

Beschreibung und Messung von Beobachtungskompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I

Julia Arnold, Nicole Wellnitz & Jürgen Mayer

julia.arnold@uni-kassel.de

Universität Kassel, Abteilung Didaktik der Biologie

Heinrich-Plett-Straße 40, 34132 Kassel

Zusammenfassung

Das Beobachten ist eine wichtige naturwissenschaftliche Erkenntnismethode, die die Schülerinnen und Schüler mit dem mittleren Schulabschluss beherrschen sollen (KMK, 2005), jedoch konnte gezeigt werden, dass die Lernenden Beobachtungen nur defizitär durchführen können (ZIEMEK et al., 2004). Allerdings fehlen bislang detaillierte Befunde, die eine differenzierte Aussage über die Beobachtungskompetenz von Lernenden ermöglichen würden.

Im Rahmen einer Examensarbeit wurden in Anlehnung an das Kompetenzstrukturmodell zum wissenschaftlichen Denken (MAYER et al., 2008) für die Teilkompetenzen „Hypothesen generieren“ und „Untersuchungen planen“ differenzierte Kompetenzaspekte in Bezug auf die Erkenntnismethode Beobachten theoriebasiert beschrieben. Zu deren Messung wurden Testaufgaben konstruiert und in einer Vorstudie (N=42) erprobt. Die Testaufgaben wurden nach inhaltlichen und formalen Kriterien angepasst, Codierbeschreibungen konzipiert und Kompetenzniveaus ausdifferenziert.

Die Ergebnisse der Hauptstudie (N=134) zeigen für die Teilkompetenz „Hypothese“, dass die Schülerinnen und Schüler häufig generalisierende Hypothesen und Vorhersagen über die Beobachtungsergebnisse formulieren, jedoch selten Begründungen für diese geben. Innerhalb der Teilkompetenz „Design“ zeigt sich, dass die Lernenden bei ihrer Planung häufig auf Ausprägungen der zu beobachtenden Kriterien hin selektieren und, falls nötig, die Auswahl sinneserweiternder Hilfsmittel bedenken. Hingegen berücksichtigen wenige Schülerinnen und Schüler die Festlegung der zu beobachtenden Stichprobe oder die Relevanz von Wiederholungen.

Abstract

Observation is an important scientific method which should be mastered by students at the end of secondary level (KMK, 2005), however, studies reveal that students show shortcomings in mastering this method (ZIEMEK et al., 2004). Still, there are as yet no detailed reports about students' observation skills.

Detailed aspects and levels of competence for the sub-skills “hypothesis” and “design” were defined theory-based in reference to the structural competence model of scientific inquiry (MAYER et al., 2008). In order to measure these, a test was designed and trialed in a pilot study (N=42). The test was adjusted in form and content, a codification manual was designed and levels of competence were described on basis of the data.

The results of the main study (N=134) show that students frequently formulate a general hypothesis and predictions about the results of the observation but rarely give justifications for these within the sub-skill “hypothesis”. Within the sub-skill “design” it could be shown that students name the criteria and the values to be observed and if necessary the auxiliary material. In contrast, few students include the size of the sample or the relevance of follow-ups.

1 Einleitung

Die Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung stellen einen wesentlichen Teil der naturwissenschaftlichen Grundbildung dar (MAYER, 2007; WELLNITZ & MAYER, 2008; ROST et al., 2004). Diese Kompetenzen werden in den Bildungsstandards im Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ zusammengefasst (KMK, 2005). Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen (*Scientific Inquiry*) spielen innerhalb dieses Bereichs eine wichtige Rolle (MAYER, 2007; PRENZEL et al., 2001; KMK, 2005). Jedoch ist „die fachspezifische Methodenkompetenz, und darin vor allem die Fähigkeit zu wissenschaftlichem Prozessdenken, [...] in Deutschland einer der zentralen Defizitbereiche“ (MAYER, 2004, S. 94).

Zu den geforderten Erkenntnismethoden zählt auch das kriterienbezogene Beobachten (KMK, 2005), das in der Biologie von hohem Stellenwert ist (MAYR, 2002). Es wird als die ursprünglichste und einfachste Erkenntnismethode angesehen (SCHNELL et al., 2005). Allerdings fehlen bislang konsistente Beschreibungen der Beobachtungskompetenz und Tests zu deren Messung, die Implikationen für deren Förderung erlauben (BERCK, 2001; WELLNITZ & MAYER, 2008).

Ziel der hier vorgestellten Studie ist es demzufolge, Beobachtungskompetenz zu beschreiben, Kompetenzaspekte der Teilkompetenzen „Hypothese“ und „Design“ zu identifizieren und in Form eines Tests messbar zu machen. Anhand dieses Tests sollen dann erste Aussagen über die Beobachtungskompetenz getroffen werden.

2 Theorie

2.1 Beobachten als Erkenntnismethode

Um Beobachtungskompetenz messen zu können, muss diese zunächst konsistent beschrieben werden. Daher wird im Folgenden erläutert, was in dieser Arbeit unter Beobachten verstanden wird.

Die Beobachtung ist eine bewusste (KILLERMANN et al., 2005; v. FALKENHAUSEN, 1988; PUTHZ, 1988; STAECK, 1998; STURM, 1974) und zielgerichtete (STURM, 1974; WELLNITZ & MAYER, 2008; NORRIS, 1985) und daher auch theoriegeleitete (MAHNER & BUNGE, 2000) Art der Wahrnehmung. Sie beruht im weitesten Sinne auf Sinneserfahrungen. Damit sind alle Sinne gemeint, aber auch Sinneswahrnehmungen, die erst durch Hilfsmittel zugänglich werden. Die bewusste Wahrnehmung setzt eine Suchhaltung, Fragestellung oder Zielsetzung voraus (GREVE & WENTURA, 1997), sie verläuft planvoll und systematisch (BORTZ & DÖRING, 2006) und methodisch kontrolliert (HUBER, 1995). Die Zielgerichtetheit erfordert eine Selektion, d.h. je nach Fragestellung werden nur bestimmte Kriterien (BROSIUS et al., 2008; STURM, 1974; GRUPE, 1973; BERCK, 2001; GROPEGIEBER, 2003) und deren Ausprägungen (WELLNITZ & MAYER, 2008) unter Vernachlässigung anderer beobachtet.

