

## Zeichnen im Biologieunterricht

### Methode zur Ermittlung von Schülervorstellungen zur „Nachhaltigkeit“

Kerstin Holthusen

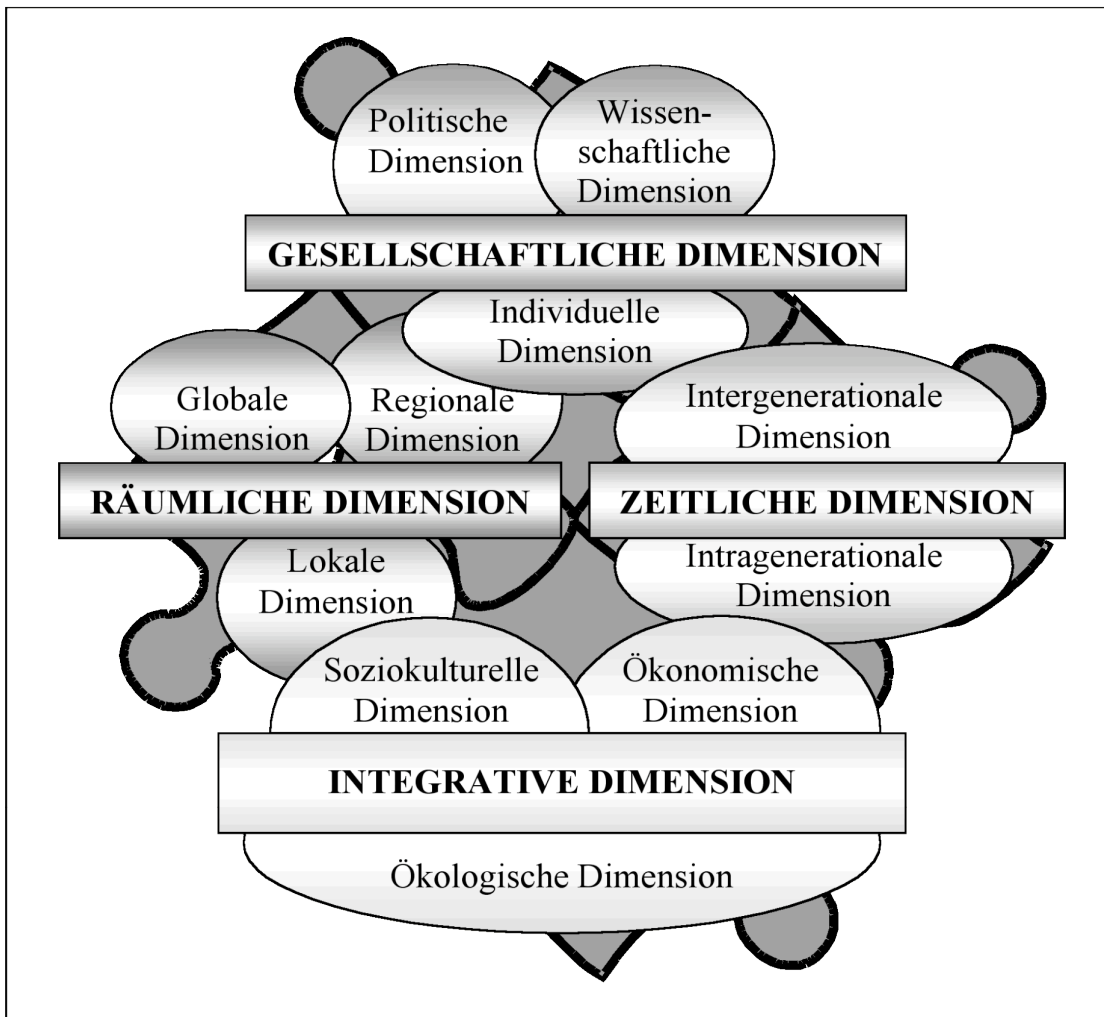
[KuN.Holthusen@t-online.de](mailto:KuN.Holthusen@t-online.de)

Universität Rostock, Fachdidaktik Biologie  
Wismarsche Str. 8, 18057 Rostock

## 1 Einleitung

„*Nachhaltigkeit*“ hat eine lange Tradition. Die erste schriftliche Erwähnung geht auf Hanns Carl von CARLOWITZ zurück, der in dem ältesten Lehrbuch der Forstwirtschaft, der „*Sylvicultura oeconomica*“ (1713), den Ausdruck „nachhaltend“ im Zusammenhang mit der Art und Weise der Waldnutzung gebrauchte. Seitdem hat sich das Verständnis von Nachhaltigkeit gewandelt. Seit nunmehr 15 Jahren wird der Nachhaltigkeitsbegriff in einem deutlich umfassenderen Sinne verwendet als früher.

