



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Schülervorstellungen und Forschendes Lernen:  
Analyse von Schülervorstellungen in einer Lernumgebung zum  
Forschenden Lernen mit dem Seestern *Asterina gibbosa*

verfasst von

Kerstin Feichtinger

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 445 423

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde, UF Chemie

Betreut von:

Prof. Mag. Dr. Franz Radits



## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich im Laufe dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt Mag.<sup>a</sup> Christine Heidinger. Ihre Hilfe, ihre Fachkenntnis und ihr konstruktives Feedback haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Radits, welcher mir die Möglichkeit geboten hat im Bereich der Fachdidaktik Biologie meine Diplomarbeit zu schreiben.

Zu guter Letzt gilt ein großes Danke meiner Familie und meinen Freunden, die während des gesamten Schaffungsprozesses dieser Arbeit meine Launen aushielten, ständig ein offenes Ohr hatten und mir Mut zusprachen. Mein größter Dank gilt dabei meinen Eltern, die mir diesen Weg ermöglicht und immer unterstützt haben und meiner Schwester, die mit mir das Chemiestudium bestritten hat. DANKE!



# Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Teil I: THEORETISCHER TEIL	3
1. Bildungsstandards	3
1.1. <i>Scientific Literacy</i> als Bildungsziel	3
1.2. <i>Scientific Literacy</i> und das Kompetenzmodell	5
2. Schülervorstellungen	9
2.1. Die konstruktivistische Lerntheorie	9
2.2. Präkonzepte im Unterricht	10
3. Forschendes Lernen	12
3.1. Definition des Begriffs Forschung	12
3.2. Die Einordnung von Forschendem Lernen	13
3.3. Formen von Forschendem Lernen	14
3.4. Kritikpunkte an Forschendem Lernen	17
3.5. Erfolgskriterien für Forschendes Lernen	20
4. Lebende Tiere	22
4.1. Vorteile lebender Tiere im Unterricht	22
4.2. Kritikpunkte an lebenden Tieren im Unterricht	25
5. Forschungsobjekt <i>Asterina gibbosa</i>	26
5.1. Allgemein	26
5.2. <i>Asterina gibbosa</i>	32
Teil II: EMPIRISCHER TEIL	34
1. Forschungsfrage	34
2. Forschungsmethoden	36
2.1. Teilnehmende Beobachtung	36
2.2. <i>Grounded Theory</i>	38
2.3. Linguistische Sprachanalyse	41
2.4. Transkriptionsregeln	41
3. Forschungsfeld	42
4. Forschungsablauf	43
4.1. Kontaktaufnahme mit den SchülerInnen	43

4.2.	Unterrichtseinheit 1	44
4.3.	Unterrichtseinheit 2	45
4.4.	Unterrichtseinheit 3	46
5.	Ergebnisse	47
5.1.	Kriterien zur Erkennung von Schülervorstellungen	47
5.2.	Analyse der Schülervorstellungen	56
6.	Diskussion	79
7.	Resümee	85
8.	Literaturverzeichnis	89
9.	Abbildungsverzeichnis	93
10.	Tabellenverzeichnis	93

## Einleitung

Bildung und Schule sind in Österreich ein stets aktuelles Thema. Mit der Einführung von Bildungsstandards wird das Anliegen verfolgt, im österreichischen Schulsystem „mehr Verbindlichkeit anzustreben und grundlegende Kompetenzen bei allen Schülerinnen und Schülern sicherzustellen“ (BIFIE, 2014a). Auf diesem Weg wird das Bildungsziel der *Scientific Literacy* angestrebt, um die Ausbildung mündiger BürgerInnen in Österreich zu erreichen, welche durch ihre naturwissenschaftliche Allgemeinbildung im internationalen Vergleich anschlussfähig sind (Rehm, 2006).

Das österreichische Kompetenzzentrum für Biologie oder kurz AECC-BIO (*Austrian Educational Competence Centre*) arbeitet unter anderem daran, Forschen und Lernen durch Forschungsprojekte im Biologieunterricht zu forcieren (AECC-Biologie, 2012). Dabei wird der Lehr-/Lernansatz des Forschenden Lernens verfolgt, welcher hilft Bildungsstandards zu erreichen (Bell, 2010). Eines der derzeit laufenden Projekte des AECC-BIO ist KiP3 (*Kids Participation in Research*), in welchem Lerneinheiten entwickelt werden, welche das Ziel verfolgen authentisches Forschendes Lernen im Biologieunterricht zu fördern (AECC-Biologie, 2012).

Die vorliegende Arbeit wurde im Zuge einer solchen Lerneinheit durchgeführt, wobei der Fokus auf die Rolle von Schülervorstellungen beim Forschenden Lernen gelegt wurde. Nach der konstruktivistischen Lerntheorie haben Schülervorstellungen und deren Weiterentwicklung beziehungsweise Neuentwicklung eine wichtige Bedeutung für den Lernprozess. Das Ziel der Arbeit ist es, den Einfluss des Forschenden Lernens auf die Veränderung von Schülervorstellungen abzuklären und mögliche Faktoren, welche zu einer Vorstellungsentwicklung führen, zu benennen. Im Zuge dessen wird versucht Konsequenzen für das Forschende Lernen im Biologieunterricht zu ermitteln, welche dabei helfen sollen authentische naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung in den Schulklassen zu fördern.

Die Arbeit gliedert sich in zwei Abschnitte, einen theoretischen und einen empirischen Teil. Der erste Teil erstreckt sich über sechs Kapitel. In diesen wird der theoretische Rahmen, in welchem die Arbeit eingebettet ist, abgesteckt. Das erste Kapitel erläutert das übergeordnete Bildungsziel der *Scientific Literacy* und dessen Verbindung mit dem österreichischen Kompetenzmodell. Um die Umsetzung dieses Bildungszieles zu erreichen,

wird im folgenden Kapitel zunächst die konstruktivistische Lerntheorie vorgestellt. Dabei wird der Fokus auf Schülervorstellungen und deren Bezug zu Lehren und Lernen gelegt. Das dritte Kapitel behandelt die Lehr-/Lernmethode des Forschenden Lernens, wobei unter anderem auf Kritikpunkte an der derzeitigen Umsetzung im Biologieunterricht eingegangen wird. Anschließend wird in Kapitel fünf der Einsatz von lebenden Tieren im Unterricht thematisiert, gefolgt von der Vorstellung des Forschungsobjektes Seestern in Kapitel sechs.

Der empirische Teil ist in fünf Kapitel untergliedert. Das Erste beginnt mit der Vorstellung der Forschungsfrage, welche dieser Diplomarbeit zugrunde liegt. In Kapitel zwei werden die Forschungsmethoden, auf denen diese Arbeit basiert, genauer vorgestellt und deren Auswahl begründet. Anschließend wird in den beiden folgenden Kapiteln das Forschungsfeld und der Forschungsablauf erläutert. Kapitel fünf beinhaltet die Darstellung der Forschungsergebnisse und stellt den zentralen Kern dieser Arbeit dar. Hierbei wird speziell auf die für die Analyse entscheidenden Erkennungskriterien von Schülervorstellungen näher eingegangen und die Präkonzepte in weiterer Folge genau aufgeschlüsselt. Insbesondere wird der Fokus dabei auf die Vorstellungsentwicklungen der einzelnen Präkonzepte der SchülerInnen gelegt. Kapitel sechs umfasst die Diskussion, in welcher die Forschungsergebnisse im Diskurs fachdidaktischer Literatur verortet werden und mittels einer interpretativen Aufbereitung das Forschende Lernen der SchülerInnen beurteilt wird. Im anschließenden Resümee wird eine Methode vorgestellt, welche zu einer Verbesserung der Umsetzung der Lehr-/Lernmethode des Forschenden Lernens im Unterricht verhelfen soll und konkrete Beispiele für diese Lernumgebung angeführt.



## Teil I: THEORETISCHER TEIL

### 1. Bildungsstandards

Die Entwicklung von Bildungsstandards und deren Überprüfung ist in der aktuellen Bildungslandschaft ein viel diskutiertes Thema. „Jedes Kind in Österreich hat das Recht auf höchste Qualität im Unterricht“ (BMUKK, 2014). Dieses Ziel soll über die Einführung von Bildungsstandards erreicht werden, welche „verbindliche Anforderungen an das Lehren und Lernen in der Schule“ stellen und somit die „Sicherung und die Steigerung der Qualität schulischer Arbeit“ garantieren sollen (Klieme et al., 2003, S. 4).

Bildungsstandards sollen gewährleisten, dass SchülerInnen die Schule als mündige BürgerInnen verlassen und auch im Vergleich zu SchülerInnen anderer Länder bestehen können, womit eine internationale Anschlussfähigkeit gewährleistet ist (Klieme et al., 2003). Um dies zu erreichen, ist das Bildungsziel der *Scientific Literacy* besonders ins Zentrum gerückt (Rehm, 2006). Doch was bedeutet *Scientific Literacy* und welche Ziele werden damit verfolgt?

#### 1.1. *Scientific Literacy* als Bildungsziel

Der Begriff *Scientific Literacy* lässt sich aus dem Angelsächsischen mit den Worten *naturwissenschaftliche Allgemeinbildung* übersetzen. Die Grundidee von *Scientific Literacy* entspringt dem Wunsch einer naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung für alle BürgerInnen (Bybee, 2002).

Im Laufe der Zeit sind verschiedene Definitionen, Ausformulierungen und Erklärungen zum Thema *Scientific Literacy* entwickelt worden (vgl. Gräber & Nentwig, 2002; Bybee, 2002). Bybee (2002) teilt das Bildungsziel der *Scientific Literacy* in vier Dimensionen ein, welche sich fortlaufend in ihrer Qualität und Intensität steigern. Gräber, Nentwig und Evans (2002, S. 136) knüpfen an diese Dimensionen an und bezeichnen *Scientific Literacy* als „die Schnittmenge verschiedener Kompetenzen“. Als Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts wird die Aneignung der jeweiligen Kompetenzdomänen angestrebt. Abbildung 1 verdeutlicht, durch die Schnittflächen der drei Kompetenzdomänen *Wissen*, *Handeln*,

Bewerten, welche Zusammenhänge und Abhängigkeiten hinter *Scientific Literacy* stehen (Gräber et al., 2002).

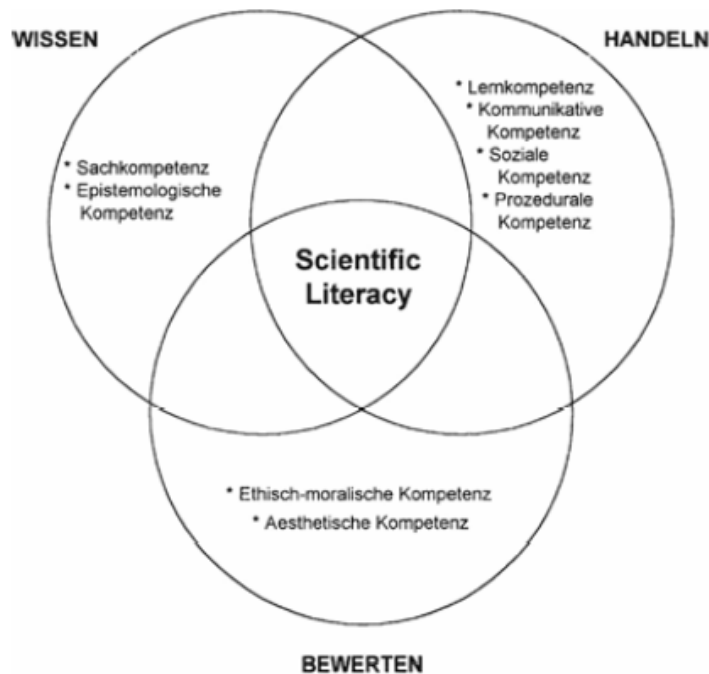


Abbildung 1: *Scientific Literacy* als „die Schnittmenge verschiedener Kompetenzen“ (Gräber et al., 2002, S. 137)

Weiters wird durch Abbildung 1 ersichtlich, wie sich die übergeordneten Kompetenzdomänen *Wissen*, *Handeln* und *Bewerten* in weitere Kompetenzen untergliedern lassen:

- (1) Wissen: Sachkompetenz, Epistemologische Kompetenz
- (2) Handeln: Lernkompetenz, Kommunikative Kompetenz, Soziale Kompetenz, Prozedurale Kompetenz
- (3) Bewerten: Ethisch-moralische Kompetenz, Ästhetische Kompetenz

*Scientific Literacy* setzt sich aus der Gesamtheit dieser Kompetenzen zusammen. Damit gehen zwei wichtige Erkenntnisse einher. Die erste betrifft die Verwerfung der in der Vergangenheit vorherrschenden Dominanz des Sachwissens, als alleinige Voraussetzung für einen naturwissenschaftlich gebildeten Menschen. Naturwissenschaftliche Bildung kann erst durch die Überlappung der in Abbildung 1 gezeigten Kompetenzdomänen (*Wissen*, *Handeln*, *Bewerten*) erreicht werden. Dies führt zur zweiten Erkenntnis, welche die Ausprägung der

jeweiligen Kompetenzen in einem Menschen betrifft. Um *Scientific Literacy* zu erreichen, ist es keinesfalls Bedingung alle der oben erwähnten Kompetenzen in gleichem Maße auszubilden. Vielmehr ist es ein Bestreben diese Kompetenzen im Lernenden zu fördern und individuelle Ausprägungen der Kompetenzstärken zuzulassen. JedeR SchülerIn hat somit die Möglichkeit aus einem Pool von Kompetenzen zu schöpfen und dadurch seinen/ihren persönlichen Interessenswegen zu folgen (Gräber et al., 2002).

## **1.2. *Scientific Literacy* und das Kompetenzmodell**

Das Bildungsziel der *Scientific Literacy* wurde im Kapitel zuvor auf einer theoretischen Basis vorgestellt. Die Frage lautet nun, wie diese abstrakten Vorstellungen konkret im schulischen Alltag umgesetzt werden können. Um dies zu klären, muss das Konzept von Kompetenzmodellen genauer beschrieben werden.

„Kompetenzmodelle konkretisieren Inhalte und Stufen der allgemeinen Bildung“ (Klieme et al., 2003, S. 4). Doch was bedeutet dies genau?

Allgemein kann gesagt werden, dass Kompetenzmodelle zwei Hauptfunktionen haben. Die erste betrifft die Festlegung von Lernergebnissen, welche von Lernenden in bestimmten Altersstufen in verschiedenen Unterrichtsfächern erwartet werden (Klieme et al., 2003). Die jeweiligen fachspezifischen Kompetenzmodelle beinhalten die grundlegenden Kernbereiche des Unterrichtsfachs und konkrete Formulierungen von Anforderungen, deren Bewältigung von den SchülerInnen gefordert wird (BIFIE, 2014b).

Weiters liefern Kompetenzmodelle genaue Spezifikationen von wissenschaftlich begründeten Niveaustufen, in welche sich Kompetenzen abstufen lassen. Dies führt zur zweiten Funktion von Kompetenzmodellen, welche die Zuordnungen der Leistungen von Lernenden zu den jeweiligen Kompetenzstufen ermöglichen (Klieme et al., 2003).

Die beiden erwähnten Aufgaben von Kompetenzmodellen können für Lehrende wichtige Anhaltspunkte und Wegweiser für den Unterricht sein. Dies beruht auf der Tatsache, dass Kompetenzmodelle nicht nur an Lehrinhalten orientiert sind, sondern auch Lernprozesse und Lernergebnisse beinhalten. Weiters bilden Kompetenzmodelle die Basis für eine Operationalisierung von Bildungszielen. Deren Überprüfung kann mit speziell entwickelten

Testverfahren erfolgen und somit Auskunft über die Erfüllung des Bildungsauftrages geben (Klieme et al., 2003).

Zurückkommend auf die am Anfang gestellte Frage, wie abstrakte Bildungsziele im schulischen Alltag umgesetzt werden können, kann gesagt werden, dass der Einsatz von Kompetenzmodellen eine Brücke zwischen theoretisch formulierten Bildungszielen und konkreten praxisnahen Aufgabenstellungen schlägt (vgl. BIFIE, 2014b; Klieme et al., 2003). Kompetenzmodelle können als Werkzeug benutzt werden, um das Bildungsziel der *Scientific Literacy* zu erreichen.

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt das österreichische Kompetenzmodell für Naturwissenschaften der achten Schulstufe. Zu den Naturwissenschaften werden die Fächer Biologie, Physik und Chemie gezählt (BIFIE, 2011).

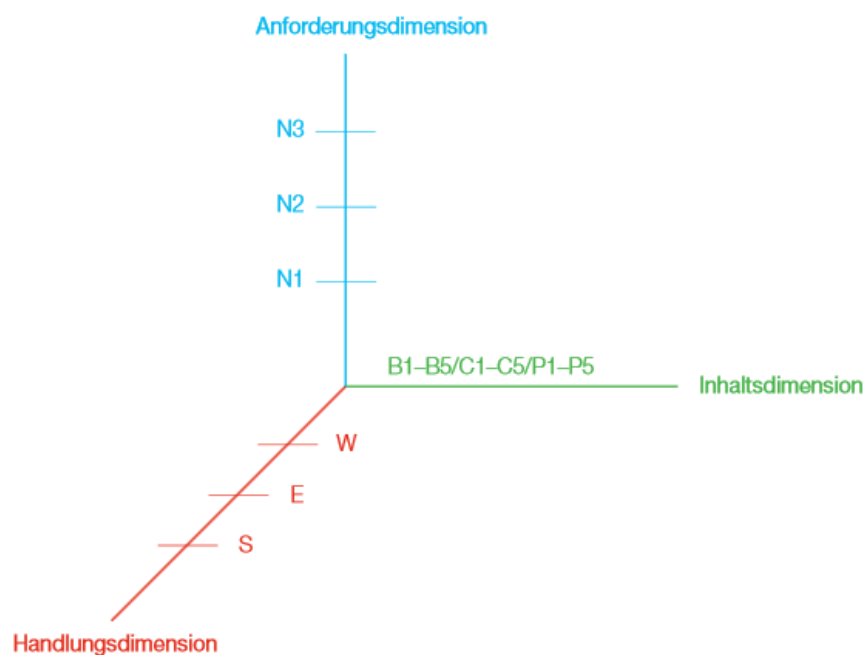


Abbildung 2: Österreichisches Kompetenzmodell für Naturwissenschaften der achten Schulstufe (BIFIE, 2011)

Die drei Achsen des Kompetenzmodelles fächern die Bildungsziele in eine Handlungs-, Inhalts- und Anforderungsdimension auf. Nachfolgend werden in den Abbildungen 2.1., 2.2. und 2.3. die jeweiligen Definitionen und Inhalte der drei Dimensionen für Biologie angeführt, um Einblick in die Ausgestaltung des Kompetenzmodells zu bekommen (BIFIE, 2011).

## 1 Handlungsdimension

### 1.1 Handlungskompetenzen (H)

*Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren*

Ich kann einzeln oder im Team ...

- W 1 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen
- W 2 aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen
- W 3 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren
- W 4 die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben

*Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren*

Ich kann einzeln oder im Team ...

- E 1 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben
- E 2 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen
- E 3 zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren
- E 4 Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren

*Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln*

Ich kann einzeln oder im Team ...

- S 1 Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen
- S 2 Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln
- S 3 die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden
- S 4 fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden

Abbildung 2.1.: Handlungsdimension (H) des österreichischen Kompetenzmodells (BIFIE, 2011)

## 2 Anforderungsdimension (N)

### N1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführtem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

### N2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte und einfache Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung einzelner Elemente der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln.

### N3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

Abbildung 2.2.: Anforderungsdimension (N) des österreichischen Kompetenzmodells (BIFIE, 2011)

### 3 Inhaltsdimension (I)

#### 3.1 Inhaltsdimension *Biologie*

Ich kann folgende Inhalte beobachten, benennen, beschreiben, bewerten, Experimente dazu planen etc.:

<b>Planet Erde</b> <b>B1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ausgewählte Gesteinsarten</li> <li>■ Boden</li> <li>■ Kreislauf der Gesteine und Bewegungen der Erdkruste</li> <li>■ Geschichte der Erde und seiner Lebewesen</li> </ul>
<b>Ökosysteme</b> <b>B2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Stoffkreislauf, Energieumwandlung und Wechselwirkungen in Modell-ökosystemen</li> <li>■ Wirkung des Menschen in Ökosystemen (Land- und Forstwirtschaft, Tourismus, Naturschutz ...)</li> <li>■ Ökosysteme, die für Weltklima und Welternährung eine besondere Bedeutung haben</li> <li>■ Kennzeichen für gesunde und kranke Wälder, Gewässer und Böden</li> <li>■ Besonderheiten des Ökosystems Stadt</li> <li>■ Wirkungen des Konsumverhaltens in Ökosystemen und auf Mitmenschen (Nahrung, Rohstoffe, Energie, Klima) und Möglichkeiten, sich umweltgerecht und nachhaltig zu verhalten</li> </ul>
<b>Organismen</b> <b>B3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ausgewählte Tier- und Pflanzenarten, auch aus eigener Beobachtung</li> <li>■ charakteristische Merkmale von Pflanzen- und Tiergruppen (Wirbeltiere, Wirbellose ...)</li> <li>■ Merkmale und Lebensweisen von Mikroorganismen und Pilzen</li> <li>■ Bedürfnisse von Tieren und Pflanzen</li> <li>■ Arten der Verständigung zwischen Lebewesen (chemische, akustische, optische, haptische Signale)</li> <li>■ Ernährungsweise von Tieren und Pflanzen</li> <li>■ Fortpflanzung bei Menschen, Tieren und Pflanzen in Grundzügen</li> <li>■ Weitergabe der Erbanlagen bei Menschen, Tieren und Pflanzen</li> <li>■ Alltagsanwendungen von Gentechnik (Nahrungsmittel, Medizin), Möglichkeiten und Risiken</li> <li>■ Gesundheit und Krankheit</li> </ul>
<b>Organe</b> <b>B4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lage und Aufgabe ausgewählter Organe und Organsysteme des menschlichen Körpers (Verdauung, Kreislauf, Atmung)</li> <li>■ charakteristische Organe ausgewählter Vertreter des Tierreichs</li> <li>■ Organe von Pflanzen und ihre Aufgaben</li> <li>■ Möglichkeiten der Kommunikation zwischen Organen (Nerven, Hormone)</li> </ul>
<b>Zelle</b> <b>B5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aufbau von Lebewesen aus Zellen</li> <li>■ innere Organisation von Zellen</li> </ul>

Abbildung 2.3.: Inhaltsdimension (I) des österreichischen Kompetenzmodells (BIFIE, 2011)

Um das Bildungsziel von *Scientific Literacy* erreichen zu können, muss zuvor der Fokus auf das Lernen der SchülerInnen gelegt werden, da das Wissen um den Prozess des Lernens die Voraussetzung einer erfolgreichen Umsetzung der Bildungsstandards ist. Hierzu wird im folgenden Kapitel eine Lerntheorie vorgestellt, in welcher insbesondere Schülervorstellungen eine entscheidende Rolle spielen.

## 2. Schülervorstellungen

„If I had to reduce all of educational psychology to just one principle, I would say this: The most important single factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly“ (Ausubel, 1968, zitiert nach Aufschnaiter et al., 1992, S. 384).

Das Zitat des amerikanischen Lerntheoretikers David P. Ausubel weist darauf hin, dass der wichtigste Faktor, welcher Lernen beeinflusst, jener ist, was der/die Lernende bereits weiß.

In der fachdidaktischen Literatur finden sich verschiedene Ausdrücke, welche synonym für dieses Vorwissen genutzt werden. In dieser Arbeit werden die Begriffe *Präkonzepte*, *Schülervorstellungen* und die aus der konstruktivistischen Lerntheorie stammende Bezeichnung des *subjektiven Erfahrungsbereiches* gleichbedeutend verwendet.

Bevor auf die Bedeutung von Präkonzepten im Unterricht eingegangen werden kann, muss zuvor die Frage nach der Entstehung von Schülervorstellungen geklärt werden. Um diese zu beantworten, wird die konstruktivistische Lerntheorie herangezogen.

### 2.1. Die konstruktivistische Lerntheorie

Die konstruktivistische Lerntheorie geht davon aus, dass jeder Mensch individuelles Wissen besitzt. Dieses beruht auf persönlichen Erfahrungen, welche ein Individuum im Laufe seines Lebens sammelt. Jeder Mensch besitzt somit sein eigenes Bild von Wirklichkeit, da niemand in seiner Lebenswelt identische Erfahrungen macht (Aufschnaiter et al., 1992). Konstruktionen, welche auf Basis bisheriger Erfahrungen entwickelt werden, helfen die Welt auf möglichst widerspruchsfreie Weise zu erklären und führen zur Entwicklung unterschiedlicher subjektiver Erfahrungsbereiche. Hierbei werden nur Erklärungen von dem Individuum dauerhaft akzeptiert, welche ihm auf Grund von Erfahrungen verständlich erscheinen (Aufschnaiter et al., 1992).

Gropengießer (1999) spricht in diesem Zusammenhang von tief verwurzelten Präkonzepten, welche den Menschen ein Leben lang begleiten und die Handlungs- und Denkweisen beeinflussen. Viele dieser Vorstellungen sind durch eine vehemente Veränderungsresistenz

charakterisiert, da sie aufgrund ihrer tiefen Verankerung eine hohe Glaubwürdigkeit aufweisen (Labudde, 2010).

Auftretende Probleme werden in den jeweiligen subjektiven Erfahrungsbereichen gelöst, welche die widerspruchsärmsten Konstruktionen ermöglichen und somit die plausibelste Erklärung bieten (Aufschnaiter et al., 1992). Im Unterricht bedeutet dies, dass SchülerInnen ihre eigenen Vorstellungen mitbringen und diese als Lernmittel einsetzen (Gropengießer & Kattmann, 2013).

Beim Auftreten gänzlich neuer Situationen, zu welchen keinerlei Erfahrungen existieren, wird wiederum versucht, zuerst auf bereits existierende subjektive Erfahrungsbereiche zurückzugreifen (Aufschnaiter et al., 1992). Dieses Phänomen wird ebenfalls von Driver (1983) beschrieben und als mögliche Folge von Unsicherheit angesehen. Dies gründet darauf, dass Neues und Unbekanntes für SchülerInnen oftmals nicht fassbar ist und daher mit ihren bereits erworbenen Vorstellungen abgeglichen wird, um es in einen für sie sinnvollen und verständlichen Zusammenhang zu setzen.

