

ENTWICKLUNG DER INTERESSEN UND KENNTNISSE VON DEUTSCHEN SCHÜLERN ZUR BIOLOGIE - METHODEN UND ERGEBNISSE EMPIRISCHER FORSCHUNG SOWIE DEREN FACHDIDAKTISCHE RELEVANZ

Prof. Dr. Bernd LOWE(*)

Zu Beginn soll kurz begründet werden, weshalb die Fachdidaktik einer Naturwissenschaft diese Thematik empirisch untersucht. Im wesentlichen lassen sich dafür 4 Gründe angeben:

1) Zutreffende Vorkenntnisse von Schülern haben den besten empirischen Vorhersagewert für den unterrichtlichen Lernerfolg in einem Fach, wie Weinert und Helmke (1987) in der Münchner Längsschnittstudie am Beispiel der Mathematik zeigten.

2) Unzutreffende oder objektiv falsche Vorstellungen über bestimmte Sachverhalte bilden meist entscheidende Lernhemmnisse im Fachunterricht. Solche Fehlvorstellungen sind insbesondere in den Naturwissenschaften relativ allgemein und weit verbreitet. Sie werden im Vergleich zu den wissenschaftlich akzeptierten Vorstellungen als subjektive Präkonzepte (preconceptions) oder als Fehlkonzepte (misconceptions) bezeichnet und sind seit dem letzten Jahrzehnt ein aktuelles Gebiet didaktischer Forschung (vgl. z.B. Driver 1978, McCloskey 1983, Duit 1990, Gerhardt u. Piepenbrock 1990).

3) Interessen gelten über die Interessendoktrin als mittelbare Voraussetzungen für das Erreichen von Kenntnissen und Fertigkeiten (vgl. Todt 1978, 185). Danach sollen solche Sachverhalte besonders leicht und dauerhaft gelernt werden, denen man großes Interesse entgegenbringt.

4) Als Einstellungen und Werthaltungen eines Menschen die auf bestimmte Gegenstände bezogen sind (vgl. Krapp u. Schiefele 1989), werden Interessen auch zu unmittelbaren Lernvoraussetzungen für affektiv-motivationale Ziele des Unterrichts, z.B. im Hinblick auf eine schützende Einstellung gegenüber (bedrohten) Tieren und Pflanzen oder eine positive Haltung zum eigenen Körper und seiner Gesundheit.

(*) Pädagogische Hochschule, Heidelberg

Die Erforschung von Interessen und Vorkenntnissen von Schülern zur Tier-Menschen-, Pflanzenkunde stellt damit eine zentrale Aufgabe der Fachdidaktik Biologie dar. Sie bildet die Voraussetzung für sinnvolle methodisch-didaktische Entscheidungen bei der Lehrplangestaltung und Unterrichtsplanung.

Nachfolgend soll über Methoden zur Erfassung biologischer Schülerinteressen sowie über ausgewählte Ergebnisse berichtet werden.

Danach werden anhand entwicklungspsychologischer und fachdidaktischer Untersuchungen die Entwicklung kognitiver Konzepte von Kindern über Lebewesen und Lebenserscheinungen allgemein beleuchtet. Sodann sollen erste eigene Studien zur Erfassung spezifischer biologischer Vorkenntnisse von Schülern der 5. Klasse in Baden - Württemberg (wo erstmals differenzierter Biologieunterricht einsetzt) und deren Ergebnisse vorgestellt sowie diskutiert werden.

1. Methoden der Interessenerhebung und ausgewählte Ergebnisse

Interessen zu bestimmten Gegenstandsbereichen können grundsätzlich mittels qualitativer oder quantitativer Erhebungen erfaßt werden. Qualitative Studien verwenden dazu meist Methoden der offenen Befragung (z.B. Interviews) an ausgewählten Personen (Einzelfallstudien). Sie führen meist zu sehr detaillierten Ergebnissen, deren Generalisierbarkeit aber gering ist.

Quantitative Untersuchungen benutzen oft Fragebogen mit geschlossenen Antwortalternativen, setzen diese aber an großen, möglichst repräsentativen Stichproben ein. Dadurch ist eine gute Generalisierbarkeit der Ergebnisse gewährleistet, die sich aber nur auf die im Fragebogen bereits enthaltenen Vorannahmen beziehen kann.

Zur Interessenentwicklung gegenüber biologischen Sachverhalten liegen eigene Untersuchungen aus mehreren Feldstudien (1980; 1985/86; 1991) vor, die mit Interessenfragebogen an Stichproben von insgesamt über 3500 Schülern aus Grund- und Realschulen des Rhein-Neckar-Kreises erhoben worden sind (vgl. Löwe 1992). Dazu kommen seit dem letztem Jahr Vergleichsdaten von Schülern aus Brandenburg (ein neues Bundesland im Umfeld Berlins) und aus Südpolen (Region Krakow) hinzu. In Brandenburg sind 1991 und 1992 etwa 1000 Schüler der Klassen 5 bis 10 erfaßt worden, in Polen im selben Zeitraum über 500 Schüler aus den Klassen 5 bis 8. Die Erhebungen sind im wesentlichen als Querschnittstudien angelegt. An jeweils einem Drittel der erfaßten Population wurde jedoch ein Jahr später eine Nacherhebung durchgeführt, so daß auch echte Längsschnittdaten für bestimmte Klassenstufen vorliegen.

Die Fragebogen waren in drei altersgemäßen Versionen für Grund- sowie Sekundarstufenschüler der Klassen 5 bis 7 und 8 bis 10 erstellt. Die Grundschulversion umfaßt 53 Items, die Version für die Klassen 5 bis 7 jeweils 72

Items diejenige für die Klassen 8 bis 10 enthält 92 Einzelfragen. Dadurch soll der zunehmenden Konzentrations- und Belastungsfähigkeit der Schüler Rechnung getragen werden sowie ihrem wachsenden biologischen Kenntnisstand. Die Frageninhalte berücksichtigen die drei großen Teilgebiete des Biologieunterrichts, nämlich Pflanzen-, Tier-, und Menschenkunde in etwa gleichem Umfang.

Wir verwenden für jede Frage das Prinzip der "Einzelreizdarbietung" mit einer fünfstufigen Schätz- oder Ratingskala. Dabei hat der Schüler Gelegenheit, der Aussage eines Items abgestuft zuzustimmen ('sehr interessiert' sowie 'interessiert') oder sie in zwei differenzierten Stufen abzulehnen ('nicht interessiert' sowie 'gar nicht interessiert'), daneben bleibt eine "neutrale" Alternative ('weder interessiert/noch uninteressiert') zur Wahl.

So lautet z. B. eine Frage unseres Fragebogens:

5. "Im Biologieunterricht wird über Lebewesen und den Menschen gesprochen. Kreuze doch bitte an, wie gern Du über die folgenden Gebiete etwas erfahren möchtest!"

Ein Item (5.1) lautet: "... über die Blumen, Bäume und andere Pflanzen" und die Schüler können dann angeben, ob sie darüber "Sehr gerne", "gerne", "weder/noch", "nicht so gerne" oder "gar nicht gerne" etwas erfahren möchten.

Gekennzeichnete Schätzwerte werden so umcodiert, daß der positivsten Ausprägung der höchste numerische Wert (5) und der negativsten Einschätzung der niedrigste Wert (1) zugeordnet wird.

Die umcodierten Fragebogenwerte wurden in EDV-Dateien am Universitätsrechenzentrum Heidelberg eingelesen und anschließend mit Hilfe verschiedener Statistikprogramme (z.B. SPSS, SAS) bearbeitet und ausgewertet. Die folgenden Ergebnisse werden nicht auf der Basis von Einzelfragen dargestellt. Vielmehr sind inhaltlich zusammengehörige Items zu "Testwerten" (des einzelnen Schülers) zusammengefaßt. Diese bilden die Grundlage definierter Unterskalen (Subskalen) unserer Meßapparate, so z.B. BOTINT für pflanzenkundliches und HUMINT für menschenkundliches Interesse (s. Tab. 1). Die Einzelantworten auf der fünfstufigen Schätzskala besitzen lediglich Rangstufen- oder Ordinalniveau. Es wären demnach nur einfache Varianz- sowie Kovarianz-Analysen möglich (z.B. Bestimmung des Rangkorrelationskoeffizienten). Durch die Bildung von Testwerten aus mehreren Einzelantworten erhält man quasi intervallskalierte Werte, im Prinzip also ein metrisches Niveau. Damit kann man komplexere Verfahren der statistischen Analyse (z.B. multiple und kanonische Korrelationen, Regressions- und Faktorenanalyse) anwenden.

Zur Charakterisierung der Meßzuverlässigkeiten (Reliabilitäten) der Fragebogen (genauer ihrer Skalen) bestimmten wir die Spearman-Brown- und

Gutman-Split-Half-Koeffizienten (vgl. Scannell/Tracy 1977, 191-195). Diese Werte zeigen für "lange" Unterskalen (über 10 Items) durchwegs gute Meßzuverlässigkeiten an, mit Koeffizienten über 0,80. Kurze Subskalen (mit 3 bis 7 Items) erreichen mittlere Meßzuverlässigkeiten, wobei die Koeffizienten in der Regel über 0,5 lagen. Aus testtheoretischer Sicht (vgl. Wiczerkowski u. Quintanilla 1978, 296) sind demnach lange Skalen sogar zur Beurteilung individueller Unterschiede geeignet, die Reliabilitätskoeffizienten von kurzen Skalen reichen für das Einschätzen von Gruppendifferenzen (z. B. Mädchen/Jungen) aus.