Darüber hinaus wird eine Beobachtung ohne grundlegende Manipulationen (GRAF, 2004; WELLNITZ & MAYER, 2008) durchgeführt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass der Beobachter immer eine passive Rolle inne hat (GREVE & WENTURA, 1997; KÖHLER, 2004), denn als „grundlegend“ werden nur solche Eingriffe bezeichnet, die das zu beobachtende Objekt oder sein Verhalten in unnatürlicher Form verändern. Somit wäre die Kontrolle der Rahmenbedingungen, wie bspw. das Markieren von Individuen kein grundlegender Eingriff, solange sich das zu beobachtende Verhalten nicht ändert. In diesem Sinne gilt auch das Beobachten in unnatürlichen Umgebungen (Laborbeobachtung; GREVE & WENTURA, 1997) als Kontrolle der Rahmenbedingungen solange das zu beobachtende Verhalten oder Objekt nicht verfälscht wird. Für die Imitation von natürlichen Umgebungen oder das gezielte Auslösen von Verhalten, bspw. das Freezing, das in natürlicher Umgebung auch auftreten würde, gilt das Gleiche. Die Sektion von Objekten gilt hier ebenfalls nicht als grundlegende Veränderung, da sie als Hilfsmittel dient, das zu Beobachtende der Wahrnehmung zugänglich zu machen; gleichermaßen wie die Verwendung von Indikatoren. Auch dies gilt solange das Objekt der Beobachtung durch den Eingriff in seinem Zustand nicht

beeinflusst wird. Wird aber eine zielgerichtete Zustandsänderung vorgenommen, wie bspw. bei einer Konditionierung, gilt dies als Intervention und ist nicht mehr dem Beobachten zuzuordnen.

Das Beobachten als wissenschaftliche Erkenntnismethode dient ausschließlich der Hypothesenprüfung und folgt der hypothetisch-deduktiven Vorgehensweise. Der Beobachtung liegt somit eine eigene Fragestellung zugrunde, aus der sich Hypothesen ableiten lassen, das Beobachten wird sorgfältig geplant und die gewonnenen Daten anschließend ausgewertet und in Bezug auf die Hypothesen interpretiert.

Die Beobachtung kann in verschiedene Formen unterteilt werden. Es kann zwischen direkter und indirekter Beobachtung (HUBER, 1995) unterschieden werden, denn es ist möglich, anhand von Spuren (Fraßspuren, Fossilien) bereits vergangene Prozesse und Verhaltensweisen oder fossile Objekte und Strukturen zu rekonstruieren. Beobachtung kann mittelbar (DECHMANN, 1976; GREVE & WENTURA, 1997), also unter Verwendung von Hilfsmitteln oder unmittelbar, ohne Hilfsmittel, stattfinden. Unter Hilfsmitteln werden hier Instrumente verstanden, die die Sinne erweitern, den Sinnen Unzugängliches zugänglich machen oder solche, die die Speicherung des zu Beobachtenden ermöglichen, wie bspw. Mikroskop, Thermometer, Geigerzähler, Indikatoren, Sezierbesteck, Video- oder Tonbandgerät. In dieser Arbeit wird darüber hinaus zwischen statischer und dynamischer Beobachtung unterschieden, da das Betrachten von Objekten im Zustand der Ruhe zwar zum Beobachten gezählt wird, sich jedoch in der Vorgehensweise Unterschiede daraus ergeben, ob das zu Beobachtende sich im zeitlichen Verlauf verändert oder nicht (GROPENGLIEBER, 2003). Weiterhin wird hier im Gegensatz zur biologiedidaktischen Literatur nicht zwischen Kurz- und Langzeitbeobachtung (KILLERMANN et al., 2005) unterschieden. Diese Differenzierung beruht in der vorliegenden Literatur darauf, ob eine Beobachtung innerhalb einer Unterrichtsstunde abgeschlossen werden kann oder nicht (GROPENGLIEBER, 2003; GRUPE, 1973). Im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess hingegen werden Beobachtungsdauer, -zeiträume und -intervalle der Datenaufnahme in Abhängigkeit der Fragestellung geplant und durchgeführt.

Das Beobachten kann als Erkenntnismethode in verschiedenen Bereichen der Biologie angewandt und somit auch im Unterricht vielseitig eingebracht werden. Zu den traditionellen Beobachtungsaufgaben zählt das Beobachten von Entwicklungsprozessen bei Tieren und Pflanzen (KILLERMANN et al., 2005). Darüber hinaus verweisen KILLERMANN et al. (2005) auf die Bedeutung phänologischer Beobachtungen. Auch in der Verhaltensforschung stellt das

Beobachten eine wichtige Methode der Erkenntnisgewinnung dar (NAGUIB, 2006; ZIEMEK, 2003; RANDLER, 2002). Außerdem werden Form-Funktions-Zusammenhänge und Anpassungen (BENKOWITZ et al., 2009), Bewegungsabläufen (GRAF, 2004; KIEFFER, 2002), aber auch das Beobachten von Populationsentwicklungen (Sukzession) (HOBOHM, 2009) als Beispiele für Beobachtung genannt.