So definierte die BRUNDTLANDT-KOMMISSION (1987) nachhaltige Entwicklung als „eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (HAUFF, 1987, 44). MEADOWS & RANDERS (1993) verstehen Nachhaltigkeit als den „Zustand eines Systems, das sich so verhält, dass es ... über unbeschränkte Zeit ... im Rahmen der gegebenen Umwelt existenzfähig bleibt und vor allem nicht in den Zustand der Grenzüberziehung gerät“ (MEADOWS & RANDERS, 1993, 25). Und Johannes RAU betont mit den Worten: „Nachhaltigkeit gehört nicht in den Anhang, sondern muss unser Leben bestimmen und unser Denken orientieren“ (BPA, 2002, 26) die Wichtigkeit nachhaltiger Entwicklung.



**Abb. 1:** Nachhaltigkeitsdimensionen.

Das Forschungsthema „Erfassen von Schülervorstellungen“ ist im Zusammenhang mit der konstruktivistischen Lehr-Lern-Philosophie (BLK 1998) ein äußerst relevanter Problemkreis der fachdidaktischen, aber auch der pädagogischen und psychologischen Forschung. Die Kenntnis von Schülervorstellungen ist eine elementare Voraussetzung für das Lernen als Konzeptwechsel und für den Einsatz entsprechender Strategien im Unterricht (DUIT, 2000). Im Unterschied zu bisherigen vergleichbaren Ansätzen sollen die Schüler in der vorliegenden Untersuchung ihre Vorstellungen nicht durch verbale Aussagen darstellen, sondern durch selbst erstellte Zeichnungen präsentieren.

Das *Mittel des Zeichnens* stellt daher in dieser Untersuchung die zentrale Methode dar, um Schülervorstellungen zu erfassen. Zudem könnte es einen neuen Weg eröffnen, um Bildungsanteile der Umweltkompetenz mit Bildungsanteilen ästhetischer Kompetenz im *Biologieunterricht* enger miteinander zu vernetzen (Zeichnen als ein Mittel ästhetischer Aneignung der Wirklichkeit).

Zum einen sollen die fachlich-wissenschaftlichen Vorstellungen zur Nachhaltigkeit, welche die Schülervorstellungen prägen, erfasst werden. Zum anderen sollen auf diesem Wege individuell-lebensweltliche Vorstellungen, die von den Schülern mit „Nachhaltigkeit“ verbunden werden, aufgedeckt werden.

Bisher wurden zur komplexen Thematik der „Nachhaltigkeit“ unter Einsatz des Zeichnens keine Forschungen zur Ermittlung von Schülervorstellungen im Biologieunterricht durchgeführt. Durch die Bearbeitung des Problemkreises „Nachhaltigkeit“ am Unterrichtsgegenstand „Wald als Ökosystem“ soll die Arbeit einen konkreten Beitrag zur Erfassung von Schülervorstellungen mit der Methode des Zeichnens leisten.

## 2 Wissenschaftliche Fragestellungen

Vorstellungen sind Voraussetzungen für das Lernen. Sie lenken es in eine bestimmte Richtung und können somit den Lernerfolg erheblich behindern oder auch fördern. Nach AUSUBEL (1968) ist der wichtigste Faktor, der das Lernen beeinflusst, das bereits vorhandene Wissen des Lernenden. DIESTERWEG prägte in diesem Zusammenhang bereits 1851 die didaktische Leitidee, dass der Unterricht beim Standpunkt des Schülers ansetzen muss.

Auf Grund unterschiedlicher individueller Erfahrungen im Alltag und in der Schule können Schülervorstellungen zu einem Unterrichtsthema äußerst verschiedenartig sein. Das Aufdecken von Schülervorstellungen erfordert geeignete Methoden zur Vorstellungsermittlung. Da Zeichnungen kreative Mitteilungen sind, die ein Bild zum Gesamtverständnis einer Problematik darlegen können, wird angenommen, dass das Zeichnen neben verbalen Methoden eine weitere Möglichkeit zum Erfassen von Schülervorstellungen darstellt (BROOKES, 1990; KEIL, 1991-1993; EDWARDS, 1998; WIMBER, 1998). Aus den dargelegten Gedanken ergeben sich für die angestrebte Untersuchung unter anderem folgende inhaltliche und methodische Fragen:

Welche Konzepte umfassen das Prinzip der Nachhaltigkeit am gewählten Unterrichtsgegenstand „Wald als Ökosystem“?

Existieren „in den Köpfen“ der Schüler der Sekundarstufe II Vorstellungen zum Prinzip „Nachhaltigkeit“?

Handelt es sich bei diesen Vorstellungen um individuell-lebensweltliche und/oder um fachlich-wissenschaftliche Vorstellungen?