Skala	Zahl der Items			Inhaltsbereich
Klassen	3/4	5/7	8/10	
BIOINT	35,	43,	54	alle Fragen mit biologischen Bezug
BOTINT	16,	16,	15	pflanzenkundliche Inhalte
HOBBIES	7,	7,	9	Freizeitinteressen
HUMINT	9,	14,	14	menschenkundliche Inhalte
UMWELT	4,	3,	3	Inhalte zu Umweltfragen
ZOINT	11,	18,	16	tierkundliche Inhalte
FACHBIO	--,	7,	7	Einstellungen zum Biologieunterricht
GENETIK-	--,	2,	7	Inhalte zur Vererbungslehre
MIKROSKOP	3,	3		Mikroskopieren pflanzlicher, tierischer u. humanbiologischer Präparate
SINNE	--,	7,	7	Sinnesteistungen bei Tier u. Mensch
VERSUCH	3,	3		Experimente zu pflanzen-, tier- u. humanphysiologischen Fragen
URZEIT	--,	2,	3	Inhalte aus Evolution, zu Fossilien
VERHALTEN			6	Inhalte zu tierischem Verhalten

Tab. 1: Skalen der Fragebogenversionen mit zugehörigen Itemzahlen und Inhaltsbereichen.

Ergänzend zu den quantitativen Untersuchungen wurde eine qualitative, retrospektive Befragung an einer kleinen gezogenen Stichprobe im Jahre 1990 durchgeführt: alle 48 Schüler (23 Mädchen und 25 Jungen) aus drei 10. Klassen einer Realschule in der Nähe von Heidelberg. Diese Realschule hat an den Quer- und Längsschnittbefragungen der Jahre 1985/86 teilgenommen, Schüler und Lehrer stellen also eine Teilpopulation der damaligen Stichprobe dar. Ein Großteil der jetzt befragten Absolventen befand sich damals in der 5. Klasse.

Es wurde ein Fragebogen mit drei offenen Antworten zu den nachfolgenden Komplexen des Biologieunterrichts eingesetzt:

■ Wie haben Schüler den Biologietunterricht von der 5. bis zur 10. Klasse erlebt und was hat ihnen dabei besonders gut gefallen oder mißfallen(Frage 1);

■ welche Gebiete interessierten Schüler in den jeweiligen Klassenstufen besonders oder gar nicht (Frage 2);

■ welche Erwartungen haben Schüler dem Fach Biologie entgegengebracht und inwieweit sind diese erfüllt oder enttäuscht worden (Frage 3).

Die Antworten wurden von Hand ausgewertet und zu spezifischen Kategorien zusammengefaßt.

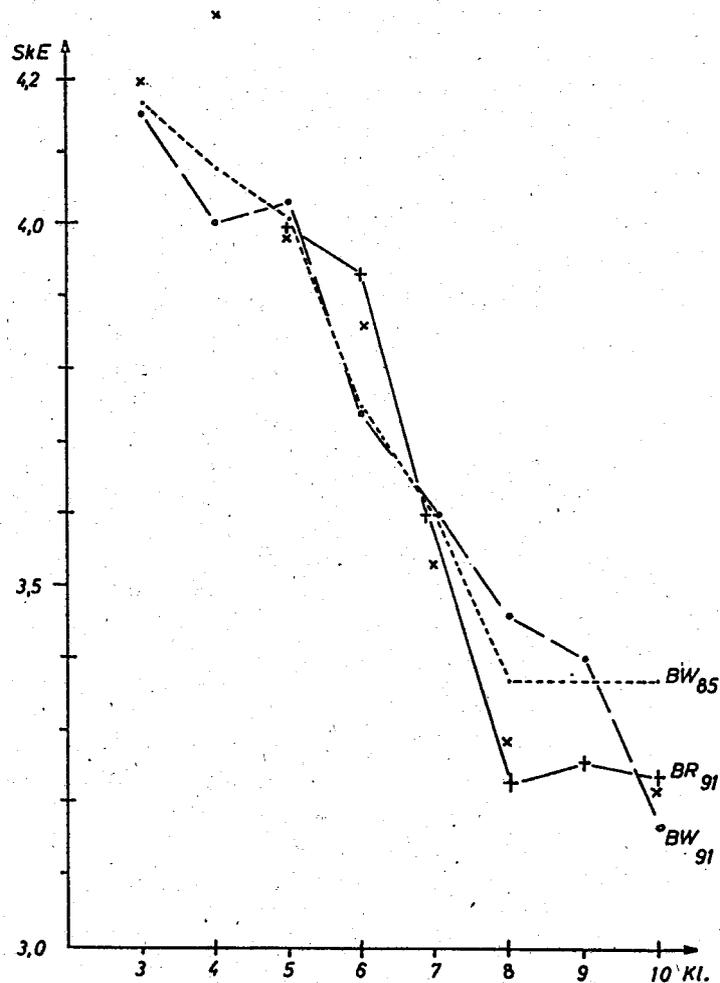
1.1 Ausgewählte Ergebnisse der Interessenerhebungen

In Abb. 1 sind die Mittelwerte für das gesamte Biologieinteresse (BIOINT) in Abhängigkeit vom Schulalter in den drei deutschen Stichproben aufgetragen. Einen ähnlich umgekehrt sigmoiden Kurvenverlauf erhält man, wenn anstelle des Schulalters das Lebensalter als Abszisse verwendet wird. Partielle Längsschnitte (die 1985/86 erhoben worden sind) passen sich dem Verlauf der Querschnittskurven gut an, somit sind Querschnittserhebungen an großen Stichproben reliable Schätzwerte für den tatsächlichen (mittleren) Altersverlauf des Biologieinteresses.

Die beiden deutschen Stichproben von 1991 in Brandenburg und Baden-Württemberg unterscheiden sich hinsichtlich des gesamten Biologieinteresses nur in einer Klassenstufe (8. Klasse) signifikant. Gegenüber der großen Stichprobe aus dem Jahre 1985 (fast 3000 Schüler), die als Eichstichprobe gelten kann, unterscheiden sich beide deutschen Stichproben des Jahres 1991 nie signifikant. Demnach können die Schüler aller drei deutschen Stichproben in Bezug auf das Merkmal "gesamtes Biologieinteresse" als Angehörige einer gemeinsamen "Grundstichprobe" angesehen werden, dies trotz unterschiedlicher Erfassungszeiträume und ehemals völlig verschiedener Schul- und Gesellschaftssysteme.

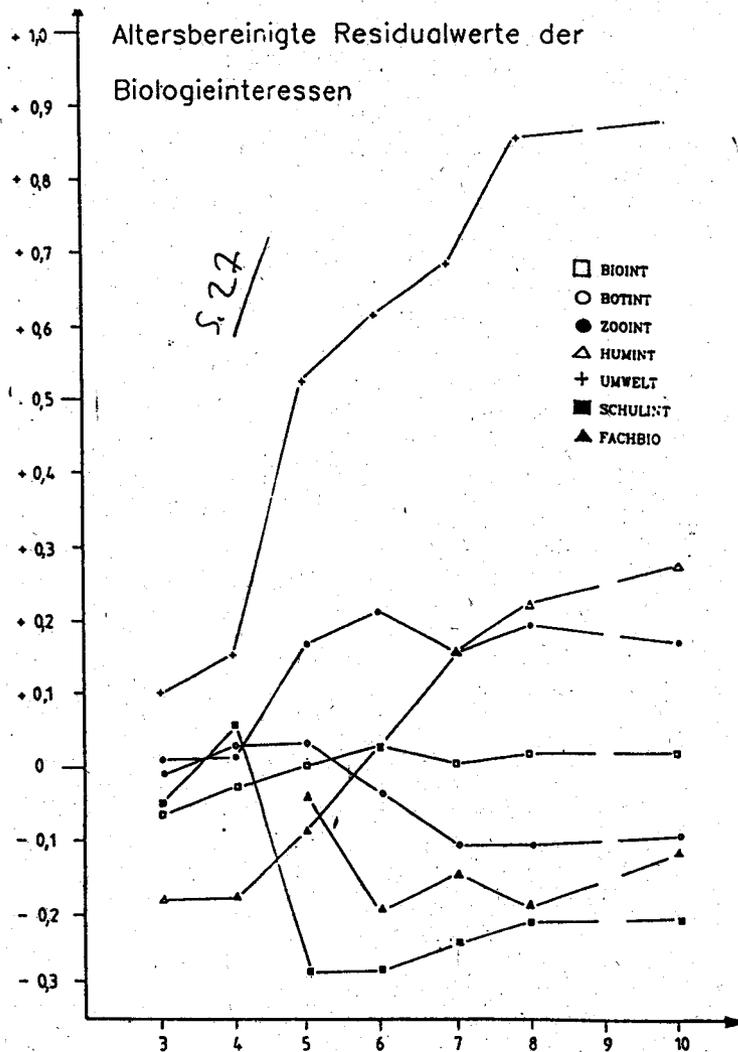
Betrachtet man spezifische biologische Teilinteressen, können diese durchaus unterschiedliche Altersverläufe nehmen. So zeigt Abb. 2 den Verlauf der erfaßten Teilinteressen in der Eichstichprobe über die Schulzeit hin in einer "altersbereinigten" Darstellung. Von den Klassenstufenmittelwerten der Teilgebiete (BOTINT bis FACHBIO) wurde der idealisierte Verlauf der durchschnittlichen Gesamtbewertung (Grand Mean) subtrahiert.