Zu beachten ist, dass durch die Beobachtung lediglich Hypothesen über korrelative Zusammenhänge überprüft werden (WELLNITZ & MAYER, 2008). Daher ist die Beobachtung als Erkenntnismethode von anderen Methoden zu trennen, denn es werden keine Objekte oder Prozesse verglichen (Vergleichen), keine Klassifizierungen vorgenommen oder Verwandtschaftsbeziehungen hergestellt (Ordnen). Außerdem werden weder grundlegende Manipulationen am Beobachtungsobjekt oder seinem Verhalten vorgenommen (Untersuchen), noch werden Variablen systematisch isoliert und variiert und somit werden keine kausalen Zusammenhänge überprüft (Experimentieren) (WELLNITZ & MAYER, 2008).

Daher kann in Anlehnung an WELLNITZ & MAYER (2009) folgende Beschreibung der Beobachtung als Erkenntnismethode festgehalten werden: Unter Beobachten als Erkenntnismethode wird das bewusste, theoriegeleitete, systematische und selektive Wahrnehmen von konkreten Systemen, Ereignissen und Prozessen ohne grundlegende Manipulationen verstanden. Die Beobachtung kann direkt am Objekt bzw. Verhalten oder indirekt an Spuren desselben vorgenommen werden. Sie kann mit Hilfe der bloßen Sinne (unmittelbar) oder Erweiterungen dieser (mittelbar) durchgeführt werden. Als Erkenntnismethode folgt die Beobachtung der hypothetisch-deduktiven Vorgehensweise und dient somit der Prüfung von Hypothesen über korrelative Zusammenhänge.

2.2 Theoretische Herleitung von Kompetenzaspekten der Teilkompetenzen „Hypothese“ und „Design“

Unter Kompetenz versteht man nach WEINERT (2001, S. 27) „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“.

Teilkompetenz	Kompetenzaspekt	Die Schülerinnen und Schüler...
Frage (F)		...identifizieren naturwissenschaftliche Probleme und leiten daraus eine naturwissenschaftliche Fragestellung nach korrelativen Zusammenhängen ab.
Hypothese (H)		...generieren Hypothesen über die zu prüfenden korrelativen Zusammenhänge und...
	Generalisierende Hypothese (H1)	... formulieren eine generalisierende Hypothese, die über den Einzelfall hinausgeht
	Vorhersage (H2)	...generieren aus der Hypothese abgeleitete Vorhersagen über die Beobachtungsergebnisse
	Theoretische Begründung (H3)	...begründen diese Hypothese theoretisch
Design (P)		...planen eine an die Hypothese angepasste naturwissenschaftliche Beobachtung und (je nach Beobachtungsform)...
	Selektion (P1)	...selektieren in Hinsicht auf spezifische, für die Hypothesenprüfung wichtige Ausprägungen der zu beobachtenden Kriterien
	Stichprobe (P2)	...entscheiden über die Größe einer zu beobachtenden Stichprobe
	Störfaktoren (P3)	...identifizieren Störfaktoren, die einen Einfluss auf das Beobachtungsergebnis haben können, und geben an, wie diese adäquat zu kontrollieren sind
	Wiederholung (P4)	...entscheiden über die Relevanz von Wiederholungen und legen diese adäquat fest
	Beobachtungszeit (P5)	...bestimmen die Beobachtungszeit (Zeitpunkt, Zeitspanne und Intervalle) adäquat
	Hilfsmittel (P6)	...entscheiden über den angemessenen Einsatz von Hilfsmitteln zur Erweiterung der Sinne
Daten (D)		...dokumentieren Daten angemessen, bereiten diese angemessen auf und interpretieren diese bzgl. Korrelationen

Tab. 1: Beobachtungskompetenz - Teilkompetenzen und Kompetenzaspekte. Differenziert nach WELLNITZ & MAYER, 2008.

In Anlehnung an diese Kompetenzdefinition lässt sich Beobachtungskompetenz als die Fähigkeiten und Fertigkeiten beschreiben, mit denen wissenschaftliche Probleme über korrelative Zusammenhänge, wie bspw. über Merkmale und deren Ausprägungen und Abläufe von Ereignissen oder Prozessen gelöst werden können. Aus der Beschreibung des Beobachtens als Erkenntnismethode lassen sich Teilfähigkeiten und Aspekte ableiten, die die Schülerinnen und Schüler beherrschen müssen, um angemessen beobachten zu können. Die Teilkompetenzen „Frage“, „Hypothese“, „Design“ und „Daten“, die bereits als Teilkompetenzen des Experimentierens identifiziert werden konnten (MAYER et al., 2005), werden auf das Beobachten übertragen. Somit kann die Struktur der Beobachtungskompetenz mit Schwerpunkt auf den Teilkompetenzen „Hypothese“ und „Design“ weiter differenziert werden (Tab.1).

3 Forschungsfragen und Hypothesen

Aus den dargestellten theoretischen Grundlagen ergeben sich folgende Fragestellungen:

Fragestellung 1: Welche Kompetenzaspekte zeigen Lernende bei der Generierung von Hypothesen und der Planung eines Beobachtungsdesigns?

Hypothese 1.1: Bei der Formulierung einer Hypothese zur Beobachtung berücksichtigen die Lernenden die vorgestellten Aspekte (H1-H3) in unterschiedlichem Maße.

Hypothese 1.2: Bei der Planung einer Beobachtung berücksichtigen die Lernenden die vorgestellten Aspekte (P1-P6) in unterschiedlichem Maße.

Fragestellung 2: Lassen sich die qualitativ differenzierten Niveaus empirisch bestätigen?

Hypothese 2: Mit zunehmendem Kompetenzniveau nimmt der Anteil der zugeordneten Schülerantworten ab.

