ordnen Sie jeweils die Definitionen den entsprechenden Begriffen zu, indem Sie die Zahlen vor den Definitionen in die Klammern hinter den Begriffen schreiben !

- |     |  |                       |     |
|-----|--|-----------------------|-----|
| (1) | Körperfremder Stoff, der eine Immunreaktion hervorrufen kann.            | Freißzelle            | ( ) |
| (2) | Speichert die Information zur Bildung eines bestimmten Antikörpers       | Antikörper            | ( ) |
| (3) | Vernichtet körperfremde Stoffe durch Phagocytose                         | Antigen               | ( ) |
| (4) | Typ von Blutzellen, der Antikörper produziert                            | Krankheitserreger     | ( ) |
| (5) | Mikroorganismen, die vom Immunsystem bekämpft werden                     | Gedächtniszelle       | ( ) |
| (6) | Sammelbezeichnung für Zellen des Immunsystems                            | Plasmazelle           | ( ) |
| (7) | Eiweißkörper, der vom Organismus gegen körperfremde Stoffe gebildet wird | Infektion             | ( ) |
|     |  | Weißer Blutkörperchen | ( ) |
|     |  | Inkubationszeit       | ( ) |

Die Grubenaugen mancher primitiver Wirbelloser bzw. die Lochaugen mancher Weichtiere funktionieren ähnlich wie eine camera obscura, d. h. durch ein mehr oder weniger großes Loch fällt Licht auf eine lichtempfindliche Schicht und erzeugt dort ein Bild. Bei einem relativ großen Loch ist das Bild recht lichtstark aber unscharf; bei einem kleinen Loch ist das Bild zwar deutlich schärfer aber viel lichtschwächer. Die Augen der Wirbeltiere sind so gebaut, dass die geschilderten Nachteile nicht auftreten.

- a) Erklären Sie diese Tatsache, indem Sie die entscheidenden Verbesserungen des Wirbeltierauges erläutern !
- b) Wie müsste eine Apparatur beschaffen sein, mit der Sie überprüfen können, ob die von ihnen angegebene Eigenschaft des Wirbeltierauges tatsächlich die gewünschte Verbesserung ergibt ?

Ein Lehrer fühlte sich von einem Schüler so stark provoziert, dass er ihm eine schallende Ohrfeige verpaßte. Daraufhin stellte sich bei dem Schüler eine starke Schwerhörigkeit auf dem betreffenden Ohr ein. Der Lehrer wurde wegen Körperverletzung verurteilt, da er das Gehör des Jungen nachhaltig geschädigt hatte.

- a) Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen der erteilten Ohrfeige und der Schwerhörigkeit !
- b) Wie könnte man mit Hilfe einer Apparatur prüfen, ob eine Ohrfeige tatsächlich zu einer Schädigung des Hörorgans führen kann ?

Schon im 11. Jahrhundert manipulierten chinesische Ärzte das Immunsystem. Indem sie pulverisierten Pustelschorf von Pockenopfern ihren Patienten in die Nase bliesen, konnten sie oftmals eine milde Form der Krankheit auslösen, wodurch ein späterer heftiger Krankheitsverlauf verhindert wurde. Im 18. Jahrhundert ritzte der Bostoner Arzt Zabdiel Boylston die Haut seines 6jährigen Sohnes und weiterer 285 Personen ein und rieb den Eiter von Pockenpusteln in die Wunde. Alle seine Patienten, bis auf 6, überlebten.

- a) Welche Theorie hat Zabdiel Boylston getestet ?
- b) Geben Sie zwei weitere Informationen an, die sie benötigen, um den Erfolg Boylstones zu beurteilen !

# Bewertungsbogen (Offene Fragestellung)

Name:

Bewertung zweier Methoden zum Erfassen von Begriffswissen

a) Vorgegebene Begriffe in Sätzen verknüpfen

positiv	negativ

b) Mit vorgegebenen Begriffen Begriffsnetze erstellen

positiv	negativ

## Bewertungsbogen (Geschlossene Fragestellung)

In diesem Seminar wurden Begriffsnetze und Sätze zur Erfassung des Begriffswissens eingesetzt:

	stimmt genau	stimmt	stimmt etwas	stimmt kaum	stimmt nicht
... es war für mich das erste Mal, dass ich mit vorgegebenen Begriffen Begriffsnetze erstellt habe	<input type="checkbox"/>				
... es war für mich das erste Mal, dass ich vorgegebene Begriffe in Sätzen verknüpft habe	<input type="checkbox"/>				
... ich fand es zu Anfang schwierig, mit vorgegebenen Begriffen ein Begriffsnetz zu erstellen	<input type="checkbox"/>				
... ich fand es zu Anfang schwierig, vorgegebene Begriffe in Sätzen zu verknüpfen	<input type="checkbox"/>				
... ich finde es jetzt schwierig, mit vorgegebenen Begriffen ein Begriffsnetz zu erstellen	<input type="checkbox"/>				
... ich finde es jetzt schwierig, vorgegebene Begriffe in Sätzen zu verknüpfen	<input type="checkbox"/>				
... ich finde es interessant, mit vorgegebenen Begriffen Begriffsnetze zu erstellen	<input type="checkbox"/>				
... ich finde es interessant, vorgegebene Begriffe in Sätzen zu verknüpfen	<input type="checkbox"/>				
... es gefällt mir gut, mit vorgegebenen Begriffen Begriffsnetze zu erstellen	<input type="checkbox"/>				
... es gefällt mir gut, vorgegebene Begriffe in Sätzen zu verknüpfen	<input type="checkbox"/>				