Neben dem herausragenden Interesse an Umweltfragen (UMWELT) nimmt das menschenkundliche Interesse (HUMINT) einen ungewöhnlichen Altersverlauf. Dies bestätigte sich erneut in den Vergleichsstichproben des Jahres 1991.



Das Interesse an pflanzenkundlichen Themen, im Grundschulalter noch durchaus geringfügig über dem gesamten Biologieinteresse gelegen (Abb. 2), fällt - relativ gesehen - in den ersten drei Schuljahren der Realschule überproportional gegenüber dem gesamten Biologieinteresse ab, es unterliegt also einer wesentlich stärkeren Interessenabnahme als die übrigen Teilbereiche. Erst danach "stabilisiert" es sich erneut, allerdings auf niedrigerem Niveau. Dies kann eindeutig auf Lehrplanbezüge der Thematik zurückgeführt werden.

Auch in der qualitativen Schülerbefragung (vgl. Löwe 1992, 123ff) tritt der rasche Interessenverlust gegenüber pflanzenkundlichen Themen sowohl bei quantitativer Auswertung (Tab. 2) wie auch in Einzelziten deutlich heraus. Als Beleg hierzu zwei Zitate:



■ Fall 15: "man hätte 5. und 6. Klasse zusammenfassen können";

■ Fall 9 (Blütenpflanzen in Klasse 6 gar nicht interessant): "weil man in der 5. Klasse schon darüber geredet hat und es jetzt langweilig war".

	besonders interessant	gar nicht interessant	
Klasse 5			
Säuge- u. Haustiere	55 %	Säuge- u. Haustiere	8 %
Ernährung Mensch	22 %	Ernährung Mensch	13%
Sexualerziehung	10 %	Sexualerziehung	2%
Bewegung/Skelett	8 %	Blütenpflanzen/Blumen	69%
N = 60		N = 45	
Klasse 6			
Wirbeltiere	63 %	Wirbeltiere	28%
Blütenpflanzen	11 %	Blütenpflanzen	64 %
Sexualerziehung	22 %		
N = 27		N = 36	

Tab. 2: Prozentuale Häufigkeiten biologischer Inhalte, die von 10 Kläblern in einer retrospektiven qualitativen Befragung als besonders interessant oder gar nicht interessant eingestuft worden sind.

Signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede im Gesamtinteresse finden wir von Klasse 3 bis 5 und wiederum ab Klasse 8. Dabei spielen insbesondere Bewertungen im pflanzenkundlichen Bereich die ausschlaggebende Rolle (vgl. Löwe 1983, 60f).

Unsere großen Schülerpopulationen weisen innerhalb der verschiedenen Klassenstufen stets ein breites Altersspektrum auf. Daher war es möglich, für Schüler gleichen Lebensalters aber unterschiedlicher Klassenstufe den Verlauf der Biologieinteressen getrennt darzustellen (vgl. Löwe 1987, 62, Abb. 2). Unabhängig vom Lebensalter führt der Übergang von Klasse 5 nach Klasse 6 zum stärksten Abfall in den Interessenbewertungen. Nach einem Jahr Fachunterricht werten unsere Schüler also signifikant schlechter als vordem. Dies gilt nicht nur für das gesamte Biologieinteresse (BIOINT), sondern für fast alle biologischen Teilbereiche, vor allem auch für das pflanzenkundliche Interesse (BOTINT). Offensichtlich sind gewisse negative Erfahrungen aus dem ersten Jahr des Fachunterrichts so gravierend, daß sie die Interessenbewertungen auf breiter Front absinken lassen. Am stärksten fallen konsequenterweise die Bewertungen für den Unterricht im Fach Biologie (FACHBIO) ab, im Durchschnitt um eine halbe Bewertungsstufe (0,5 SkE), was beim biologischen Gesamtinteresse erst nach drei Klassenstufen erreicht wird. Der 5./6. Kläbeffekt ist nicht nur anhand der Querschnittsdaten, sondern auch im Längsschnitt sicher nachzuweisen.

Für den rapiden Interessesabfall haben wir zwei Haupthypothesen, deren weitere Prüfung maßgebliche Zielsetzung des Projektes ist:

Zum einen führen wir den 5./6. KlafEffekt auf die (aus Schülersicht) sich relativ gleichartig wiederholenden Lehrplanstrukturen zurück. Dies kommt besonders bei den botanischen Lehrinhalten zum Tragen. Dort werden in beiden Schuljahren nur Blütenpflanzen behandelt, wobei monographische Artbetrachtungen im Vordergrund stehen, physiologische und ökologische Aspekte kaum angesprochen werden. Die Hypothese wäre durch (internationale) Vergleichsstudien mit unterschiedlichen Lehrplaninhalten in den entsprechenden Klassenstufen abzuklären. Die jetzt vorliegenden, aber in dieser Hinsicht noch nicht systematisch ausgewerteten Daten aus Brandenburg und Polen sprechen eher für die Annahme jener Hypothese.

Daneben machen wir für den Motivations- und Interessesverfall Konflikte verantwortlich, die entsprechenden kognitiven Präkonzepte einerseits sowie der im Biologieunterricht schlagartig einsetzenden wissenschaftlichen Konzept- und Begriffsbildung.

Dies war Anlaß, sich nicht nur der Interessenentwicklung, sondern auch der kognitiven Entwicklung von Kindern zu widmen, um ggf. mögliche Wechselwirkungen aufzeigen zu können.

2. Zur Entwicklung der kognitiven Konzepte von Kindern über Lebewesen und die belebte Umwelt

Hier sind vor allem die Untersuchungen von Jean Piaget (1988, 178-187) und seinen Nachfolgern (z.B. Laurendeau, Pinard) zu nennen. Daneben kommen Arbeiten von Susan Carey (1985) und F. C. Keil in Betracht, welche als Entwicklungspsychologen eine neopiagetsche Position einnehmen.

Piaget geht von einem strengen Stufenmodell der menschlichen Entwicklung aus. Zudem erachtet er das Durchlaufen der Stufen an ganz bestimmte Altersphasen gebunden sowie als irreversiblen Prozeß. Die Neopiagetianer stellen dagegen sowohl das strenge Stufenmodell als auch die Alterszuordnung in Frage. Sie gehen vielmehr von kontinuierlichen, individuellen Lernfortschritten aus, in denen sich Elemente unterschiedlicher Piagetstufen überlappen können. Danach können sich Kinder gleichen Alters in ganz unterschiedlichen Entwicklungsstufen befinden. Die wesentlichen Ergebnisse der beiden Forschungsgruppen sind in Tab.3 zusammengestellt. Nach S. Carey sollte demnach die Einordnung als Tier und die Zuordnung "tierischer" Lebenseigenschaften bei solchen Tieren am sichersten erfolgen, die dem (mensenähnlichen) Grundbauplan eines vierbeinigen Landwirbeltieres in Körpergliederung und Extremitäten entsprechen. Je stärker eine Tierform von diesem Typus abweicht, desto schwieriger sollte demnach die Ein- und Zuordnung sein. Also müßten Wirbeltiere, die nicht dem tetrapoden Bauplantypus

entsprechen (z.B. Schlangen, Aale) oder Wirbellose mit relativ ungegliedertem Körperbau schwieriger zuzuordnen sein. Diese Hypothese soll durch die eigenen Untersuchungen erneut geprüft werden.

Daneben beschäftigten sich einige fachdidaktische Arbeiten mit der Entwicklung kindlicher Konzepte über Tiere und Pflanzen. So untersuchte Sula (1971) in der Tschechoslowakei Vorstellungen von Schülern der 1. Klasse (7 jährigen) zu Pflanzen und deren Lebenserscheinungen. Ryman (1974) erforschte die Ordnungskategorien und die Benennungsfähigkeit bestimmter Tiere und Pflanzen an beinahe 12-jährigen britischen Schülern. Tamir, Gal-Choppin und Nussiovit (1981) erfaßten Konzeptelemente, nach denen über 400 israelische Schüler der junior high school lebende und nichtlebende Objekte unterscheiden. Ingrid Klemm (1974) verglich den Pflanzenbegriff von Schülern der zweiten und sechsten Klasse an Hamburger Volksschulen (mit über 70 Schülern).