4 Forschungsdesign und Methodik

4.1 Datenerhebung

Zur Messung der Teilkompetenzen „Hypothese“ und „Design“ und deren Kompetenzaspekten wurden in einem ersten Schritt zehn offene Testaufgaben mit Erwartungshorizonten konzipiert und in einer Vorstudie (N=42) in der 9. Jahrgangsstufe eines Gymnasiums erprobt. Sechs Testaufgaben wurden durch Analyse der Antworten aus der Vorstudie ausgewählt und modifiziert (bspw. sprachliche Vereinfachung, Verständlichkeit, Textlänge). Die Antworten zu

diesen Aufgaben wurden kategorisiert und darauf aufbauend wurden Codierbeschreibungen konzipiert und Kompetenzniveaus beschrieben, bevor die Aufgaben in einer Hauptstudie zum Einsatz kamen. In der Hauptstudie (N=134) wurden Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe unterschiedlicher Schulformen (HS N=30; RS N=30; GY N=74) dem Test zur Beobachtungskompetenz unterzogen. Zur Bearbeitung standen ca. 40 Minuten zur Verfügung, fünf Minuten dienten der Einführung durch den Testleiter.

4.2 Testinstrument

Der Paper-Pencil-Test bestand aus sechs offenen Items, jeweils drei zu den Teilkompetenzen „Hypothese“ und „Design“. Die Aufgaben enthielten einen Aufgabenstamm, in dem ein Phänomen in einem alltagsweltlichen Kontext beschrieben wurde.

Für die Teilkompetenz „Hypothese“ wurde außerdem eine Fragestellung aufgeworfen und ein Beobachtungsdesign vorgegeben. Der Arbeitsauftrag bestand darin, dass die Schülerinnen und Schüler eine Hypothese benennen sollen, die mit der Beobachtung überprüft werden kann (Abb. 1).


Wasseraufnahme bei Pflanzen	
<p>Kim gießt ihre Pflanzen regelmäßig, denn sie weiß, dass Pflanzen Wasser brauchen um zu leben. Sie weiß auch, dass Pflanzen Wasser normalerweise über die Wurzel aufnehmen. Sie versteht aber nicht, warum man Schnittblumen ins Wasser stellen muss, denn die haben doch keine Wurzeln mehr.</p> <p>Kim hat dazu eine Beobachtung geplant. Sie hat eine weiße Schnittblume in eine Vase mit Wasser gestellt und das Wasser mit Tinte blau gefärbt (siehe Abbildung). Sie schaut sich die Blume stündlich an und notiert die Veränderungen.</p> <p>Aufgabe: Nenne die Hypothese (Vermutung), die Kim mit ihrer Beobachtung überprüfen will.</p>	
<p>Abb.: Schnittblume in blauem Wasser.</p>	

Abb. 1: Aufgabe: „Wasseraufnahme bei Pflanzen“, Teilkompetenz „Hypothese“.

Die Aufgabenstämme zur Teilkompetenz „Design“ enthielten über den Kontext hinaus die zugrunde liegende Fragestellung und Hypothese. Die Schülerinnen und Schüler wurden im Arbeitsauftrag aufgefordert ein Beobachtungsdesign zu beschreiben, mit dem die Hypothese überprüft werden kann (Abb. 2).

Im Schneckentempo	
<p>Claudia kennt den Ausdruck „etwas im Schneckentempo tun“ und weiß, dass es bedeutet, dass jemand sehr langsam ist. Aber was ist eigentlich das Tempo von Schnecken? Um die Geschwindigkeit von Schnecken herauszufinden, möchte sie die Tiere einmal näher beobachten.</p> <p>Claudia vermutet, dass Schnecken weniger als einen Kilometer pro Stunde zurücklegen und möchte ihre Vermutung wie eine Naturwissenschaftlerin überprüfen.</p> <p>Aufgabe: Beschreibe möglichst genau, wie sie ihre Beobachtung durchführen soll und was sie dabei beachten muss.</p>	

Abb. 2: Aufgabe „Im Schneckentempo“ (verändert nach KRÜGER & MAYER, 2006), Teilkompetenz „Design“.

4.3 Auswertung

Aufgabentitel: Wasseraufnahme bei Pflanzen									
Generell gilt:									
Kompetenzaspekt	<p>H1 Generalisierende Hypothese: Es muss genannt werden, dass Pflanzen ohne Wurzeln (kein) Wasser aufnehmen können.</p> <p>H2 Vorhersage der Beobachtungsergebnisse: Es muss genannt werden, dass die Pflanze (kein) Wasser aufnehmen oder ihre Farbe (nicht) ändern wird.</p> <p>H3 Begründung: Die Hypothese und / oder die Vorhersage muss durch Fachwissen, wie bspw. Fotosynthese oder Transpirationssog, theoretisch begründet werden.</p>								
Kompetenzniveau	<table border="1"> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">III</td> <td> <p>Antworten, die alle drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Dass die Pflanze auch wenn sie abgeschnitten ist, Wasser benötigt um Fotosynthese zu produzieren. Die Pflanze wird das blaue Wasser hochziehen, da sie Wasser benötigt.“</i></p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">II</td> <td> <p>Antworten, die zwei der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Sie will überprüfen, ob die Schnittblume das Wasser einzieht, sollte dies so sein, so würde sich die Blume wegen der Tinte färben.“</i></p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">I</td> <td> <p>Antworten, die einen der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Kim möchte zeigen, dass Schnittblumen kein Wasser aufnehmen.“</i></p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td> <p>Antworten, die keinen der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen / keine Antwort.</p> <p><i>Beispiel: „Ich glaube sie will sehen, wie viel Wasser weg kommt.“</i></p> </td> </tr> </tbody> </table>	III	<p>Antworten, die alle drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Dass die Pflanze auch wenn sie abgeschnitten ist, Wasser benötigt um Fotosynthese zu produzieren. Die Pflanze wird das blaue Wasser hochziehen, da sie Wasser benötigt.“</i></p>	II	<p>Antworten, die zwei der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Sie will überprüfen, ob die Schnittblume das Wasser einzieht, sollte dies so sein, so würde sich die Blume wegen der Tinte färben.“</i></p>	I	<p>Antworten, die einen der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Kim möchte zeigen, dass Schnittblumen kein Wasser aufnehmen.“</i></p>	0	<p>Antworten, die keinen der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen / keine Antwort.</p> <p><i>Beispiel: „Ich glaube sie will sehen, wie viel Wasser weg kommt.“</i></p>
III	<p>Antworten, die alle drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Dass die Pflanze auch wenn sie abgeschnitten ist, Wasser benötigt um Fotosynthese zu produzieren. Die Pflanze wird das blaue Wasser hochziehen, da sie Wasser benötigt.“</i></p>								
II	<p>Antworten, die zwei der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Sie will überprüfen, ob die Schnittblume das Wasser einzieht, sollte dies so sein, so würde sich die Blume wegen der Tinte färben.“</i></p>								
I	<p>Antworten, die einen der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen.</p> <p><i>Beispiel: „Kim möchte zeigen, dass Schnittblumen kein Wasser aufnehmen.“</i></p>								
0	<p>Antworten, die keinen der drei Kompetenzaspekte (H1-3) adäquat benennen / keine Antwort.</p> <p><i>Beispiel: „Ich glaube sie will sehen, wie viel Wasser weg kommt.“</i></p>								