Werden die Schüler die von ihnen im Biologieunterricht kaum angewendete Arbeitsweise Zeichnen zum Darlegen ihrer Vorstellungen akzeptie-

ren und inwieweit können die Vorstellungen der Schüler durch die Zeichnungen aufgedeckt werden?

Die übergeordnete inhaltliche Fragestellung lautet:

- ◆ Welche Schülervorstellungen konstituieren das Prinzip der „Nachhaltigkeit“ am Unterrichtsgegenstand „Wald als Ökosystem“?

Die übergeordnete methodische Fragestellung lautet:

- ◆ In welcher Weise können durch die Anwendung des Zeichnens im Biologieunterricht Schülervorstellungen (individuell-lebensweltliche Vorstellungen und fachlich-wissenschaftliche Vorstellungen) zum Prinzip „Nachhaltigkeit“ am Unterrichtsgegenstand „Wald als Ökosystem“ ermittelt werden?

### 3 Methodik

Die empirische Untersuchung wurde in Form einer Fragebogenerhebung mit Schülern der 12. Jahrgangsstufe (Sek. II) durchgeführt, die den Grund- oder den Leistungskurs Biologie belegt hatten. Sämtliche Probanden waren Schüler an Gymnasien der Stadt Schwerin (Mecklenburg-Vorpommern). Die Population der von Dezember 1999 bis Januar 2000 durchgeführten Voruntersuchung betrug 65 Schüler. Im Anschluss an die Verifizierung des Vortestes wurde von Januar 2001 bis April 2001 die Hauptuntersuchung mit 153 Probanden durchgeführt. Vor- und Hauptuntersuchung umfassten jeweils eine Doppelstunde. Die Teilnahme an der Untersuchung war freiwillig. Dies wurde den Schülern vor Beginn der Fragebogenbearbeitung schriftlich mitgeteilt.

#### 3.1 Methodische Mikrostruktur

In der empirischen Untersuchung sollen erstmals im Zuge von Biologieunterricht Schülervorstellungen zum Thema „Nachhaltigkeit“ im Kontext des Zeichnens erhoben werden. Dazu ist in einem ersten Arbeitsschritt (siehe methodische Makrostruktur 3.2) eine theoretische Klärung in Form einer Aufschlüsselung und Analyse der Nachhaltigkeitskomponenten erforderlich. Aus der Bandbreite der potenziellen Unterrichtsgegenstände, an denen das Thema „Nachhaltigkeit“ bearbeitet werden sollte (BUND, 1997; MAYER, 1997a; b; UBA, 1998), wurde der Unterrichtsgegenstand „Wald als Ökosystem“ ausgewählt. Gründe für diese Wahl sind unter anderem:

die traditionelle und aktuelle forstwissenschaftliche Verbindung von Wald und Nachhaltigkeit; denn noch heute, 290 Jahre nach der erstmaligen schriftlichen Formulierung des Begriffes „nachhaltig“ in Bezug auf den dauernden Waldertrag, versteht sich die Forsteinrichtung als „Hüterin der Nachhaltigkeit“ (KURTH, 1994, 37);

- die realistische Fassbarkeit des Waldes durch seine Präsenz im Schul- und Wohnumfeld der Schüler;
- die historische und gegenwärtige Bedeutsamkeit des Waldes auf Grund der immer währenden menschlichen Waldnutzung;
- der Zusammenhang von Wald und Kultur in Liedern, Märchen, Sagen, Waldworten;
- das breite lokale, regionale und globale Konfliktfeld (neuartige Waldschäden, Tropenwaldvernichtung) sowie
- die stete Medienpräsenz (Waldsterben, Waldzustandsbericht).

Darüber hinaus ist das Thema „Ökologie“ laut Rahmenplan des Landes Mecklenburg-Vorpommern (1996; 1999) in den Jahrgangsstufen 6, 9 und in der gymnasialen Oberstufe verbindlicher Unterrichtsinhalt. Es kann demnach eine der Untersuchung vorangegangene Bearbeitung des Themas „Wald als Ökosystem“ im Unterricht vorausgesetzt werden.

In einem zweiten Arbeitsschritt ist somit eine Präzisierung der allgemeinen Aussagen zur „Nachhaltigkeit“ für den Gegenstand „Wald“ erforderlich.

Die einzelnen Konzepte, die das Prinzip der Nachhaltigkeit am Unterrichtsgegenstand „Wald als Ökosystem“ umfassen, wurden in einem dritten Arbeitsschritt herausgesondert.

In einem vierten Arbeitsschritt wurden diese wissenschaftlichen Konzepte von verbalen Aussagen in Bilder umgeformt. Die entwickelten Bilder und die entsprechenden Determinanten dienen den Probanden als Bildvorgabe. Diese Methode des „Drawings“ ist bei WHITE & GUNSTONE (1992) beschrieben.