Sind jedoch die notwendigen Konstruktionen für die Zuordnung der neuen Situation zu widerspruchreich, bleibt nur die Möglichkeit einen neuen subjektiven Erfahrungsbereich zu entwickeln (Aufschnaiter et al., 1992). Dies kann mit einer Erschütterung der Vorstellungswelt der Lernenden gleichgesetzt werden, da die SchülerInnen keine passende Erklärung in ihrem Erfahrungsrepertoire besitzen. Folglich wird ein Lernprozess in Gang gesetzt, wobei entweder ein bereits existierender subjektiver Erfahrungsbereich ausgebaut oder ein gänzlich neuer geschaffen wird. Welcher dieser beiden Wege beschritten wird, entscheidet sich nach dem Prinzip des geringsten Aufwandes (Aufschnaiter et al., 1992). Während des Lernprozesses nehmen die SchülerInnen somit nur jene Informationen auf, welche ihren Vorstellungen entsprechen, ähneln oder sich leicht kombinieren lassen (Gropengießer & Kattmann, 2013).

## **2.2. Präkonzepte im Unterricht**

Gropengießer und Kattmann (2013) bezeichnen Vorstellungen als Lernvoraussetzungen und Lernmittel, welche das Verstehen und Lernen in einem sehr hohen Maße mitbestimmen.



Dieses Konzept verdeutlicht, dass das frühere Bild des/der passiven Schülers/Schülerin, welcher/welche vom Lehrer/von der Lehrerin den Lernstoff in den Kopf gefüllt bekommt, verworfen werden muss und stattdessen einer neuen Sichtweise weichen muss, in welcher die SchülerInnen keine unbeschriebenen Blätter sind (Aufschnaiter et al., 1992).

Allein diese Erkenntnis reicht jedoch nicht für ein erfolgreiches Unterrichtskonzept aus. Anlehnend an die konstruktivistische Wissens- und Lerntheorie ist das Vorwissen beziehungsweise sind die Vorstellungen von SchülerInnen individuell, da ihnen unterschiedliche Erfahrungen zugrunde liegen. Die Konsequenz daraus für den Unterricht ist, dass SchülerInnen Inhalte, Wörter oder Handlungen seitens der Lehrperson, nur auf Basis ihrer persönlichen Erfahrungen deuten können. Dies kann zur Folge haben, dass ein Kontext von einem/einer Lernenden in einen gänzlich anderen Zusammenhang gebracht werden kann, als es der/die LehrerIn beabsichtigt hatte (Aufschnaiter et al., 1992).

Wichtig ist weiters, dass Lernende neue, subjektive Erfahrungsbereiche nur auf Basis von persönlichen Erfahrungen konstruieren können. Diese Bedingung erklärt, warum SchülerInnen neue Lerninhalte oftmals nicht oder nur teilweise übernehmen und somit das Bildungsziel von *Scientific Literacy* nur schwer erfüllt werden kann (Aufschnaiter et al., 1992).

Daher ist es essentiell die Präkonzepte, auf welche SchülerInnen zurückgreifen, sichtbar zu machen. Diese können auf unterschiedlichen Wegen gesammelt werden. Hierzu zählen Zeichnungen, Verschriftlichungen oder verbale Äußerungen (Labudde, 2010). Im Unterricht werden von Lehrpersonen oftmals Fragen gestellt, welche auf Ein- beziehungsweise Zwei-Wort-Antworten hinauslaufen und somit keine Rückschlüsse auf die schülereigenen Vorstellungen liefern. Auch bei Zeichnungen und Verschriftlichungen können Schülervorstellungen oftmals nicht klar herausgelesen werden und sind stark von der Auffassung und den Interpretationen des/der Lesers/in abhängig. Daher ist es sehr wichtig, die SchülerInnen gezielt nach ihren Vorstellungen zu fragen beziehungsweise Aussagen, Zeichnungen und Verschriftlichungen zu hinterfragen. Ein intaktes Vertrauensverhältnis zwischen SchülerIn und LehrerIn ist hierfür eine notwendige Basis. Um dieses zu erreichen, müssen die SchülerInnen das Gefühl haben, dass ihre Meinungen respektiert werden und darauf eingegangen wird (Sumfleth & Pitton, 1998).

Unterricht hat die Aufgabe Lernumgebungen zu schaffen, welche den SchülerInnen helfen, ihre subjektiven Erfahrungsbereiche in Richtung einer naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung zu entwickeln. Dabei muss der Fokus vor allem auf eine aktive Rolle der SchülerInnen gelegt werden, welche nur durch eigene Handlungen und Interaktion mit der Umgebung, hierzu zählen MitschülerInnen, LehrerInnen und Forschungsgegenstände, erfolgreich lernen können (Aufschnaiter et al., 1992).

Eine Lehr-/Lernmethode, welche die Prinzipien eines aktiven und selbstbestimmten Forschungsansatzes für Lernende verfolgt, ist das Forschende Lernen. Dies wird im nächsten Kapitel vorgestellt.

### **3. Forschendes Lernen**

Forschendes Lernen ist eine von zahlreichen Unterrichtsmethoden, welche LehrerInnen zur Verfügung stehen. Vor allem in der letzten Zeit hat Forschendes Lernen einen wichtigen Stellenwert im Unterricht eingenommen, da es als eine sehr fruchtbare und wertvolle Methode erkannt wurde, um SchülerInnen eine solide, naturwissenschaftliche Bildung zu ermöglichen.

#### **3.1. Definition des Begriffs Forschung**

Um den Begriff Forschendes Lernen zu klären, sollte zuvor der Begriff Forschung definiert werden. Aus pädagogischer Sicht wird der Forschungsbegriff von Messner (2009, S. 22 ) als eine „universelle menschliche Grundfähigkeit“ beschrieben, welche sich durch Neugierde und dem Drang nach der Gewinnung von Erkenntnissen auszeichnet. Speziell in den Naturwissenschaften fällt auch das Wissen und Verstehen von Funktionen und Prozessen darunter. Bei der Klärung des Forschungsbegriffes betont Messner (2009) die Notwendigkeit, den Begriff verstärkt in einem schulischen Kontext zu sehen, da Forschung in der heutigen Gesellschaft zu sehr mit Wissenschaftsinstitutionen assoziiert wird.

Auch Bastian (1991) setzt das Bild des *Schülers als Forscher* ins Zentrum. Wird das gesellschaftliche Ansehen von ForscherInnen und SchülerInnen verglichen, treffen zwei Welten aufeinander. Der/Die ForscherIn hat einen sehr hohen gesellschaftlichen Stellenwert.

Er/Sie wird als Mensch erkannt, welcheR auf der Suche nach Neuem ist, das Thema und die Problemstellung seiner/ihrer Arbeit eigenmächtig wählen kann, Strategien und Arbeitsweisen selbst bestimmt und die erbrachten Ergebnisse veröffentlicht und vertritt. Dies hat zur Folge, dass Attribute wie „Intelligenz, Kreativität, Eigenständigkeit und die Erwartung von neuen Ergebnissen“ mit dem ForscherInnenbild assoziiert werden (Bastian, 1991, S. 6).

Mit SchülerInnen wird hingegen ein stark entgegengesetztes Bild verbunden. SchülerInnen sind Menschen, denen das gesellschaftliche und wissenschaftliche Wissen angeboten wird und sie die Aufgabe haben dieses aufzunehmen beziehungsweise zu übernehmen. Somit ist ihr gesellschaftlicher Status deutlich unter dem eines/einer ForscherIn angesiedelt. Die daraus resultierende Frage lautet, wie das existierende gegensätzliche Bild von SchülerInnen und ForscherInnen in unserer heutigen Gesellschaft gebrochen werden kann (Bastian, 1991).

Als Lösungsansatz werden von Bastian (1991) hierfür zwei Voraussetzungen genannt: Erstens muss es zu einer Ablegung des Grundgedankens der Entdeckung und Erarbeitung von prinzipiell Neuem kommen. Zweitens müssen in Folge von Forschendem Lernen SchülerInnen authentisches wissenschaftliches Arbeiten und Erkenntnisgewinnung erfahren. Die Kombination dieser beiden Punkte stellt eine wichtige Voraussetzung für ein Umdenken in Bezug auf das SchülerInnen-ForscherInnen-Bild in den Köpfen von SchülerInnen, LehrerInnen und der Gesellschaft dar. SkeptikerInnen des *Schüler als Forscher*-Ansatzes kann entgegen gehalten werden, dass eine Etablierung dieses Ansatzes durch die Schaffung von zahlreichen Wettbewerben, wie zum Beispiel *Jugend forscht*, bereits Fuß gefasst hat und die ersten Schritte in Richtung des Zieles von SchülerInnen als ForscherInnen, somit schon gemacht wurden (Bastian, 1991).

### **3.2. Die Einordnung von Forschendem Lernen**

Die Entwicklung des Konzeptes von Forschendem Lernen lässt sich nicht auf einen Zeitpunkt oder eine Person zurückführen. Vielmehr handelt es sich um eine Fusion verschiedener Ansätze und Denkströmungen (Bell, 2010). Die ersten Schritte in Richtung Forschenden Lernens machte John Dewey mit seinem Lernmodell, welches er 1910 veröffentlichte. Dieses setzt sich aus sechs Stufen zusammen, welche wie folgt lauten: *Problem wahrnehmen* –

*Problem präzisieren – Hypothese formulieren – Hypothese testen – wiederholte Überprüfung – Lösungserarbeitung* (Barrow, 2006).

Dabei kritisierte er die Überbetonung des Memorierens von Fakten und Daten in der naturwissenschaftlichen Bildung. Vielmehr sollte der Fokus auf die Methoden des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens gelegt werden, da diese Fähigkeiten und Aneignungen die SchülerInnen ihr ganzes Leben lang begleiten und maßgeblich beeinflussen würden (vgl. Barrow, 2006; Bell, 2010).

In der Literatur findet sich keine einheitliche Definition für den Begriff des Forschenden Lernens. Dagegen gibt es eine Fülle an ähnlichen Begriffen, unter anderem entdeckendes Lernen, problemorientiertes Lernen, selbstständiges Lernen usw., welche mit Forschendem Lernen in Verbindung gebracht werden (Bönsch, 2008). Messner (2009, S. 23) charakterisiert Forschendes Lernen als schulische Arbeitsformen, welche dem „Suchen und Finden von Erkenntnissen dienen, die für die Lernenden neu sind, und in Haltung und Methode analog den Einstellungen und dem systematischen Vorgehen erfolgen, wie es für wissenschaftliches Arbeiten charakteristisch ist“. In dieser Definition spielt die Nähe zur Wissenschaft eine wichtige Rolle und stellt die Verbindung zu einer naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung im Unterricht dar.

Forschendes Lernen soll den Lernenden ins Zentrum des Geschehens rücken. Dieser soll aktiv am Unterricht beteiligt sein und das Geschehen selbstständig mitbestimmen. Besonderes Augenmerk muss dabei auf die mentale Passivität beziehungsweise das *Ausschalten* gelegt werden, da SchülerInnen eine lernabweisende Haltung hinter einer äußeren *So-tun-als-ob*-Fassade verbergen können. Daher ist es ratsam, die von ihnen abverlangten geistigen Aktivitäten und Erkenntniswege zu verfolgen und zu überprüfen (Bell, 2010).

### **3.3. Formen von Forschendem Lernen**

Beim Forschenden Lernen wird der Fokus auf den Lernenden gelegt und es wird versucht ihm so viele Freiheiten wie möglich zu lassen, damit eine selbstständige und aktive Auseinandersetzung mit dem Forschungsgegenstand stattfinden kann (Zion & Slezak, 2005).

Forschendes Lernen kann in verschiedene Grade der Offenheit, in Bezug auf die eigenverantwortlichen Aktivitäten der SchülerInnen und auf die Vorgaben durch die LehrerInnen, eingeteilt werden. Abbildung 3 zeigt ein solches Stufenmodell der Freiheitsgrade, welches die Levels der Verantwortlichkeiten von SchülerInnen und LehrerInnen definiert. In allen Fällen begleiten und unterstützen die Lehrpersonen die SchülerInnen in den einzelnen Prozessen, wenn auch in unterschiedlicher Ausführung (vgl. Blanchard et al., 2010; Koliander & Puddu, 2011; Zion & Mendelovici, 2012).

übliche Bezeichnungen	Traditional Hands-on	Structured	Guided	Student Directed	Student Research
Thema	LehrerIn	LehrerIn	LehrerIn	LehrerIn	LehrerIn/ SchülerIn
Frage	LehrerIn	LehrerIn	LehrerIn	LehrerIn/ SchülerIn	SchülerIn
Materialien	LehrerIn	LehrerIn	LehrerIn	SchülerIn	SchülerIn
Untersuchungs- design	LehrerIn	LehrerIn	LehrerIn/ SchülerIn	SchülerIn	SchülerIn
Ergebnisse, Analyse	LehrerIn	LehrerIn/ SchülerIn	SchülerIn	SchülerIn	SchülerIn
Schlussfolgerungen	LehrerIn	SchülerIn	SchülerIn	SchülerIn	SchülerIn
Level von Inquiry	<b>0</b> Verification	<b>1</b> Structured	<b>2</b> Guided	<b>3</b> Open	

Abbildung 3: Stufenmodell von Forschendem Lernen (Koliander & Puddu, 2011, S. 18)

Level 0 wird als die *Verification* des Forschenden Lernens beschrieben. Diese Form entspricht dem traditionellen *Hands-on* Ansatz, bei welchem der/die LehrerIn alle Schritte der Aufgabe vorgibt und die SchülerInnen diesem Rezept genau folgen müssen (vgl. Blanchard et al., 2010; Koliander & Puddu, 2011; Zion & Mendelovici, 2012).

Level 1 wird als *Structured Inquiry* bezeichnet. Hierbei kommt es zur ersten Öffnung der Aufgabe dem/der SchülerIn gegenüber. Der Freiheitsgrad bezieht sich auf die Analyse der Ergebnisse und Schlussfolgerungen, welche die Lernenden selbstständig ziehen können (vgl. Blanchard et al., 2010; Koliander & Puddu, 2011).

Level 2 räumt den SchülerInnen weitere Freiheitsgrade ein. *Guided Inquiry* ermöglicht den SchülerInnen selbstständig Methoden zur Datenerhebung zu entwickeln, die Ergebnisse zu analysieren und Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, wobei der/die LehrerIn die Fragestellung und die Materialien bestimmt (vgl. Blanchard et al., 2010; Koliander & Puddu, 2011; Zion & Mendelovici, 2012).

Das Level mit dem größten Freiheitsgrad für die SchülerInnen ist Level 3, das *Open Inquiry*. Bei diesem kann wiederum in zwei Formen unterschieden werden, welche als *Student Directed* und *Student Research* bezeichnet werden. Wenn das Thema und die Forschungsfrage von dem/der LehrerIn vorgegeben sind, aber ansonsten den SchülerInnen freie Hand gelassen wird, handelt es sich um die *Student Directed*-Form. Von *Student Research* wird gesprochen, wenn maximal das Thema von der/dem LehrerIn vorgegeben wird. In diese Form fällt weiters der Fall einer kompletten Übergabe der Verantwortung aller Schritte im Forschungsprozess (Thema, Fragestellung, Materialien, Methoden, Ergebnisse und Schlussfolgerung) an den/die SchülerIn und repräsentiert somit den größtmöglichen Freiheitsgrad von Forschendem Lernen (vgl. Blanchard et al., 2010; Koliander & Puddu, 2011; Zion & Mendelovici, 2012).

Welche Stufe des Forschenden Lernens im Unterricht gewählt wird, ist sowohl vom Thema als auch den individuellen Lernvoraussetzungen der SchülerInnen abhängig. Auch die Funktion der Lehrpersonen ändert sich im Laufe des Stufenmodells von einer im Zentrum stehenden, führenden zu einer begleitenden und coachenden Rolle (Blanchard et al., 2010).

Forschendes Lernen ist ein wichtiger Ansatz um das Ziel zu erreichen, dass naturwissenschaftliches Wissen, hierzu zählen fachwissenschaftliche Konzepte, Zusammenhänge, Phänomene usw., nicht ausschließlich von der Lehrperson vermittelt werden, sondern von den Lernenden aktiv selbst entdeckt und verstanden werden (Zion & Mendelovici, 2012).

Den verschiedenen Freiheitsgraden von Forschendem Lernen werden unterschiedliche Stärken zugeteilt. Die *Structured* und *Guided*-Formen vermitteln den Eindruck, SchülerInnen vor Frustration im Zuge unerwünschter Resultate und Rückschläge zu schützen, ihnen die Angst vor dem Unbekannten zu nehmen und in weiterer Folge einen Verlust von Unterrichtszeit zu verhindern. Im Gegensatz hierzu liefern BefürworterInnen der *Open*

*Inquiry*-Form Argumente, wie einen höheren Grad an Forschungsmöglichkeit, wodurch SchülerInnen besser mit naturwissenschaftlichem Denken, Handeln und Arbeiten vertraut gemacht werden (Zion & Mendelovici, 2012).

Generell kann gesagt werden, dass der Einsatz der Methode des Forschenden Lernens im Unterricht nicht einfach ist und es für SchülerInnen als auch LehrerInnen bestimmte Hindernisse und Schwierigkeiten zu überwinden gibt (vgl. Bell, 2010; Blanchard et al., 2010). Daher sollten zwei zentrale Punkte für eine gelungene Etablierung von Forschendem Lernen beachtet werden. Erstens ist es wichtig SchülerInnen fortschreitend durch die verschiedenen Stufen des Forschenden Lernens zu führen, da die Lernenden durch jedes Level neue Kompetenzen erlangen (Zion & Mendelovici, 2012). Zweitens muss eine Rollenveränderung, sowohl seitens der SchülerInnen als auch der LehrerInnen, erfolgen. Die SchülerInnen müssen von einer passiven zu einer aktiven Rolle übergehen, welche einen hohen Grad an Autonomie und Selbstverantwortung verlangt. Um diesen Weg beschreiten zu können, ist es Aufgabe der LehrerInnen, sie dabei so gut wie möglich zu unterstützen, zu beratschlagen und vorzubereiten, damit die SchülerInnen schlussendlich dieses Ziel erreichen können (Zion & Slezak, 2005).

### **3.4. Kritikpunkte an Forschendem Lernen**

In der fachdidaktischen Literatur werden vor allem die positiven Effekte des Forschenden Lernens auf den Lernprozess aufgezeigt. Chinn und Malhotra (2002) werfen dagegen einen kritischeren Blick auf die Umsetzung des Konzeptes von Forschendem Lernen im Klassenzimmer. Dabei problematisieren sie vor allem die im derzeitigen naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzten Aufgabenstellungen zur Vermittlung von Forschendem Lernen für SchülerInnen. Diese würden nicht dem *authentic scientific inquiry*-Ansatz entsprechen und somit zu keiner authentischen naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung beitragen.

Besonders die in Schulbüchern vorkommenden Aufgaben, Beobachtungen und Experimente suggerieren oftmals ein stark vereinfachtes, wenn nicht sogar falsches Bild von Naturwissenschaft. Dies ist auf die Verwendung oftmals stark vereinfachter Modelle, Vorstellungen und Erklärungen zurückzuführen, welche SchülerInnen nur oberflächliche

Konzepte der Naturwissenschaft vermitteln und sie somit nicht in Kontakt mit authentischer naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung kommen (Chinn & Malhotra, 2002).

Im Zuge dieser Ausführungen scheint es nicht verwunderlich, dass die Lernenden ein abstraktes Bild von Naturwissenschaften haben, welches keinen Bezug zu Problemlösungen in der wirklichen Wissenschaftswelt hat (Chinn & Malhotra, 2002).

Auch Eberbach und Crowley (2009) kritisieren die Umsetzung von Forschendem Lernen im Unterricht. Sie werfen dabei ein besonderes Augenmerk auf die Beobachtungsleistung von Lernenden.

In unserer Gesellschaft wird häufig kein Unterschied zwischen alltäglichen Beobachtungen und naturwissenschaftlichem Beobachten gesehen. Von außen wird nur der Ablauf *Phänomen findet statt – wird beobachtet – und dokumentiert* gesehen. Doch authentische naturwissenschaftliche Beobachtung beinhaltet ein größeres Spektrum an Handlungs- und Wissensdimensionen (Eberbach & Crowley, 2009).

Eberbach und Crowley (2009) betonen hierbei vor allem die Wichtigkeit von Fachwissen, welches zur Verknüpfung von theoretischen und praktischen Kontexten benötigt wird und Wahrnehmungsebenen maßgeblich beeinflusst. Um zu verdeutlichen, was dies genau bedeutet, führen sie ein von Trumbull et al. (2005) durchgeführtes Experiment an: SchülerInnen hatten die Aufgabe, Vögel zu beobachten und dadurch ihr Wissen über diese Tiere zu vergrößern und Schlussfolgerungen über ihr Verhalten zu ziehen. Am Ende des Projektes zeigte sich jedoch, dass die SchülerInnen diese Aufgaben nicht erfüllen konnten, da sie das Gesehene nicht in Verbindung setzen konnten. Dies lag vor allem an der Tatsache, dass die Lernenden keinerlei Fachwissen im Bereich der Ornithologie besaßen und somit ihre Wahrnehmung stark eingeschränkt war.

Dies zeigt, dass ohne angemessenes Fachwissen, kein wirkliches Beobachtungsvermögen entwickelt werden kann und es in weiterer Folge zu keiner authentischen naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung kommt (Eberbach & Crowley, 2009).

Die Wahrnehmung von WissenschaftlerInnen und SchülerInnen unterscheiden sich in einem hohen Maße voneinander. ForscherInnen sind in ihrem Gebiet bereits geschult, haben einen breiten Erfahrungsschatz und besitzen ein großes Repertoire an ihnen zur Verfügung



stehenden Werkzeugen. Sie können Phänomene und Objekte auf multiplen Ebenen, hierzu zählen makro- und mikroskopische, neuartige und vertraute als auch oberflächliche und abstrakte Dimensionen, wahrnehmen (Eberbach & Crowley, 2009).

SchülerInnen hingegen haben ein eher eingeschränktes Sichtfeld, welches sich besonders auf vertraute, auffällige und greifbare Dinge fokussiert (Gopnik, 1996). Durch die Wahrnehmung von isolierten Phänomenen verlieren Lernende die Möglichkeit zusammenhängende Beobachtungen zu erkennen und daraus Schlussfolgerungen ziehen zu können (Eberbach & Crowley, 2009). Auch hierbei kann das weiter oben erwähnte Vogelbeobachtungsbeispiel zum besseren Verständnis herangezogen werden. SchülerInnen beobachten zwar, dass die Vögel zu bestimmten Futterstellen hinfliegen und zu anderen nicht, können jedoch diese Beobachtungen nicht kombinieren, um daraus mögliche Gründe für das Verhalten der Tiere zu erschließen (Eberbach & Crowley, 2009).

Dies führt zu einem weiteren Punkt, welcher die Beobachtungsweise von SchülerInnen beeinflusst. Was ist wichtig und was unwichtig? Handelt es sich um ein unbekanntes und neues Wissensgebiet für SchülerInnen, ist es schwer für sie Relevantes von Irrelevantem zu unterscheiden (vgl. Eberbach & Crowley, 2009; Driver, 1983). Auch der Einfluss ihrer Erwartungen und Hypothesen auf das von ihnen Gesehene, kann ihre Wahrnehmung beeinflussen. SchülerInnen haben die Tendenz nur Evidenzen, welche ihren Erwartungen entsprechen, zu sehen und nachzugehen und andere zu übersehen oder zu ignorieren (vgl. Eberbach & Crowley, 2009; Driver, 1983).

Folglich spielen Präkonzepte bei den Schwierigkeiten des Beobachtens eine wichtige Rolle. Finden sich SchülerInnen in unbekanntem Terrain wieder, kann dies zu einer gewissen Unsicherheit führen. Daher versuchen sie neue Gegebenheiten mit vertrauten aber oftmals unpassenden Präkonzepten zu vernetzen (Driver, 1983).

Die Studie von Park und Kim (1998) macht auf das Problem der starken Veränderungsresistenz der Präkonzepte von SchülerInnen aufmerksam. Reine Beobachtungen, welche gegenteilige Resultate zu den Vorstellungen der Lernenden erbrachten, hatten oftmals nicht die Kraft, Präkonzepte der SchülerInnen in Frage zu stellen und in weiterer Folge zu verändern.

Das gleichzeitige Auftreten von komplexen Phänomenen in den Naturwissenschaften und den robusten Voreinstellungen und Erwartungen seitens der Lernenden, kombiniert mit ihrer Tendenz für sie passende und logische Ergebnisse zu sammeln, erschwert den Übergang von alltäglicher zu wissenschaftlicher Beobachtung (Eberbach & Crowley, 2009).

Die Frage lautet nun, wie eine Brücke zwischen der alltäglichen und naturwissenschaftlichen Beobachtungsweise geschlagen werden kann und in weiterer Folge die Ausbildung von authentischer naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Zuge des Forschenden Lernens forciert werden kann.

Mögliche Lösungsansätze hierfür und deren praktische Umsetzung im Unterricht werden im nächsten Kapitel angeführt.

### **3.5. Erfolgskriterien für Forschendes Lernen**

Chinn und Malhotra (2002) sprechen sich insbesondere für die Notwendigkeit der Entwicklung von Forschungsaufgaben aus, welche trotz in der Schule herrschender zeitlicher, finanzieller und räumlicher Einschränkung, eine einfache Umsetzung erlauben und gleichzeitig die Komplexität und Authentizität naturwissenschaftlicher Forschung aufweisen. Sie plädieren weiters für eine stärkere Orientierung Forschenden Lernens an realistischen Forschungsaktivitäten. Um dies zu erreichen, müssen Forschungsaufgaben entwickelt werden, welche trotz Einfachheit Authentizität vermitteln und den Einsatz von naturwissenschaftlichen Strategien forcieren (Chinn & Malhotra, 2002).

Auch Krajcik et al. (1998) sprechen sich für die Notwendigkeit von Projekten aus, welche ein kleines und überschaubares Ausmaß haben, aber die Kernbereiche naturwissenschaftlichen Arbeitens aufweisen und den Blick der Lernenden somit lenken, um größere Zusammenhänge und Wechselwirkungen in der sie umgebenden Welt zu erkennen.

Damit SchülerInnen ein grundlegendes und tieferes Verständnis von Wissenschaft erlangen, spielt nach Eberbach und Crowley (2009) vor allem ein solides Fundament an Basiswissen des entsprechenden Themengebietes eine entscheidende Rolle, um den Fokus der SchülerInnen zu erweitern und gleichzeitig auf das Essentielle zu richten. Im Zuge dessen kann ein tieferes Verstehen seitens der SchülerInnen über ihre Beobachtungen aufgebaut werden.

Die Aneignung von Disziplinwissen ist zwar ein wichtiger Schritt, doch reicht keinesfalls aus. Ein weiterer Meilenstein ist zweifellos die Fähigkeit eine kritische Evaluation der erhaltenen Daten und Ergebnisse im Lichte der persönlichen Hypothesen und Voreinstellungen durchzuführen (Eberbach & Crowley, 2009).