Tab. 2: Codieranleitung Teilkompetenz Hypothese.

Zur Auswertung wurden die Antworten der Schülerinnen und Schüler deskriptiv analysiert, anhand der Codieranleitungen kategorisiert und den qualitativen Kompetenzniveaus zugeordnet (Tab. 2)

5 Ergebnisse

5.1 Kompetenzaspekte der Teilkompetenz „Hypothese“

In den Aufgaben zur Teilkompetenz „Hypothese“ wurde erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler eine generalisierende Hypothese (H1) formulieren, eine Vorhersage über die Beobachtungsergebnisse (H2) ableiten und die Hypothese und / oder die Vermutung theoretisch begründen (H3). Abbildung 3 zeigt die prozentualen Anteile der Kompetenzaspekte an den Antworten der Schülerinnen und Schüler. Es ist zu erkennen, dass alle erwarteten Kompetenzaspekte gezeigt wurden, wobei die Aspekte „generalisierende Hypothese“ (H1) und „Vorhersage“ (H2) wesentlich häufiger (je ca. 45%) gezeigt wurden, als „Begründung“ (H3; ca. 7%).

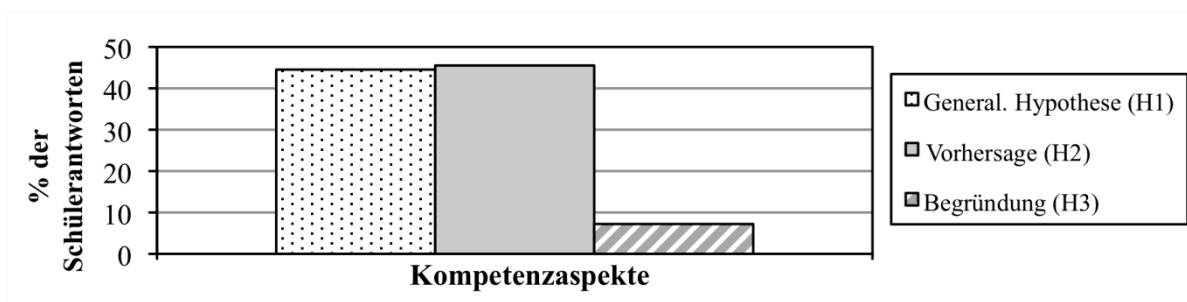


Abb. 3: Prozentuale Anteile der Kompetenzaspekte der Teilkompetenz „Hypothese“ (N=134)

5.2 Kompetenzaspekte der Teilkompetenz „Design“

In den Aufgaben zur Teilkompetenz „Design“ waren, je nach Beobachtungsform (2.1), bis zu fünf verschiedene Kompetenzaspekte (P1-P6) zu berücksichtigen. In allen drei Aufgaben wurde erwartet, dass die Lernenden auf spezifische, für die Hypothesenprüfung wichtige Kriterien und deren Ausprägungen selektieren (P1) und mögliche Störfaktoren benennen bzw. Angaben zu deren Kontrolle machen (P3). Dass die Schülerinnen und Schüler Angaben über die Stichprobengröße (P2) und zur Wiederholung (P4) machen, wurde in zwei Aufgaben erwartet. In jeweils nur einer Aufgabe wurde vorausgesetzt, dass die Lernenden die Beobachtungszeit (Zeitpunkt, Zeitspanne oder Intervalle) festlegen (P5) und über den Einsatz von Hilfsmitteln zur Erweiterung der Sinne entscheiden (P6). In Abbildung 4 sind die prozentualen

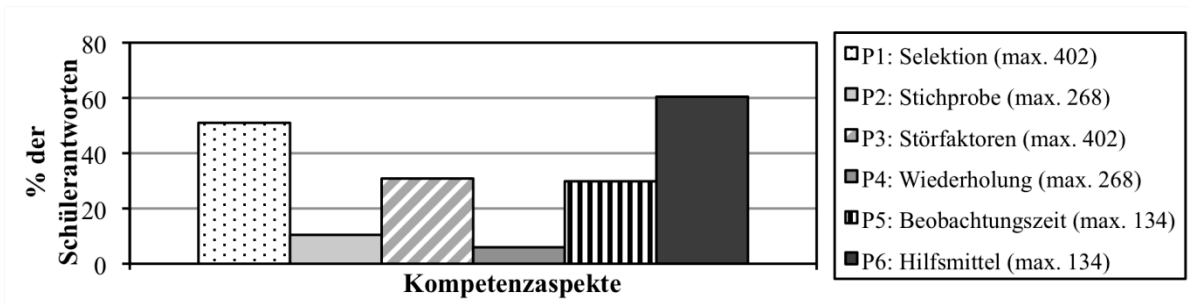


Abb. 4: Prozentuale Anteile der Antworten an den Kompetenzaspekten der Teilkompetenz „Design“ (N=134). Bei der Berechnung wurde berücksichtigt, dass einige Kompetenzaspekte nicht in allen Aufgaben zu erfüllen waren. 100% entsprachen der maximalen Anzahl möglicher Antworten (max.)