WHITE & GUNSTONE (1992) gaben bei ihrer Untersuchung den Probanden eine Zeichnung (Abb. 2) und eine Determinante als Bildvorgabe. Gleichzeitig forderten sie die Probanden auf, eine Folgezeichnung (Abb. 3) zu entwickeln:

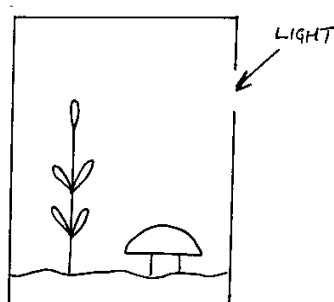


Abb. 2: Zeichnungsvorgabe

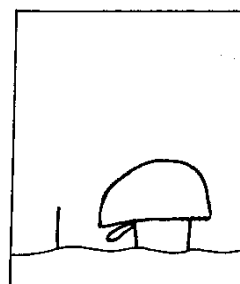


Abb. 3: Folgezeichnung

**Zeichnung der Untersuchenden (Abb. 2):** Eine grüne Pflanze und ein Pilz befinden sich in einer Box, in die von der rechten Seite Licht einfällt.

**Determinante für die Probanden:** Zeichnen Sie in einer Folgezeichnung, wie es eine Woche später in der Box aussieht.

**Erwartung der Untersuchenden (wissenschaftliches Konzept):** *Fototropismus* (Die Wachstumsbewegung der grünen Pflanze ändert sich auf Grund des einseitigen Lichteinfalls, durch den eine Wachstumskrümmung der Sprossachse der grünen Pflanze zum Licht hin induziert wird.)

**Folgezeichnung (subjektives Konzept) eines Probanden (Abb. 3):** Die Blätter und ein Teil der Sprossachse der grünen Pflanze sind verschwunden. Unter dem Pilzhut ist ein Objekt, bei dem es sich um ein Laubblatt handeln könnte, erkennbar.

**Auswertung dieser Folgezeichnung durch die Untersuchenden:** Die erwartete Darstellung der Untersuchenden wurde von diesem Probanden nicht berücksichtigt. Die Zeichnung des Probanden enthüllt eine unvermutete, nicht erwartete Interpretation der These, dass Pilze ihre Nahrung nicht selbst herstellen können. Das erwartete wissenschaftliche Konzept der Untersuchenden wurde vom Probanden nicht erfasst. Der Proband legte ein anderes subjektives Konzept offen.

Auf der Grundlage der Methode von WHITE & GUNSTONE wurden für die vorliegende Untersuchung zehn Konzeptvorgaben (Abb. 4) entwickelt, neun bildlich-anschauliche und eine verbale. Im Rahmen einer dreiteiligen Fragebogenerhebung (Teile A, B, C umfassten jeweils drei Bildvorgaben und die eine verbale Vorgabe) erhielt jeder Proband einen Teil (A, B, oder C) des Fragebogens. Jeder Schüler konnte somit vier eigene Folgezeichnungen entwickeln.

- 1 *Wald und Landschaft* (Zeichnungsvorgabe, Fragebogen (FB) Teil C)
- 2 *Dauerwald* (Zeichnungsvorgabe, FB Teil A)
- 3 *Waldumbau* (Zeichnungsvorgabe, FB Teil B)
- 4 *Waldmehrung* (Zeichnungsvorgabe, FB Teil B)
- 5 *Wald und Arten/Biotopschutz* (Zeichnungsvorgabe, FB Teil A)
- 6 *Wald und seine Leistungen* (verbale Vorgabe, FB Teil A, B, C)
- 7 *Wald und witterungsbedingte Einflüsse* (Zeichnungsvorgabe, FB Teil B)
- 8 *Wald und Einflüsse durch Schaderreger* (Zeichnungsvorgabe, FB Teil C)
- 9 *Wald und Luftverunreinigungen* (Zeichnungsvorgabe, FB Teil A)
- 10 *Tropischer Regenwald und seine Erhaltung* (Zeichnungsvorgabe, FB Teil C)

**Abb. 4:** Konzeptvorgaben der Untersuchung.

Bei der Auswertung der Folgebilder wurden die ausgedrückten Konzepte (Schülervorstellungen) hinsichtlich der Bild-Items und hinsichtlich der Konzepterfassung kategorisiert.

### 3.2 Methodische Makrostruktur

In Abb. 5 wird ein schematischer Überblick über die in Abschnitt 3.1 beschriebene Struktur der methodischen Vorgehensweise gegeben.