Sula beschreibt wie Carey, daß Kinder insbesondere Schwierigkeiten mit der Einordnung von Pflanzen als Lebewesen haben, da deren Lebensvorgänge sowie die Funktionen ihrer Organe viel weniger offensichtlich sind als diejenigen von Tieren (vgl. Sula 1971, 219). Deshalb versuchen sie Analogieschlüsse vom Menschen und den höheren Wirbeltieren auf die Pflanzen zu ziehen und unterliegen dabei natürlich Irrtümern sowie Anthropomorphismen. So sprechen Sulas Grundschulkinder Pflanzen die Fähigkeit zu, Schmerz zu empfinden, sprechen ihnen aber die Fähigkeit ab, sich zu ernähren (da sie keinen Mund haben wie Menschen und Tiere). Ryman stellt fest, daß 12jährige britische Schüler bestimmte Tiere relativ gut bezeichnen, jedoch weniger gut klassifizieren können, ausgenommen menschenähnliche Wirbeltiere.

Von 13 vorgelegten Wirbeltierabbildungen werden im Schnitt 86% richtig benannt und 35% korrekt eingeordnet. Bei Wirbellosen sinkt der Anteil korrekter Benennungen auf 75% und die richtigen Klassifikationen betragen nur 26%. Von 11 vorgelegten Pflanzenbildern werden im Mittel 33% richtig benannt und 44% korrekt eingeordnet. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen Killermann und Scherf (1986) in einer Metastudie über die Pflanzenkenntnisse von deutschen Schülern. Darin waren Ergebnisse aus 9 fachdidaktischen Untersuchungen in der Bundesrepublik aus den Jahren 1977 bis 1985 einbezogen. Im Mittel werden dabei 42% der vorgelegten oder dargestellten Objekte richtig benannt.

Als wichtigste Unterschiede zwischen Tieren und Pflanzen nennen nach Klemm 8 bis 9-jährige Kinder Verschiedenheiten im äußeren Bau. Wie Sula und Carey findet sie aber, daß Schüler dazu neigen "Analogien zu bilden, wobei sie Beine und Stengel, Blüte und Kopf, ja sogar Blätter und Haare als analoge Organe interpretierten" (Klemm 1974, 156). Die ursprüngliche Konzeptbildung geht demnach von der Ähnlichkeit zum menschlichen Körper aus, im Sinne der

Beobachtungen Sulas und der 'induktiven Morphologie' Susan Careys. Die 11 bis 13-jährigen Kinder nennen als wesentliches Unterscheidungsmerkmal die Bewegungsfähigkeit der Tiere im Gegensatz zur Ortsgebundenheit der Pflanze und demnach im Careyschen Sinne ein eher "physiologisches" Merkmal.

Nach Tamir sehen viele Kinder das Leben des Menschen und der Tiere als sehr verschieden von dem der Pflanzen, Samen oder Keimlinge an. 48% seiner Schüler glaubten fest, daß Pflanze und Tiere unterschiedliche Lebensweisen besitzen, 47% wollten die Frage nicht entscheiden und nur 5% stuften beider Lebenserscheinungen als gleich ein. Wie bei Piaget und Klemm war die Tatsache, sich selbständig bewegen zu können, das Hauptkriterium zur Unterscheidung von Tieren und Pflanzen. Bewegung und Wachstum waren in der Tamirschen Stichprobe die allgemeinsten Lebensindikatoren, jedoch trat mit zunehmendem Schulalter Bewegung als Lebenskriterium mehr in den Hintergrund zugunsten von Ernährung, Fortpflanzung, Atmung, Wachstum und Tod. Daraus wird ein gewisser Einfluß des Biologieunterrichts auf die Konzeptbildung der Kinder deutlich.

1. Entwicklungsstufen über ein "Ein-Kriterium-System" nach Piaget und Laurendeau/Pinard (vgl. Carey 1985, 17)

Stufe	bei Piaget	bei Laurendeau und Pinard
0	kein Konzept, nur zufällige Urteile und inkonsistente Behauptungen	
1	Aktivität, Tätigkeit	Aktivität oder Bewegung
2	Bewegung, Fortbewegung	selbst. Bewegung oder Fortbewegung
3	selbständige Be- oder Fortbewegung	Erwachsenen-Konzept: nur Tiere (oder Tiere u. Pflanzen) sind lebendig
4	Erwachsenen-Konzept	

2. Konzeptentwicklung nach den "Zwei- oder Mehr-Kriterien-Systemen" von Carey und Keil (1985/86)

Alter	Konzeptansätze	Denkprinzipien
bis 4 Jahre	Denken in Gegensatzpaaren lebendig \longleftrightarrow tot	ähnlich ist, was gestaltlich sich gleicht
4-6 Jahre	Lebewesen \longleftrightarrow Unbelebte Objekte	oder was sich ähnlich verhält was gestaltlich verschieden ist (o. sich anders verhält) gehört anderen Kategorien an

6-7 Jahre	Der Mensch und Pflanzen ihm ähnliche meist unbelebt (Säuge-) Tiere oder Tiere mit säugerähnlichem Verhalten		Einschätzen der Lebendigkeit nach Habitusähnlichkeit zum Menschen (induktive Morphologie)
ab 10 Jahren und Erwachsenenalter	Der Mensch als Kulturwesen u. ein sonderbarer biol. Lebewesen u. alle Tiere vom Wirbeltier-typus, gewisse ungegliederte Wirbellose problematisch	Pflanzen, Lebenstypus, (vorwiegend Blüten- bzw. Samenpflanzen) (für einige Erwachsene bleiben Pflanzen keine gleich-rangigen Lebewesen zu Mensch und Tieren	Konzeptwechsel ähnlich = was gleiche Funktionen erfüllt (und sich nicht nur gestaltlich gleicht induktive Biologie bzw. (Physiologie) gestaltliche Verschiedenheit ontologisches Vorurteil bleibt hemmend bestehen muß durch physiologische Gleichwertigkeit überlagert werden

Tab. 3: Entwicklung des Begriffskonzept "lebend" bzw. "lebendig" beim Kind nach Piaget und Carey

Untersuchungen zu Tier- und Pflanzenkenntnissen an deutschen Schülern sind vielfach vorgelegt worden (z.B. von Gahl 1973, Eschenhagen 1981, 1982 u. 1984, Nussinger/Stix 1983, Etschenberg 1984, Hesse 1984 und Scherf 1986 sowie L. Jäkel 1992). Sie weisen auf recht gleichartige Befunde in den alten und neuen Bundesländer hin. Die westdeutschen Untersuchungen lassen folgende Tendenzen erkennen:

Beim richtigen Benennen oder Erkennen von Tieren und Pflanzen fällt eine hohe Variabilität in den Schülerantworten auf. Dies gilt sowohl für die unterschiedlichen Kenntnisse verschiedener Schüler als auch für die Streubreite des Wissens einzelner Schüler (z.B. in Bezug auf Tier- oder Pflanzenarten).

Insgesamt scheinen Tiere besser bekannt zu sein als Pflanzen: so werden bei Eschenhagen und Etschenberg etwa 2/3 der vorgegebenen Tierarten (65%), hingegen weniger als die Hälfte der Pflanzenarten (ca 43%) richtig benannt oder erkannt.

Mädchen kennen Pflanzen besser als Jungen aber jene besitzen bessere Tierkenntnisse als Mädchen. Dies deckt sich mit unterschiedlichen geschlechts-spezifischen Interessenpräferenzen für Tiere und Pflanzen bei Jungen und Mädchen (vgl. Todt 1977, Löwe 1987).

Form- und Artenkenntnisse nehmen im Laufe der Schulzeit zwar zu, erreichen ihr Maximum aber Mitte der Sekundarstufe I (7. Klasse, vgl. Nussinger/Stix 1983), so daß die Zunahme nicht allein schulbedingt sein kann (vgl. auch Jäkel 1992). Entwicklungsbedingte Faktoren spielen hier eine mitentscheidende Rolle, z.B. die Pubertät und die damit verbundene Umorientierung von rein naturkundlichen zu humanbiologischen und sozio-kulturellen Interessen (vgl. Löwe 1987, 63f).

3. Eigene Studien zur Klassifikation von tierischen und pflanzlichen Objekten durch Schüler

Hier sollten Formenkenntnis, Klassifikations- und die Generalisierungsfähigkeit in Bezug auf Lebereigenschaften bei Tier und Pflanze ebenfalls anhand von Fragebogen überprüft werden. Wir orientierten uns an den Methoden der Untersuchungen von Ryman (1974) und Kattmann/Stange-Stich (1974) sowie an eigenen Vorstudien. Der für die Befragung benötigte Zeitaufwand sollte eine Schulstunde nicht überschreiten. Daher entwarfen wir je einen Fragebogen für Tiere und einen für Pflanzen, die wir getrennt einsetzten.

Bei der Erstellung der Meßinstrumente beschränkten wir uns auf drei Fragen, die kurz erläutert seien.

Frage 1 dient hauptsächlich zur Überprüfung der Fähigkeit, ausgewählten Tieren oder Pflanzen einen fachlich zutreffenden Namen zu geben und das Objekt einem verwandten Tier (bzw. einer Pflanze) sowie einem passenden Lebensraum zuzuordnen.