Das Lehrpersonal hat die Aufgabe den Lernenden spezielle Unterstützung und Hilfestellung zur Verfügung zu stellen, um ihre oberflächliche und aus dem Alltag kommende Beobachtungsleistung in ein authentisch naturwissenschaftliches Beobachtungsvermögen umwandeln zu können (Eberbach & Crowley, 2009). Dabei muss besonderer Wert auf ein intaktes Vertrauensverhältnis zwischen SchülerIn und LehrerIn gelegt werden, in welchem unterschiedliche Meinungen und Ansichten respektiert werden (Sumfleth & Pitton, 1998).

Den Lernenden müssen weiters unterstützende Werkzeuge und Lernumgebungen bereitgestellt werden, um diesen Weg beschreiten zu können (Eberbach & Crowley, 2009).

Als ein möglicher Wegbegleiter werden von Eberbach und Crowley (2009) *learning communities* genannt. In diesen Lerngemeinschaften werden von SchülerInnen gesammelte Beobachtungen, Ergebnisse, Erfahrungen, aber auch Schwierigkeiten den KlassenkollegInnen vorgetragen, diskutiert und somit zusammen überdacht. Dieses Interagieren verschiedener Parteien bringt neue Sicht- und Denkweisen auf und entspricht den gängigen wissenschaftlichen Vorgehensweisen.

Auch die Wichtigkeit der Fragengenerierung wird von Eberbach und Crowley (2009) betont. Ein intensives Hinterfragen und Umfragen kann SchülerInnen helfen Essentielles herauszufiltern, Unwichtiges zu entlarven und neue Erkenntnisse zu erschließen. Die Phrase „talking science is necessary for doing science“ bringt diesen Sachverhalt auf den Punkt (Eberbach & Crowley, 2009, S. 58).

Weitere Ansätze um eine Brücke zwischen alltäglichen und naturwissenschaftlichen Beobachtungen zu schlagen, ist die Behandlung und Lösung von Problemstellungen, welche Lernende persönlich interessieren. Die Nutzung ihrer eigenen Arbeitsweisen und Untersuchungsdesigns spielen hierbei eine zentrale Rolle, sowie die gleichzeitige Unterstützung durch eine Lehrperson. Der persönliche Bezug der Arbeitsaufgaben der SchülerInnen zu ihrer eigenen Lebenswelt kann zu einem anfänglichen Interesse führen, welches, wie auch bei WissenschaftlerInnen, in weiterer Folge ihre Lernbegierde dem

Forschungsgegenstand gegenüber weckt und zu einer Motivationssteigerung in Richtung selbstständiges Weiterforschen führt (Eberbach & Crowley, 2009).

Ein Ansatz, welcher insbesondere auf die Interessensweckung von SchülerInnen eingeht und sich in Bezug auf die Lehr-/Lernmethode des Forschenden Lernens anbietet, ist der Einsatz von lebenden Tieren im Biologieunterricht. Eine genauere Ausführung hierzu findet sich im anschließenden Kapitel.

## **4. Lebende Tiere**

Tiere haben seit jeher eine besondere Faszination auf den Menschen. Sowohl in der Vergangenheit als auch in der Gegenwart wird versucht, diese Begeisterung für den Unterricht zu nutzen und Unterrichtseinheiten mit lebenden Tieren zu gestalten.

Generell lassen sich zwei unterschiedliche Meinungen zum Einsatz von lebenden Tieren im Unterricht finden, eine befürwortende und eine kritische. Die Standpunkte der jeweiligen Ansichten werden in den folgenden zwei Abschnitten genauer erörtert.

### **4.1. Vorteile lebender Tiere im Unterricht**

Lehnert und Köhler (2013) führen an, dass der Einsatz von Lebewesen im Unterricht *originale Begegnungen* schafft. Eschenhagen, Kattmann und Rodi (1985) sprechen hierbei von Primärerfahrungen, welche den direkten Kontakt und die Interaktion mit dem Forschungsobjekt, in diesem Fall das lebende Tier, beschreiben.

Primärerfahrungen können beim Lernenden dazu führen, dass sowohl emotionale als auch kognitive Bereiche angesprochen werden, welche beide essentielle Aspekte für das Lernen darstellen (Klingenberg, 2013). Auch Lehnert und Köhler (2013) betonen die Wichtigkeit von originalen Begegnungen mit lebenden Organismen für SchülerInnen. Durch den direkten Kontakt mit dem Lernobjekt haben Lernende die Möglichkeit stärkere Eindrücke zu sammeln, als es Filme oder Texte erzielen würden. In diesem Zusammenhang kann auf Studien verwiesen werden, welche den direkten Kontakt zu Tieren als auch Pflanzen in der

Kindheit in Zusammenhang mit einer aktiven Beschäftigung mit Natur- und Umweltschutz im Erwachsenenalter setzen (Lehnert & Köhler, 2013).

Lebende Tiere im Unterricht sind Lernobjekte, die in ihrer Authentizität nicht zu überbieten sind und somit sehr wertvolle Funktionen haben. So können in Lernenden auch relativ unbekannte Tiere, welche den SchülerInnen nicht auf den ersten Blick interessant vorkommen (unter anderem Evertebraten), durch die Möglichkeit von Primärerfahrungen Interesse und Motivation wecken (Klingenberg, 2013).

Weiters sind lebende Tiere komplexe Beobachtungsobjekte, da sie die Wahrnehmung auf unterschiedlichen Ebenen ermöglichen. Die Beobachtung beschränkt sich nicht nur auf das Visuelle (Gesichtssinn), sondern kann durch den olfaktorischen (Geruchssinn), den auditiven (Gehörsinn) und haptischen beziehungsweise taktilen (Tastsinn) Kanal erweitert werden. Die Aktivierung mehrerer Sinneskanäle kann das Wahrnehmungsvermögen der SchülerInnen um ein Vielfaches vergrößern (Eschenhagen et al., 1985).

Nach Lehnert und Köhler (2013, S. 160) sind weitere Gründe für den Einsatz von lebenden Organismen im Unterricht, dass SchülerInnen

- „- grundlegende Erfahrungen im Umgang mit Lebewesen machen,
- im Umgang mit Lebewesen biologische Arbeitsweisen erlernen,
- erfahren, wie Wissenschaftler arbeiten und wie Erkenntnisse gewonnen werden,
- positive Einstellungen gegenüber Pflanzen und Tieren gewinnen“ können.

Vergangene Studien belegen die positiven Einflüsse des Einsatzes von lebenden Tieren im Biologieunterricht. Wilde und Bätz (2009) zeigen mit ihrer Arbeit, dass es sowohl im Bereich der Motivation als auch des Wissenserwerbs zu vorteilhaften Effekten kommt. Diese Ergebnisse führen sie auf die konstruktivistisch ausgerichtete Lernumgebung zurück. Auch Meyer et al. (2011) liefern, anknüpfend an die gemäßigt konstruktivistische Lerntheorie, mit ihren Untersuchungen Belege für die Vorteile von lebenden Tieren im Unterricht.

Um die Anlehnung an die gemäßigt konstruktivistische Lerntheorie besser nachvollziehen zu können, folgt ein kurzer Einschub diese Theorie betreffend.

## **Einschub zur gemäßigt konstruktivistischen Lerntheorie**

Die gemäßigt konstruktivistische Lerntheorie vertritt die Auffassung, dass Lernen als Prozess gestaltet werden sollte, welcher die Prinzipien von Instruktion und Konstruktion verknüpft. Instruktion bezieht sich auf das Unterrichten, welche die Aufgabe des Anleitens, Erklärens, Unterstützens und Beratens hat. Hierbei wird die Rolle des Lehrenden angesprochen. Konstruktion bezieht sich auf die Position des Lernenden und beschreibt aus welchen Prozessen sich Lernen zusammensetzt (Reinmann & Mandl, 2006). Die gemäßigt konstruktivistische Lerntheorie verfolgt das Ziel, ein Gleichgewicht zwischen „expliziter Instruktion durch den Lehrenden und konstruktiver Aktivität des Lernenden“ zu finden (Reinmann & Mandl, 2006, S. 639). Dies hätte zur Folge, dass sich der Unterricht in der Schule von der Position des passiven Auswendiglernens von Faktenwissens distanzieren und stattdessen eine aktive Verbindung von Wissen und Handeln anstreben würde (Reinmann & Mandl, 2006).

Reinmann und Mandl (2006) beschreiben konstruktivistisch orientiertes Lernen als einen *aktiven, emotionalen, situativen, konstruktiven, sozialen und selbstgesteuerten* Prozess.

Laut Wilde und Bätz (2009) können durch den Einsatz von originalen Objekten, aufgrund von Primärerfahrungen, besonders die Prozessmerkmale *situativ, aktiv* und *emotional* positiv beeinflusst werden.

Mit dem Prozessmerkmal *aktiv* ist die persönliche Beteiligung der Lernenden im Sinne von motiviertem Lernen und die Ausbildung zumindest situativen Interesses im Unterricht gemeint. Situatives Interesse beschreibt die Aufmerksamkeit von SchülerInnen auf einen Gegenstand für eine bestimmte Zeit, zum Beispiel durch eine überraschende Beobachtung (Reinmann & Mandl, 2006). Die Gestaltung der Lernumgebung, zum Beispiel der Einsatz von lebenden Tieren, kann maßgeblich dazu beitragen situatives Interesse bei SchülerInnen auszulösen (Hummel et al., 2012).

Anknüpfend daran beschreibt das Prozessmerkmal *situativ* den spezifischen Kontext in dem Lernen stattfindet und welche Auswirkungen dieser auf die Bewertung der Lerninhalte als auch die Lernerfahrungen der Lernenden hat (Reinmann & Mandl, 2006). Werden die vermittelten Inhalte als persönlich bedeutsam für den/die SchülerIn empfunden, kann dies

dazu führen, dass das oben beschriebene situative Interesse erhalten bleibt (Hummel et al., 2012). Dies hat zur Folge, dass sich stabilisiertes, situatives Interesse bildet, welches eine Bereitschaft des Lernenden kennzeichnet sich mit dem Lerngegenstand zu beschäftigen (Reinmann & Mandl, 2006).

Das Prozessmerkmal *emotional* beschreibt neben der Wichtigkeit von leistungsbezogenen und sozialen Emotionen auch den Einfluss dieser auf die Motivation des Lernenden für das Lernen (Reinmann & Mandl, 2006). Somit ist dieses Prozessmerkmal eng mit dem weiter oben beschriebenen Prozessmerkmal *aktiv* verknüpft (Meyer et al., 2011). Laut Schröder et al. (2009) lässt sich Motivation im Verhalten der Lernenden durch die intensivere Beschäftigung mit dem Lernobjekt (in Schröders Fall die Maus) feststellen, welches auf ein größeres Interesse zurückzuführen ist.

Die in diesem Abschnitt erwähnten Studien führen an, dass der Einsatz von lebenden Tieren einen sehr positiven Einfluss auf verschiedene Aspekte des Lernens, hierzu zählen unter anderem Interesse, Motivation, Emotionen und Authentizität, hat.

#### **4.2. Kritikpunkte an lebenden Tieren im Unterricht**

In jüngeren Studien wird ein kritischerer Blick auf diese Thematik geworfen. Hummel und Randler (2012) zeigen mit ihrer Metaanalyse, dass ein Wissenszuwachs nicht primär vom Einsatz lebender Tiere im Unterricht abhängig ist. Diese Arbeit vergleicht den Einsatz von lebenden Tieren im Unterricht mit alternativen medialen Lehrmethoden, unter anderem einem Film, und kommt zur Erkenntnis, dass es zu keinem unterschiedlichen Wissenszuwachs in beiden Gruppen kommt. Die Videoanalyse von Schröder et al. (2009) ergab sogar, dass der Zuwachs an Fachwissen bei dem Einsatz von lebenden Tieren (Mäusen) geringer war, als jener bei einer Laptop-unterstützten SchülerInnengruppe.

Mögliche Gründe für den geringeren Wissenszuwachs können auf verschiedene Aspekte zurückgeführt werden. Hummel und Randler (2010) erwähnen als potenzielle Schwierigkeiten für SchülerInnen, den Umgang mit etwas Neuem und bislang Unbekanntem. Die größere kognitive Beanspruchung beim Umgang mit lebenden Tieren (als der Einsatz eines Laptops oder das Abspielen eines Filmes) und die leichteren Möglichkeiten von Nebentätigkeiten (durch Verlassen des Arbeitsplatzes) werden bei Schröder et al. (2009) als

mögliche Erklärungen für die geringere Aneignung von Fachwissen angeführt. Weiters wird in dieser Studie auch auf den Begriff des *extraeous load* verwiesen. *Extraeous load* beschreibt die zusätzliche Belastung, welche durch die Einbettung der Lerninhalte und Gestaltung der Lernumgebungen erzeugt wird. Diese Gegebenheiten bewirken Beanspruchungen, welche den Prozess des Lernens für SchülerInnen behindern. Laut Schröder et al. (2009) hatten die Anforderungen an die SchülerInnen mit den lebenden Tieren einen größeren *extraeous load*-Charakter als jene, welchen die SchülerInnen beim Bedienen eines Laptops ausgesetzt waren.

Die in diesem Abschnitt angeführten Studien zeigen auf, dass der Einsatz lebender Tiere im Unterricht auch keine, beziehungsweise negative Einflüsse auf den Prozess des Lernens haben kann. Diese Ergebnisse sprechen somit gegen die, vor allem in früheren Studien, vermittelte Überlegenheit lebender Tiere im Unterricht.

## **5. Forschungsobjekt *Asterina gibbosa***

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die Biologie von Seesternen gegeben, welche die Forschungsobjekte des in dieser Arbeit beforschten Lernsettings sind. Hierbei wird Bezug auf den Modellorganismus eines Seesternes genommen, da es speziell zu der Art *Asterina gibbosa* nur begrenzt Datenmaterial gibt. Anschließend erfolgt eine kurze Vorstellung des in der Schule eingesetzten Forschungsobjekts *Asterina gibbosa*.

### **5.1. Allgemein**

Dieser Abschnitt beschreibt unter anderem die Einordnung der Seesterne, die Anatomie, die Fortbewegung, die Fortpflanzung, die Ernährung und die besonderen Kennzeichen dieser Tierklasse.

#### **5.1.1. Systematik**

Seesterne (Asteroidea) gehören neben vier anderen Klassen zum Stamm der Stachelhäuter (Echinodermata) (Lytle et al., 2010). In der nachfolgenden Abbildung 3 wird die Einordnung der Klasse der Seesterne genauer dargestellt.



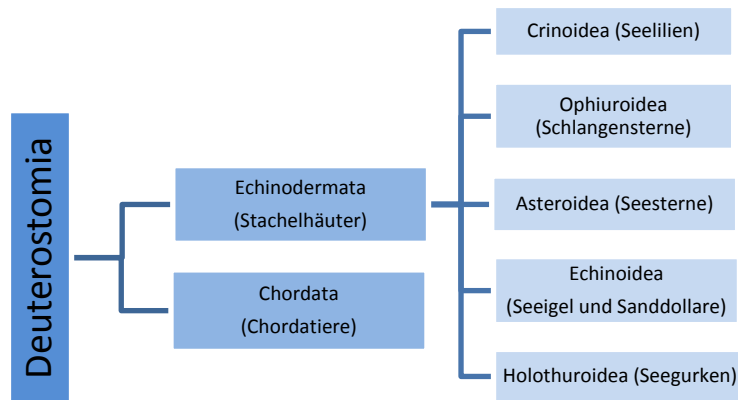


Abbildung 4: Verwandtschaftsverhältnisse des Seesterns (vgl. Lytle et al., 2010; Campell et al., 2009)

Stachelhäuter sind in der Regel sich langsam fortbewegende Tiere, obwohl es auch wenige sessile Formen gibt (Campbell et al., 2009). Da Stachelhäuter die Ionenkonzentration in ihren Körperflüssigkeiten nicht aktiv regulieren können, sind diese Tiere rein marin. Sie bevölkern alle Meere, sowohl Flachwassergebiete als auch Regionen in großer Tiefe. Ein wichtiges Charakteristikum der Stachelhäuter ist ihr Wassergefäßsystem, welches im Abschnitt Ambulakralsystem näher beleuchtet wird (Lytle et al., 2010).

### 5.1.2. Anatomie

Seesterne weisen eine sekundäre Radiärsymmetrie auf, da die Larven bilateralsymmetrisch und die Adulttiere radiärsymmetrisch sind (vgl. Hilgers & Hilgers, 2007; Lytle et al., 2010). Dieser Gestaltwechsel entspricht einer sehr ausgeprägten Metamorphose (Lytle et al., 2010). Die Pentamerie (Fünfstrahligkeit) der Tiere wird durch die Anzahl der fünf Arme bedingt, welche aber auch nach oben hin variieren kann. Einige Organe reichen sehr weit in diese Arme hinein (Hilgers & Hilgers, 2007). Die fünf Arme beziehungsweise Abschnitte um die Mittelachse werden als Ambulakren bezeichnet und die Regionen zwischen diesen als Interambulakren (Lytle et al., 2010). Viele Seesterne haben die Möglichkeit in Gefahrensituationen Arme an einer Sollbruchstelle abzuwerfen. Dies ist eine Form der Autotomie, welche ihnen einen entscheidenden Überlebensvorteil bringen kann. Die Regeneration der abgeworfenen Körperteile nimmt sehr viel Zeit in Anspruch und kann in einigen Fällen auch zur Bildung von ungewöhnlichen Körperformen führen (Campbell et al.,

2009). Dies erklärt auch die Tatsache, dass manche Seesterne unterschiedlich lange Arme aufweisen können (Lytle et al., 2010).

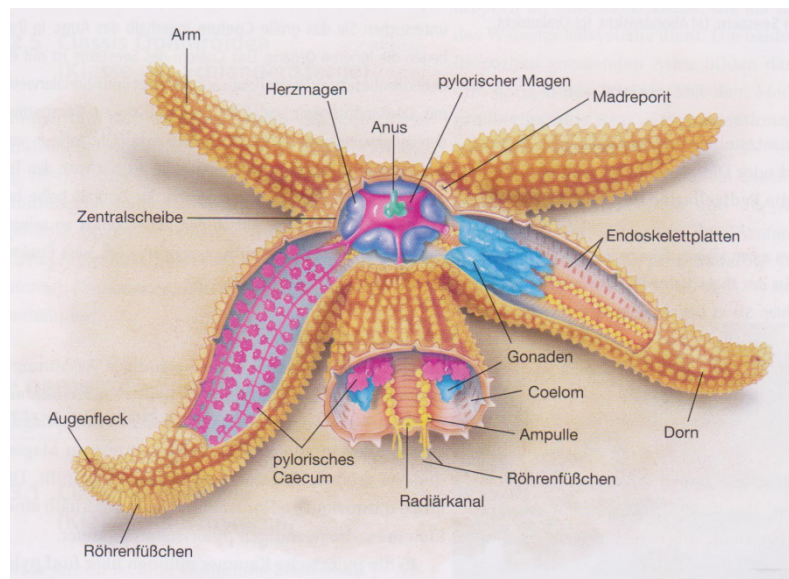


Abbildung 5: Bauplan des Seesterns (Aboralansicht) (Lytle et al., 2010, S. 278)

Der Seestern besitzt eine Oralseite (Unterseite), auf welcher die Mundöffnung liegt, und eine Aboralseite (Oberseite), welche eine mikroskopisch kleine Afteröffnung tragen kann. Die Oralseite des Seesterns ist dem Substrat, auf dem er sitzt, zugewandt. Die Afteröffnung kann bei manchen Tieren auch fehlen. Der Grund dafür ist die extraintestinale Verdauung der Seesterne, auf welche im Abschnitt Ernährung näher eingegangen wird (Hilgers & Hilgers, 2007). Die Aboralseite besitzt eine Zentralscheibe, von welcher die Arme wegführen. Am Rand der Scheibe befindet sich eine runde Kalkscheibe, welche dem Madreporiten entspricht (siehe Abschnitt 5.1.4.) (Lytle et al., 2010).

Im Inneren des Seesterns befindet sich das Coelom (sekundäre Leibeshöhle), welches von einem mit Cilien (Wimpern) besetzten Peritoneum ausgekleidet ist. Das Coelom ist mit Coelomflüssigkeit gefüllt und beherbergt die inneren Organe (Lytle et al., 2010).

### 5.1.3. Körperdecke

Seesterne besitzen ein Endoskelett (Innenskelett), welches sich aus zahlreichen kleinen Kalkplatten zusammensetzt. Der Name leitet sich von der Tatsache ab, dass es außen von

einer dünnen Gewebeschicht umlagert ist und somit innen liegt. Zahlreiche Stacheln sind über die Oberfläche des Seesternes verteilt. Hier sind weiters Pedicellarien zu finden, welche pinzettenartigen Strukturen gleichen (Lytle et al., 2010). Die Pedicellarien entsprechen umgewandelten Stacheln, welche der Oberflächenreinigung und dem Schutz gegen Fressfeinde dienen (Hilgers & Hilgers, 2007).

#### 5.1.4. Ambulakralsystem

Der Seestern besitzt ein komplexes Ambulakralsystem (Wassergefäßsystem), welches mehrere essentielle Funktionen hat. Hierzu zählen die Fortbewegung, die Nahrungsaufnahme, der Gasaustausch, die Exkretion und die Sinneswahrnehmung. Im Ambulakralsystem befindet sich eine wässrige Coelomflüssigkeit, welche in ihrer Zusammensetzung jener des Meerwassers ähnelt (Lytle et al., 2010).

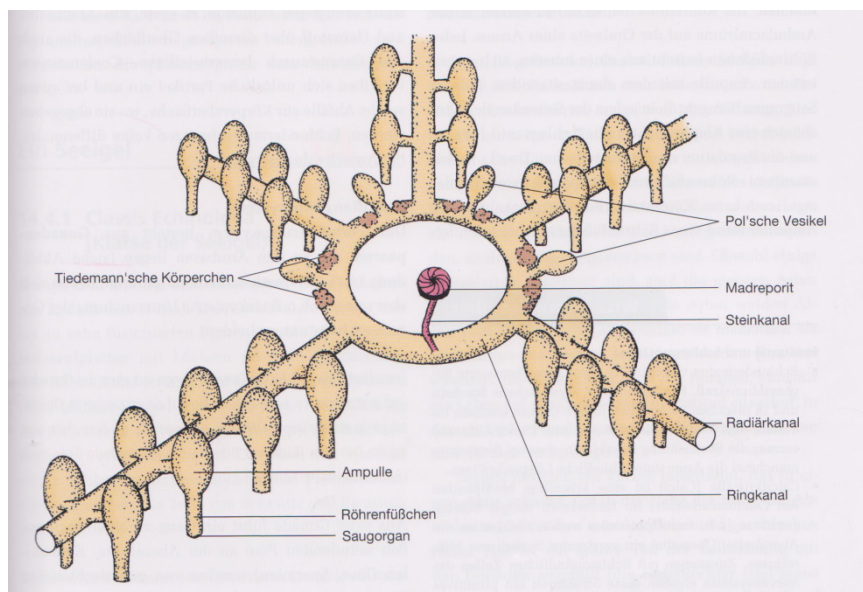


Abbildung 6: Wassergefäßsystem eines Seesternes (schematisch) (Lytle et al., 2010, S. 279)

Das Wassergefäßsystem setzt sich aus einem Ringkanal, welcher um die Mundöffnung herumführt, und Radiärkanälen, welche in die jeweiligen Arme des Seesternes führen, zusammen (Hilgers & Hilgers, 2007). Der Ringkanal ist wiederum mit einem oder mehreren Pol'schen Vesikeln (Muskelsäcken), sowie mehreren Paaren Tiedemann'sche Körper verbunden. Es wird angenommen, dass die Pol'schen Vesikel als Flüssigkeitsspeicher und

Druckregulatoren dienen. Diese Doppelaufgabe würde somit für den stetig passenden hydrostatischen Druck im Ambulakralsystem sorgen. Die Tiedemann'schen Körper spielen eine wichtige Rolle bei der Produktion von Coelomocyten. Diese entsprechen beweglichen Zellen, welche sich in der Coelomflüssigkeit fortbewegen und Fremdkörper binden, welche in den Seestern eingedrungen sind (Lytle et al., 2010).

Der Ringkanal ist über einen Steinkanal mit dem Madreporit verbunden. Dieser liegt auf der Aboralseite des Seesterns und stellt die Verbindung zwischen dem Außenmilieu und dem Inneren des Seesterns dar. Die Aufgabe dieser Struktur ist wahrscheinlich die Druckregulation des Ambulakralsystems (Lytle et al., 2010).

Auf der Oralseite aller Arme befinden sich in den jeweiligen Armmitten sogenannte Ambulakralrinnen. Auf der Oberseite dieser Rinnen verlaufen die Radiärkanäle, von denen zahlreiche Seitenkanäle abführen und schließlich in die Röhrenfüßchen übergehen. Die Röhrenfüßchen sind paarig in der Ambulakralrinne angeordnet. Ein Füßchen setzt sich aus einer im Inneren liegenden Ampulle und einem außen befindlichen Saugorgan (Saugnapf) zusammen (Lytle et al., 2010).

Das Wassergefäßsystem entspricht einem hydraulischem System, bei welchem die Flüssigkeit aktiv verschoben werden kann (Hilgers & Hilgers, 2007). Hierzu dienen unter anderem Rückschlagventile. Diese Klappen trennen die Seitenkanäle von den Radiärkanälen und sind unabhängig voneinander verschließ- beziehungsweise offenbar (Lytle et al., 2010). Die Kontraktion der Ampulle bewirkt die verstärkte Verlagerung der Coelomflüssigkeit in die Füßchen des Seesterns, wodurch diese eine Streckung erfahren. Wird hingegen die Muskulatur der Füßchen zusammengezogen, so verschiebt sich die Flüssigkeit in die Ampullen und die Füßchen verkürzen sich (Hilgers & Hilgers, 2007). Durch die Verbindung dieses hydraulischen Systems mit dem zentralen Nervensystem des Seesterns können die Bewegungen der Ambulakralfüßchen koordiniert werden, welche unter anderem dem Nahrungserwerb und der Fortbewegung dienen (Lytle et al., 2010).

Durch die Saugnäpfe am Ende der Füßchen können Seesterne sich an das Substrat haften und sich auf senkrechten Wänden fortbewegen (Campbell et al., 2009).

### **5.1.5. Fortpflanzung und Entwicklung**

Seesterne sind getrenntgeschlechtlich und weisen keinen Sexualdimorphismus auf (Hilgers & Hilgers, 2007). Die Geschlechter können nur mit Hilfe mikroskopischer Untersuchungen des Gonadeninhaltes unterschieden werden. Der Seestern besitzt Gonadenpaare, welche sich an den Armbasen befinden und den Fortpflanzungsorganen entsprechen. Die weiblichen Seesterne besitzen Eier als Keimzellen und die männlichen Exemplare Spermien (Lytle et al., 2010).