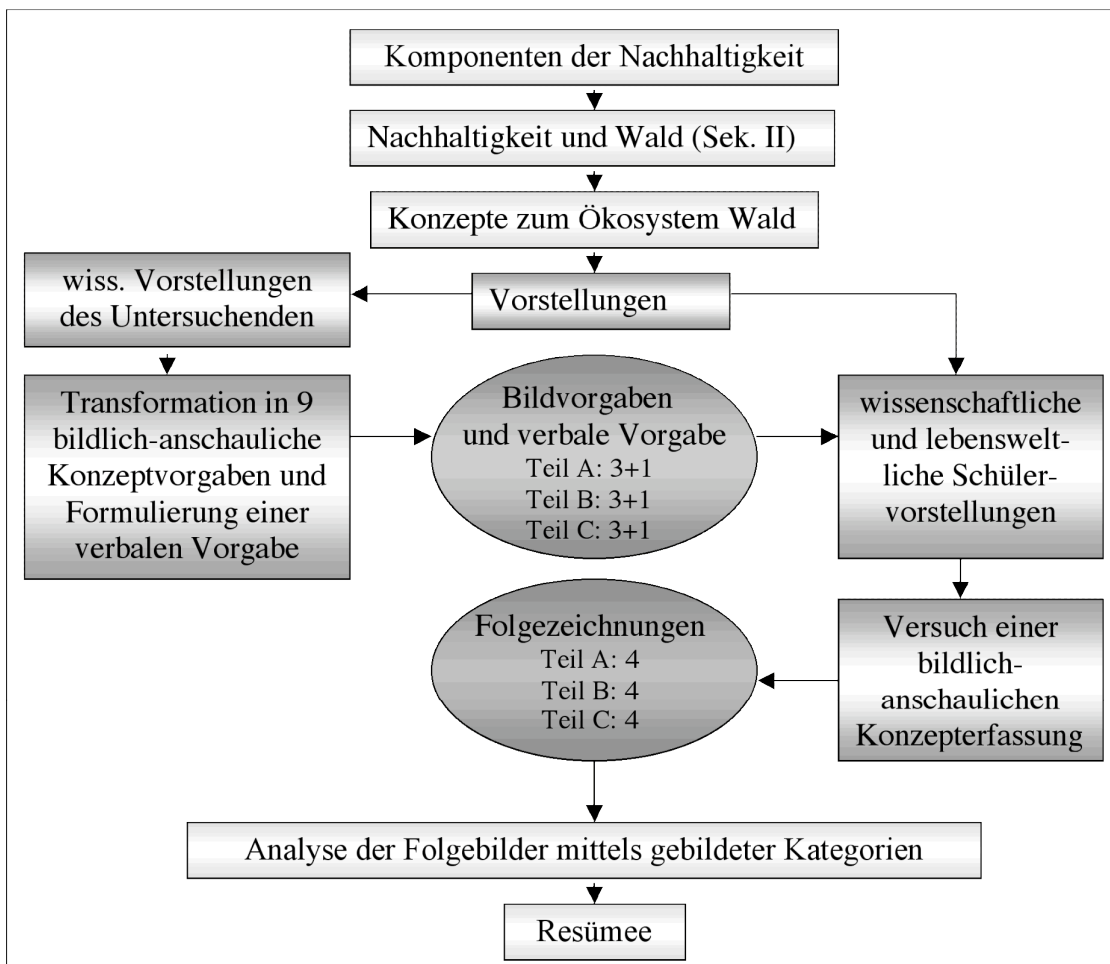


Abb. 5: Makrostruktur der methodischen Vorgehensweise.

### 3.3 Darstellung der in der Untersuchung angewendeten Methode des „Drawings“ anhand eines konkreten Beispiels

Als Zeichnung des Untersuchenden ist ein Fichtenforst im Jahr 2000 abgebildet (Abb. 6). Neben den Fichten sind ein Vogel (Eule) und ein Säugetier (Hase) zu sehen.

#### Determinante für die Probanden:

Wie sieht der Forst bei naturnaher Gestaltung im Jahre 2050 aus? Entwickeln Sie eine entsprechende Zeichnung, die alles zeigt, was Ihnen wichtig ist!

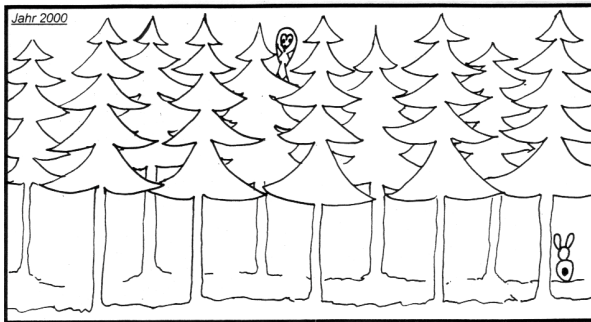


Abb. 6: Zeichnung des Untersuchenden.