Bei der zweiten Frage sollten die Schüler ausgewählten Tiere oder Pflanzen (aus Frage 1) bestimmte Lebereigenschaften zuweisen. Sie konnten dies auf einer fünfstufigen Ratingskala von "ganz sicher" bis "sicher nicht" ausdrücken. Damit sollte geprüft werden, inwieweit die Schüler vom Menschen und den Haustieren bekannte Lebenserscheinungen auf andere tierische (bzw. pflanzliche) Objekte zu übertragen bereit sind.

Die dritte Frage sollte Aufschuß geben über die wichtigsten Informationsquellen der Schüler, die zum biologischen Wissen beitragen (z.B. Bücher, Fernsehen).

Aufgrund der Erfahrungen aus den Vorstudien entschieden wir uns für eine bildhaften Präsentation der Tiere oder Pflanzen in Form von Schwarz-Weiß-Strichzeichnungen. Bei der ersten Frage war dann sowohl eine offene

Bild-Begriff-Zuordnung als auch eine geschlossene Bild-Bild-Zuordnung vom Schüler verlangt. Auf den ersten drei Seiten waren 18 Tiere (Tierversion) oder die gleiche Anzahl Pflanzen (Pflanzen-Version) abgebildet, die nach einem noch zu beschreibenden Verfahren ausgewählt wurden. Diesen Objekten sollten Schüler einen Namen geben (offene Bild-Begriff-Zuordnung). Daneben erhielten die Kinder ein beigelegtes Blatt mit jeweils 9 verwandten Tieren (bzw. Pflanzen), deren Kennbuchstaben sie den Fragebogenabbildungen zuzuordnen hatten (geschlossene Bild-Bild-Zuordnung). In gleicher Weise erfolgte die Zuordnung zu vier abgebildeten Lebensräumen (Laub-/Nadelwald; Haus/Garten/Park; See/Fluß/Bach; Feld/Wiese/Acker).

Die Bild-Bild-Zuordnung prüft im wesentlichen den korrekten oder inkorrekten Vergleich zweier wahrgenommener Objekte. Sie macht also Aussagen über die Genauigkeit des Vergleichs verschiedener Perzepte. Daran scheint nach neuerer Auffassung insbesondere die rechte, nichtsprachliche Gehirnhälfte beteiligt zu sein. Bei richtiger Bild-Bild-Zuordnung ist aber keine Aussage über das zugehörige sprachliche Begriffskonzept möglich. Eine Bild-Namen-Zuordnung zeigt, inwieweit dem Perzept bereits ein inhaltlich korrektes, sprachliches Konzept zugeordnet ist oder nicht. Hierbei ist besonders die linke sprachlich-analytische Hirnhälfte gefordert.

3.1. ANMERKUNGEN ZUR AUSWAHL DER ARZUBILDENDEN TIERE BZW. PFLANZEN AUF FRAGEBOGEN UND BEIBLATT

Der Fragebogen sollte beitragen, über die Careysche Hypothese (s. 8) zu entscheiden. Nach Susan Carey sollte die Zuordnung solcher Tiere am sichersten erfolgen, die dem (menschenähnlichen) Grundbauplan eines vierbeinigen Landwirbeltieres in Körpergliederung und Extremitäten weitgehend entsprechen sowie ähnliche Verhaltensweisen zeigen. Je stärker eine Tierform in Bauplan und Verhalten davon abweicht, desto schwieriger sollte die Einordnung und die Zuweisung von Lebenseigenschaften fallen.

Zur Auswahl der Objekte zogen wir folgende Kriterien heran:

Es sollten makroskopisch erfassbare Lebewesen aus unterschiedlichen systematischen Klassen der Wirbeltiere und Wirbellosen sein, die im Biologieunterricht bedeutsam sind. Daher zogen wir zur Erstellung einer Urliste den Lehrplan für das Fach Biologie, die zugelassenen Schulbücher sowie eine Delphie-Studie von Jürgen Mayer zur "Formenvielfalt im Biologieunterricht" (Kiel 1992) heran. Mayer hat einen Kanon von Lebewesen erstellt, die aufgrund von Expertenurteilen im Biologienunterricht der Klassen 5 bis 10 zu behandeln sind. In die vorläufige Urliste gelangten Tiere oder Pflanzen, die in Schulbüchern und Lehrplänen auftraten sowie bei Mayer (1992) von über 73% der Experten genannt waren (dies entspricht dem Median aller Nennungen in der Delphie-Studie).

Aus dieser vorläufigen Urliste strichen wir all diejenigen Tiere, die nach einer Untersuchung von Etschenberg (1983) einen Bekanntheitsgrad von 80% oder mehr erreicht hatten. Bei den Pflanzen bezogen wir uns auf eine entsprechende Untersuchung von Eschenhagen (1984). So erhielten wir eine Urliste von solchen Tieren bzw. Pflanzen, die laut Lehrplan oder der Expertenbefragung im Unterricht zu behandeln, aber nicht allen Schülern hinreichend bekannt sind. Die in der Urliste verbliebenen Tiere ordneten wir 9 biologischen Tierklassen zu (Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien, Fische, Insekten, Weich-, Spinnen-, Krebstiere), die Pflanzen teilten wir in ebenfalls 9 systematische Kategorien ein (darunter Moose, Frangewächse, Nackt- und Bedecktsamer in verschiedenen Wuchsformen wie Kräuter, Sträucher und Bäume) dazu wählten wir zwei Vertreter der Pilze. Innerhalb der systematisch-taxonomischen Kategorien bildeten wir Untergruppen nach terrestrischen und aquatischen Lebensräumen. So entstand aus der Urliste eine Matrix von 27 Zellen. Waren in einer Zelle mehrere (gleichwertige) Tiere vorhanden, so lösten wir unter jenen einen Vertreter aus.

Für das Beiblatt waren jeweils exemplarische Vertreter der entsprechenden biologischen Tier- oder Pflanzenklassen zu bestimmen, um einen direkten Habitusvergleich zu ermöglichen. Dazu wählten wir entsprechende Vertreter von den (nach Etschenberg, 1983 und Eschenhagen, 1984) bei über 80% der Schüler bekannten Tieren und Pflanzen aus.

K.J. Klauer (1991) entwickelt eine Theorie des induktiven Denkens, dabei unterscheidet er 6 (hierarchische) Stufen:

1. Generalisierung (Gleichheit von Merkmalen feststellen)
2. Diskrimination (Unterschiede von Merkmalen feststellen)
3. Kreuzklassifikation (Gleichheit und Unterschiede von Merkmalen feststellen)
4. Beziehungserfassung (Gleichheit von Beziehungen/Relationen erfassen)
5. Beziehungsunterscheidung (Verschiedenheit von Beziehungen/Relationen erfassen).
6. Systembildung (sowohl Gleichheit als auch Verschiedenheit von Beziehungen erfassen).

Die Rangordnung bringt gleichzeitig einen zunehmenden Schwierigkeitsgrad der zugehörigen Lernprozesse zum Ausdruck.

In Anlehnung an seine Überlegungen versuchten wir daher, Schritte dieses Prozesses durch die Auswahl spezifischer Objekte nachvollziehbar zu machen.

Bei Zuordnungsaufgaben werden im wesentlichen die Varianten 1-4 des Klauerschen System erreicht. Daher entschieden wir uns, jeweils einem gut bekannten,

exemplarischen Vertreter einer Tier- oder Pflanzenform (z.B. Hund für Säugetier, Kastanie für Laubbaum) einen Vertreter zuordnen zu lassen, der durch Generalisierung und Beziehungserfassung (gleicher Habitus, gleicher Lebensraum) richtig zuzuordnen sein sollte. Diese Form nannten wir in Bezug auf das exemplarische Objekt "Generalisationsobjekt" bzw. "Generalisationsvertreter". Daneben suchten wir nach Objekten, bei denen reine Generalisierung zu Fehlzuordnungen führen mußte (z.B. Aal als Habitustyp wird als Schlange generalisiert) und nur Diskrimination, Kreuzklassifikation sowie Beziehungserfassung zu richtigen Entscheidungen führen können. Der Einfachheit halber bezeichnen wir solche Objekte als "Diskriminationsvertreter".

Im Fragebogen wurde für jede systematische Kategorie jeweils ein "Generalisationstyp" und ein "Diskriminationstyp" ausgewählt: Für die Fische wählten wir z.B. den Goldfisch als exemplarischen Vertreter auf dem Beiblatt, im Fragebogen als Generalisationstyp den Hecht und als Diskriminationstyp den Aal. Bei den Pflanzen bestimmten wir als exemplarischen Vertreter der Nadelhölzer auf dem Beiblatt die Fichte, als Generalisationstyp die Lärche und als Diskriminationstyp den Wacholder.

In Aufgabe 2 sollten die Schüler bei neun Objekten die Frage beantworten, welche Lebensgemeinschaften das abgebildete Tier (oder die Pflanze) zeigt.