Die Gonaden sind über Gänge mit Poren, welche sich auf der Oberseite des Tieres befinden, verbunden. Die Keimzellen werden bei beiden Geschlechtern nach außen ins Meer abgegeben (Lytle et al., 2010). Die Abgabe der Gameten erfolgt gleichzeitig, da sich die Tiere gegenseitig mittels Signalstoffe stimulieren können (Campbell et al., 2009). Im Wasser findet die Befruchtung statt und es kommt zur Bildung von Zygoten. Diese entwickeln sich weiter zu bilateralsymmetrischen Larven. Bevor die aufwendige Metamorphose zum Adulttier stattfinden kann, müssen sich die Larven auf einem geeigneten Substrat festsetzen (Lytle et al., 2010). Nach der Gestaltwandlung wächst der Seestern allmählich zu seiner natürlichen Größe heran (Hilgers & Hilgers, 2007).

### **5.1.6. Verdauungssystem**

Die Mundöffnung der Seesterne ist von dem Peristom, einer weichen Membran, umgeben und ist über einen kurzen Ösophagus mit dem Magen verbunden. Der Magen besteht aus zwei Kammern (Herzkammer und pylorische Kammer) und füllt den Großteil der Zentralscheibe aus. Die pylorische Kammer liegt oberhalb der Herzkammer (Herzmagen) und aus ihr mündet jeweils ein pylorischer Gang in jeden Arm des Seesterns. Dieser teilt sich wiederum in jeweils zwei verzweigte pylorische Gänge, welche Verdauungsdrüsen entsprechen (Lytle et al., 2010). Die in ihnen gebildeten Verdauungssäfte können abgesondert werden und der Nahrungsverdauung dienen. Der Magen ist in weiterer Folge über den Enddarm mit dem auf der Oberseite befindlichen After verbunden (Campbell et al., 2009).

Der größte Teil der Seesterne sind Carnivore (Räuber) und besitzen eine extraintestinale Verdauung (Hilgers & Hilgers, 2007). Dies bedeutet, dass die Verdauung außerhalb des

Magens stattfindet. Durch die Mundöffnung kann der Seestern einen Teil seines Magens nach außen stülpen. Diese Technik wird dazu genutzt um Beutetiere, hierzu zählen wirbellose Tiere wie zum Beispiel Muscheln, Schnecken, Ringelwürmer, Stachelhäuter aber auch kleine Fische, einzuschließen. Die Tiere werden durch diese Methode oftmals im Ganzen aufgenommen. Die Verdauung findet normalerweise in der Herzkammer des Magens mit Hilfe der Verdauungsenzyme der pylorischen Gänge statt. Unverdauliche Reste werden letztlich wieder nach außen abgegeben (Lytle et al., 2010).

#### **5.1.7. Nervensystem und Sinnesorgane**

Das Nervensystem der Seesterne ist relativ einfach. Um die Mundhöhle verläuft ein Nervenring, von welchem jeweils ein Radiärnerv in jeden Arm des Seesterns abgezweigt wird. An der Spitze jedes Armes befindet sich ein pigmentierter Augenfleck und ein Sinnestentakel (Lytle et al., 2010). Weiters können Seesterne Chemorezeptoren und andere reizempfindliche Rezeptorzellen besitzen (Hilgers & Hilgers, 2007).

#### **5.2. *Asterina gibbosa***

Die Art *Asterina gibbosa* zählt zur Klasse der Asteroidea. Der Seestern kann einen Durchmesser (Arm- zu Armspitze) von bis zu fünf Zentimetern erreichen. Er besitzt in den meisten Fällen fünf kurze Arme, welche abgerundete Spitzen aufweisen. Die Farbe von *Asterina gibbosa* kann zwischen grün, braun und orange variieren. Die Lebensspanne der Tiere beträgt durchschnittlich fünf bis sechs Jahre, wobei größere Individuen höchstwahrscheinlich ein höheres Alter aufweisen (Crump & Emson, 1983).

*Asterina gibbosa* ist hauptsächlich nachtaktiv, da er sehr empfindlich auf Lichteinstrahlung reagiert. Tagsüber ist er häufig unter Felsen und Steinen zu finden. Gegenüber Temperaturschwankungen ist der Seestern weniger empfindlich, wobei jedoch eine Temperatur über 35°C den Tod des Tieres bedeutet. *Asterina gibbosa* zeigt weiters eine gewisse Toleranz gegenüber Sauerstoffmangel und kann chemische Reize, wie etwa die Gerüche von Nahrung, wahrnehmen (Crump & Emson, 1983).

Die Nahrungsaufnahme findet primär nachts statt. Dabei stülpt das Tier einen Teil seines Magens über die Oberfläche von Steinen oder Felsen aus. Mit Hilfe der Abgabe von

Verdauungsenzymen findet eine extraintestinale Verdauung statt. Untersuchungen des Fressverhaltens der Tiere haben gezeigt, dass diese sich entgegen der herrschenden Meinungen nicht hauptsächlich carnivor ernähren. Die Hauptnahrung von *Asterina gibbosa* sind viel mehr Kieselalgen, Bakterien und Überreste abgestorbener Mikroorganismen, welche sich auf der Oberfläche von Steinen und Felsen befinden. Seesterne können längere Perioden ohne Nahrung mit Hilfe körpereigener Reservestoffe überleben (Crump & Emson, 1983).

Die Tiere sind protandrische Zwitter, wobei mit durchschnittlich vier Jahren ein Geschlechtswechsel von männlich zu weiblich erfolgt. Große Individuen können sowohl Ei- als auch Spermienzellen aufweisen, wodurch eine Selbstbefruchtung erfolgen kann. Die Hauptfortpflanzungsmethode ist jedoch jene der externen Befruchtung im Meerwasser (Crump & Emson, 1983).

## Teil II: Empirischer Teil

### 1. Forschungsfrage

Die konstruktivistische Lerntheorie betont in Bezug auf Lehren und Lernen die Wichtigkeit von Präkonzepten. Für Gropengießer und Kattmann (2013) sind Vorstellungen, welche SchülerInnen in den Unterricht mitbringen, Lernvoraussetzungen und Lernmittel. Nach Aufschnaiter et al. (1992) ist unter Lernen ein Prozess zu verstehen, bei dem ein Individuum durch Konfrontationen mit der Welt aktiv Vorstellungen konstruiert oder unter bestimmten Bedingungen bereits bestehende Vorstellungen verändert.

Forschendes Lernen ist eine Lehr-/Lernmethode, welche diese aktive Konstruktionsleistung des Lernens in den Fokus stellt und es Lernenden ermöglicht, selbstbestimmt in einem Forschungszyklus fachwissenschaftliche Inhalte zu erarbeiten.

Eberbach und Crowley (2009) problematisieren jedoch, dass diesem aktiven Konstruktionsprozess Grenzen gesetzt sind. Lässt man Lernende beim Forschenden Lernen nur auf Basis ihrer Vorkenntnisse und Vorstellungen arbeiten, kommt es in den meisten Fällen nicht zu einer vertieften Auseinandersetzung mit dem Forschungsgegenstand und in weiterer Folge nicht zur Ausbildung einer authentischen naturwissenschaftlichen Beobachtungsweise.

Diese Erkenntnisse aus der fachdidaktischen Forschung werden zum Anlass genommen in dieser Diplomarbeit genauer zu untersuchen, warum Forschendes Lernen ohne notwendigen fachwissenschaftlichen Input nicht zu vertieftem Lernen führt. Es wird dabei eine explorative Forschungshaltung eingenommen und eine Fallstudie durchgeführt.

Bei der beforschten Lernumgebung handelt es sich um ein im Biologieunterricht durchgeführtes Projekt zum Thema *Forschendes Lernen mit Seesternen*. Zum Forschungsobjekt Seestern wurde zuvor kein fachlicher Input gegeben und es wurde Level 2 (*Guided Inquiry*) des Forschenden Lernens im Unterricht gewählt.

Schülervorstellungen, welche beim Forschenden Lernen auftreten, werden verfolgt und es wird untersucht, wie diese sich im Laufe des Lernprozesses verändern. Aus den gesammelten Erkenntnissen soll in weiterer Folge der Einfluss von Forschendem Lernen, mit



besonderer Berücksichtigung der Beobachtungsweise der Lernenden, auf Präkonzepte geklärt werden.

Die daraus resultierende Forschungsfrage dieser Diplomarbeit lautet:

Wie wirkt sich eine Lernumgebung zum Forschenden Lernen mit einem lebenden Organismus auf das Lernen der SchülerInnen aus?

Die Folgefrage lautet:

Wie verändern sich die Schülervorstellungen während des Forschenden Lernens?

## 2. Forschungsmethoden

Für die Beantwortung der Forschungsfrage wurde ein qualitativer Forschungsansatz gewählt. Die teilnehmende Beobachtung dient als Feldforschungsmethode und für die Auswertung der empirischen Untersuchung kommt die *Grounded Theory* als Datenanalysemethode zum Einsatz. Zusätzlich wurde eine linguistische Sprachanalyse eingesetzt.

### 2.1. Teilnehmende Beobachtung

Eine Standardmethode der Feldforschung ist die teilnehmende Beobachtung. Dieses Erhebungsverfahren dient der Datensammlung für qualitative Analysen (Mayring, 2002). Hierbei spielt der/die BeobachterIn eine aktive Rolle und nimmt persönlich an der sozialen Situation, die beforscht wird, teil. Durch die Teilnahme am Alltagsleben der zu untersuchenden Personen erhält der/die BeobachterIn einen Zugang zu deren natürlicher Lebenswelt (Lamnek, 1995).

Bei der teilnehmenden Beobachtung kann die Rolle des/der Beobachters/Beobachterin unterschiedlich angesetzt sein, wobei vier Typen differenziert werden können: *Vollständige Teilnahme*, *Teilnehmer als Beobachter*, *Beobachter als Teilnehmer* und *Vollständige Beobachtung*. Diese Formen unterscheiden sich nach der Beobachtungsintensität und der Identifikation des/der Forschers/Forscherin mit dem zu beforschenden Feld (Lamnek, 1995).

Bei der *Vollständigen Teilnahme* erfolgt eine völlige Identifikation des/der Beobachters/Beobachterin mit dem zu untersuchenden Feld. Dabei ist den Beforschten die Identität des/der Forschers/Forscherin nicht bekannt und die Beobachtung somit verdeckt. Dieser Typ der teilnehmenden Beobachtung birgt die Gefahr einer geringen Beobachtungsintensität, durch die Intensität der Teilnahme in dem zu beforschenden Feld (Lamnek, 1995).

Der *Teilnehmer als Beobachter* beschreibt eine Form, in welcher der/die ForscherIn primär TeilnehmerIn und sekundär BeobachterIn ist. Die Beforschten sind sich somit der Rolle des/der Beobachters/Beobachterin bewusst. Die Beobachtungsintensität ist ausgeprägter als bei der *Vollständigen Teilnahme*, doch auch hier besteht die Gefahr der zu intensiven Identifikation mit dem Forschungsfeld (Lamnek, 1995).

Eine umgekehrte Rollenverteilung findet sich bei dem *Beobachter als Teilnehmer*. Hierbei ist dem/der BeobachterIn eine Teilnahme an der Forschungssituation möglich, jedoch liegt das Hauptaugenmerk auf der Beobachtung. Dies kann zur Folge haben, dass der/die ForscherIn aufgrund einer zu geringen Identifikation mit dem Forschungsfeld die gesammelten Informationen nicht in einen korrekten Zusammenhang bringen und somit missverstehen kann (Lamnek, 1995).

Der vierte Typ der teilnehmenden Beobachtung ist die *Vollständige Beobachtung*. Der/die ForscherIn nimmt nicht an der Forschungssituation teil und richtet seinen/ihren Fokus auf die reine Beobachtung des Forschungsfeldes. Dies entspricht der höchsten Beobachtungsintensität, wobei gleichzeitig die Gefahr von Missverstehen am größten ist, da der/die BeobachterIn keine soziale Interaktion mit den Beforschten hat (Lamnek, 1995).

Diese vier Typen von teilnehmender Beobachtung entsprechen idealtypischen Beschreibungen, wohingegen in der Realität ein Kontinuum an möglichen ForscherInnenrollen zwischen den beiden Extremen (*Vollständige Teilnahme* und *Vollständige Beobachtung*) existiert (Lamnek, 1995).

Bei der teilnehmenden Beobachtung handelt es sich weiters um keine voll standardisierte Methode, welche zum Beispiel mit einem Beobachtungsbogen arbeiten würde und dadurch die Beobachtungsdimensionen genau festlegen würde (Mayring, 2002). Die teilnehmende Beobachtung kann als unstrukturiert bezeichnet werden, da sie keinem zuvor entwickelten Beobachtungsschema folgt (Lamnek, 1995).

Ich wählte die teilnehmende Beobachtung als Erhebungsmethode aus verschiedenen Gründen. Der Wichtigste ist, dass dem/der ForscherIn ein anderer Einblick in das Geschehen gewährt wird, als es einem passiven, außenstehenden Beobachter möglich wäre (Mayring, 2002). Es ist somit möglich „näher am Gegenstand zu sein“ und dadurch Daten zu sammeln, welche nur durch eine Innenperspektive zugänglich sind, um in weiterer Folge Erkenntnisse zu gewinnen, welche durch eine Außensicht nicht eröffnet werden können (Mayring, 2002, S. 80). Dies bietet die Möglichkeit, komplexe Zusammenhänge zu erkennen, welche mir ansonsten verschlossen blieben.

Für meine Forschungsarbeit wählte ich die dritte (*Beobachter als Teilnehmer*) dieser vier Varianten. Dabei wollte ich meine Rolle als Beobachterin den zu beforschenden

SchülerInnen offen darlegen, jedoch den Zweck meiner Beobachtung nur oberflächlich erläutern. Dies sollte verhindern, dass die Lernenden durch das Wissen des Forschungsziels die Beobachtungssituationen verfälschen würden (Lamnek, 1995).

Durch die Teilnahme an der Forschungssituation habe ich die Möglichkeit, eine soziale Interaktion mit den SchülerInnen zu etablieren. Besonders in Situationen von Unklarheit oder Fragen meinerseits kann ich somit in *face-to-face*-Aktionen in Kontakt mit den SchülerInnen treten. Somit verringert sich die Gefahr von Missverstehen und ich erlange einen authentischen Einblick in die Lebenswelt der Lernenden.

Da ich zur Zeit der Beobachtung der Forschungssituation noch kein konkretes Forschungsziel für meine Diplomarbeit formuliert hatte, kam mir weiters die unstrukturierte beziehungsweise nicht standardisierte Form dieser Erhebungsmethode zugute. Dies bedeutete, dass ich mir im Vorhinein kein genau definiertes Beobachtungsschema erarbeiten musste.

Die Tatsache der fehlenden Definition meines Forschungszwecks am Beginn meiner Arbeit führte mich in weiterer Folge zu der Analysetechnik der *Grounded Theory* für die Auswertung des über die teilnehmende Beobachtung gesammelten Datenmaterials.

## **2.2. *Grounded Theory***

Die *Grounded Theory* ist eine bewährte Methode zur qualitativen Datenanalyse und Theoriebildung in der empirischen Sozialforschung. Doch was bedeutet *Grounded Theory* genau?

Die *Grounded Theory* wurde in den frühen 1960er Jahren von den beiden Sozialforschern Anselm Glaser und Barney Strauss während einer Feldstudie entwickelt. Es ist eine Analysemethode, welche den Zweck hat „eine Theorie zu generieren und zu überprüfen“ (Strauss, 1994, S. 19). Das bedeutet, dass die Theorie, welche bei diesem qualitativen Analyseverfahren gewonnen wird, auf empirischem Datenmaterial basiert und immer wieder durch dieses bestätigt und erweitert wird. Der Name *Grounded Theory* beruht auf der Grundlage, dass die empirischen Daten das Fundament für die Theorie darstellen (Strauss, 1994). Anders formuliert ist das Ziel der *Grounded Theory* gegenstandsbezogene

und verständliche Theorien zu entwickeln, welche auf empirische Forschung zurückzuführen sind (Lamnek, 1993).

Das zentrale Konzept der *Grounded Theory* ist, dass Annahmen und in weiterer Folge Hypothesen, welche sich im Laufe der Datenanalyse bilden, als vorläufig angesehen werden und einer ständigen Überprüfung mit dem gesammelten Datenmaterial ausgesetzt werden. Nur so kann sich eine Hypothese ausreichend verdichten, wodurch diese dann den Status einer Theorie erreicht. Ein häufiger Fehler ist es sich zu schnell auf eine Hypothese zu konzentrieren, da man so den Blick für das Ganze verliert. Eine solche Perspektivenverengung würde das Ende einer tiefgreifenden und umfassenden Analyse bedeuten, da auf diese Weise der Blick auf andere Aspekte und Ergebnisse des Datenmaterials verloren gehen würde (Strauss, 1994).

Die Art der Daten für die Theoriengenerierung wird in der *Grounded Theory* nicht eingeschränkt und kann sich auch aus unterschiedlichen Materialien (Interviews, Transkripte von Gruppengesprächen, Zeichnungen usw.) zusammensetzen (Strauss, 1994).

Zu Beginn der Datenanalyse ist es essentiell, sich der Flut an Daten zu stellen und diese auf sich einwirken zu lassen. Der/die ForscherIn muss sich möglichst unvoreingenommen in das Forschungsfeld begeben, da vorgefasste Meinungen und Hypothesen, wie oben erwähnt, den Blick auf das Große und Ganze verhindern würden. Im Laufe der Beschäftigung mit den Daten werden diese aufgebrochen, damit eine Interpretation des Datenmaterials auf höheren Abstraktionsebenen stattfinden kann. Mittels des Kodierverfahrens ist es möglich, das Datenmaterial systematisch aufzuschlüsseln und daraus erste Kategorien zu entwickeln. Bei der weiteren Analyse kann sich der/die ForscherIn von diesen leiten lassen und so Hypothesen generieren. Zu bedenken ist aber, dass sich nicht jede aufkommende Kategorie als zielführend erweisen wird. Im Laufe der Datenanalyse ist eine gleichzeitige Beschäftigung mit verschiedenen Hypothesen üblich, welche sich aus zunächst unzusammenhängenden Teilen zu einem zusammenhängenden Ganzen verknüpfen lassen. Die daraus abgeleiteten Schlüsselkategorien stellen das Rückgrat der Theorie der Forschungsarbeit dar, welche durch stete Beschäftigung mit dem Datenmaterial genügend verdichtet und überprüft worden ist (Strauss, 1994).

Allgemein kann gesagt werden, dass bei der *Grounded Theory* die Prozesse der Datenerhebung, Analyse, Hypothesenbildung und Theorieentwicklung gleichzeitig

stattfinden und sich wechselseitig beeinflussen. Diese Eigenschaft stellt den großen Unterschied der *Grounded Theory* zu anderen qualitativen Analysemethoden dar und ist gleichzeitig einer ihrer größten Vorteile (Strauss, 1994). Aufgrund des parallelen Verfahrens der einzelnen Schritte und der sich ständig weiterentwickelnden Theorie müssen neu auftretende Aspekte und Hypothesen nicht krampfhaft in vorgegebene und somit starre Kategorien gepresst werden, sondern können bis zum Schluss als Erweiterung und Zusätze ihre Relevanz beweisen. Mittels dieses Vorgehens und des stetigen Ergänzens der Theorie kommt es zur Entstehung einer dicht gepackten und mittels Daten gut gefestigten Theorie, welche einer Forschungsarbeit Glaubwürdigkeit und Tiefgang verleiht (Lamnek, 1993).

Hierbei darf nicht vergessen werden, dass die Möglichkeit der ständigen Ergänzung und Erweiterung auch einen Nachteil mit sich führt. Wann der Prozess der Datenaufnahme, Hypothesenbildung und Theorienentwicklung zum Abschluss kommt, ist bei der *Grounded Theory* nicht klar definiert und für viele ForscherInnen schwer zu erkennen. Im Grunde hängt es von der Meinung und Einstellung des/der ForscherIn ab und unterliegt somit einem willkürlichen und individuellen Prozess (Lamnek, 1993).

Der Grund, warum diese Datenanalysetechnik die Methode meiner Wahl wurde, ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass sie speziell für Forschungen von Vorteil ist, bei denen das Forschungsziel noch nicht genau abgesteckt ist. Wie bereits oben erwähnt, kann eine vorzeitige Einschränkung der Analysedimensionen den Nachteil mit sich führen, dass bestimmte Kategorien vorgegeben sind und man zwanghaft versuchen muss, die empirischen Daten in dieses Schema zu pressen. Durch die Gleichzeitigkeit der Datensammlung, Analyse, Hypothesenbildung und Theorieentwicklung findet eine ständige intensive Beschäftigung mit dem Forschungsgegenstand statt und somit kann eine Entwicklung in jede Richtung erfolgen, welche das Datenmaterial in sich trägt. Diesen großen Vorteil der *Grounded Theory* empfand ich sehr passend für meine Forschungsarbeit. Ich war somit nicht von Anfang an gezwungen, mich auf starre Forschungsfragen zu konzentrieren, welche sich im schlechtesten Fall mit meinem Datenmaterial nicht hätten ausreichend beantworten lassen können, sondern hatte die Möglichkeit, dass sich die Forschungsfragen aus meiner Datensammlung langsam entwickeln konnten und praktisch selbstständig Form annehmen konnten.

### 2.3. Linguistische Sprachanalyse

Der zunächst offene Zugang in das Forschungsfeld konnte mit Hilfe der *Grounded Theory* eingeeengt werden. Die mit dieser Datenanalyse gesammelten Theorien halfen dabei ein konkretes Forschungsziel zu finden und im Zuge dessen eine Forschungsfrage zu formulieren. Für die Analyse wurden die Transkripte der Gruppengespräche in den einzelnen Unterrichtseinheiten herangezogen.

Im Zuge der *Grounded Theory* wurde eine zusätzliche Methode hinzugezogen, welche dabei half, die durch die *Grounded Theory* entwickelten Hypothesen zu Schlüsselkategorien von Schülervorstellungen zu verdichten. Hierbei handelt es sich um eine linguistische Sprachanalyse, wobei die Transkripte der SchülerInnenengespräche nach bestimmten formalen Merkmalen untersucht wurden. Diese halfen dabei, spezielle Kategorien von Wortarten zu definieren, welche in weiterer Folge die Schlüsselkategorien nachvollziehbar machen und belegen.

### 2.4. Transkriptionsregeln

Die in dieser Diplomarbeit enthaltenen Transkriptausschnitte können sowohl Wort- und Satzwiederholungen, abgebrochene Wörter und Sätze, sowie Dialektausdrücke enthalten, da eine wörtliche Verschriftlichungsform gewählt wurde. Alle Aussagen, welche Rückschlüsse auf die SchülerInnen ermöglichen, wie etwa Namen oder sonstige persönliche Angaben, wurden anonymisiert.

Bei der Einfügung von Transkriptauszügen im Ergebnisteil ist jedem Auszug eine genaue Kategorisierung beigelegt, welche Angaben über die Unterrichtseinheit, die Gruppe und die Zeile beziehungsweise Zeilen, über welche dieser sich erstreckt, liefert. Diese Informationen sind in eckigen Klammern hinter den jeweiligen Ausschnitten gesetzt.

Beispiele:

[2, MJ, 27] ... zweite Einheit, Gruppe MJ, Zeile 27

[3, JJ1, 321-329] ... dritte Einheit, Gruppe JJ1, Zeilen 321-329

Die Sprechenden werden zu Anfang jeder Aussage mit einem Symbol gekennzeichnet. Die SchülerInnen erhalten das Kürzel  $S_{w/m}$ , wobei der im Index stehende Buchstabe das

Geschlecht der Lernenden anzeigt. Zusätzliche Zahlen im Index helfen dabei SchülerInnenaussagen voneinander zu unterscheiden. Die Lehrerin wird mit dem Buchstaben L und die teilnehmende Beobachterin mit einem tB abgekürzt. Innerhalb von Transkriptausschnitten werden unterschiedliche Transkriptionszeichen benutzt, um bestimmte Sachverhalte festzuhalten. Die gesamten Symbole können in der anschließenden Tabelle 1 nachgelesen werden.

S <sub>w</sub>	Schülerin
S <sub>m</sub>	Schüler
L	Lehrerin
tB	teilnehmende Beobachterin
(...)	Auslassung einer Textpassage
(-)	Satz- beziehungsweise Wortabbruch
(unv.)	unverständliche Äußerung
(Beschreibung)	zusätzliche Informationen zum besseren Verständnis des Transkriptausschnittes

Tabelle 1: Transkriptionslegende

### 3. Forschungsfeld

Im Rahmen des Projektes der KiP3 (*Kids Participation in Research*) des Kompetenzzentrums für Didaktik der Biologie (AECC Biologie) wurde ein passendes Forschungsfeld für die Diplomarbeit gefunden.

KiP ist ein partizipatives, biologiedidaktisches Forschungsprojekt, in welchem SchülerInnen gemeinsam mit WissenschaftlerInnen zu biologischen und biologiedidaktischen Fragestellungen forschen. Die dabei gewählte Lehr-/Lernmethode ist das Forschende Lernen. Die derzeitige Projektphase ist KiP3 (2012-2014), in welcher KiP-Lerneinheiten entwickelt werden, um SchülerInnen authentisches Forschendes Lernen im Biologieunterricht näher zu bringen. An diesem Vorhaben sind sechs Biologielehrerinnen, deren SchülerInnen und BiologiedidaktikerInnen des AECC Biologie beteiligt (AECC-Biologie, 2012).



Die Forschungsarbeit wurde in einer Oberstufenklasse eines Wiener Realgymnasiums durchgeführt. Besagte Klasse (vier ♀, 12 ♂) machte im Zuge des Naturwissenschaftlichen Labors (Pflichtfach der Oberstufe des Realgymnasiums) ein Projekt zum Thema *Forschendes Lernen mit Seesternen (Asterina gibbosa)*.

#### **4. Forschungsablauf**

Das Projekt mit den Seesternen umfasste drei doppelstündige Einheiten, welche am 18. November, 2. Dezember und 16. Dezember 2013 am Nachmittag stattfanden. Diese Unterrichtsstunden, welchen ich als teilnehmende Beobachterin beisaß, wurden mittels Audiogeräte aufgenommen. Abschließend wurde eine einstündige Einheit zur Reflexion des Forschungsprojektes der SchülerInnen und Fertigstellung ihrer Protokolle am 17. Dezember 2013 im Biologieunterricht gehalten.

Die Lehr-/Lernmethode des Forschenden Lernens entsprach in allen drei Unterrichtseinheiten der *Guided-Form*. Dies bedeutet, dass die SchülerInnen die jeweiligen Aufgabenstellungen beziehungsweise Forschungsfragen von der Lehrperson vorgegeben bekamen. Das exakte Untersuchungsdesign, die Analyse der Ergebnisse und die Schlussfolgerungen wurden den Lernenden überlassen. Die SchülerInnen erhielten im Vorfeld seitens der Lehrerin keinen fachlichen Input über die Forschungstiere. Auch innerhalb der Unterrichtseinheiten gab die Lehrperson keine fachlichen Informationen über den Seestern preis und verwies stattdessen auf selbstständige Recherchearbeit der SchülerInnen.