### Erwartung des Untersuchenden (wissenschaftliches Konzept):

Bei dem hinter der Determinanten und dem vorgegebenen Bild stehenden Konzept handelt es sich um das Prinzip des *Dauerwaldes* (hohe Biodiversität, Baumartenvielfalt, Ungleichaltrigkeit, ökologisches Gleichgewicht, gesunder Boden, „guter“ Holzvorrat).

Auf dem Folgebild müssten konkret folgende fünf Bild-Items zu sehen sein:

- Item A: Nadelbäume und/oder Laubbäume bilden Mischwald
- Item B: Schichtung des Waldes (z. B. Sträucher, Kräuter)
- Item C: Tiere verschiedener Gruppen (z. B. Säuger, Vögel, Insekten)
- Item D: Totholz, umgestürzter Baumstamm/„unordentlicher Wald“
- Item E: Altersungleichheit der Wald bildenden Pflanzen

Hinsichtlich der Anzahl von Übereinstimmungen von konkreter Erwartung des Untersuchenden und konkreter Darstellung des Probanden erfolgte eine Einteilung in Kategorien, um Aussagen zur Konzepterfassung treffen zu können (Abb. 7).

Anzahl der Übereinstimmungen / Eingabecode für SPSS –	Einteilung in Kategorien
5 Items / 7	Konzept wurde vollständig erfasst.
4 Items / 6	K. wurde weitestgehend erfasst.
2 und 3 Items / 5	K. wurde in Teilen erfasst.
1 Item / 4	K. wurde in einem Ansatz erfasst.
0 Items / 3	K. wurde nicht erfasst.
<b>0 Items / 2</b>	<b>Ein anderes Konzept wurde erfasst.</b>
0 Items / 1	Es wurde nicht gezeichnet.

Abb. 7: Einteilung der Konzepte der Folgebilder in Kategorien.

In dem Beispiel einer Folgezeichnung eines Probanden (Abb. 8) sind Nadelbäume, fünf Eulen und elf Hasen in der Zeichnung zu sehen.





**Abb. 8:** Folgezeichnung eines Probanden.

### **Auswertung der Folgezeichnung durch den Untersuchenden:**

Das erwartete Konzept wurde nicht erfasst. Es liegt keine Übereinstimmung zwischen erwarteter Zeichnung des Untersuchenden und tatsächlicher Zeichnung des Probanden vor. Vom Probanden wurde ein anderes Konzept dargestellt. Die Zeichnung legt das Konzept: „*Waldtiere werden sich vermehrt haben*“ offen.

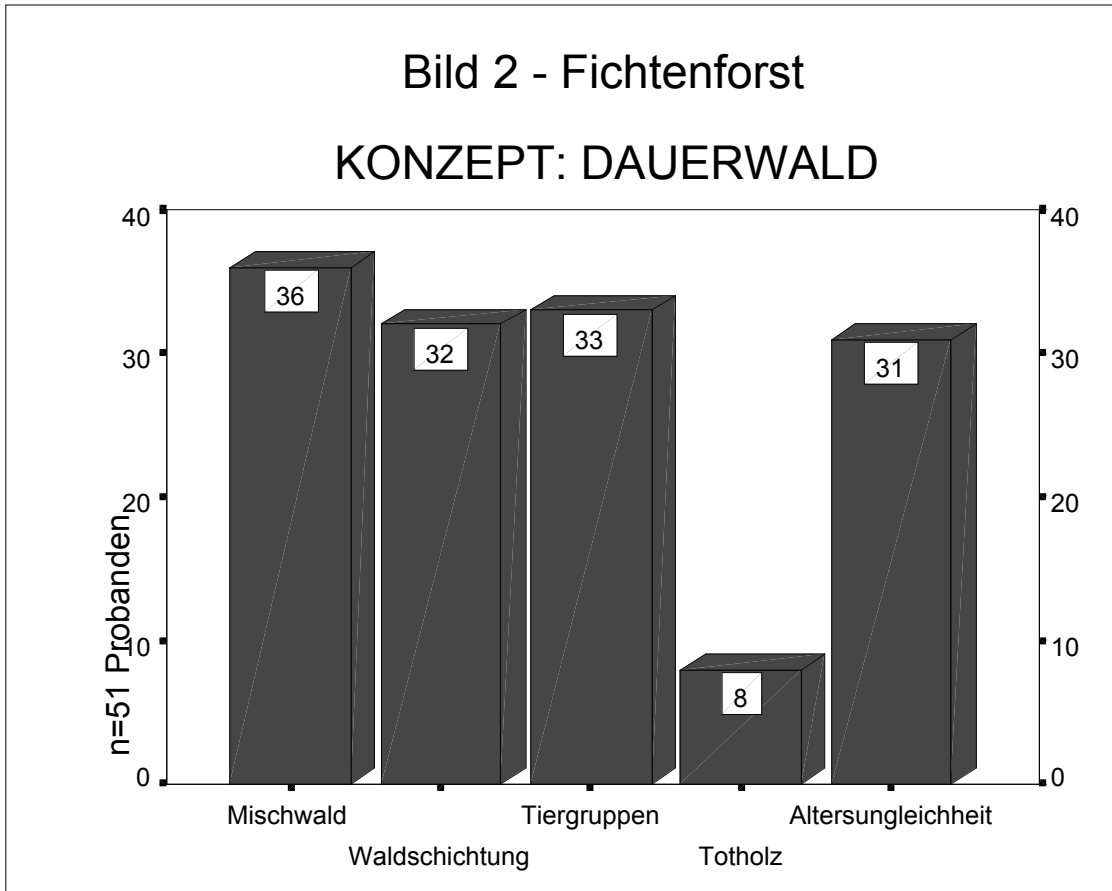
## **4 Darstellung und Diskussion erster Ergebnisse**