In Anlehnung an Untersuchungen von Piaget, Carey, Sula und Tamir wählten wir dafür "Bewegung", "Ernährung", "Fortzupflanzung" und "Wachstum" aus und fügten ihnen "Atmung" hinzu. Die Schüler konnten sich auf einer fünfstufigen Ratingskala ("ganz sicher", "wahrscheinlich", "weiß nicht", "wahrscheinlich nicht", "sicher nicht") entscheiden, ob das abgebildete Tier "atmet", "sich bewegt", "frißt", "Junge bekommt" und "wächst", bzw. die Pflanze "atmet", "sich bewegt", "sich ernährt", "sich vermehrt" und "wächst".

Die Objekte wurden aus den 18 Vertretern der Frage 1 ausgewählt, bei den Tieren ist dabei auf die Klasse der Säugetiere verzichtet worden, da nach den o. g. und eigenen Voruntersuchungen anzunehmen war, daß diesen alle Lebensgemeinschaften uneingeschränkt zugewiesen würden.

In der letzten Aufgabe waren solche "Informationsquellen" ausgewählt, die im Erfahrungsbereich aller Grundschüler liegen. Die Schüler konnten innerhalb einer dreistufigen Ratingskala entscheiden, ob sie "aus Büchern", "aus dem Fernsehen", "durch die Familie", "aus Zeitschriften", "in der Grundschule" oder "durch eigenes Beobachten" "viel", "ein wenig" oder "gar nichts erfahren" über Tiere (bzw. Pflanzen) haben.

3.2. ARBEITSHYPOTHESEN

Damit sollten unsere Erhebungen, neben gewissen empirischen Ist-Stand-Analysen, Entscheidungen über folgende Arbeitshypothesen zulassen:

- die Fähigkeit von Schülern (ohne spezifisch biologische Unterweisung) tierische oder pflanzliche Objekte korrekt zuzuordnen und zu benennen korreliert negativ mit deren systematisch-taxonomischen Höhe,

- sie nimmt ab mit dem in der Aufgabenstellung verlangten Schwierigkeitsgrad des induktiven Denkens nach der Systematik von Klauer (1991).

Entsprechendes gilt auch für die jeweilige Zuweisung von Lebenseigenschaften für bestimmte Tiere oder Pflanzen.

3.4. ANGABEN ZUR UNTERSUCHTEN POPULATION

Die Fragebogen wurden bisher an über 100 Schülern in fünf 4. Klassen der Friedrich-Ebert-Grundschule Oftersheim und der Mönchhof-Grundschule Heidelberg im Juni 1992 vor Abschluß des Schuljahres 1991/92 erprobt.

Die Verteilung der Schüler in den vier Klassen zeigt Tabelle 4.

Ort	Klasse	Mädchen	Jungen	Gesamt
Heidelberg	4a	8	13	21
Heidelberg	4b	11	8	19
Heidelberg	4c	11	11	22
Oftersheim	4a	9	11	20
Oftersheim	4b	11	12	23
		50	55	105

Tab. 4: Verteilung der Schüler in den 4 befragten Grundschulklassen

3.4. AUSWERTUNGSMETHODEN

Die erste Auswertung der Fragebogen erfolgte durch Auszählen von Hand, wobei die Angaben von den Jungen und Mädchen getrennt erfaßt und daraus dann Gesamthäufigkeiten und entsprechende Prozentwerte berechnet wurden.

3.5. Erste Ergebnisse

Der zeitliche Abstand zur Erhebung ist noch zu kurz, um ausführliche Ergebnisse vorlegen zu können. Zudem zwingt der hier gegebene zeitliche Rahmen zur exemplarischen Auswahl. Im folgenden werden daher ausgewählte Ergebnisse der Tier-Fragebogen vorgestellt und ein Vergleich zur Pflanzen-Befragung dargestellt.

3.5.1. ZUORDNUNG DER ARGEBILDETEN TIERE ZU EINEM EXEMPLARISCHEN VERTRETER UND EINEM LEBENSRAUM

Am sichersten, nämlich zu 100%, wurde die Rabenkrähe dem exemplarischen Singvogel-Vertreter (Amsel) zugeordnet, gefolgt von der Erdkröte, die 97% der Schüler dem Lurch-Vertreter (Laubfrosch) zuwies. Am unsichersten waren die Schüler bei der Zuordnung des Aals, nur 50% ordneten ihn dem Goldfisch zu. 22% der Schüler hielten dagegen den Aal für einen Verwandten des Krokodils (stuften ihn wohl als Schlange ein) und 17% ordneten ihn gar der Schnecke zu, was vorläufig nicht zu erklären ist.

Eine Übersicht der richtigen Zuordnungen nach Generalisations- und Diskriminationstypen getrennt gibt Tab. 5.

Generalisationstypus		Diskriminationstypus	
Rabenkrähe	100%	Eule	89%
Erdkröte	97%	Teichmolch	16%
Schnecke	95%	Teichmuschel	53%
Krabbe	95%	Assel	53%
Hecht	94%	Aal	50%
Zauneidesche	89%	Schlange	61%
Marienkäfer	73%	Schmetterling	77%
Spinne	75%	Zecke	84%
Feldhase	53%	Fischotter	53%
$\bar{x} = 85,6 \pm 15,5$		$55,2 \pm 26,8$	

Tab. 5: Richtige Zuordnungen von Generalisations- und Diskriminationstypen bei Tieren in Prozent.

Generalisations-Objekte werden völlig unabhängig von ihrer Nähe zum menschenähnlichen Wirbeltiertypus im Mittel zu 86% richtig zugeordnet (vgl. Tab. 6). Von den Diskriminationstypen werden im Mittel nur die Hälfte (55%) der Objekte richtig zugeordnet, wiederum ohne klar erkennbare Beziehung zur systematischen Höhe. Die Zuordnungsleistung der Schüler bei beiden Objektgruppen unterscheidet sich signifikant. Besonders auffällig ist die schlechte Zuordnungsleistung beim Säugetiertypus: Feldhase und Fischotter werden nur von etwa der Hälfte der Schüler korrekt dem Hund zugeordnet (allerdings trafen bei beiden Tieren über 20% der Schüler keinerlei Entscheidung).

Die sicherste Lebensraumzuordnung erhielt der Hecht, den 91% der Schüler den Lebensräumen "See/Bach/Fluß" zuordneten, gefolgt von der Wollhandkrabbe, die 89% dem gleichen Lebensraum zuwies.

Am unsichersten waren die Schüler bei der Lebensraumzuordnung für die Assel, 33% ordneten sie dem Lebensraum "Haus/Garten/Park" zu und 42% machten hier

keine Angabe. Dies korrespondiert mit der Tatsache, daß nur 18% der Schüler die Assel zutreffend benennen konnten.

Generalisationsvertreter		Diskriminationsvertreter	
Feldhase	58%	Fischotter	44%
Rabenkrähe	92%	Eule	90%
Eidechse	26%	Schlange	69%
Erdkröte	91%	Teichmolch	77%
Hecht	91%	Aal	81%
Schnecke	73%	Teichmuschel	44%
Käfer	53%	Schmetterling	89%
Spinne	36% (86%)	Zecke	41%
Krabbe	89%	Assel	46%
$\bar{x} = 67,4 + 25,3$		$64,5 + 20,7$	

Tab. 6: Richtige Zuordnung zutreffender Lebensräume bei Generalisations- und Diskriminationsvertretern der Tierversionen

Für die richtige oder unzutreffende Lebensraum-Zuordnung lassen sich weder Beziehungen zur systematischen Höhe der Tiere noch Unterschiede zwischen Generalisations- und Diskriminationstypen erkennen. Dies mag mit der Aufgabenstellung zusammenhängen. Am sichersten werden Wassertiere korrekt zugewiesen (da nur ein aquatischer Lebensraum vertreten war), "Lufttiere" werden den drei terrestrischen Lebensräumen mit bestimmten Schwerpunktbildungen zugeordnet. Bei den übrigen Vertretern herrschen gewisse Unsicherheiten hinsichtlich der Lebensraumzuordnung, was zeigt, daß Schüler über bevorzugte Biotope der betreffenden Tiere ungenügend Bescheid-wissen. Dies ist im Hinblick auf umweltbezogener Themen zu beachten.

3.5.2. ZUR BENENNUNG DER ABGEBILDETEN TIERE (AUFGABE 1)

Wir berücksichtigten hier neben den biologisch richtigen Gattungs- oder Artnamen auch zutreffende Bezeichnungen der Familie oder höherer systematischer Kategorien, soweit sie den Formtypus sprachlich eindeutig repräsentierten. Danach wurden 2/3 der dargestellten Tiere von 90% der Schülern richtig bezeichnet (Tab. 7).

Objekt	biolog.zutreffende Formenbezeichnung	Nennungshäufigkeit
Feldhase	(G) Hasenartiges Tier	100%
Fischotter	(D) Säugetier (Klein-Raubsäuger)	100%
Erdkröte	(G) Froschlurch	100%

Weinbergsschnecke	(G)	Landschnecke	100%
Marienkäfer	(G)	Käfer	100%
Tagpfauenauge	(D)	TagSchmetterling	99%
Kreuzspinne	(G)	Spinnentier	98%
Kreuzotter	(D)	Schlangentier	96%
Rabenkrähe	(G)	Vogel	96%
Eule	(D)	Eulenartiger Vogel	94%
Wollhandkrabbe	(G)	Krebstier	91%
Hecht	(G)	Knochenfisch	90%
Aal	(D)	Aal	75%
Teichmuschel	(D)	Muschel	72%
Zecke	(D)	Spinnentier	66%
Zauneidechse	(G)	Echsenartiges Tier	62%
Teichmolch	(D)	Molchartiges Tier	35%
Kellerassel	(D)	Assel	18%

Tab. 7: Prozentuale Häufigkeiten von zutreffenden Benennungen für die abgebildeten Tiere; G = Generalisations-Typus, D = Diskriminations-Typus.