In den folgenden Unterpunkten wird ein Überblick über die erste Kontaktaufnahme meinerseits mit den SchülerInnen geliefert und anschließend eine Kurzbeschreibung der jeweiligen drei Unterrichtseinheiten gegeben.

##### **4.1. Kontaktaufnahme mit den SchülerInnen**

Nach Absprache mit meiner Betreuerin und der Lehrerin entschied ich, mich vor Beginn des Projektes der Klasse vorzustellen. Damit wollte ich den SchülerInnen die Möglichkeit geben mich kennenzulernen und ihnen meine Absichten erläutern. Auf diesem Wege versuchte ich

weilers den Einstieg in mein Forschungsfeld zu schaffen und mich als teilnehmende Beobachterin auszuweisen.

Am Donnerstag, dem 14. November 2013, besuchte ich die Klasse. Die SchülerInnen und ich formten einen Sesselkreis, wodurch ich auf Augenhöhe mit ihnen reden konnte. Ich sagte ein paar Worte über meine Person, kündigte meine Anwesenheit im kommenden Seesternprojekt an und erklärte den Zweck dahinter. In einer offenen Fragerunde konnten die SchülerInnen mir für sie offen gebliebene Fragen stellen.

Weiters erklärte ich ihnen, dass es für meine Diplomarbeit sehr wichtig wäre, ihre Gruppengespräche auditiv aufnehmen zu können, da dies meine spätere Analyse erleichtern würde. Dabei versicherte ich ihnen komplette Anonymität ihrerseits und die alleinige Verwendung des erhaltenen Datenmaterials für wissenschaftliche Zwecke. Die SchülerInnen wirkten sehr interessiert und stimmten freiwillig und einstimmig einer auditiven Datenaufnahme zu. Wenn die Lernenden dieser Form der Datenaufnahme nicht zugestimmt hätten, hätte dies eine erschwerte Ausgangsbedingung für meine Forschungsarbeit bedeutet. In diesem Fall hätte ich mich nur auf eine handschriftliche Mitschrift des Stundenverlaufs meinerseits beziehen können. Daher war die Zustimmung der SchülerInnen ein sehr wichtiger Meilenstein meiner Diplomarbeit, da somit eine umfassendere Dokumentation des Forschungsprojektes gewährleistet war.

## **4.2. Unterrichtseinheit 1**

Die erste Unterrichtseinheit wurde am Montag, den 18.11.2013, im Biologiesaal der Schule abgehalten. In der zweistündigen Einheit waren nur acht SchülerInnen (drei ♀, fünf ♂) von der insgesamt 16 SchülerInnen fassenden Klasse anwesend, da die übrigen SchülerInnen einer zeitgleichen außerschulischen Exkursion beiwohnten.

Die Lehrerin startete die Stunde mit einem Sesselkreis, wobei sie die SchülerInnen nach ihren Erinnerungen bezüglich der letzten Stunde des Naturwissenschaftlichen Labors befragte. Im Zuge dessen beschrieb sie den Lernenden den weiteren Ablauf des Seesternprojektes. Hierzu zählten der zeitliche Rahmen für das Projekt und die Aufgabenstellungen, welche die SchülerInnen zu erfüllen hatten. Im Anschluss daran mussten die Lernenden Zweiergruppen bilden und erhielten ihren Arbeitsauftrag für diese

Unterrichtseinheit. Dieser beinhaltete das Zeichnen eines Seesternes mit Hilfe eines Binokulars und die anschließende Beschriftung der Skizzen. Hierzu konnte sich jede Gruppe einen Seestern aus dem Klassenaquarium nehmen und an ihren Sitzplätzen in einer Blockschale mit Wasser deponieren. Die SchülerInnen hatten die Aufgabe durch genaue Beobachtung der Seesterne Strukturen und Merkmale zu erkennen, welche sie mit ihren eigenen Worten beschreiben mussten und mögliche Funktionen erklären sollten.

Während des Unterrichts wanderte die Lehrerin immer wieder zu allen Gruppen um deren Arbeitsfortschritte zu begutachten. Aufkommende Fragen über den Seestern wurden von ihr bewusst nicht beantwortet und auf eine selbstständige Beobachtung oder Recherche verwiesen. Am Ende der Einheit wurden die Seesterne zurück ins Aquarium gegeben und die Skizzen der Biologielehrerin ausgehändigt.

### **4.3. Unterrichtseinheit 2**

Am Montag, den 2.12.2013, fand die zweite Unterrichtseinheit zum Thema Seesterne statt. Die Klasse bestand diesmal aus 15 SchülerInnen (vier ♀, elf ♂) und war somit deutlich größer als in der letzten Unterrichtseinheit. Wiederum begann der Unterricht mit einem Sesselkreis. Die Lehrerin bat die SchülerInnen, welche beim letzten Mal anwesend gewesen waren, um eine kurze Wiederholung der Laboreinheit. Weiters teilte sie die in der ersten Einheit abgegebenen Skizzen aus. Danach besprach sie mit der gesamten Klasse mögliche Forschungsfragen über den Seestern, welche die Lernenden interessierten. Anschließend gab die Lehrperson den SchülerInnen ihren Arbeitsauftrag für diese Laboreinheit. Dieser lautete, dass die Lernenden Umdrehexperimente mit den Seestern machen sollten und in Folge dessen auftretende Veränderungen feststellen sollten. Mit Umdrehexperimenten war das schülerinduzierte Umdrehen des Tieres auf dessen Oberseite und das darauf folgende selbstständige Zurückdrehen der Seesterne auf deren Unterseite gemeint. Diese Zeitspanne sollte gemessen werden und anschließend in einem Diagramm festgehalten werden. Die Anzahl der Versuchstiere, sowie die Anzahl der Umdrehungen, wurde den SchülerInnen frei überlassen.

Abschließend sollte von den SchülerInnen ein Protokoll abgegeben werden, welches nach dem Design *Hypothese-Durchführung-Ergebnis-Schlussfolgerung* gestaltet werden sollte.

Hierzu gab die Lehrerin den SchülerInnen ein Arbeitsblatt als Hilfestellung, welches die einzelnen Punkte eines Protokolls näher beschrieb.

Die SchülerInnen fanden sich in drei Zweiergruppen und drei Dreiergruppe zusammen. Die Versuche wurden am Platz durchgeführt, wobei sie die Seesterne wiederum in Blockschälchen deponierten. Die Lernenden sollten das Protokoll dieser Einheit am Ende der Stunde der Lehrerin abgeben. Jene, welche noch etwas Zeit brauchten, durften ihre Aufzeichnungen am nächsten Tag nachbringen.

#### **4.4. Unterrichtseinheit 3**

Die dritte doppelstündige Unterrichtseinheit fand am Montag, den 16.12.2013, im Biologiesaal statt. Zu Beginn der Stunde sammelten sich die 15 SchülerInnen (vier ♀, elf ♂) in einem Sesselkreis. Die Lehrerin wiederholte mit der Klasse die letzte Laboreinheit und besprach mit ihnen die, in der zweiten Einheit, abgegebenen Protokolle.

Danach gab die Lehrerin den SchülerInnen ihren dritten und somit letzten Arbeitsauftrag. Dieser behandelte Fütterungsexperimente bezüglich der Seesterne. Hierzu hatte die Lehrperson unterschiedliche Futtersorten (Tubifex als Lebendfutter und verschiedene Totfutterproben) aus dem Zoofachgeschäft besorgt. Die Lernenden hatten die Aufgabe entweder das Fressverhalten oder den Fressvorgang der Seesterne zu dokumentieren und in einem Protokoll festzuhalten.

Die SchülerInnen sammelten sich in den gleichen Zweier- beziehungsweise Dreiergruppen, wie in der zweiten Laboreinheit. Auch diese Experimente wurden wieder in Blockschälchen am Sitzplatz durchgeführt.

Das Protokoll konnte am Ende der Stunde abgegeben werden oder, wenn eine weitere Bearbeitung nötig war, in der nächsten Unterrichtseinheit nachgereicht werden.

## **5. Ergebnisse**

Bei der Auswertung der Daten wurde der Fokus auf die Präkonzepte der SchülerInnen gelegt. Da die Lehrerin im Vorfeld keinen fachlichen Input über das Lebewesen gegeben hat, stellt das Projekt den ersten direkten Kontakt der SchülerInnen mit den Seesternen dar. Dabei greifen die Lernenden auf unterschiedliche Vorstellungen zurück, welche auf Grundlage persönlicher Erfahrungen entwickelt wurden.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in zwei Teilen. Im ersten werden die Erkennungskriterien, welche die Existenz von Schülervorstellungen anzeigen, angeführt. Anschließend erfolgt eine Aufschlüsselung und inhaltliche Klärung der herangezogenen Präkonzepte. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf eine Veränderung der Präkonzepte gelegt.

### **5.1. Kriterien zur Erkennung von Schülervorstellungen**

Die Aussagen der Lernenden geben Aufschluss darüber, ob sie Präkonzepte heranziehen. Wie die Analyse zeigte, lassen sich formale Merkmale definieren, welche das Vorliegen von Präkonzepten anzeigen. Die linguistische Analyse der SchülerInnenaussagen spielt somit eine entscheidende Rolle, um die Präkonzepte der Lernenden aufzudecken und zu belegen.

Die formalen Erkennungskriterien von Präkonzepten lassen sich anhand der Wortarten zu Kategorien zusammenfassen. Hierzu zählen Adverbien, Adjektive, Verben, Substantive, Konjunktionen und Interjektionen. Die Aussagen der SchülerInnen wurden nach diesen Wortarten untersucht und den entsprechenden Gruppen zugeordnet.

Die ausgewählten Sätze sind Einzelaussagen der SchülerInnen, in welchen sowohl ein, zwei oder mehrere Kennzeichen für Präkonzepte beinhaltet sein können. Manche der angeführten Sätze kommen vermehrt vor, da in den Untergruppen der Kriterien nur die jeweils relevanten Wortarten besprochen werden.

Die zentrale Aufgabe der Kriterien ist das Kennzeichnen des Vorhandenseins von Präkonzepten. Das Augenmerk muss jedoch gleichzeitig auf inhaltliche Aspekte des Gesagten gelegt werden, da oftmals die erfassten Wörter nicht sofort erkennen lassen, um welche Schülervorstellung es sich handelt. Diese können sowohl unmittelbar in dem Aussagesatz, in

welchem das Kriterium sich befindet, angeführt sein, aber auch in Aussagen, welche voran- oder nachgestellt von den SchülerInnen geäußert werden.

### 5.1.1. Adverbien

Ein Adverb (auch: Umstandswort) ist eine meist nicht deklinierbare Wortart, welche „ein im Satz genanntes Verb, ein Substantiv, ein Adjektiv oder ein anderes Adverb seinem Umstand nach näher bestimmt“ (Duden, 2013). Durch die Verwendung von Umstandswörtern können zentrale Aussagen unterstrichen werden.

Die SchülerInnen verwenden Ausdrücke, wie zum Beispiel *sogar*, *wirklich* und *gar nicht* in ihren Aussagen über das Verhalten des Seesterns. Diese Adverbien drücken Erstaunen beziehungsweise Überraschung über das Geschehene aus. Diese Reaktionen implizieren somit Vorstellungen zum Seestern, welchen nicht entsprochen werden.

*S<sub>w</sub>: Er bewegt sich sogar, gell. [1, MM, 30]*

*S<sub>w</sub>: Aja, er bewegt sich ja wirklich. [1, MM, 24]*

*S<sub>m</sub>: Schau, der bewegt sich wirklich ur schnell. [2, JJ1, 9]*

*S<sub>m</sub>: Die bewegen sich ja gar nicht so langsam. [1, JJ, 34]*

Die ersten beiden, der oben angeführten, Sätze beziehen sich auf die Lokomotion des Seesterns. Die letzten beiden Aussagen betreffen die Bewegungsgeschwindigkeit des Tieres. In zwei der vier angeführten Transkriptausschnitten wird den Adverbien die Partikel *ja* vorangestellt. Die Partikel ist ein „unflektierbares Wort, das eine Aussage oder einen Ausdruck modifiziert und selbst kein Satzglied ist“ (Duden, 2013). Die Partikel *ja* kann in Aussage- und Ausrufesätzen ebenfalls Erstaunen über das Gesehene ausdrücken (Duden, 2013).

In anderen Aussagen werden die Umstandswörter *noch*, *schon*, *doch* und *dann* verwendet. Auch diese kommen sowohl in Bezug auf das Verhalten als auch die Beschreibung der Morphologie der Tiere vor und werden in den nachfolgenden vier Aussagen genauer besprochen.

*S<sub>m</sub>: Er bewegt sich, er lebt noch. [1, JJ, 5]*

*S<sub>m</sub>: Er bewegt sich schon. [1, JJ, 430]*

Das Adverb *noch* drückt in diesem Zusammenhang aus, dass ein Zustand beziehungsweise Vorgang weiterhin anhält, jedoch die Möglichkeit einer baldigen Beendigung besteht (Duden, 2013). Die SchülerInnen erkennen die Lebendigkeit des Seesternes, jedoch erwarten einen Zeitpunkt, an dem das Tier tot sein wird.

Mit dem Wort *schon* wird der Vergleich eines Ereignisses oder Verlaufes gekennzeichnet, welcher bereits zu einem früheren Zeitpunkt stattgefunden hat (Duden, 2013). In diesem Fall ist die erkennbare Bewegung des Tieres die Verbindung zu einer früheren Verhaltensweise des Tieres, welches die SchülerInnen das Tier als lebendig erkennen lässt.

*S<sub>m</sub>: Wenn alle Füße am Boden sind, dann zählts als umgedreht oder? [2, JJ2, 38]*

*S<sub>m</sub>: Doch, da sind doch seine Füßchen. [1, JJ, 27]*

Mit dem Umstandswort *dann* wird eine Voraussetzung festgelegt (Duden, 2013). In dem oben angeführten Satz entspricht dies der Lage des Seesternes um eine abgeschlossene Umdrehung anzuzeigen. Die SchülerInnen nutzen diese Bedingung, um ihren Vorstellungen nach authentische Ergebnisse zu sammeln.

Das Adverb *doch* wird hierbei als Hilfe benutzt, einen gegensätzlichen Standpunkt anzuzeigen und diesen mit einer Begründung zu belegen (Duden, 2013). Dabei vertritt der Schüler die Ansicht, dass der Seestern sich bereits umgedreht hat, weil nun seine Füßchen zu sehen sind. Die Wortwiederholung sorgt für eine Verstärkung dieser Vorstellung.

### **5.1.2. Adjektive**

Das Adjektiv (auch: Eigenschaftswort) ist ein Wort, welches „ein Wesen oder Ding, ein Geschehen, eine Eigenschaft oder einen Umstand als mit einem bestimmten Merkmal, mit einer bestimmten Eigenschaft versehen kennzeichnet“ (Duden, 2013).

Die verwendeten Eigenschaftswörter lassen sich in drei Gruppen teilen:

- Adjektive, welche das Verhalten und den Zustand der Seesterne beschreiben,
- Adjektive, die das Erleben der Seesterne beschreiben und
- Adjektive, welche ein Ergebnis, eine Schlussfolgerung oder eine Reaktion beschreiben.

#### Adjektive, welche das Verhalten und den Zustand der Seesterne beschreiben

Die nachfolgenden drei Transkriptausschnitte enthalten die Eigenschaftswörter *schnell*, *langsam* und *tot*. Mit den ersten beiden Adjektiven (*schnell* und *langsam*) formulieren die SchülerInnen Aussagen über die Bewegungsgeschwindigkeit der Seesterne und mit dem dritten (*tot*) den Zustand des Tieres. Diese Beschreibungen implizieren, dass SchülerInnen Präkonzepte über das Verhalten und den Zustand der Seesterne besitzen.

*S<sub>w</sub>: Der ist ja voll schnell. [1, MM, 54]*

*S<sub>m</sub>: Die bewegen sich ja gar nicht so langsam. [1, JJ, 34]*

*S<sub>w</sub>: Ich glaub unser Seestern ist tot. [1, MJ, 415]*

#### Adjektive, die das Erleben der Seesterne beschreiben

Beim Sprechen über das Erleben der Tiere, verwenden die SchülerInnen Eigenschaftswörter, welche einen anthropomorphen Ansatz haben. Dies bedeutet, dass die Lernenden das Erleben der Tiere mit menschlichen Empfindungen assoziieren und diese in weiterer Folge auf den Seestern projizieren. Aus dieser Übertragung können Präkonzepte zum Thema Erleben der Tiere erschlossen werden. Die Adjektive *müde*, *arm*, *beeindruckt* oder *weh* zählen zu dieser Gruppe von Eigenschaftswörtern.

*S<sub>m</sub>: Er ist einfach nur müde, glaube ich. [2, JJ1, 107]*

*S<sub>m</sub>: Davon waren sie gar nicht beeindruckt. [3, JJ1, 144]*

*S<sub>m</sub>: Er is eh arm genug , weil er hier drinnen hockt. [2, JJ1, 12]*

*S<sub>m</sub>: Mach du das, ich will ihm nicht weh tun. [2, JJ1, 14]*



### Adjektive, welche ein Ergebnis, eine Schlussfolgerung oder eine Aktion beschreiben

Die Lernenden kommentieren Ergebnisse und Aktionen, welche sie im Laufe des Projektes sammeln und durchführen. Dabei nutzen sie unter anderem Eigenschaftswörter, welche eine Wertung ausdrücken.

In den ersten beiden Transkriptausschnitten wird das Eigenschaftswort *unlogisch* und die Phrase *wenig Sinn* verwendet. Mit diesen Worten lassen die Lernenden erkennen, dass ihre Ergebnisse (hier: Messergebnisse) und Schlussfolgerungen (hier: Hypothese zur Umdrehgeschwindigkeit) ein Unverständnis beziehungsweise eine Sinnlosigkeit anzeigen und somit nicht ihren Vorstellungen entsprechen.

In der dritten Aussage wertet das Adjektiv *schlecht* die Aktion des Umgangs mit den Seesternen und impliziert ein Präkonzept über die Verletzlichkeit der Tiere.

*S<sub>m</sub>: Das ist unlogisch, würd ich mal sagen. [2, JJ2, 198]*

*S<sub>w</sub>: Wieso braucht er immer kürzer? Das ergibt wenig Sinn (...) [2, MMJ, 128]*

*S<sub>m</sub>: Äh, das ist schlecht. Das ist schlecht, er wird sterben. [2, JJ1, 19]*

### **5.1.3. Verben**

Ein Verb (auch: Tätigkeitswort) ist ein „flektierbares Wort, das eine Tätigkeit, ein Geschehen, einen Vorgang oder einen Zustand bezeichnet“ (Duden, 2013).

In den Aussagen der Lernenden sind generell zwei Gruppen von Verben entscheidend:

- Verben, welche die Seesterne betreffen
- Verben, welche die SchülerInnen betreffen

### Verben, welche die Seesterne betreffen

Zu diesen Tätigkeitswörtern zählen unter anderem jene, welche in Bezug auf die Fortbewegungsweise der Seesterne genutzt werden. Dabei kann über die Verben auf die Präkonzepte geschlossen werden, welche die SchülerInnen an die Art und Weise der Lokomotion der Tiere herantragen.

*S<sub>m</sub>: Er hakt sich immer fest. [2, JJ1, 192]*

*S<sub>m</sub>: So, du saugst dich jetzt nicht fest. [2, MMJ, 52]*

*S<sub>w</sub>: Mit denen ist er grad rauf kleb(-) klemmt. [1, MJ, 137]*

*S<sub>m</sub>: Waaa, der hat sich festgeklebt. [2, JJ1, 229]*

Weiters werden Verben in Zusammenhang mit der Formulierung des Erlebens der Seesterne verwendet. Wie auch bei den Adjektiven zeigen derartige Beschreibungen oftmals anthropomorphe Denkansätze an. Die Lernenden nutzen hierbei Verben, welche mit menschlichen Verhaltensweisen in Zusammenhang gebracht werden. Diese Übertragung impliziert wiederum die Existenz von Präkonzepten zum Erleben der Tiere.

*S<sub>m</sub>: Der weigert sich. [2, JJ2, 226]*

*S<sub>m</sub>: Äh, (die Seesterne) ignorieren die bereitgestellte Nahrung (...) [3, JJ2, 403]*

*S<sub>w</sub>: Der macht das so schnell, wie er will. [2, MJJ, 344]*

*S<sub>m</sub>: Der hier, der will nur raus. [3, JJ1, 37]*

*J2: Oder, er möchte mit der Seite zur Sonne. [1, MJ, 26]*

Besonders die Verben *wollen* und *möchten*, in den oben angeführten Sätzen, zeigen eine Vermenschlichung der Tiere durch die SchülerInnen an. In den Aussagen setzen die Lernenden den Seestern in eine aktive Rolle, in welcher das Tier bewusste Reaktionen ausführt und Handlungsweisen zeigt.

### Verben, welche die SchülerInnen betreffen

Die zweite Gruppe von Verben bezieht sich auf die Rolle der SchülerInnen in den Einheiten. Hierbei verwenden die Lernenden vor allem das Wort *glauben* oder Begriffe mit ähnlicher Bedeutung, um ihre persönliche Ansicht auszudrücken. Die Formulierungen verdeutlichen somit, dass die Lernenden bestimmte Vorstellungen über den Seestern besitzen.

*S<sub>w</sub>: Ich glaub, unser Seestern ist tot. [1, MJ, 415]*

*S<sub>m</sub>: Ich nehme an, er möchte, dass er, dass er mit dem Rücken zum Licht ist (...) [1, MJ, 436]*

*S<sub>w</sub>: Das ergibt wenig Sinn, meiner Meinung nach. [2, MMJ, 128]*

*S<sub>w</sub>: Ich hoff, ich stech den nicht ab. [1, MJ, 393]*

Ebenfalls kommentieren die SchülerInnen ihr Verhalten und Handlungsweisen, insbesondere beim direkten Umgang mit den Forschungstieren. Dabei greifen sie wiederum auf unterschiedliche Präkonzepte zurück.

*S<sub>m</sub>: Mach du das, ich will ihm nicht weh tun. [2, JJ1, 14]*

*S<sub>m</sub>: Wie macht man das, ohne ihn zu zerquetschen? [2, JJ2, 21]*

*S<sub>m</sub>: Aber zerdrück ihn nicht. [1, MJ, 7]*

*S<sub>m</sub>: Naa, dann manipulieren wir jetzt oder? [2, JJ2, 206]*

*S<sub>m</sub>: Eigentlich sollten wir das forschen und nicht in Wikipedia abschaun. [1, JJ, 143]*

In den ersten drei Aussagen lassen die Verben *will* (nicht weh) *tun*, *zerquetschen* und *zerdrücken* darauf schließen, dass Seesterne ein Schmerzempfinden besitzen und leicht zu verletzen sind. Die Tätigkeitswörter *manipulieren* und *sollten forschen* in den letzten beiden Sätzen implizieren hingegen konkrete Vorstellungen zum Thema Forschung.

#### **5.1.4. Substantive**

Die Wortart der Substantive (auch: Nomen) bezeichnet „ein Ding, ein Lebewesen, einen Begriff, einen Sachverhalt“ oder Ähnliches (Duden, 2013).

Besonders wichtig sind jene Nomen, welche für die Benennungen der Körpermerkmale der Seesterne herangezogen werden, da diese Einblick in die herangezogenen Präkonzepte der SchülerInnen liefern. Hierbei werden sowohl Begriffe aus der Alltagssprache benutzt, wie etwa *Füßchen*, *Augen* oder *Beine*, als auch Fachbegriffe. Zu diesen zählen Ausdrücke, wie zum Beispiel *Fühler* und *Lichtsensoren* als auch *Saugnäpfe* und *Tentakel*, wobei die Zweiteren vor allem mit marinen Lebewesen in Zusammenhang gebracht werden.

*S<sub>m</sub>: Doch, da sind doch seine Füßchen. [1, JJ, 27]*

*S<sub>m</sub>: Ist das ein Auge? [1, JJ, 317]*

*S<sub>w</sub>: Unser Seestern hat sechs Beine. [1, MJ, 143]*

*S<sub>w</sub>: Wä, wä das, der hat Saugnäpfe. [1, MJ, 137]*

*S<sub>w</sub>: Hey, schau, der hat Tentakeln. [1, MM, 39]*

*S<sub>w</sub>: Die kleinen Fühler. [1, MM, 296]*

*S<sub>m</sub>: Ich glaub sie haben Lichtsensoren (...) [1, MJ, 440]*

Die SchülerInnen verwenden Nomen weiters um persönliche Meinungen preis zugeben, welche wiederum einen anthropomorphen Denkansatz haben. Die nachfolgende Aussage impliziert mit dem Substantiv *Folter* die Vorstellung, dass die Experimente und somit die Forschung eine negative Auswirkung auf das Tier haben.

*S<sub>m</sub>: So Seestern, die Folter geht weiter. [2, JJ1, 77]*

### 5.1.5. Konjunktionen

Konjunktionen (auch: Bindewörter) haben den Zweck, Haupt- beziehungsweise Gliedsätze oder Satzglieder miteinander zu verknüpfen (Duden, 2013).

Unter anderem finden sich in den Aussagen der SchülerInnen die Bindewörter *aber*, *wenn* und *ohne*, welche alle eine Abhängigkeit zu einer bestimmten Aktion ausdrücken.

*S<sub>m</sub>: Aber zerdrück ihn nicht. [1, MJ, 7]*

*S<sub>m</sub>: Wie macht man das, ohne ihn zu zerquetschen? [2, JJ2, 21]*

*S<sub>m</sub>: Wenn alle Füße am Boden sind, dann zählt's als umgedreht oder? [2, JJ2, 38]*

In den ersten beiden Sätzen lassen die Bindewörter *aber* und *ohne* vermuten, dass die Aktionen des Herausnehmens der Tiere aus dem Aquarium beziehungsweise des Umdrehens der Tiere für diese gefährlich sind. Dies impliziert die Vorstellung, dass Seesterne leicht zu verletzende Lebewesen sind. In der letzten Aussage wird durch die Konjunktion *wenn* eine Voraussetzung für die Aktion des Umdrehens festgelegt, welche auf ein Präkonzept zum Thema Forschung schließen lässt.

### 5.1.6. Interjektionen

Interjektionen sind „syntaktisch oft isolierte, wortähnliche Lautäußerung, mit der Empfindungen oder Aufforderungen ausgedrückt oder Laute nachgeahmt werden“ (Duden, 2013).