Werte der gezeigten Kompetenzaspekte abgebildet.

Die Selektion (P1) wurde in der Hälfte der Fälle benannt, wohingegen nur in ca. 10% der Fälle die Stichprobe (P2) adäquat festgelegt wurde. Etwa 30% der Antworten enthielten Angaben zu Störfaktoren und / oder deren Kontrolle (P3). Jedoch wurde eine Wiederholung der Beobachtung (P4) nur in knapp 6% der Fälle genannt. Die Beobachtungszeit (P5), die nur in einer Aufgabe erwartet wurde, wurde von knapp 30% der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt und auch die Angabe von Hilfsmitteln (P6), wurde in einer Aufgabe erwartet und wurde dort von ca. 60% adäquat benannt.

5.3 Kompetenzniveaus der Teilkompetenz „Hypothese“

In Abbildung 5 sind die Kompetenzniveaus der Teilkompetenz „Hypothese“ dargestellt. Es ist zu erkennen, dass Niveau 0 von knapp 30% der Schülerinnen und Schüler abgedeckt wurde und somit ein Drittel der Schülerinnen und Schüler keine Antwort gab bzw. weder eine generalisierende Hypothese, noch eine Vorhersage oder Begründung nannte. 49% der Lernenden erreichten Niveau I, benannten also einen der erwarteten Kompetenzaspekte adäquat und 20% benannten zwei der erwarteten Aspekte adäquat (Niveau II). Niveau III, das durch Nennung von drei Kompetenzaspekten zu erreichen war, wurde nur von ca. 2,5% der Schülerinnen und Schüler erreicht.

Der Graph zeigt, dass die Kompetenzniveaus in ihrer Schwierigkeit gestaffelt sind. Die hohe Zahl der Schülerinnen und Schüler, die Niveau 0 abdecken und die geringe Zahl derer, die Niveau III erreichen zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler die Aufgaben nur unzureichend bearbeiten konnten.

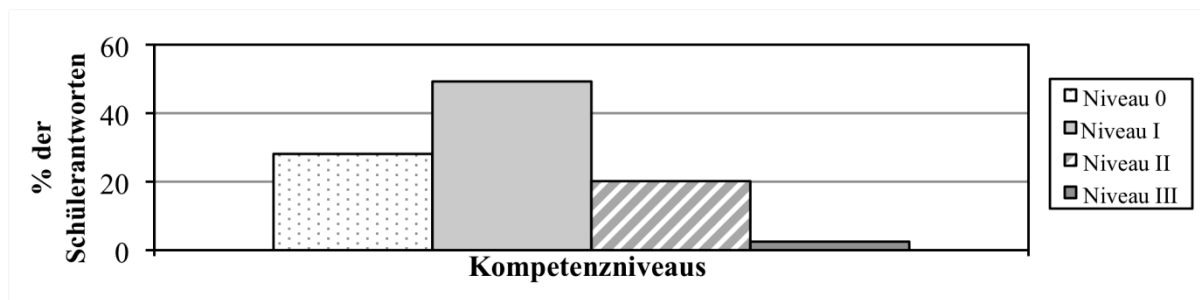


Abb. 5: Prozentuale Anteile der Kompetenzniveaus der Teilkompetenz „Hypothese“ (N=134).

5.4 Kompetenzniveaus der Teilkompetenz „Design“

Bei der Planung einer Beobachtung wurden, je nach Beobachtungsform, bis zu fünf der Kompetenzaspekte (P1-P6) erwartet. Die zu erreichenden Kompetenzniveaus richteten sich nach der Anzahl der benannten Teilaspekte, daher konnte, je nach Aufgabe, maximal Niveau V erreicht werden. Niveau 0-III waren in allen drei Aufgaben zu erreichen, Niveau IV in zweien und Niveau V in einer der Aufgaben. In Abbildung 6 sind die Mittelwerte der erreichten Kompetenzniveaus der Teilkompetenz „Design“ und ihre prozentualen Anteile an den Antworten dargestellt.

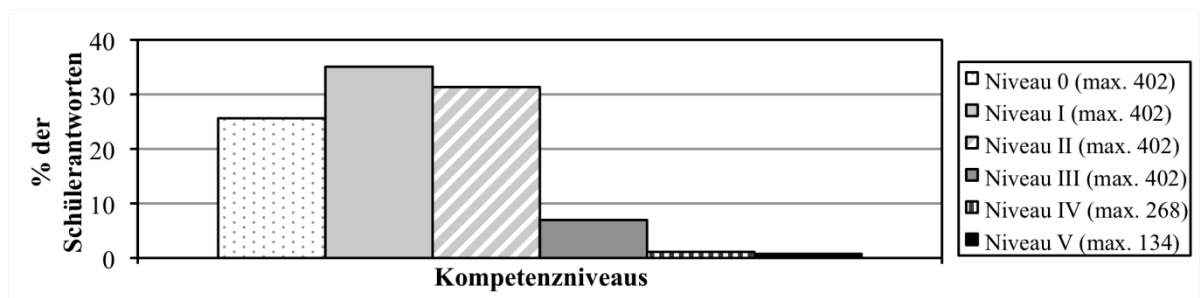


Abb. 6: Prozentuale Anteile der Kompetenzniveaus der Teilkompetenz „Design“ (N=134). Prozentuale Anteile der Antworten an den Kompetenzniveaus der Teilkompetenz „Design“ (N=134). Bei der Berechnung wurde berücksichtigt, dass einige Kompetenzaspekte nicht in allen Aufgaben zu erfüllen waren. 100% entsprachen der maximalen Anzahl möglicher Antworten (max.)