Die relativ niedrigen, zutreffenden Nennungen bei Teichmolch und Kellerassel lassen sich im ersten Fall auf die etwas ungenaue Abbildung zurückführen, im anderen Fall wohl auf mangelnde Kenntnis des Tieres.

Bei den richtigen Benennungen läßt sich eine Abhängigkeit von der steigenden systematischen Höhe nicht erkennen, so werden Weinbergsschnecke, Spinne, Käfer und Schmetterling, ja sogar die Wollhandkrabbe als zutreffende Form relativ sicher benannt.

Die Carey'sche Hypothese wäre demnach dahingehend zu modifizieren, daß bei unseren Schülern neben dem (mensenähnlichen), vierbeinigen Wirbeltiertypus auch bestimmte Formtypen von Wirbellosen sicher im Gedächtnis gespeichert sind, denen ähnliche Objekte ohne Schwierigkeit zugeordnet werden. Hierzu zählen wohl insbesondere die Form-Typen 'Spinne', 'Käfer', 'Schmetterling' und '(Gehäuse-) Schnecke'. Da jene Tiere in vielen Bilder- und Kinderbüchern auftreten, überrascht das Ergebnis nicht. Erstaunlich ist das gute Abschneiden der zutreffenden Bezeichnung für die Zecke, die von 2/3 der Schüler als spinnenartiges Tier richtig beschrieben wird. Offensichtlich werden im Gedächtnis gut repräsentierten wirbellosen Tierformen, wie z.B. der Spinnentypus, auch leicht generalisiert, insbesondere wenn entsprechende Kennmerkmale (hier 4 Beinpaare) gut sichtbar sind.

Einiges spricht für unsere 2. Hypothese, wonach "Diskriminationsobjekte" schwieriger zu benennen und einzuordnen sind. In fast allen Fällen (Ausnahme Zecke) rangiert der Diskriminationsvertreter (in Tab. 7) hinter dem Generalisationsvertreter.

Alle Diskriminations-Objekte erreichen im Mittel $73\% \pm 29\%$ zutreffende Benennungen, die Generalisationstypen dagegen $93\% \pm 12\%$, sie unterscheiden sich also statistisch signifikant ($t = 2,7; p = 0,02$).

3.5.3. ZUWEISUNG VON LEBENSEIGENSCHAFTEN FÜR DIE AUSGEWÄHLTEN TIERE

In der zweiten Aufgabe sollten die Schüler auf einer fünfstufigen Schätzskala den abgebildeten Tieren bestimmte Lebenseigenschaften zuweisen. Aus den Tieren der Frage 1 waren folgende Vertreter ausgewählt: Teichmuschel, Aal, Zecke, Kreuzspinne, Marienkäfer, Teichmolch, Eule, Kreuzotter und Wollhandkrabbe. Unsere Schüler weisen fast allen Tieren die von uns gewählten Eigenschaften des Lebendigen ("atmet", "bewegt sich") als "ganz sicher" zu. Lediglich die Teichmuschel bildet eine Ausnahme. Hier verteilen sich die Meinungen der Schüler relativ gleichmäßig über die ganze Ratingskala von "ganz sicher" bis "sicher nicht".

Für einen ersten Überblick fassen wir in der folgenden Tabelle die Antworten zu "ganz sicher" und "wahrscheinlich" sowie zu "wahrscheinlich nicht" und "sicher nicht" jeweils zusammen. Erstere bezeichnen wir als positiv zustimmende, diejenigen zu "wahrscheinlich nicht"/"sicher nicht" als negativ ablehnende Antworten. Die Entscheidungsmöglichkeit "weiß nicht" nennen wir "neutrale Bewertung" (Tab. 8).

	positiv zustimmend	neutrale Bewertung	negativ ablehnend
Teichmuschel	49	16	25
Zecke	86	8	3
Aal	87	4	5
Wollhandkrabbe	88	6	3
Marienkäfer	91	4	3
Eule	91	1	2
Teichmolch	92	6	1
Kreuzotter	93	3	1
Kreuzspinne	93	5	3
	$\bar{x} = 86 \pm 14$	6 ± 4	5 ± 7

Tab. 8: Zusammengefaßte Bewertungshäufigkeiten der Lebenseigenschaften für ausgewählte Tiere. Angaben in Prozent.

Im Mittel weisen 86% unserer Schüler allen genannten Tieren die verwendeten Lebenseigenschaften ("Atmung", Bewegung", "Ernährung", "Fortpflanzung" und "Wachstum") als 'sicher' zu, während Ungewißheit darüber nur in 6% der Fälle und Ablehnung bestimmter Eigenschaften in 5% der Fälle erfolgt. Dabei tragen einzelne Vertreter (Teichmuschel) zu den letztgenannten Ergebnissen in besonderer Weise bei.

Ganz anders verhält es sich mit der Zuweisung von Lebenseigenschaften für Pflanzen (2. Aufgabe der Pflanzen-Version). Hierfür waren Wacholder, Wiesensalbei, Knollenblätterpilz, Himbeere, Adlerfarn, Rohrkolben, Schwertlilie und Brunnenlebermoos ausgewählt.

Im Gegensatz zur Tier-Version verteilen sich die Antworten fast gleichmäßig über die gesamte Ratingskala. Außerdem sind über 40% fehlende Antworten zu verzeichnen. Bei "Atmung" entscheiden sich nur wenige für "ganz sicher", während "Ernährung", "Fortpflanzung" und "Wachstum" für die Schüler im Pflanzenreich als relativ sicher gelten. Rund Dreiviertel der Schüler ist sich ebenfalls ganz sicher, daß Pflanzen "sich bewegen". Offensichtlich verknüpfen unsere Schüler "Bewegung" noch überwiegend mit "selbständiger Fortbewegung" im Piagetschen Sinne.

Faßt man wie bei Tieren die zustimmend positiven, negativ ablehnenden und neutralen Antworten, zusammen, ergibt sich für die Pflanzen folgende Verteilung (Tab. 9).

	positiv zustimmend	neutrale Bewertung	negativ ablehnend
Wacholder	38	10	11
Wiesensalbei	40	11	10
Knollenblätterpilz	35	9	13
Himbeere	40	12	7
Adlerfarn	38	10	8
Rohrkolben	36	10	10
Schwertlilie	37	12	5
Brunnenlebermoos	36	11	9
Linde	41	8	9
	$\bar{x} = 38 \pm 2$	10 ± 1	9 ± 2

Tab. 9: Zusammengefaßte Bewertungshäufigkeiten für Lebenseigenschaften der Pflanzen in Prozent. Differenzen zu 100% in den Angaben sind fehlende Antworten.

Im Mittel weisen also 38% unserer Schüler die gewählten Lebenseigenschaften ("Atmung" bis "Wachstum") den vorgestellten Pflanzen sicher zu. Dies unterscheidet sich signifikant von den entsprechenden Zuordnungen bei den Tieren. Etwa je 10% der Schüler sind sich bei solchen Lebenseigenschaften in Bezug auf Pflanzen ungewiß oder weisen sie sogar zurück. Dabei sind - im Gegensatz zu den Tieren - fast alle pflanzlichen Vertreter in etwa gleichem Maße betroffen.

4. Zusammenfassung und fachdidaktische Konsequenzen

Die Befragung zeigt, daß unsere Grundschüler Abbildungen von Tieren unterschiedlicher systematischer Höhe erstaunlich gut zuordnen (im Mittel über 90%),

vor allem wenn die entsprechenden Bauplanmerkmale klar übereinstimmen (Generalisationstypen). Unabhängig, ob es sich um menschenähnliche Wirbeltiere vom Tetrapoden-Typus handelt oder um markante Wirbellose. Sind solche Merkmale nicht offensichtlich (z.B. Goldfisch/Aal) oder mehrdeutig (z.B. Teichmolch/Krokodil), so gelingt fast der Hälfte unserer Schüler keine korrekte Zuordnung. Dies weist auf eine dringend notwendige Schulung des Diskriminationsvermögens hin. Die Schüler müssen also im Sinne der Stufen des induktiven Denkens nach Klauer (1991) angeleitet werden, differenzierte Merkmalskomplexe eingehend zu vergleichen (Kreuzklassifikation), anstelle ganzheitliche Gestaltseindrücke unzulässig zu verallgemeinern. Biologieunterricht muß also in erster Linie die Reizdiskriminierung durch genaues Beobachten und Vergleichen von Objekten schulen. Was auf den 'ersten Blick' von Habitus oder Farbe ähnlich aussieht (z.B. Mimikry-Formen wie Wespe und Schwebfliege), muß nicht unbedingt dasselbe sein. Beim Arbeiten am vorgelegten Objekt kommt der Spaß am forschend-entdeckenden Lernen hinzu, jenes 'Heureka-Erlebnis', ich habe Unterschiede gefunden.