In den Aussagen der SchülerInnen finden sich vermehrt Lautäußerungen, wie zum Beispiel *äh* oder *ähm*, welche nachfolgend besprochen werden.

*S<sub>m</sub>: (...) ich glaub alle heißen ähm, ich glaub immer, ähm Unterscheidung zwischen (...)*  
[1, JJ, 375]

*S<sub>m</sub>: Ja, er hat sich an die Wand, äh, ja.* [1, JJ, 18]

*S<sub>m</sub>: Äh, das ist schlecht.* [2, JJ1, 19]

Die ersten zwei Transkriptauszüge vermitteln durch die beiden Interjektionen *ähm* und *äh* eine Unsicherheit des Sprechers gegenüber dem Gesagten. Dabei behandelt diese die Benennung der morphologischen Strukturen und die Bewegungsweise der Seesterne. Die Empfindung lässt vermuten, dass nicht alle Präkonzepte, auf welche die SchülerInnen zurückgreifen, stabil erlebt werden.

In der dritten Aussage drückt das *äh* eine negative Empfindung gegenüber dem Umgang mit den Tieren aus und lässt wiederum auf die Vorstellung der Verletzlichkeit der Seesterne schließen.

Auch Ausrufewörter, wie etwa *boah* und *wow* zählen zu Interjektionen (Duden, 2013). Diese Begriffe werden von den Lernenden laut geäußert und drücken eine Gemütsregung aus. Die kurze Formulierung *gib dir* drückt ebenfalls den Zustand einer Überraschung aus und lässt auf ein Erstaunen seitens der Lernenden schließen.

*S<sub>m</sub>: So. Boah, wie schnell sich der bewegt!* [1, JJ, 48]

*S<sub>w</sub>: Wow! Er bewegt sich sogar, gell.* [1, MM, 23]

*S<sub>m</sub>: Gib dir, wie schnell sich der bewegt!* [1, JJ, 37]

Die oben angeführten Aussagen beschreiben alle die Bewegung der Seesterne und das mit den Ausrufewörtern ausgedrückte Erstaunen lässt vermuten, dass das Gesehene nicht den Vorstellungen der Lernenden entspricht.

Diese Erkennungskriterien stellen formale Merkmale dar, welche verwendet werden um Schülervorstellungen zu identifizieren. Welche Präkonzepte im Laufe der Analyse der Aussagen der SchülerInnen gefunden wurden, werden im anschließenden Kapitel angeführt.

## 5.2. Analyse der Schülervorstellungen

Während der Arbeit mit den Seesternen kristallisieren sich verschiedene Schülervorstellungen aufgrund der Aussagen der Lernenden heraus. Generell können hierbei zwei Richtungen von Präkonzepten unterschieden werden: jene, welche den Seestern betreffen und jene, welche Forschung betreffen. Tabelle 2 zeigt die genaue Aufschlüsselung der Schülervorstellungen zu den beiden Themen.

<b>Schülervorstellungen zum Seestern</b>
<b>Leben und Tod</b>
<b>Schmerzempfinden</b>
<b>Verhalten</b>
<b>Morphologie</b>
<b>Schülervorstellungen zur Forschung</b>
<b>Authentizität</b>
<b>Sinnhaftigkeit</b>
<b>Ethik</b>

Tabelle 2: Schülervorstellungen zum Seestern und zur Forschung

### 5.2.1. Schülervorstellungen zum Seestern

#### Leben und Tod

Eine der ersten Vorstellungen, welche die SchülerInnen an den Seestern herantragen, ist jene über seine Lebendigkeit. Besonders in der ersten Einheit sind die SchülerInnen sich unsicher, wie ein Seestern sich *normal* verhält und können daher nicht abschätzen, ob ihr aus dem Aquarium entnommenes Forschungsobjekt lebendig oder tot ist.

*S<sub>m1</sub>: Irgendwie hat der versucht sich (-)*

*S<sub>m2</sub>: Er bewegt sich, er lebt noch.*

*S<sub>m1</sub>: Ja, bei uns. Ich weiß auch nicht, ob er sich grad (-)*

*S<sub>m2</sub>: Er lebt. Er bewegt sich. [1, JJ, 4-7]*

Die SchülerInnen greifen auf ein bestimmtes Präkonzept über Leben und Tod zurück. Dabei wird Leben über die Bewegung des Tieres definiert. Die Lokomotion der Tiere ist für die SchülerInnen das zentrale Erkennungsmerkmal, welches anzeigt, dass die Seesterne leben.

Auch das gegensätzliche Prinzip findet sich in den Aussagen der Lernenden wieder. Sobald der Seestern keine Bewegung zeigt, gehen die SchülerInnen davon aus, dass der Seestern tot ist. Der Tod des Tieres wird somit mit dessen fehlender Fortbewegung assoziiert.

*S<sub>w</sub>: Ich glaube, er ist tot. [1, MJ, 17]*

*(...)*

*S<sub>m</sub>: Jetzt siehst du alles.*

*S<sub>w</sub>: Bewegt sich eurer?*

*S<sub>w</sub>: Meiner ist tot. [1, MJ, 54-56]*

Auch in der zweiten Einheit kommt dieses Präkonzept bei manchen SchülerInnen zum Einsatz, wenn die Tiere nicht die von ihnen erwarteten Reaktionen zeigen. Dreht der Seestern sich nicht schnell genug auf seine Unterseite zurück, widerspricht dies den bisherigen Beobachtungen der Lernenden und die Vorstellung von Leben und Tod wird herangezogen.

*S<sub>w1</sub>: Er macht ja gar nix. [2, MMJ, 13]*  
*(...)*  
*S<sub>w2</sub>: Er beginnt schon zum (-)*  
*S<sub>m</sub>: Der war schon so.*  
*S<sub>w2</sub>: Leben die alle noch? [2, MJ, 19-21]*

In anderen Gruppen treten erste Zweifel an dem verwendeten Präkonzept von Leben und Tod auf. Bei den Umdrehexperimenten sammeln SchülerInnen Erfahrungen und erkennen Tendenzen im Verhalten des Seesterns. Hierzu zählen, dass der Seestern sich nicht immer schnell umdreht und teilweise auch eine gewisse Zeit in seiner Position, auf der Oberseite liegend, verweilt. Manche SchülerInnen schließen aus diesen Verhaltensmustern, dass eine Bewegungslosigkeit nicht automatisch den Tod des Tieres bedeutet.

*S<sub>m1</sub>: Er ist tot.*  
*S<sub>m2</sub>: Der ist nicht tot, Mann. Der ist einfach müde. Wie wars letztes Mal?*  
*S<sub>m1</sub>: Ja, jetzt schläft er den ewigen Schlaf.*  
*S<sub>m2</sub>: Nein, eine Minute fünfzig.*  
*S<sub>m1</sub>: Wir sind bei drei Minuten und er hat sich noch nicht bewegt.*  
*S<sub>m2</sub>: Ich glaub nicht, dass er tot ist. [2, JJ1, 118-123]*

Im Laufe der zweiten Einheit distanzieren sich manche Lernende gänzlich von der anfänglich herangezogenen Schülervorstellung. Für das Verhalten des Seesterns, sich nicht sofort umzudrehen, werden andere Begründungen, wie etwa der freie Wille des Tieres, gefunden.

*S<sub>m</sub>: Der will irgendwie nicht. Der weigert sich. [2, JJ2, 226]*  
*(...)*  
*S<sub>m</sub>: Der Typ da weigert sich, Nummer eins. [2, JJ2, 231]*

In der dritten Einheit nutzen die SchülerInnen den Begriff *tot* nicht mehr in Verbindung mit der Bewegungslosigkeit der Seesterne. Daher lassen sich keine eindeutigen Aussagen finden, in welchen sie das Präkonzept vom Tod benutzen. Die SchülerInnen sind gegenüber den Lokomotionen des Seesterns sensibler geworden, da sie unter anderem die Bewegungsweise der Tiere genauer beschreiben, und erkennen, dass ein Stillstand in der Fortbewegung nicht den Tod des Seesterns anzeigt.



*S<sub>m1</sub>: Geh, der Scheißkerl bewegt sich nicht. Und der geht zielstrebig zu Futter Nummer zwei, äh eins. (...)*

*(...)*

*S<sub>m2</sub>: Und der schleicht sich zwischen die beiden anderen Futter (unv.)*

*S<sub>m1</sub>: Und der macht da gar nix.*

*S<sub>m2</sub>: Seestern, beweg dich! [3, JJ2, 84-89]*

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass der Einsatz der anfänglich verwendeten Anzeigekriterien für Leben und Tod nicht in allen drei Einheiten des Projektes zu finden ist. Während der zweiten Einheit beginnt eine Vorstellungsentwicklung, wobei die Bewegungslosigkeit nicht mehr mit der Erklärung des Todes verbunden wird, sondern andere Begründungen dafür gefunden werden. Hierzu zählen unter anderem das Konzept von Müdigkeit oder der freie Wille des Seesterns. Diese alternativen Erklärungen finden sich auch in der dritten Einheit wieder.

### **Schmerzempfinden**

Während des Projektes äußern die SchülerInnen immer wieder Kommentare über das Schmerzempfinden und die Verletzlichkeit von Seesternen. Ihre Aussagen erwecken den Eindruck, dass die Lernenden die Befürchtung haben, die Tiere durch ihr Handeln verletzen zu können oder ihnen Schmerzen zuzufügen. Erste Anzeichen für diese Vorstellungen finden sich am Beginn der ersten Einheit, in welcher die SchülerInnen die Aufgabe haben die Seesterne aus dem Aquarium in eine mit Wasser gefüllte Blockschale zu überführen.

*S<sub>w</sub>: J2, fass da rein.*

*S<sub>m1</sub>: Ja.*

*S<sub>m2</sub>: Aber zerdrück ihn nicht.*

*S<sub>m1</sub>: Ich pass schon auf. [1, MJ, 5-8]*

Die SchülerInnen wissen nicht, wie ein Seestern angefasst, aufgehoben oder umgedreht werden muss, ohne ihm Schaden zuzufügen. Diese Unwissenheit äußert sich beim direkten Umgang mit den Lebewesen. Insbesondere in der zweiten Unterrichtseinheit, in welcher die SchülerInnen die Aufgabe haben die Seesterne mit der Hand oder einer Pinzette immer wieder auf deren Oberseite zu legen, kann eine aus der Unwissenheit abgeleitete

Unsicherheit beobachtet werden. Weiters tätigen die SchülerInnen immer wieder Aussagen, welche eine Sorge um den Seestern anzeigen.

*S<sub>m1</sub>: Drehen wir ihn nochmal um?*

*S<sub>m2</sub>: Ja.*

*S<sub>m1</sub>: Ich versuchs ganz fein zu nehmen.*

*S<sub>m2</sub>: Es ist nicht so leicht ihn zu nehmen.*

*S<sub>m1</sub>: Ah, geschafft.*

*S<sub>m1</sub>: Ich hoff, ich hab ihm, ich hab ihm aber nicht weh getan. [2, JJ1, 48-53]*

Manche SchülerInnen zeigen Hemmungen diese Aufgaben auszuführen und geben die Verantwortung an andere MitschülerInnen, die dazu bereit sind, ab. Die anfängliche Unsicherheit steigert sich bei diesen SchülerInnen zu einem Angstgefühl dem Seestern Schmerzen zuzufügen. Ihre Reaktion darauf ist ein Rollenwechsel, welcher sie von einer zuvor aktiv agierenden in eine passiv beobachteten Position versetzt.

*S<sub>m1</sub>: Mach du das, ich will ihm nicht weh tun.*

*S<sub>m1</sub>: Aber Vorsicht, wirklich vorsichtig.*

*S<sub>m1</sub>: Und nicht zudrücken, sondern eher so unter ihn heben und (-)*

*S<sub>m2</sub>: Ich pass schon auf. [2, JJ1, 14-17]*

*S<sub>m1</sub>: Du hast ihn umgebracht.*

*S<sub>m2</sub>: Ich hab ihn nicht umgebracht. Er ist einfach nur müde, glaube ich. [2, JJ1, 106-107]*

Durch die Abgabe der Verantwortung kann der/die SchülerIn nicht die Schuldigkeit für Fehler, welche zum Beispiel den Tod des Tieres zur Folge haben, tragen. Trotzdem kann er/sie Ratschläge zum richtigen Hantieren mit den Forschungstieren geben. Der oben angeführte Transkriptausschnitt verdeutlicht weiters, dass im Laufe der zweiten Einheit die Lernenden Strategien zum Umgang mit dem Seestern entwickeln. Diese sollen dabei helfen, das Tier beim Umdrehen nicht zu verletzen.

Während der Umdrehexperimente nimmt die anfängliche Sorge um den Seestern in manchen Gruppen ab. Die SchülerInnen greifen zwar immer noch auf die Präkonzepte der Verletzlichkeit und des Schmerzempfindens der Tiere zurück, doch diese verlieren an Wichtigkeit beim Umgang mit den Forschungstieren.

*S<sub>m</sub>: Ich hab gesagt, du sollst dich umdrehen! Dann vergewaltigen wir dich eben. Dreh dich um!*  
[2, JJ1, 194]

*S<sub>m</sub>: Macht mir mittlerweile Spaß Seesterne zu quälen.* [2, JJ1, 270]

Bei den Fütterungsexperimenten greifen die Lernenden nicht mehr eindeutig auf dieses Präkonzept zurück. Dies kann daran liegen, dass die SchülerInnen in dieser Einheit wenig aktiv in die Handlungen des Seesterns eingreifen müssen.

Im Laufe des Projektes greifen die Lernenden immer wieder auf Vorstellungen über das Schmerzempfinden und die Verletzlichkeit des Seesterns zurück. In der ersten Einheit äußern sich diese beim ersten direkten Kontakt mit den Tieren. Am häufigsten finden sich diese Präkonzepte jedoch in der zweiten Einheit wieder, in welcher die SchülerInnen die Seesterne aktiv umdrehen müssen. Nur in der dritten Einheit werden diese Vorstellungen nicht mehr explizit genannt.

Zusammengefasst lässt sich innerhalb des Projektes keine Vorstellungsentwicklung erkennen. Die einzig erkennbare Veränderung liegt im Stellenwert der Sorge und dem Angstgefühl dem Forschungstier Schmerzen zuzufügen oder es zu verletzen. Diese beiden Empfindungen treten im Laufe der zweiten Unterrichtseinheit immer mehr in den Hintergrund.

## **Verhalten**

Die SchülerInnen greifen beim Beschreiben des Verhaltens der Seesterne auf anthropomorphe Denkansätze zurück. Dabei werden die Tiere auf unterschiedliche Weise vermenschlicht. Die Verhaltensbeschreibungen lassen sich in drei Gruppen teilen:

- Beobachtbares Verhalten des Seesterns
- Verhaltensteuerung des Seesterns
- Erleben des Seesterns

### Beobachtbares Verhalten des Seesterns

In diese Gruppe fällt die Bewegungsgeschwindigkeit des Seesterns. Die SchülerInnen haben zu Beginn des Projektes die Vorstellung, dass Seesterne langsame Lebewesen sind. Besonders in der ersten Einheit des Projektes kollidiert dieses Präkonzept mit dem Gesehenen. Die SchülerInnen sind erstaunt darüber, dass die Seesterne sich entgegen ihrer Erwartung schnell fortbewegen.

*S<sub>m1</sub>: Ich weiß, aber ich versuch, schau mal, dass ich, irgendwie wenigstens find wo das Ding ist.*

*S<sub>m2</sub>: Schau mal. Die bewegen sich ja gar nicht so langsam.*

*S<sub>m2</sub>: Er bewegt sich in Richtung Luft.*

*S<sub>m1</sub>: Ich kann echt nix sehen.*

*S<sub>m2</sub>: Gibt dir, wie schnell sich der bewegt!*

*(...)*

*S<sub>m2</sub>: So. Boah, wie schnell sich der bewegt! [1, JJ, 33-48]*

Dieser Transkriptausschnitt verdeutlicht, dass die Seesterne sich in den Blockschalen ständig fortbewegen und nicht lange an einem Standort verweilen. Dadurch sind die SchülerInnen gezwungen das Gefäß fortlaufend anders zu positionieren, um die Tiere durch das Binokular beobachten zu können.

Auch innerhalb der zweiten Einheit greifen die SchülerInnen auf das Präkonzept der Langsamkeit der Tiere zurück. Wiederum erkennen die Lernenden dabei eine Diskrepanz zwischen ihren Vorstellungen und der Realität. Dies wird in den anschließenden zwei Aussagen verdeutlicht.

*S<sub>m</sub>: Schau, der bewegt sich wirklich ur schnell. [2, JJ1, 9]*

*S<sub>m</sub>: Sind gar nicht so langsam, wie man denkt. [2, JJ2, 210]*

Während der Fressexperimente kommt es zu einem scheinbaren Ablegen des Präkonzeptes der Langsamkeit der Tiere. Die SchülerInnen wechseln bei ihren Aussagen über die Bewegungsgeschwindigkeit der Seesterne in eine Form, in welcher sie keine Verwunderung oder Überraschung gegenüber der Schnelligkeit der Tiere zeigen. Dies lässt vermuten, dass die Lernenden nicht mehr auf die anfängliche Vorstellung zurückgreifen.

*S<sub>m1</sub>: Also gehen sie nicht dem Futter, sondern eher der Bewegung nach.*

*tB: Mhm.*

*S<sub>m2</sub>: Das einzig coole ist, sie bewegen sich sehr, sehr schnell. [3, JJ1, 117-119]*

Bei einem direkten Gespräch mit einer Schülerin zeigt sich jedoch, dass das Präkonzept der Langsamkeit noch immer existent ist, da die Lernende den Seestern als *langsames Tier* bezeichnet. Der Einschub der Aussage *er ist eh schnell für seine Größe* schwächt diese Aussage zwar etwas ab, lässt aber generell noch immer erkennen, dass sie von dem anfänglich verwendeten Konzept der Langsamkeit überzeugt ist.

*S<sub>w</sub>: Man kann vielleicht zehn, 15 Minuten schau'n, was der macht und in 15 Minuten passiert für so ein, er ist eh schnell für seine Größe, aber für so ein langsames Tier passiert halt nicht so viel (...) [3, MMJ, 554]*

Aus den angeführten Ausschnitten lässt sich keine eindeutige Vorstellungsentwicklung erkennen, auch wenn die SchülerInnen eine Diskrepanz zwischen ihren Vorstellungen und dem Gesehenen erkennen. Die Seesterne stellen für die SchülerInnen sowohl am Anfang als auch am Ende des Projektes langsame Tiere dar.

### Verhaltenssteuerung der Seesterne

In der ersten Einheit des Projektes beobachten die SchülerInnen den Seestern durch ein Binokular. Dabei fällt ihnen auf, dass der Seestern seine ursprüngliche Position verändert.

*S<sub>m</sub>: Ja, ich glaub, dass er sich jetzt umdreht.*

*S<sub>w</sub>: Das heißt, er sollte sich jetzt umdrehen.*

*S<sub>m</sub>: Oder, er möchte mit der Seite zur Sonne.*

*S<sub>w</sub>: Vielleicht will er sich seinen Bauch sonnen? [1, MJ, 24-27]*

*S<sub>m</sub>: Ich nehme an, er möchte, dass er, dass er mit dem Rücken zum Licht ist, damit er sich aufwärmen. [1, MJ, 436]*

Diese beiden Ausschnitte verdeutlichen, dass die SchülerInnen davon ausgehen, dass Seesterne einen eigenen Willen besitzen, mit welchem sie ihr Verhalten bewusst steuern. Dies wird durch die Verwendung der beiden Verben *möchten* und *wollen* gekennzeichnet.

Auch in der zweiten Unterrichtseinheit wird von dem Standpunkt ausgegangen, dass der Seestern ein eigenständig denkendes Tier ist. Die SchülerInnen vertreten die Ansicht, dass die Zeit, welche die Seesterne für das Umdrehen ihres Körpers benötigen, bewusst vom Seestern gewählt wird.

*S<sub>m</sub>: Drei Minuten 41.*

*S<sub>w1</sub>: Der macht das so schnell, wie er will.*

*S<sub>w2</sub>: Ja. [2, MMJ, 343-345]*

Das Präkonzept über das willentliche Verhalten der Tiere lässt sich auch in der dritten Einheit des Projektes finden. Die Aussagen der Lernenden lassen vermuten, dass der Seestern sich seiner Lage im Blockschälchen bewusst ist und durch seine Handlungen den Eindruck erweckt, flüchten zu wollen.

*S<sub>m</sub>: Mal sehen, was der so macht.*

*S<sub>m</sub>: Der hier, der will nur raus. Der, der will raus. [3, JJ1, 36-37]*

Während des gesamten Projektes äußern die SchülerInnen Kommentare, welche von der Vorstellung ausgehen, dass Seesterne bewusst agierende und reagierende Tiere sind. Es werden keine anderen Theorien oder Konzepte angeführt, welche die Verhaltenssteuerung der Forschungstiere erklären. Das Präkonzept, dass Seesterne einen Willen besitzen, unterliegt infolgedessen keinem Wandel.

### Erleben des Seesterns

Die SchülerInnen verknüpfen das Erleben der Seesterne mit menschlichen Empfindungen. Eine derartige Übertragung wird vor allem durch die Verwendung von Adjektiven, welche in Bezug auf den Menschen verwendet werden, sichtbar.

Diese Art der Vermenschlichung wird vor allem in der zweiten Einheit sichtbar. Bei den Umdrehexperimenten diskutieren zwei Schüler über die Umdrehgeschwindigkeit eines Seesterns, welche immer langsamer wird. Während einer der beiden die Bewegungslosigkeit des Tieres mit dem Präkonzept vom Tod verbindet, erklärt sein Mitschüler das Verhalten des Seesterns mit jenem der Müdigkeit.

*S<sub>m</sub>: Da, schau, er dreht sich um. Er braucht eben extrem lang dafür.*

*S<sub>m</sub>: Und er hats geschafft. Soviel zu erst ist tot. Ich glaub der ist müde. [2, JJ1, 148-149]*

In diesem Transkriptausschnitt assoziiert der Schüler die langsamer werdenden Umdrehungen des Seesterns mit Müdigkeit. Derartige anthropomorphe Vergleiche werden auch von anderen SchülerInnen herangezogen.

In der zweiten Einheit zeigen die SchülerInnen Mitleid für den Seestern. Die Lernenden bezeichnen den Seestern als *arm* aufgrund seiner Lage und implizieren somit, dass der Seestern sich seiner Gefangenschaft im Blockschälchen bewusst ist.

*S<sub>m</sub>: Sei lieb zu ihm. Er is eh arm genug, weil er hier drinnen hockt. [2, JJ1, 11]*

In der dritten Einheit fressen nur sehr wenige Seesterne das ihnen zur Verfügung gestellte Futter. Die SchülerInnen greifen bei der Verhaltensklärung wiederum auf einen anthropomorphen Ansatz zurück, welcher die menschliche Empfindung des *nicht beeindruckt* seins enthält.

*S<sub>m1</sub>: Das ist noch Frostfutter, das haben wir dann raus genommen wieder.*

*S<sub>m2</sub>: Davon waren sie gar nicht beeindruckt. [3, JJ1, 142-143]*

Generell greifen die SchülerInnen beim Beschreiben des Erlebens der Seesterne auf menschliche Empfindungen zurück. Dies äußert sich besonders in der zweiten und dritten Einheit des Projektes. Das Präkonzept, dass Seesterne menschliche Regungen empfinden können, unterliegt im Laufe des Projektes keiner sichtbaren Entwicklung.

Ein weiteres Charakteristikum der Vermenschlichung, welches sich bei den Verhaltensbeschreibungen des Seesterns zeigt, ist dessen Personifizierung. Diese äußert sich sowohl in Form von positiv als auch negativ behafteten Aussagen der SchülerInnen.

Zu ersteren zählen die folgenden beiden Auszüge aus der zweiten Einheit. Dabei will ein Schüler dem Seestern einen Namen geben. Das nachträgliche darum Bitten verleiht seinem Wunsch zusätzliche Stärke.

*S<sub>m1</sub>: Nennen wir ihn Patrick?*

*S<sub>m2</sub>: Nein.*

*S<sub>m1</sub>: Warum nicht?*

*S<sub>m1</sub>: Bitte. [2, JJ1, 216-219]*

Derselbe Schüler feuert den Seestern beim Umdrehen an. Hierfür wählt der Schüler eine sehr persönliche Ebene der Anrede durch die Verwendung des Personalpronomens *du*. Auch der Begriff *Junge* lässt auf eine Vermenschlichung des Tieres schließen.

*S<sub>m</sub>: Er versucht sich seitlich umzudrehen.*

*S<sub>m</sub>: Los Junge, du schaffst es. [2, JJ1, 35-36]*

In der ersten und zweiten Einheit lassen sich auch Beispiele für negativ behaftete Aussagen von SchülerInnen finden. Beim Beobachten der Seesterne unter dem Binokular bewegen sich diese relativ schnell und geraten leicht aus dem Sichtfeld. Aufgrund dessen hat eine Schülerin Schwierigkeiten das Tier genau zu sehen und bezeichnet den Seestern infolgedessen mit einem Schimpfwort.

*S<sub>w</sub>: Der Hurensohn bewegt sich schon wieder. [1, MJ, 298]*

Derartige Beschimpfungen sind kein Einzelfall und finden sich auch bei den Umdrehversuchen. Hierbei bezeichnet ein Schüler das Tier als *Krüppel*, als dieses sich nicht schnell genug auf seine Unterseite zurückdreht.

*S<sub>m</sub>: Juhu, wir haben einen Krüppel Seestern. [2, JJ1, 273]*

Auch das Umdrehen der Seesterne auf deren Oberseite gestaltete sich nicht immer als einfach. Die Seesterne haften sich dabei an die Pinzette und die SchülerInnen haben Schwierigkeiten damit, sie davon zu lösen.



*S<sub>m</sub>: Arschloch, lass dich fallen. So. Jetzt hab ichs dir gegeben, Junge! [2, JJ1, 271]*

In dieser Aussage beschimpft der Lernende den Seestern wegen dessen Verhaltens. Trotz der verbalen Kraftausdrücke (*Arschloch, hab ichs dir gegeben*) spricht der Schüler den Seestern auf einer persönlichen Ebene an, durch die Verwendung des Akkusativs (*dich*) und Dativs (*dir*) des Personalpronomens *du*.

Die Personifizierung der Seesterne zeigt sich vor allem in der zweiten und dritten Einheit. Dabei äußern die SchülerInnen insbesondere Schimpfwörter gegenüber den Versuchstieren, wenn diese nicht die von den Lernenden erwarteten Reaktionen zeigen. Dieses Verhalten könnte auf eine mögliche Frustration seitens der Lernenden zurückzuführen sein.