### **4.1 Arbeitstechnik Zeichnen**

In der Voruntersuchung wurden von den Probanden von 260 maximal möglichen Zeichnungen 257 und in der Hauptuntersuchung von 612 maximal möglichen 595 tatsächlich angefertigt. Diese überaus hohe Anzahl angefertigter Folgezeichnungen durch die Schüler zeigt, dass die gewählte Methode – das Zeichnen – von den Schülern akzeptiert wurde. Teilweise vorhandene schriftliche Anmerkungen zu den Zeichnungen werden als Zeichen von Unsicherheit der Schüler hinsichtlich der Aussagekraft ihrer Bilder gewertet und werden als ein Beleg für den geringen Gebrauch dieser Arbeitstechnik angenommen. Bei der Auswertung der Schülerzeichnungen wurde ebenfalls deutlich, dass sich die Methode des „Drawings“ zum Aufdecken wissenschaftlicher und lebensweltlicher Konzepte, welche die Schüler mit „Nachhaltigkeit“ verbinden, eignet. Nachfolgend wird dazu exemplarisch die Auswertung der Schülerzeichnungen der Hauptuntersuchung zur Konzeptvorgabe Dauerwald dargestellt.

### **4.2 Konzeptvorgabe: Dauerwald**

Das in Abb. 6 dargestellte Konzept des Dauerwaldes wurde in der Hauptuntersuchung von 51 Probanden bearbeitet. Bei der Auswertung hinsichtlich der Bild-Items (Abb. 9) war die Nichterfassung von Totholz stark signifikant



**Abb. 9:** Bild-Items des Konzepts Dauerwald.

( $\alpha = 0,001$ ). Dies entspricht anderen Studien, wie der von LEHMANN (2000), der auf die Frage wie die Deutschen ihren Wald sehen, schreibt: „Ihre ästhetischen Vorstellungen orientieren sich eher am Garten oder an parkähnlichen Landschaften. Ein Begriff wie ‚Totholz‘ ist für viele äußerst unangenehm; Tote gehören unter die Erde“ (LEHMANN, 2000, 217).

Bei der Einteilung in Kategorien, also um Aussagen zur Konzepterfassung zu treffen, ließ sich feststellen, dass 39 % der Probanden ausschließlich das erwartete wissenschaftliche Konzept zeichneten. Fünfzehn Prozent der Probanden zeichneten wiederum ausschließlich lebensweltliche Konzepte und von 46 % der Probanden wurden sowohl das erwartete wissenschaftliche Konzept, als auch lebensweltliche Konzepte gezeichnet. Sämtliche lebensweltliche Konzepte der Probanden sind verbal in Abb. 10 dargestellt.

*Wald wird durch Rauch abgestorben sein*  
*Wald wird durch Besiedlung verdrängt sein*  
*Wald wird kahlgeschlagen/gerodet sein*  
*Wald wird voller Müll sein*  
*Wald wird ein „Menschenverbot“ erhalten haben*  
*Wald wird voller Menschen sein*  
*Wald wird weiterhin Erholungsgebiet sein*  
*Wald wird weiterhin Arbeitsplatz (Förster) sein*  
*Wald wird weiterhin Holz liefern*  
*Wald wird neu angelegt sein*  
*Waldbäume werden höher und dicker sein*  
*Waldbäume werden sehr geordnet wachsen*  
*Waldtiere (viele) werden gestorben sein*  
*Waldtiere werden sich vermehrt haben*

**Abb. 10:** Lebensweltliche Konzepte zur Konzeptvorgabe „Dauerwald“.

### 4.3 Biologiedidaktische Relevanz

In der vorgestellten Untersuchung wurden erstmals innerhalb des Biologieunterrichts Schülervorstellungen mit der Methode des Zeichnens erhoben. Hierbei wurden subjektive Vorstellungen der Schüler sowohl im Sinne fachlich-wissenschaftlicher, als auch im Sinne individuell-lebensweltlicher Vorstellungen offen gelegt. Die eingesetzte Methode des „Drawings“ sollte mit vergleichbarem Erfolg auch auf andere (biologische) Themenbereiche anwendbar sein.