Im Hinblick auf die ausgewählten Tiere kann auch die verbalisierbare Formenkenntnis unserer Schüler in Bezug zu Vergleichsstudien als überdurchschnittlich gelten. Fast 90% der Objekte werden als Formtypus richtig benannt, allerdings wieder mit einer auffälligen Differenz zwischen Generalisations- und Diskriminationstypen. Im Gegensatz zur Untersuchung von Susan Carey (1986) scheint der Mensch für unsere Schüler nicht mehr das alleinige Maß aller Dinge zu sein. Neben gängigen Bauplantypen der Wirbeltiere sind Baupläne bestimmter Wirbelloser relativ sicher im Gedächtnis repräsentiert: so z.B. Käfer, Schmetterling, Spinne und Gehäuse Schnecke.

Solche Bauplantypen können demnach genutzt werden, um tierische Formenkenntnisse bei Schülern zu erweitern und ihr Unterscheidungsvermögen zu verbessern.

Zugleich werden nach unseren Befunden die bestehenden Konzepte über Lebenseigenschaften von Organismen fast vorbehaltlos auf allgemeine Bauplantypen von Wirbeltieren und Wirbelloser übertragen. Die Kinder generalisieren z.B. ohne Kenntnis der zugrundeliegenden anatomisch-physiologischen Mechanismen, die Notwendigkeit zu atmen auf Insekten, Spinnen und Krebse (wenngleich bei "Wassertieren" noch gewisse Vorbehalte in unserer Population zu bemerken sind). Dies bietet einen weiteren hervorragenden Ansatzpunkt, um am Beispiel von Tieren Lebenskennzeichen für alle Organismen zu erarbeiten und differenzierte Lösungen des gleichen Problems (z.B. Atmen durch Kiemen, Lungen, Tracheen) als gleichwertig herauszustellen.

Wenn der letzte Schritt im Tierreich gelingt, sollte es nicht zu schwierig sein, dies auf Pflanzen zu übertragen, mit denen unsere Schüler wesentlich größere Probleme bei der richtigen Zuordnung, Benennung und vor allem der ungeteilten Zuweisung von

Lebenseigenschaften haben. Hier wird ein Grund für die o.g. unterschiedlichen Interessenpräferenzen gegenüber Pflanzen und Tieren deutlich: was weniger bekannt ist, erweckt geringeres Spontaninteresse. So gilt es, die gleichartigen Lebenserscheinungen von Pflanze und Tier in den Vordergrund zu rücken. Dies könnte bei Blütenpflanzen von einfach erfaßbaren "physiologischen" Merkmalen ausgehen, wie Fortpflanzung, Keimung und Wachstum. Jene sind relativ gut überschaubar und im wesentlichen durch Beobachten, Untersuchen oder kleinere Experimenten zu erschließen. Daneben muß es aber auch Ziel des Biologieunterrichts sein, erste phänomenologische Einblicke in die Stoffwechsel- und Bewegungsphysiologie der Pflanzen zu geben, so daß Begriffe wie Pflanzenatmung, Pflanzenernährung (Photosynthese) und -bewegung mit Inhalten gefüllt werden. Dies kann helfen, die tiefe Kluft im verallgemeinerungsfähigen Lebensbegriffes für Tiere, Pflanzen und Menschen. Die Gleichwertigkeit alles Lebendigen muß erkannt und akzeptiert werden, damit ein Leitziel des Biologieunterrichts erreichbar wird, wie es unser Lehrplan fordert: "Dies führt zur Achtung und Ehrfurcht vor dem Leben und zur Verantwortung für das Leben". Die Einsicht, daß alle Lebewesen prinzipiell gleichwertig sind, ist die Voraussetzung für bioethisches Handeln zur Abwendung des weltweit drohenden ökologischen Kollapses, der unser aller Lebensgrundlagen zerstören würde.

LITERATUR

- Carey, S. (1985): *Conceptual change in childhood*. Cambridge MIT Press.
- Driver, R. U. Easley, J. (1978): *Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students*. *Studies in Science Education* 5, 61-84.
- Eschenhagen, D. (1982): *Untersuchungen zu Tierkenntnissen von Schülern*. *Unterricht Biologie* 6 (68/1982), 41-44.
- Eschenhagen, D. (1984): *Untersuchungen zu Pflanzen- und Tierkenntnissen von Schülern*. In Hedewig/Staack (Hrg.): *Biologieunterricht in der Diskussion*. Köln: Aulis 1984, 141-156.
- Etschenberg, K. (1983): *Welche biologischen Objekte können Schüler beim Übergang in die Sekundarstufe I benennen?* *Naturwissenschaften im Unterricht-Biologie* (10/1983), 344-351.
- Etschenberg, K. (1984): *Lernvoraussetzungen der Schüler für das Fach Biologie in der Sekundarstufe I beim Übergang aus der Grundschule - Date zu schulformspezifischen Unterschieden*. In Hedewig/Staack (Hrg.): *Biologieunterricht in der Diskussion*. Köln: Aulis 1984, 129-140.
- Gahl, H. (1973): *Über die Formenkenntnis des Primarschülers und seine Einstellung zum Tier*. In: Schwartz, E. (Hrg.): *Entdeckendes Lernen im Lernbereich Biologie*. Arbeitskreis Grundschule, Frankfurt 1973, 155-175.
- Gerhard, A. u. Piepenbrock, Ch. (1990): *Mißkonzeptions im Fach Biologie bei Schülern der Sekundarstufe I - Möglichkeiten der Analyse*. In W. Killermann u. L. Staack (Hrg.): *Methoden des Biologieunterrichts*. Köln: Aulis, 223-234.

- Hesse, M. (1984): 'Artenkenntnis' in der Sekundarstufe I (Hauptschule).
Naturwissenschaften im Unterricht - Biologie (4/1983), 94-100.
- Kattmann/Stange/Stich (1974): "Der Mensch und die Tiere", Kiel: IPN
- Jäkel, L. (1990): Biologische Alltagserfahrungen und Sippenkenntnis der Schüler.
Biologie in der Schule 39 (12/1990), 476-479.
- Jäkel, L. (1992): Lernvoraussetzungen von Schülern in bezug auf Sippenkenntnis.
Unterricht Biologie (172/1992), 40-41.
- Klauer, K. J.: Erziehung zum induktiven Denken: Neue Ansätze der Denkerziehung.
Erziehungswissenschaft 2/1991.
- Klemm, I. (1974): Vergleichende Untersuchung über den Pflanzenbegriff von Schülern,
Praxis der Naturwissenschaften-Biologie (6/1974), 154-160.
- Killermann, W. u. Scherf (1986): Die Vermittlung von Formenkenntnissen als
grundlegende Aufgabe des Biologieunterrichts. Pädagogische Welt (4/1986),
146-150.
- Krapp, A. u. Schiefele, H. (1989): Haben Sie Interesse! Psychologie heute
(Dez./1989), 40-45.
- Löwe, B. (1983): Interessenänderung durch Biologieunterricht. München: Institut für
die Didaktik der Biologie.
- Löwe, B. (1987): Interessenverfall im Biologieunterricht. Unterricht Biologie 11
(124), 62-65. Biologie. Weinheim: Deutscher Studien-Verlag.
- Mayer, J. (1992): Formenvielfalt im Biologieunterricht. Kiel: IPN.
- McCloskey, M. (1983): Irrwege der Instuition in der Physik. Spektrum der
Wissenschaft 6/1983, 88-99.
- Nussinger, B. u. Stix, P. (1983): Artenkenntnis - Schultyp Gymnasium. Mitteilungen
des VDB Nr. 297 (März 1983), 1367.
- Piaget, J.: Das Weltbild des Kindes (Einführung von H. Aebli). Stuttgart: Klett-cotta,
1988.
- Ryman, D. (1974): Children's understanding of the classification of living organisms.
Journal of Biological Education 8 (3/1974), 140-144.
- Scannell D. P., Tracy, D. B. (1977): Testen und Messen im Unterricht. Weinheim: Beltz.
- Scherf, G. (1986): Zur Bedeutung pflanzlicher Formenkenntnisse für eine schützende
Einstellung gegenüber Pflanzen und zur Methodik des formenkundlichen
Unterrichts. München: Institut für die Didaktik der Biologie (Diss.)
- Sula, J. (1971): Außerschulische Kenntnisse über Lebenserscheinungen bei Pflanzen
bei Schülern der ersten Klasse. Biologie in der Schule, (6/1971), 218-221.
- Tamir, P., Gal-Choppin, R. u. Nussinovitz, R. (1981): How do intermediate and junior
high school students conceptualize living and nonliving? Journal of Research
in Science Teaching (Vol. 18/3), 241-248.
- Todt, E. (1978): Das Interesse - empirische Untersuchungen zu einem
Motivationskonzept. Bern: Huber.
- Weinert, F. E. u. Helmke, A. (1987): Schulleistungen. Leistungen der Schule oder der
Kinder. Bild der Wissenschaft 1/1987, 62-73.