Generell kann gesagt werden, dass die von den SchülerInnen für das Verhalten der Seesterne, während des Projektes, herangetragenen Präkonzepte keiner sichtbaren Änderung unterliegen. Im Vergleich zu den Vorstellungen zu der Verhaltenssteuerung und zum Erleben des Seesterns weist das Präkonzept über die langsame Bewegungsgeschwindigkeit Diskrepanzen zu dem Gesehenen auf, jedoch ohne eindeutige Konsequenz.

### **Morphologie**

Die SchülerInnen greifen beim Beschreiben der morphologischen Merkmale der Seesterne auf unterschiedliche Präkonzepte zurück. Die Aussagen der Lernenden können dabei in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Quelle der morphologischen Begriffe
- Stabilität der morphologischen Begriffe

#### Quelle der morphologischen Begriffe

Beim anfänglichen Beobachten der Seesterne durch das Binokular bereitet es den SchülerInnen Schwierigkeiten die Ober- und Unterseite der Tiere voneinander zu unterscheiden.

*S<sub>m1</sub>: Er lebt. Er bewegt sich.*

*S<sub>m2</sub>: Ich weiß, aber ich weiß nicht, ob er umgedreht ist oder nicht.*

*S<sub>m1</sub>: Das ist schwer zu erkennen. [2, JJ1, 7-9]*

Die Assoziation der feinen Körpergliedmaßen mit dem Begriff *Füßchen* legt die Körperlage des Seesterns fest, da Füße mit der Unterseite von Tieren in Verbindung gebracht werden.

*S<sub>m1</sub>: Doch, er hat sich schon umgedreht.*

*S<sub>m2</sub>: Schau.*

*S<sub>m1</sub>: Doch, da sind doch seine Füßchen. Da (-)*

*S<sub>m2</sub>: Er dreht sich.*

*S<sub>m1</sub>: Er hat sich schon umgedreht. Da sind ja seine Füßchen. [2, JJ1, 25-29]*

Dieser Gesprächsauschnitt zeigt, dass SchülerInnen für die Benennung der morphologischen Merkmale der Forschungstiere Ausdrücke benutzen, welche sie in Verbindung mit anderen Tieren bereits kennen.

Besonders auffällig ist weiters, dass die SchülerInnen sowohl die Funktion als auch die Struktur der morphologischen Merkmale der Seesterne in einem Begriff integrieren. Hierzu zählen unter anderem die Ausdrücke *Füßchen* und *Tentakel*. In den Aussagen finden sich nur wenige reine Strukturbeschreibungen, in denen nicht bereits die Funktion eingeschlossen ist.

*S<sub>m</sub>: Ist das ein Auge?*

*S<sub>m</sub>: Das ist etwas Rundes, was am Ende des, kurz vor Ende des Armes ansetzt. [1, JJ, 317-318]*

*S<sub>m</sub>: Hey, das in der Mitte, ist das das Maul, die Öffnung? [1, JJ, 51]*

Diese beiden Transkriptausschnitte zeigen, dass bei der Untersuchung der Seesterne den SchülerInnen bestimmte Beschaffenheiten an der Körperdecke der Seesterne auffallen. Diese Strukturen werden zwar beschrieben, jedoch sofort in Verbindung mit einer Funktion, dem Sehen (*Auge*) beziehungsweise der Nahrungsaufnahme (*Maul*), gebracht.

Innerhalb der Gruppen haben bestimmte Bezeichnungen für die morphologischen Merkmale des Seesterns unterschiedliche Bedeutungen. Hierzu zählen die Ausdrücke *Füße* beziehungsweise *Füßchen* und *Tentakel*. Manche SchülerInnen verwenden den Begriff

*Tentakel* für die sechs Arme der Seesterne und die *Füßchen* entsprechen den feinen Ambulakralfüßchen. In dem nachfolgenden Transkriptausschnitt werden diese Begriffe von einer anderen Gruppe exakt anders herum verwendet. Dabei werden die Arme als *Füßchen* betitelt und die Ambulakralfüßchen als *Tentakeln*.

*S<sub>w1</sub>: Hey, schau, der hat Tentakeln.*

*S<sub>w2</sub>: Tentakeln?*

*S<sub>w1</sub>: Ja, warte. Warte. An seinen Füßen, schau es dir mal an. Bei dem ganz rechts sieht man es am besten. Siehst du es?*

*S<sub>w2</sub>: Aja, ja. [1, MM, 39-43]*

Sowohl die Verwendung identischer Begriffe für unterschiedliche Strukturen, als auch der Einsatz unterschiedlicher Ausdrücke für identische Strukturen, zeigen, dass SchülerInnen nicht die gleichen Präkonzepte an die Tiere herantragen.

Generell kann gesagt werden, dass in folge des ersten Arbeitsauftrages die SchülerInnen hauptsächlich in der ersten Einheit Begriffe für die morphologischen Merkmale der Seesterne bilden. Die Quelle der Bezeichnungen resultiert aus Assoziationen mit anderen Tieren. Auf diese Ausdrücke wird im Zuge der nächsten Unterrichtsausträge zurückgegriffen.

### Stabilität der morphologischen Begriffe

Die Begriffe für die morphologischen Merkmale, welche die Lernenden in der ersten Einheit verwenden, sind nicht sehr stabil und ändern sich innerhalb mancher Gruppen im Laufe des Projektes.

Innerhalb verschiedener Gruppen wechseln die ausgewählten Bezeichnungen für die morphologischen Merkmale der Tiere scheinbar willkürlich. Dies wird vor allem bei den Beschreibungen der Fortbewegungsart, als auch bei der Unterscheidung von Tentakeln und Füßen beziehungsweise Füßchen deutlich.

Eine Gruppe spricht von *Füßchen*, welche *Saugnäpfe* besitzen und somit eine Saugwirkung vermuten lassen. Bei der Versetzung des Seesterns haben die SchülerInnen Schwierigkeiten diesen von der Wand zu lösen. Dabei verwendet dieselbe Gruppe dann den Ausdruck *festhaken*, welcher nicht der Funktionsweise von Saugnäpfen entspricht. Dies lässt

vermuten, dass die SchülerInnen nicht auf die anfänglich beschriebene Festhaltestrategie, welche der Begriff *Saugnapf* impliziert, zurückgreifen.

*S<sub>m1</sub>: Warte, schieb ihn auf meinen Finger.*

*S<sub>m2</sub>: Er hakt sich immer fest. [2, JJ1, 191-192]*

In der zweiten Einheit spricht eine Gruppe über die Richtlinien, welche eine vollständige Umdrehung des Seesternes anzeigen. Dabei verwenden sie den Ausdruck *Füße*, welche die Arme der Seesterne bezeichnen. Im Laufe des Experimentes wird dieser Begriff in einem anderen Gesprächsausschnitt durch *Tentakel* ersetzt.

*S<sub>m1</sub>: Wenn alle Füße am Boden sind, dann zählt als umgedreht oder? [2, JJ2, 38]*

*(...)*

*S<sub>m2</sub>: Schau nur kurz. Würdest du sagen, das zählt schon da als Tentakel unten? [2, JJ2, 435]*

Der Austausch der Bezeichnungen für die morphologischen Merkmale fällt den SchülerInnen in den beiden oben angeführten Transkriptausschnitten scheinbar nicht auf. Dies erweckt den Eindruck einer willkürlichen Begriffsauswahl.

In anderen Gesprächen ist eine den SchülerInnen bewusste Unsicherheit gegenüber den von ihnen gewählten Bezeichnungen erkennbar.

Innerhalb eines Gespräches über die Lokomotion der Seesterne verwenden die SchülerInnen ihre Annahmen über die Füßchen, um die Frage zu beantworten, ob sich das Tier bereits umgedreht hat.

*S<sub>m1</sub>: Ja, mit seinen Füßchen die er unten auf dem (-)*

*L: Wie?*

*S<sub>m1</sub>: Er hat ja so kleine Saugnäpfe auf den Dingern. Glaub ich halt.*

*S<sub>m2</sub>: Schaut so aus. [1, JJ, 60-63]*

Im Laufe des Gespräches tauscht der Schüler den Ausdruck *Füßchen* durch das Wort *Dinger* aus. Dies zeigt, dass die Lernenden sich, der von ihnen gewählten Bezeichnungen, nicht sicher sind und Zweifel gegenüber den eigens bestimmten Benennungen der morphologischen Merkmale des Tieres zeigen. Die SchülerInnen versuchen in weiterer Folge

konkretere Fachbegriffe zu finden, wie etwa den Ausdruck *Saugnapf*. Dies wird jedoch wiederum durch die Phrase *glaub ich halt* abgeschwächt. Die Aussage *Schaut so aus* lässt vermuten, dass die Fachbegriffe auf Assoziationen mit bekannten Tieren beruhen.

Bei der Beschriftung der Skizzen zeigen die Lernenden wiederum Unsicherheit gegenüber den Benennungen, da sie nicht das Wissen über die wissenschaftlich korrekten Ausdrücke besitzen. Die SchülerInnen haben Probleme damit ihre ungesicherten Annahmen auf einem Blatt Papier festzuhalten. Dies äußert sich in weiterer Folge in einer ablehnenden Haltung gegenüber dem Arbeitsauftrag.

*S<sub>m1</sub>: So. Wir wissen ja nicht mal wie das Ding heißt. Sagen wir Tentakel (unv.)*

*S<sub>m2</sub>: Was meinst du?*

*S<sub>m2</sub>: Was meinst du?*

*S<sub>m1</sub>: Wie wir die Zeichnung beschriften sollen? Wir wissen ja nicht genau wie das heißt.*

[1, JJ, 386-389]

(...)

*S<sub>m1</sub>: Ich mag solche Dinger nicht, die man nicht (unv.) bestimmen kann. [1, JJ, 402]*

Besonders in der ersten Einheit ist die fehlende Stabilität der herangezogenen Begriffe erkennbar. Der häufige Austausch von Bezeichnungen ist den SchülerInnen scheinbar nicht immer bewusst und lässt darauf schließen, dass sie auf keine konkreten Begriffsvorstellungen zurückgreifen. In anderen Fällen zeigen die SchülerInnen bewusst Unsicherheit ihren ausgewählten Begriffen gegenüber.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass im Laufe des Projektes zwar Präkonzepte identifiziert werden können, auf welche SchülerInnen zurückgreifen, diese jedoch keinen stabilen Eindruck machen. Folglich kann von keiner eindeutigen Vorstellungsentwicklung gesprochen werden, da manche Lernende das Austauschen von Begriffen für morphologische Merkmale scheinbar willkürlich durchführen.

## 5.2.2. Schülervorstellungen zur Forschung

### Authentizität von Forschung

Im Laufe des Projektes offenbaren die Lernenden bestimmte Vorstellungen zum Thema *wie man authentisch forscht*. Diese Präkonzepte lassen sich insbesondere in der zweiten und dritten Einheit finden.

Bei den Umdrehexperimenten müssen die SchülerInnen die Umdrehzeiten der Seesterne stoppen. Hierzu wird von manchen Gruppen exakt festgelegt, wann der Seestern als umgedreht anzusehen ist.

*S<sub>m</sub>: Wenn alle Füße am Boden sind, dann zählt als umgedreht oder?*

*S<sub>m</sub>: Ja. [2, JJ2, 38-39]*

Diese, von den SchülerInnen eigenständig aufgestellten Richtlinien implizieren eine Vorstellung von authentischer Forschung. Diese beinhaltet, dass bestimmte objektive Kriterien festgelegt und eingehalten werden müssen. Letzteres findet sich im nachfolgenden Transkriptausschnitt.

*S<sub>m1</sub>: Er ist noch nicht ganz umgedreht, oder?*

*S<sub>m2</sub>: Er muss das Bein noch rausziehen, ja.*

*S<sub>m1</sub>: Vielleicht tippst du ihn, soll ich ihn in die Mitte tun, glaubst?*

*S<sub>m2</sub>: Naa, dann manipulieren wird jetzt oder?*

*S<sub>m1</sub>: Mhm. [2, JJ2, 203-207]*

Dieser Auszug zeigt weiters, dass sich nicht alle Seesterne schnell umdrehen beziehungsweise nicht exakt die zuvor festgelegten Rahmenbedingungen für eine vollständige Umdrehung erfüllen. Die SchülerInnen spielen mit dem Gedanken den Seesternen beim Umdrehen nachzuhelfen, um schneller an ihre Ergebnisse zu gelangen. Dieser Eingriff in das Experiment wird von den Lernenden als *manipulieren* aufgefasst.

Auch bei den Fütterungsexperimenten greifen die Lernenden auf Präkonzepte bezüglich einer authentischen Forschung zurück.

*S<sub>m</sub>: Moment, das ist jetzt ein bisschen verfälscht hier, weil Futter zwei ist da viel näher.*  
*S<sub>m</sub>: Ich würd das zwar nicht als Futter bezeichnen, aber gut.*  
*S<sub>m</sub>: (unv.) ist zu weit weg.*  
*S<sub>m</sub>: Wir müssens irgendwie näher, aber nicht zu nahe geben und alles circa gleich weit weg.*  
[3, JJ2, 68-71]

Dieser Transkriptausschnitt beschreibt, wie die SchülerInnen dem Seestern unterschiedliche Futtersorten anbieten, um eine Präferenz gegenüber einer festzustellen. Die Lernenden greifen hierbei auf das Konzept der abhängigen und unabhängigen Variablen zurück. Das Versuchsdesign wird so gewählt, dass die unabhängigen Variablen (hier: Futterproben) Aufschluss über die abhängige Variable (hier: Futterwahl des Seesterns) geben. Dabei gehen die SchülerInnen von der Vorstellung aus, dass außer der unabhängigen Variablen alle anderen Variablen (hier: Abstand der Futterproben zum Seestern) konstant gehalten werden müssen, um ein authentisches Forschungsergebnis erhalten zu können.

In mehreren Gruppen werden Befürchtungen geäußert, welche eine Beeinflussung der Versuchsergebnisse vermuten lassen. Neben dem *Manipulieren* wird hierbei auch der Begriff des *Verfälschens* benutzt.

*S<sub>m</sub>: Hey, jetzt müssen wir aber Wasser austauschen. Weil jetzt ist es ja schon verfälscht.*  
*S<sub>w</sub>: Was ist verfälscht?*  
*S<sub>m</sub>: Das Ergebnis.*  
*S<sub>w</sub>: Kann sein.*  
*S<sub>m</sub>: Is so, kann nicht sein. Gib nichts weiteres rein, es ist ja verfälscht. Wir müssen neues Wasser nehmen. Es ist wirklich verfälscht jetzt. [3, MMJ, 125-130]*

In diesem Ausschnitt hat der Schüler eine klare Vorstellung von Verfälschung und fordert eine Behebung deren Ursache (hier: verunreinigtes Wasser), um ein authentisches Ergebnis zu erhalten. Solch eine Reaktion wird nicht von allen Lernenden gezeigt. Während der beiden Unterrichtseinheiten identifizieren die SchülerInnen verschiedene Faktoren, welche die erhaltenen Ergebnisse ihrer Vorstellung nach beeinflussen, doch übergehen beziehungsweise ignorieren diese. Die Entscheidung, welche Faktoren die Ergebnisse beeinflussen, unterliegt weiteren Präkonzepten, welche zu keinem Zeitpunkt des Projektes hinterfragt werden.

*S<sub>w</sub>: Wir tun einfach so, als wärs von allem gleich entfernt. Scheiße, echt. [3, MM, 15]*

Die oben angeführte Aussage wird während der Fütterungsexperimente geäußert. Dabei entspricht der Abstand der Futterproben zum Seestern nicht den Vorstellungen eines authentischen Versuchsdesigns der SchülerInnen, in welchem die Störvariablen konstant gehalten werden. Die Lernenden erkennen diese Diskrepanz, doch entscheiden sich gegen eine Anpassung der Bedingungen, um ein Ergebnis notieren zu können.

Diese Aussagen zeigen, dass die SchülerInnen auf bestimmte Präkonzepte über authentische Forschung zurückgreifen. Diese beinhalten Rahmenbedingungen und Richtlinien, an welche die Lernenden sich halten sollten, um ein objektives und gesichertes Ergebnis zu erlangen. Diese Faktoren gründen in weiteren Präkonzepten und werden während der gesamten Unterrichtseinheiten nicht hinterfragt und machen somit einen stabilen Eindruck. *Manipulieren* oder *Verfälschen* sind Aktionen, deren Auswirkungen wissenschaftliche Forschungen negativ beeinflussen. Diese Vorstellungen über Forschung verändern sich im Laufe des Projektes nicht und wirken ebenfalls stabil.

### **Sinnhaftigkeit von Forschung**

Während des Projektes äußern die SchülerInnen immer wieder Kommentare über die Sinnhaftigkeit von Forschung. Ihre Präkonzepte hierzu können in zwei Gruppen geteilt werden:

- Vorstellungen über die Forschungsergebnisse und
- Vorstellungen über das Forschungsobjekt Seestern

#### Vorstellungen über die Forschungsergebnisse

In der zweiten Unterrichtseinheit haben die SchülerInnen die Aufgabe, die Umdrehzeiten der Seesterne zu stoppen und in einem Diagramm darzustellen. Die Lernenden gehen dabei von der Hypothese aus, dass die Seesterne beim wiederholten Umdrehen eine klare Tendenz zum Langsamerwerden zeigen werden. Diese Erwartung wird jedoch nicht durch die Messergebnisse bestätigt und hat eine Diskrepanz zwischen Schülervorstellungen und dem



Gesehenen zur Folge. Der daraus resultierende Konflikt wird vor allem durch Phrasen wie etwa *das ist unlogisch* oder *das macht keinen Sinn* verdeutlicht.

*S<sub>m</sub>: Das ist unlogisch, würd ich mal sagen. [2, JJ2, 198]*

*S<sub>m</sub>: Das macht überhaupt keinen Sinn. [2, JJ2, 418]*

Diese Aussagen zeigen, dass die SchülerInnen die Messergebnisse als wenig sinnvoll empfinden, da sie nicht ihren Vorstellungen entsprechen. In weiterer Folge versuchen die Lernenden Erklärungen für diese Diskrepanz zu finden. Dabei wird vor allem der Weg des Fehlersuchens eingeschlagen. Dies bedeutet, dass die SchülerInnen den Fokus auf mögliche Verfälschungen legen, welche sie selbst verschuldet haben können. Hierzu zählt unter anderem ungenaues Messen oder Fehler beim Rechnen mit den Messergebnissen.

*S<sub>m1</sub>: Das macht überhaupt keinen Sinn. Entweder haben wir sehr ungenau gemessen oder es hängt von irgendwas ganz andrem ab, wie schnell sie sind.*

*S<sub>m2</sub>: Das kann auch sein, dass ich mich verrechnet hab, natürlich.*

*S<sub>m1</sub>: Naja, auch die Zeiten ohne ausrechnen sind verdammt seltsam.*

*S<sub>m1</sub>: So, ich glaub so ganz passt das eh nicht, was wir da gemacht haben also gemessen. [2, JJ2, 418-422]*

Auch in der dritten Einheit empfinden die Lernenden die Beobachtungen um das Fressverhalten der Tiere als wenig Sinn stiftend, da sich die Seesterne für keine Futterprobe eindeutig entscheiden.

*S<sub>m</sub>: Die letzte halbe Stunde hat genau gar nichts gebracht, außer dass unsere Handys jetzt nach Fischwasser stinken. [3, JJ2, 216]*

Die angeführten Transkriptausschnitte zeigen, dass SchülerInnen bestimmte Vorstellungen an ihre Forschungsergebnisse herantragen. Diese müssen in ihren Augen Sinn ergeben und somit nachvollziehbar sein. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wird, zweifeln die Lernenden am Ausgang des Experimentes. Dieses Präkonzept zeigt sich sowohl in der zweiten als auch dritten Einheit. Es macht einen stabilen Eindruck und unterliegt keiner ersichtlichen Vorstellungsentwicklung im Laufe des Projektes.

## Vorstellungen über das Forschungsobjekt Seestern

Manche SchülerInnen zeigen während des Projektes eine eher ablehnende Haltung gegenüber dem Forschungsobjekt Seestern. Diese Einstellung zeigt sich bereits während der ersten Einheit.

*S<sub>w</sub>: Und was soll ma jetzt mit dem machen?*

*(...)*

*S<sub>w</sub>: Soll ma das einfach anschaun ne Stunde lang oder? [1, MJ, 66-68]*

Die Lernenden empfinden die Arbeitsaufträge teilweise als sinnlos und verstehen den Zweck dahinter nicht. Wenn für die Lernenden keine als wertvoll empfundene Ergebnisse erwartet werden, empfinden sie die investierte Arbeit als Zeitverschwendung. Diese Einstellung liegt ihrer Meinung nach auch an der geringen Bedeutung des Forschungstieres und wird im nachfolgenden Transkriptauszug beleuchtet.

*S<sub>m</sub>: (...), aber ich mein Seesterne anschaun und schaun was sie machen, ist, was bringt das? Das brauch ich nie wieder, wirklich.*

*(...)Weil was bringt mir zu sehen, dass ein Seestern sich dauernd umdreht? Ja, mein Gott, dreht er sich halt immer um. (...) Weil, es würde wahrscheinlich, wenn der Seestern nicht da wäre, würde gar nichts anders sein. [3, MMJ, 287-310]*

*S<sub>m</sub>: Ja, es muss ein Sinn dahinter geben, aber es ist trotzdem, es ergibt keinen Sinn für mich, also ich kann mir schon erklären, warum er sich dauernd umdreht, ja? Aber das man dafür eine Stunde verbrauchen muss, um zu sehn wie er sich fünfmal umdreht und wie er sich verändert, obwohl er sich dann eh nicht, obwohl sich die Ergebnisse dann eh nicht verändert haben, tendenziell, es schwankt halt ziemlich, ähm, das ist ja Zeitverschwendung, ganz ehrlich. (...) [3, MMJ, 509-513]*

Seesterne werden als belanglose kleine Lebewesen des Meeres betrachtet. Ihre Existenz erfüllt keinen höheren Zweck und somit würde auch ihr Verschwinden keine Konsequenzen nach sich tragen. Daraus folgend hat auch das Verhalten der Tiere keinen Wert und wird als bedeutungslos angesehen.

Weiters haben die Lernenden die Vorstellung keine authentischen Schlussfolgerungen aus dem Verhalten der Seesterne ziehen zu können. Dies liegt an der Tatsache, dass sie keinerlei gesichertes Wissen über das Tier besitzen beziehungsweise geliefert bekommen.

*S<sub>m</sub>: (...) um zu schauen, warum macht er, oder wie macht er das. Weil warum wissen wir ja nicht, das wird uns ja eh nicht gesagt.*

*tB: Okay.*

*S<sub>m</sub>: Weil das ist halt experimentieren für nichts. Sozusagen. [3, MMJ, 495-498]*

*S<sub>m</sub>: Vor allem wenn uns dann eh nicht gesagt wird, wozu er das macht oder warum er das macht. [3, MMJ, 515]*

Aus diesen Aussagen kann geschlossen werden, dass die SchülerInnen dem Seestern keine besondere Bedeutung zuweisen können und die Untersuchung dieses Lebewesens somit keinen erkennbaren Zweck erfüllt. Das Präkonzept über die Unwichtigkeit des Seesternes als Forschungstier lässt sich in allen drei Unterrichtseinheiten finden und unterliegt somit keiner sichtbaren Entwicklung. In der dritten Einheit wird seitens eines Schülers eine Erklärung für diese Einstellung angeführt. Dabei wird das fehlende Fachwissen zu dem Seestern kritisiert, welches möglicherweise einen Sinn für die Wahl des Forschungstieres beziehungsweise den Forschungsaufgaben liefern könnte.

### **Ethik von Forschung**

Die Schülervorstellungen von unethischer Forschung sind eng mit den Präkonzepten des Schmerzempfindens und der Verletzlichkeit der Seesterne verknüpft. Bei dem Umgang mit den Tieren äußern die Lernenden immer wieder Aussagen, welche den Eindruck machen, dass die SchülerInnen die Experimente als negativ für den Seestern empfinden.

Bereits in der ersten Einheit zeigen sich die ersten Bedenken der Untersuchung gegenüber. Diese behandeln die Überführung der Seesterne aus dem Aquarium in die mit Wasser gefüllte Blockschale.

*S<sub>m</sub>: Er bewegt sich, er lebt noch. [1, JJ, 5]*

In dieser Aussage lässt das Adverb *noch* auf einen Zeitpunkt schließen, an dem der Seestern tot sein wird. Dieser zukünftige Zustand kann als Folge der Untersuchung betrachtet werden. Auch in anderen Aussagen äußern die SchülerInnen Bedenken, dass der Umgang mit den Seestern *schlecht* ist und ihnen Schaden zufügt.

*S<sub>m</sub>: Äh, das ist schlecht. Das ist schlecht, er wird sterben. [2, JJ1, 19]*

Besonders in der zweiten Einheit sind solche Bedenken verstärkt vertreten, da die SchülerInnen in dieser in direkten Kontakt mit den Seesternen treten.

*S<sub>m</sub>: So Seestern, die Folter geht weiter. Tut mir leid. Ich persönlich machs ja nicht gerne, aber ich muss. [2, JJ1, 77]*

Diese Aussage verdeutlicht, dass die SchülerInnen das aktive Umdrehen der Tiere als *Folter* gegenüber diesen betrachten. Sie distanzieren sich davon den Lebewesen Schaden zufügen zu wollen, doch haben aufgrund des Arbeitsauftrages keine andere Wahl. Die Lernenden sprechen von einer Pflicht, welche sie erfüllen müssen, unabhängig davon, ob die SchülerInnen dies als ethisch korrekt ansehen oder nicht.

Im Laufe der Umdrehexperimente rückt die Wichtigkeit der Vorstellungen über unethische Forschung, welche einen mitfühlenden und vorsichtigen Umgang der SchülerInnen mit den Tieren zur Folge hat, immer mehr in den Hintergrund. Die SchülerInnen wechseln dabei in eine ergebnisorientierte Haltung.

*S<sub>m</sub>: Ich hab gesagt, du sollst dich umdrehen! Dann vergewaltigen wir dich eben. Dreh dich um! [2, JJ1, 194]*

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass das Präkonzept der unethischen Forschung sich im Laufe des Projektes nicht verändert. Die SchülerInnen gehen von der Vorstellung aus, dass der direkte Umgang mit den Tieren diesen Schaden zufügen könnte. Somit ist keine Vorstellungsentwicklung erkennbar, jedoch rückt die Wichtigkeit dieses Präkonzeptes im Laufe der Experimente in den Hintergrund. Dies entspricht der einzigen Veränderung innerhalb dieser Vorstellung.

## 6. Diskussion

Im Zuge der Lernumgebung des Forschenden Lernens mit den lebenden Organismen haben die SchülerInnen viele Präkonzepte herangezogen, welche sich sowohl auf den Seestern als auch auf Forschung beziehen. Die im Unterricht auftretenden Schülervorstellungen wurden nicht durch einen zuvor gegebenen fachlichen Input über das Forschungstier beeinflusst. Sie entstammten somit den persönlichen Konstruktionen der Lernenden, welche diese im Laufe ihres Lebens entwickelt haben. Aufgrund der Fülle können nicht alle diese Präkonzepte umfassend diskutiert werden und folglich wird nur auf ausgewählte Beispiele Bezug genommen.