Es ist zu erkennen, dass Niveau 0 (keine Antwort bzw. keinen der erwarteten Kompetenzaspekte gezeigt) durch etwa ein Viertel der Antworten (26%) abgedeckt wurde. Hingegen wurden ca. 35% der Antworten Niveau I zugeordnet, da einer der erwarteten Kompetenzaspekte gezeigt wurde. Nur knapp weniger Antworten (31%) enthielten zwei der erwarteten Kompetenzaspekte und wurden somit Niveau II zugeordnet. Deutlich weniger Antworten (7%) ließen sich, aufgrund der Nennung von drei der erwarteten Aspekte, Niveau III zuordnen. Niveau IV, das in zwei der Aufgaben durch Nennung von vier der erwarteten Kompetenzaspekte erreicht werden konnte, wurde nur noch von ca. 1% der Antworten abgedeckt. Schließlich wurden

knapp 0,75% der Antworten Niveau V zugeordnet, das durch die Nennung aller erwarteten Kompetenzaspekte in einer Aufgabe erreicht werden konnte. Die Verteilung der Niveaus lässt erkennen, dass die Niveaus nach Schwierigkeit gestaffelt sind, und dass die Mehrzahl der Antworten den Niveaus I und II zugeordnet wurde. Dies bedeutet, dass die meisten Schülerinnen und Schüler lediglich eine bzw. zwei der erwarteten Kompetenzaspekte zeigten und nur wenige die Aufgaben vollständig lösen konnten.

5.5 Zusammenfassung

Auf der Basis der dargestellten Daten werden im Folgenden die Ergebnisse mit den Hypothesen abgeglichen.

Hypothese 1.1: Es kann festgehalten werden, dass es zwischen den Kompetenzaspekten innerhalb der Teilkompetenzen quantitative Unterschiede gibt, jedoch alle postulierten Kompetenzaspekte, wenn auch in unterschiedlichem Maße, gezeigt werden. Bei der Generierung einer Hypothese benennen die Schülerinnen und Schüler häufig eine generalisierende Hypothese (H1) und sagen gleich häufig den Ausgang der Beobachtung voraus (H2), jedoch bedenken nur wenige, die Hypothese oder die Vorhersage theoretisch zu begründen (H3).

Hypothese 1.2: Bei der Planung einer Beobachtung benennen die Lernenden häufig die zu beobachtenden Merkmale und deren Ausprägungen (P1) und berücksichtigen die Verwendung von sinneserweiternden Hilfsmitteln (P6). Weniger häufig bedenken die Schülerinnen und Schüler Störvariablen bzw. Angaben zu deren Kontrolle (P3) und Angaben über den Beobachtungszeitpunkt, die Zeitspanne oder Intervalle der Beobachtung (P5). Angaben zur Größe der zu beobachtenden Stichprobe (P2) oder zur Wiederholung der Beobachtung (P4) werden am seltensten bedacht.

Hypothese 2: Für die Teilkompetenzen „Hypothese“ und „Design“ kann gleichermaßen die Aussage getroffen werden, dass die Zahl derer, die keine Antwort gaben bzw. keinen der erwarteten Kompetenzaspekte zeigten, relativ hoch war. Außerdem finden sich sowohl bei der Teilkompetenz „Hypothese“ als auch bei der Teilkompetenz „Design“ die meisten Antworten auf Niveau I und die Zahl der Antworten nimmt mit zunehmendem Niveau ab.

6 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse weisen zum Einen auf Aufgaben- und Auswertungsprobleme hin, da vor allem die höheren Niveaus unterrepräsentiert sind, lassen aber

andererseits den Schluss zu, dass die Lernenden die jeweiligen Teilkompetenzen und Kompetenzaspekte eher unzureichend beherrschen.

Zukünftig werden weitere Testaufgaben zum Beobachten entwickelt und bereits vorhandene verbessert, indem Items und Fragestellungen ausgeschärft werden. Beispielsweise werden die Stimuli präzisiert, so sollte u.a. bei der Teilkompetenz „Hypothese“ explizit nach einer Begründung gefragt werden, da die bisherigen Aufgaben zwar Aussagen darüber zulassen, ob die Lernenden eine Begründung berücksichtigen, jedoch nicht, ob sie prinzipiell dazu in der Lage sind, die Hypothese angemessen zu begründen. Außerdem sollten die Aufgaben durch qualitative Interviews validiert werden.

Da die Niveaus nach der Anzahl der gezeigten Kompetenzaspekte bemessen wurden, können keine Aussagen über die jeweiligen Kombinationen getroffen, bzw. eine Gewichtung der Kompetenzaspekte vorgenommen werden. Es ist aber anzunehmen, dass anhand einer größeren Stichprobe die Niveaus stärker inhaltlich zu kategorisieren sind und somit differenziertere Ergebnisse möglich werden. Außerdem bleiben die Teilkompetenzen „Fragestellung“ und „Datenauswertung“ noch zu untersuchen.