Darüber hinaus kann mit dem Einsatz des Zeichnens im Biologieunterricht ein Beitrag zur Konziliation der Wissensbereiche Kunst und Naturwissenschaften geleistet werden.

### Zitierte Literatur

- AUSUBEL, D.P. (1968): Educational psychology. A cognitive view. Holt, Rinehart, Winston, New York.
- BROOKES, M. (1990): Zeichnen lernen mit Kindern. Rowohlt, Reinbek.
- (BPA) BUNDESPRÄSIDENTIALAMT [Hrsg.] (2002): Verantwortung für die Zukunft: Natur und Umwelt schützen. Reden von Bundespräsident Johannes Rau zur Umweltpolitik. Woche der Umwelt. Eine Initiative des Bundespräsidenten in Zusammenarbeit mit der DBU. Osnabrück.
- (BLK) BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG (1998): Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse“. Heft 66, Bonn.
- v. CARLOWITZ, H.C. (1713): Sylvicultura oeconomica. Braun, Leipzig.
- DIESTERWEG, F.A.W. (1958): Wegweiser zur Bildung für deutsche Lehrer. Reprint der Ausgabe Essen, 1851. Schöningh, Paderborn.
- BUND et al. [Hrsg.] (1997): Entwicklungsland Deutschland. Umkehr zu einer global zukunftsfähigen Entwicklung. Hammer, Wuppertal.
- DUIT, R. (2000): Konzeptwechsel und Lernen in den Naturwissenschaften in einem mehrperspektivischen Ansatz. In: DUIT, R. & C. v. RHÖNECK [Hrsg.]: Ergebnisse fachdidaktischer und psycho-

- logischer Lehr-Lern-Forschung: Beiträge zu einem Workshop an der PH Ludwigsburg. IPN, Kiel.
- EDWARDS, B. (1998): Garantiert zeichnen lernen: Das Geheimnis der rechten Hirn-Hemisphäre. Rowohlt, Reinbek.
- KEIL, M. (1991-1993): Spielerisch lernen. Einsatz spielerischer, bildnerischer und musikalischer Elemente im Biologieunterricht. Ohne Verlag, Stuttgart.
- KULTUSMINISTER DES LANDES MECKLENBURG-VORPOMMERN [Hrsg.] (1996): Rahmenrichtlinien. Gymnasium. Biologie. Klassenstufen 5-10. Schwerin.
- KURTH, H. (1994): Forsteinrichtung. Nachhaltige Regelung des Waldes. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- LEHMANN, A. (2000): Abschied vom deutschen Wald? *Geo – Das neue Bild der Erde*. **2000** (5), 217-218.
- MAYER, J. (1997a): Nachhaltige Entwicklung als Leitidee der Umwelterziehung? In: BAYRHUBER, H. [Hrsg.]: *Biologieunterricht und Lebenswirklichkeit*. IPN, Kiel.
- MAYER, J. (1997b): Natur als ökonomische Ressource. *Praxis der Naturwissenschaften – Biologie* **46** (8), 5-11.
- MEADOWS, D. & D.F. RANDERS (1993): *Die neuen Grenzen des Wachstums*. Dt. Verl. Anst., Stuttgart.
- MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND KULTUR MECKLENBURG-VORPOMMERN [Hrsg.] (1999): *Rahmenplan. Gymnasiale Oberstufe. Biologie. Jahrgangsstufen 11 bis 13*. Schwerin.
- (UBA) UMWELTBUNDESAMT (1998): *Nachhaltiges Deutschland. Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung*. Erich Schmidt, Berlin.
- WIMBER, F. (1998): Schülerzeichnungen (private Mitteilung) 1995. Zitiert nach: HÄUSSLER, P. et al.: *Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. IPN, Kiel.
- WHITE, R. & R. GUNSTONE (1992): *Probing understanding*. The Falmer Press, London.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (BRUNDTLAND-REPORT) (1987): *Our Common Future*. New York: Oxford University Press. Dt. Ausgabe: HAUFF, V. [Hrsg.]: *Unsere gemeinsame Zukunft*. Eggenkamp, Greven.