Zitierte Literatur

- BERCK, K.-H. (2001): Biologiedidaktik: Grundlagen und Methoden. Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- BORTZ, J. & N. DÖRING (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer, Heidelberg.
- BROSIUS, H.-B., F. KOSCHEL & A. HAAS, A. (2008): Methoden der empirischen Kommunikationsforschung. Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- DECHMANN, M. D. (1978): Teilnahme und Beobachtung als soziologisches Basisverhalten. Bern: Paul Haupt.
- GRAF, E. (2004): Fachgerechte Denk- und Arbeitsweisen für den Biologieunterricht. In: Ders.[Hrsg.], Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis. Auer, Donauwörth, 120-130.
- GREVE, W. & D. WENTURA (1997): Wissenschaftliche Beobachtung. Beltz Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- GROPENGIEßER, H. (2003): Fachgemäße Arbeitsweisen. In: KATTMANN, U. [Hrsg.]: Fachdidaktik Biologie. Aulis, Köln, 212-312.
- GRUPE, H. (1973): Biologiedidaktik. Aulis, Köln.
- HOBOHM, C. (2009): Neobiota - biologische Invasion. Unterricht Biologie **33** (344), 2-9.
- HUBER, O. (1995): Beobachtung. In: ROTH, E. & K. HEIDENREICH [Hrsg.]: Sozialwissenschaftliche Methoden. Oldenburg, München, 126-145.
- KIEFFER, E. (2002): Besuch beim Eichhörnchen. Unterricht Biologie **25** (276), 13-19.
- KILLERMANN, W., P. HIERING & B. STAROSTA (2005): Biologieunterricht heute: Eine moderne Fachdidaktik. Auer, Donauwörth.
- KMK, Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2005): Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Luchterhand, München.

- KÖHLER, K. (2004): Welche fachgemäßen Arbeitsweisen werden im Biologieunterricht eingesetzt? In: SPÖRHASE-EICHMANN U. & RUPPERT, W. [Hrsg.]: Biologie-Didaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Cornelsen, Berlin, 146-159.
- KRÜGER, D. & J. MAYER (2006): Lebewesen beobachten. Unterricht Biologie. Kompakt **30** (318), 15-17.
- LIND, G., A. KROß & J. MAYER (1998): BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ Erläuterungen zu Modul 2: Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht. IPN, Kiel. Online verfügbar unter www.blk.unibayreuth.de/materialien/ipn.html, [20.01.2011].
- MAHNER, M. & M. BUNGE (2000): Philosophische Grundlagen der Biologie. Springer, Berlin.
- MAYER, J. (2004): Qualitätsentwicklung im Biologieunterricht. Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht **57** (2), 92-99.
- MAYER, J. (2007): Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: KRÜGER, D. & H. VOGT [Hrsg.]: Theorien in der Biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Springer, Berlin, 177-186.
- MAYER, J., C. GRUBE & A. MÖLLER (2008): Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In: HARMS, U. & A. SANDMANN [Hrsg.]: Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Studien Verlag, Innsbruck, 63-79.
- MAYR, E. (2002): Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt: Vielfalt, Evolution und Vererbung. Springer, Berlin.
- NAGUIB, M. (2006): Methoden der Verhaltensbiologie. Springer, Heidelberg.
- NORRIS, S. P. (1985): The Philosophical Basis of Observation in Science and Science Education. Journal of Research in Science Teaching **22** (9), 817-833.
- PRENZEL, M., J. ROST, M. SENKBEIL, P. HÄUBLER & A. KLOPP (2001): Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In: DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM [Hrsg.]: PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Leske + Buderich, Opladen, 191-248.
- PUTHZ, V. (1988): Experiment oder Beobachtung? Überlegungen zur Erkenntnisgewinnung in der Biologie. Unterricht Biologie **12** (132), 11-13.
- RANDLER, C. (2002): Verhaltensbeobachtung in der Schule. Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht **55** (3), 81-83.
- ROST, J., M. PRENZEL, C.H. CARSTENSEN, M. SENKBEIL & K. GROß (2004): Naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland: Methoden und Ergebnisse von PISA 2000. Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- SCHNELL, R., P.B. HILL & E. ESSER (2005): Methoden der empirischen Sozialforschung. Oldenbourg, München.
- STAECK, L. (1998): Praktisches Arbeiten im Biologieunterricht: Teil 2: Das Beobachten. Biologie in der Schule **47** (2), 65-67.
- STURM, H. (1974): Beobachten im Biologieunterricht - ein Versuch zur Begriffsklärung. Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht **27** (6), 339-344.
- VON FALKENHAUSEN, E. (1988): Wissenschaftspropädeutik im Biologieunterricht. Aulis, Köln.
- WEINERT, F. E. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Ders. [Hrsg.], Leistungsmessung in Schulen. Beltz, Weinheim, 17-31.
- WELLNITZ, N. & J. MAYER (2008): Evaluation von Kompetenzstruktur und -niveaus zum Beobachten, Vergleichen, Ordnen und Experimentieren. In: KRÜGER, D., A. UPMEIER ZU BELZEN, T. RIEMEIER & K. NIEBERT [Hrsg.]: Erkenntnisweg Biologiedidaktik **7**. Universitätsdruckerei, Kassel, 129-144.
- WELLNITZ, N. & J. MAYER (2009): Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung: Kompetenzstruktur und -niveaus. Posterpräsentation auf der Tagung der DGfE Kommissionen zum Thema "Bildungsstandards und Kompetenzmodelle – eine Verbesserung der Qualität von

Schule, Unterricht und Lehrerbildung?" Pädagogische Hochschule Heidelberg, 25.03.-27.03.2009.

ZIEMEK, H.-P. (2003): Die Paarbindung bei Buntbarschen. Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht **56** (7), 415-417.

ZIEMEK, H.-P., J. MAYER & K. KEINER (2004): Wie arbeiten Schüler in den naturwissenschaftlichen Fächern? Lernforschung in der Schule und im Schülerlabor Biologie als Grundlage zukünftiger Schulentwicklung. Spiegel der Forschung **21** (1/2), 92-97.