Um die Frage nach der Rolle von Schülervorstellungen beim Forschenden Lernen zu klären, werden die Präkonzepte zuvor mit der konstruktivistischen Lerntheorie in Zusammenhang gebracht. Dabei sollen mögliche Faktoren aufgezeigt werden, welche eine Änderung der Schülervorstellungen zur Folge hatten. Anschließend an diese interpretative Auswertung wird, bezugnehmend auf die fachdidaktische Literatur zum Forschenden Lernen, die Ausbildung einer authentischen naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung seitens der SchülerInnen beurteilt. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Beobachtungsweise der SchülerInnen gelegt, da diese eine wichtige Kompetenz für naturwissenschaftliches Forschen darstellt.

### Veränderungsfaktoren für Präkonzepte im Zuge der Lernumgebung zum Forschenden Lernen

Bei der Analyse der Schülervorstellungen zeigt sich, dass nur das Konzept von Leben und Tod einer sichtbaren Entwicklung unterliegt. Das Präkonzept, dass eine fehlende Lokomotion den Tod des Tieres anzeigt, kann aus konstruktivistischer Sicht gemäß Aufschnaiter et al. (1992) einem subjektiven Erfahrungsbereich zugeordnet werden. Im Laufe des Projektes sammeln die SchülerInnen jedoch neue Erfahrungen, welche nicht im Einklang mit diesem subjektiven Erfahrungsbereich stehen und die Vorstellungen somit nicht mehr widerstandsfrei sind. Es werden neue Konstruktionen entwickelt, welche auf den Erfahrungen mit dem Seestern basieren. Dies hat zur Folge, dass der alte subjektive Erfahrungsbereich unter anderem um das Konzept der Müdigkeit erweitert wird.

Durch diese Konzeptveränderung werden alle zuvor aufgetretenen Konflikte widerspruchsfrei gelöst. Bezugnehmend auf Aufschnaiter et al. (1992) kann diese

Entwicklung als Lernprozess angesehen werden, da die Lernenden aufgrund ihrer persönlichen Erfahrungen mit den Seesternen ihre alten Vorstellungen ausbauen oder neue konstruieren.

Als entscheidende Faktoren für die Entwicklung des Präkonzeptes können die Interaktionen der SchülerInnen mit den Seesternen betrachtet werden, welche zu einem Widerspruch der Vorstellungen mit der Realität führen. Die daraus resultierende Unzufriedenheit der SchülerInnen veranlasst sie, ihr altes Konzept zu überdenken und um neue, sinngebende Konstruktionen zu erweitern.

Beim Beobachten des Verhaltens der Seesterne greifen die Lernenden auf Präkonzepte zurück, welche einen anthropomorphen Ansatz haben. Dabei wird ein subjektiver Erfahrungsbereich herangezogen, nach welchem Seesterne einen eigenen Willen besitzen. Gemäß Driver (1983) helfen diese Vorstellungen den Lernenden dabei unbekannte Phänomene, in diesem Fall das Verhalten der Tiere, in einen für sie sinnvollen und nachvollziehbaren Kontext zu stellen. Die beim Umgang mit den Tieren gesammelten Erfahrungen treten dabei in keinen ausreichenden Konflikt mit dem diesbezüglichen subjektiven Erfahrungsbereich. Folglich fehlt den Lernenden die Veranlassung ihre Vorstellungen in Frage zu stellen.

Das Präkonzept des Schmerzempfindens der Tiere kann ebenfalls einem subjektiven Erfahrungsbereich zugeordnet werden. In den Gesprächen betonen manche SchülerInnen vermehrt die Empfindlichkeit und die hohe Verletzlichkeit der Tiere, jedoch finden sich keine eindeutigen Aussagen, in welchen die SchülerInnen zweifellos erkennen, dass das Tier Schmerzen empfindet oder leidet. Trotz dieser fehlenden Erfahrungen halten die Lernenden während des gesamten Projektes an diesem Konzept fest. Als möglicher Grund hierfür kann der fehlende Widerstand herangezogen werden. Folglich reicht das alleinige Beobachten der Tiere nicht aus, genügend starke Erfahrungen zu sammeln, welche eine Diskrepanz zwischen den Vorstellungen und dem Gesehenen bewirken. Auch die Studie von Park und Kim (1998) macht auf den Umstand aufmerksam, dass reine Beobachtungen oftmals nicht die Kraft besitzen Vorstellungen in Frage zu stellen.

Beim Vergleich der Präkonzepte von Leben und Tod, der Verhaltenssteuerung und des Schmerzempfindens zeigt sich, dass es nur innerhalb des ersten zu einem starken Konflikt

zwischen Vorstellungen und Realität kommt. Der daraus resultierende Widerstand kann mit dem von Klahr (1993, zitiert nach Eberbach & Crowley, 2009) beschriebenen *Feedbacks eines Phänomens* verglichen werden. In diesem Fall entspricht der Seestern dem Phänomen, welcher durch sein Agieren eine konkrete Rückmeldung liefert.

Da die anfängliche Vorstellung in weiterer Folge keine zufriedenstellende Erklärung für die neuen Erfahrungen liefert, wird der alte subjektive Erfahrungsbereich gemäß Aufschnaiter et al. (1992) weiterentwickelt. Mit anderen Worten erfolgt eine kritische Evaluation der Beobachtungen der Lernenden in Hinblick auf ihr Präkonzept, wodurch eine Vorstellungsentwicklung induziert wird. Laut Eberbach und Crowley (2009) kann dieses Vorgehen als Kennzeichen naturwissenschaftlichen Denkens und Argumentierens betrachtet werden.

Im Gegensatz zu dem Konzept von Leben und Tod sind die Vorstellungen zur Verhaltenssteuerung und dem Schmerzempfinden jedoch durch reine Beobachtungen nicht ausreichend konfliktreich. Dieses Prinzip betrifft auch die übrigen Vorstellungen, welche die SchülerInnen im Zuge der Lernumgebung zum Forschenden Lernen heranziehen. Bezugnehmend auf Klahr (1993, zitiert nach Eberbach & Crowley, 2009) reicht somit das Feedback des Seesterns nicht aus einen Widerspruch auszulösen. Folglich werden zu wenige Erfahrungen gesammelt, welche eine kritische Evaluation der Beobachtungen mit den Vorstellungen ermöglichen würde.

Trotzdem können vereinzelt Ansätze erkannt werden, welche eine Unzufriedenheit der SchülerInnen mit ihren Vorstellungen erahnen lassen. Hierzu zählt unter anderem die Sinnhaftigkeit der Messergebnisse bei den Umdrehexperimenten. Diese entsprechen in den meisten Fällen nicht den Hypothesen und Erwartungen der SchülerInnen und werden als *unlogisch* angesehen. Im Zuge der Datenerhebung kommt es oftmals zu Beschimpfungen und Beleidigungen des Seesterns, welche als Ventil für die Frustration der Lernenden angesehen werden können. Die Unzufriedenheit reicht jedoch nicht aus, die herangetragenen Präkonzepte zu hinterfragen. Stattdessen werden von den SchülerInnen größtenteils nur Daten wahrgenommen, welche ihren Hypothesen entsprechen. Das Phänomen, der Beeinflussung der Wahrnehmung durch persönliche Erwartungen, wird sowohl von Eberbach und Crowley (2009) als auch von Driver (1983) in ihren Forschungsarbeiten beschrieben. Dabei werden von den Lernenden nur Evidenzen erkannt,

welche ihren Vorstellungen entsprechen und andere Daten ignoriert oder als falsch abgestempelt.

### Gründe für die fehlende naturwissenschaftliche Beobachtungsweise der SchülerInnen

Der Einsatz der Präkonzepte in dieser Lernumgebung zum Forschenden Lernen zeigt viele Parallelen zu jenen Erkenntnissen, welche in der Literatur erwähnt werden. Insbesondere die von Eberbach und Crowley (2009) erwähnte Diskrepanz zwischen alltäglichem und naturwissenschaftlichem Beobachten kann durch den Einfluss von Schülervorstellungen im Zuge des Projektes identifiziert werden.

Mit den Worten des berühmten Detektiven Sherlock Holmes „You see, but you do not observe“ kann die Beobachtungsweise der Lernenden auf den Punkt gebracht werden (Eberbach & Crowley, 2009, S. 39). Die SchülerInnen halten sich sehr stark an den von Eberbach und Crowley (2009) angeführten Beobachtungsablauf *Phänomen findet statt – wird beobachtet – und dokumentiert* fest. Beobachten wird folglich von den Lernenden als reines Daten sammeln angesehen.

Dieses Prinzip findet sich unter anderem bei den Umdrehexperimenten in der zweiten Einheit des Projektes, in welchen die Beobachtungen sich hauptsächlich auf das Sammeln von Messergebnissen belaufen. Auch Chinn und Malhotra (2002) machen auf das Phänomen aufmerksam, nach welchem Beobachten als ein *everyday skill* angesehen wird, welcher im Grunde nur das Erkennen und Beschreiben oberflächlicher Merkmale beinhaltet. Diese Theorie lässt sich anhand der Forschungsarbeit der SchülerInnen in allen drei Unterrichtseinheiten bestätigen. Als Beispiel hierfür kann die Beschreibung der morphologischen Strukturen der Seesterne in der ersten Einheit genannt werden. Dabei kam es bei den Lernenden zu keinen tiefgreifenden Erkenntnissen, welche ihren weiteren Forschungsprozess beeinflusst oder gelenkt hätten. Diese Beobachtungsweise kann nach Gopniks (1996) Auffassung mit einem eingeschränkten Sichtfeld verglichen werden, welches sich vor allem auf vertraute, greifbare und auffällige Dinge bezieht.

Oftmals wird durch die Gespräche der Lernenden der Eindruck erweckt, dass die SchülerInnen nicht wissen, worauf sie ihren Fokus legen sollen. Insbesondere die Relevanz der unterschiedlichen Verhaltensweisen der Seesterne wird von den SchülerInnen nicht erkannt. Während der drei Einheiten wird unter anderem der ständige Bewegungsdrang der



Tiere bemerkt, jedoch von den meisten Gruppen nicht weiter thematisiert. Das Prinzip, das nicht Wissens um die Wichtigkeit beziehungsweise Unwichtigkeit von Phänomenen, wird sowohl von Driver (1983) als auch Eberbach und Crowley (2009) angeführt. In beiden Fällen wird dabei die Ursache vor allem mit dem Auftreten eines unbekanntes und neuen Wissensgebietes in Zusammenhang gebracht. Diese Theorie lässt sich aufgrund des Umstandes, dass Seesterne ein bislang unbekanntes Forschungstier für die Lernenden darstellen, bestätigen.

Zurückgreifend auf die alltägliche Beobachtungsweise der SchülerInnen, als auch die Unwissenheit über Relevantes beziehungsweise Irrelevantes, bringen die Lernenden die im Laufe des Projektes gesammelten Daten und Erkenntnisse nicht miteinander in Zusammenhang. Die Beobachtungen können vermehrt als oberflächlich angesehen werden, da sie größtenteils isoliert voneinander betrachtet werden. Die Lernenden stellen keine Verbindungen zwischen den in den einzelnen Unterrichtseinheiten erhaltenen Ergebnissen her. Als Beispiel hierfür können die gewählten Benennungen der morphologischen Merkmale angeführt werden. Diese werden von den Lernenden in den beiden folgenden Einheiten nicht weitergehend diskutiert oder in Frage gestellt. Ebenfalls wird der Umdrehreflex der Seesterne in der nächsten Einheit nicht mehr thematisiert oder mit dem Fressverhalten in Zusammenhang gebracht. Diese Beispiele verdeutlichen abermals die Theorie von Eberbach und Crowley (2009), dass die Lernenden die komplexen Dimensionen von authentischer naturwissenschaftlichen Beobachtung nicht erkennen.

Das von Trumbull et al. (2005) in Kapitel 3.4. des Theorieteils beschriebene Fütterungsexperiment von Vögeln weist große Parallelen zu dieser Lernumgebung des Forschenden Lernens auf. Ohne das Wissen über die Biologie von Seesternen, als auch spezielle Beobachtungsweisen für diese Tiere, können die SchülerInnen keine tiefgreifenden Beobachtungen machen und in weiterer Folge Erkenntnisse daraus ziehen. Dies wird auch durch den Umstand ersichtlich, dass die SchülerInnen im Laufe des Projektes nur wenige *Was?*, *Wie?* und *Warum?* Fragen stellen. Mayr (1997, zitiert nach Eberbach & Crowley, 2009) bezeichnet diese drei Fragetypen als fundamental für eine authentische naturwissenschaftliche Beobachtungsweise. In den Gesprächen der SchülerInnen finden sich aber nur wenige dieser Fragen. Dieses Phänomen kann insbesondere in der zweiten Einheit gesehen werden, in welcher die SchülerInnen von der Hypothese ausgehen, dass Seesterne

immer längere Zeitspannen brauchen, um sich auf die Unterseite zurückzudrehen. Diese Annahme wird jedoch von vielen der gesammelten Daten nicht bestätigt. In weiterer Folge zweifeln die SchülerInnen an ihren Messergebnissen und vermuten Fehler dahinter. In anderen Gruppen werden die Ergebnisse als unlogisch abgetan und nicht weiter beachtet. Dies zeigt, dass es zu keiner kritischen Evaluation der Daten in Bezug auf die herangezogenen Schülervorstellungen kommt und dies zu einem Lernabbruch führt.

Das Fehlen der drei Fragentypen kann laut Eberbach und Crowley (2009) die Folge von Unsicherheit sein, da die SchülerInnen die Einstellung haben, diese Fragen in ihrer Situation nicht beantworten zu können und sich daher auf ihre Hypothesen konzentrieren. Dasselbe Prinzip findet sich gemäß Eberbach und Crowley (2009) auch in der Forschungsweise von unerfahrenen WissenschaftlerInnen wieder.

Eberbach und Crowley (2009) führen als eine der Hauptursachen hierfür die fehlende Kenntnis über Fachwissen seitens der Lernenden an. Das Wissen, um die Biologie der Seesterne und passende Forschungsstrategien zu diesen Tieren, würde die Beobachtungsweise der SchülerInnen entscheidend verbessern. Dies würde weiters die Sammlung von Erfahrungen ermöglichen, welche einen ausreichenden Widerstand zu den herangezogenen Präkonzepten bewirken und folglich einen Lernprozess auslösen würden.

In der letzten Einheit wird die Tatsache des fehlenden Fachwissens von einem Schüler angesprochen. Hierbei kritisiert er vor allem die Wahl des Seesternes als Forschungstier, da dieses seiner Meinung nach keinen Bezug zu seinem jetzigen und zukünftigen Leben hat.

*S<sub>m</sub>: (...), aber ich mein Seesterne anschaun und schaun was sie machen, ist, was bringt das? Das brauch ich nie wieder, wirklich. [3, MMJ, 287-288]*

Weiters werden die Arbeitsaufträge von ihm problematisiert, welche seiner Ansicht nach teilweise nicht ohne Fachwissen über das Tier gelöst werden können.

*S<sub>m</sub>: (...) um zu schauen, warum macht er, oder wie macht er das. Weil warum wissen wir ja nicht, das wird uns ja eh nicht gesagt. [3, MMJ, 495-496]*

Diese Aussagen gehen Hand in Hand mit jenen Erkenntnissen, auf welche die Studie von Eberbach und Crowley (2009) aufmerksam macht.

### Auftretende Lernstopps beim Forschenden Lernen der SchülerInnen

Beim Forschenden Lernen haben die SchülerInnen die Aufgabe sich selbstständig und aktiv mit einem Forschungsgegenstand, in diesem Fall dem Seestern, auseinanderzusetzen. Dieses Projekt hat jedoch gezeigt, dass die alleinige Interaktion mit dem Forschungstier in den meisten Fällen nicht ausreicht einen Konflikt zwischen Beobachtungen und Präkonzepten zu verursachen. Der daraus resultierende Lernstopp weist Parallelen zu den von Chinn und Malhotra (2002) angeführten Kritikpunkten zur Umsetzung von Forschendem Lernen im Unterricht auf. Die aufgetragenen Arbeitsaufgaben suggerieren ein zum Teil stark vereinfachtes Bild von Forschung und in weiterer Folge naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Hierzu zählen vor allem die Umdrehexperimente und Fütterungsversuche, bei denen die SchülerInnen eindeutige Ergebnisse erwarten, jedoch nicht erhalten. Ein Lernstopp ist die Folge, da die SchülerInnen sich nicht weiter mit dieser Thematik beschäftigen.

Eine weitere Auffälligkeit besteht darin, dass beim Vergleich der Schülervorstellungen mit den vorgegebenen Forschungsaufgaben nur ein geringer Zusammenhang besteht und folglich eine kritische Auseinandersetzung mit diesen nicht induziert wird. Vor allem die Präkonzepte des Schmerzempfindens, des Erlebens der Seesterne, der Sinnhaftigkeit des Forschungsobjektes als auch der unethischen Komponente der Forschung zeigen keinen direkten Bezug zu den vorgegebenen Forschungsfragen.

## **7. Resümee**

Ausgehend von diesen Erkenntnissen lässt sich sagen, dass Schülervorstellungen eine entscheidende Rolle beim Forschenden Lernen spielen, da diese das Handeln, Denken und Argumentieren der Lernenden maßgeblich mitbestimmen. Sie beeinflussen die Wahrnehmung und lenken die Aufmerksamkeit in bestimmte Richtungen. Weiters haben die Primärerfahrungen mit den lebenden Tieren sichtbare positive Auswirkungen auf die Lernenden gezeigt. Hierzu zählen das Heranziehen vieler unterschiedlicher

Schülervorstellungen und eine emotionale Involviertheit der Lernenden, welche sich insbesondere innerhalb der Präkonzepte über das Schmerzempfinden und der Ethik von Forschung zeigten.

Jedoch führen die Komplexität von Phänomenen und das Fehlen eines fachwissenschaftlichen Inputs dazu, dass es zu keinem ausreichenden Konflikt zwischen den Vorstellungen und dem Gesehenen der SchülerInnen kommt. Auch der Umstand des aktiven und selbstbestimmten Forschens der SchülerInnen und der Einsatz von lebenden Tieren ändert nichts an dieser Tatsache. Durch die oberflächliche Beobachtungsweise erkennen die SchülerInnen keine Zusammenhänge im Gesehenen und können in weiterer Folge nicht selbstständig ein grundlegendes und tiefgreifendes Verständnis von Wissenschaft entwickeln.

Die Frage, welche sich daraus unweigerlich ergibt, ist jene nach passenden Hilfestellungen, welche die Lernenden beim Forschenden Lernen so gut wie möglich unterstützen, ihre Präkonzepte in ausreichendem Maße thematisieren und gleichzeitig dem Ziel einer authentischen naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung näher bringen.

Die *Transformative Kommunikation* könnte solch ein Werkzeug darstellen (Polman & Pea, 2001). Hierbei tragen die Lehrpersonen eine entscheidende Funktion, um die Beobachtungsweise von SchülerInnen in Richtung einer authentischen naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu lenken.

*Transformative Kommunikation* bedeutet in diesem Zusammenhang die Umformung eines Konzeptes auf der Basis eines konstruktiven Austausches zwischen SchülerInnen und LehrerInnen. Entscheidend dabei ist, dass die SchülerInnen bei der Weiterentwicklung des selbstentwickelten Forschungsansatzes zu keinem Zeitpunkt übergangen werden (Polman & Pea, 2001).

Dieses Konzept beruht auf vier Schritten. Im ersten stellen die Lernenden selbstständig Fragen zu einem Forschungsthema, welche schließlich in Form einer Forschungsfrage und eines Forschungsdesigns dem/der LehrerIn vorgestellt werden. Im zweiten Schritt kann die Lehrperson aufgrund ihres Fachwissens und jahrelanger Erfahrung Anmerkungen machen, welche die SchülerInnen auf Schwierigkeiten oder Hindernisse aufmerksam machen. Ein aktiver Gedankenaustausch zwischen LehrerInnen und SchülerInnen bezüglich der Forschungsarbeit stellt den dritten Schritt dar. Das Kennzeichen einer erfolgreichen

Transformation liegt in der Integration des Feedbacks der LehrerInnen in die Forschungsarbeit der SchülerInnen. Dieser vierte Schritt entsteht nur auf Grundlage gegenseitigen Verstehens und Respektierens (Polman & Pea, 2001).

Mit dem Konzept der *Transformativen Kommunikation* werden sowohl die Interessen der SchülerInnen berücksichtigt, als auch ein direkter Bezug zu ihren Präkonzepten hergestellt. Gleichzeitig können Lehrende die Forschungsschritte der Lernenden in Richtung einer naturwissenschaftlichen Arbeitsweise lenken.

Bezugnehmend auf diese Lernumgebung des Forschenden Lernens könnte die *Transformative Kommunikation* hierbei den nötigen Konflikt zwischen den Schülervorstellungen und dem Gesehenen auslösen und eine Vorstellungsentwicklung bewirken. Zum Beispiel könnte die Lehrperson bei einer Besprechung des Konzeptes des eigenen Willens der Tiere, die Aufmerksamkeit der Lernenden auf das einfache Nervensystem der Seesterne lenken. Diese neuen Informationen könnten eine Vorstellungsveränderung induzieren und das Herantragen alternativer Konzepte zur Verhaltenssteuerung bewirken.

In Bezug auf den Bewegungsdrang und dem *Sonnen* der Seesterne könnte durch das Feedback einer Lehrperson eine Untersuchung zum Lichtempfinden der Tiere induziert werden. Diese Experimente könnten ein selbstständiges Herausfinden über die Lichtempfindlichkeit der Seesterne zur Folge haben und den Lernenden somit Erklärungen für das oftmals unverständliche Agieren und Reagieren der Tiere liefern.

Auch die Vorstellungen über das Schmerzempfinden der Seesterne kann durch Feedback der Lehrperson zum Diskussionspunkt gemacht werden, in dem die SchülerInnen konkrete Merkmale für die Erkennung des Schmerzempfindens nennen sollen und in weiterer Folge die Frage nach der Existenz von Schmerzrezeptoren der Tiere induziert wird.

Ebenfalls kann durch Besprechung der Experimente der SchülerInnen mit der Lehrperson Fragen aufgeworfen werden, welche die Verfälschungsfaktoren bei den Umdrehexperimenten und Fütterungsversuchen ansprechen und somit die anfängliche oberflächliche Erwähnung in eine tiefgründige Auseinandersetzung resultieren kann.

Ein konstruktives, informatives und zeitlich passendes Feedback seitens der LehrerInnen wird auch von Krajcik et al. (1998) als essentiell angesehen, um SchülerInnen auf ihrem

Forschungsweg zu unterstützen. Die Lehrpersonen müssen aus dem alten Schema des Erklärens, Demonstrierens und Korrigierens ausbrechen und sich ihrer neuen Funktionen bewusst werden. Hierzu zählt vor allem die SchülerInnen bei ihren Forschungsprozessen zu unterstützen, sie zu beratschlagen, ihnen Mut zu zusprechen und stets zur Seite zu stehen (Zion & Mendelovici, 2012).

Die *Transformative Kommunikation* und das damit verbundene Konzept des konstruktiven Feedbacks der Lehrpersonen stellt eine Möglichkeit dar, mit den Schülervorstellungen der Lernenden zu arbeiten. Dabei kann die Lehrperson konkret darauf achten zwischen den Schülervorstellungen und dem Gesehenen einen Konflikt auszulösen, welcher die SchülerInnen veranlasst mit ihren bisherigen Erklärungen unzufrieden zu sein und eine Vorstellungsentwicklung induziert wird.

Die Umsetzung von *Transformativer Kommunikation* im Unterricht stellt mit Sicherheit kein leichtes Unterfangen dar, da es ein Umdenken bei SchülerInnen und LehrerInnen verlangt, doch ist gleichzeitig eine guter Ansatz dem Bildungsziel von *Scientific Literacy* näher zu kommen.

## 8. Literaturverzeichnis

- AECC-Biologie (2012): KiP - *Kids Participation in Research*. Forschen und Lernen in biologischen Forschungsprojekten. Verfügbar unter <http://aeccbio.univie.ac.at/sparkling-science>. [2. 5. 2014]
- Aufschnaiter, S. von; Fischer, H. E.; Schwedes, H. (1992): Kinder konstruieren Welten. In: Schmidt, S. (Hrsg.): *Kognition und Gesellschaft*. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp Taschenbuch. Wissenschaft, 636, 950).
- Barrow, L. H. (2006): A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. In: *Journal of Science Teacher Education* Vol. 17 (3), S. 265–278.
- Bastian, J. (1991): Schüler als Forscher. In: *Pädagogik*. Heft 2. Weinheim: Beltz Verlag.
- Bell, T. (2010): Forschendes Lernen. In: Piko-Brief 11. IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften. Verfügbar unter <http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/piko/pikobriefe032010.pdf> [3. 2. 2014]
- Blanchard, M. R.; Southerland, S. A.; Osborne, J. W.; Sampson, V. D.; Annetta, L. A.; Granger, E. M. (2010): Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. In: *Science education* Vol. 94 (4), S. 577–616.
- Bönsch, M. (2008): *Variable Lernwege. Ein Lehrbuch der Unterrichtsmethoden*. 4. Aufl. Sankt Augustin: Academia Verlag.
- Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) (2014b): *Kompetenzen und Modelle*. Verfügbar unter <https://www.bifie.at/node/49>. [24. 3. 2014]
- Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) (2011): *Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe. Vorläufige Endversion Oktober 2011*. Verfügbar unter [https://www.bifie.at/system/files/dl/bist\\_nawi\\_kompetenzmodell-8\\_2011-10-21.pdf](https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf). [24. 3. 2014]
- Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens (BIFIE) (2014a): *Bildungsstandards*. Verfügbar unter <https://www.bifie.at/bildungsstandards>. [24. 3. 2014]
- Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (BMUKK) (2014): *Bildungsstandards*. Verfügbar unter <http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/ba/bildungsstandards.xml>. [3. 2. 2014]
- Bybee, R. W. (2002): *Scientific Literacy* Mythos oder Realität? In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. u. Evans, R. (Hrsg.): *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske + Budrich.
- Campbell, N. A.; Reece, J. B. (2009): *Biologie*. 6. Aufl. München [u.a.]: Pearson Studium (Pearson Studium - Biologie).
- Chinn, C. A.; Malhotra, B. A. (2002): Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. In: *Science education* Vol. 86 (2), S. 175-218.

- Crump, R. G.; Emson, R. H. (1983): The natural history, life history and ecology of the two british species of *Asterina*. In: *Field Studies* Vol. 5 (5), S. 867-882.
- Driver, R. (1983): *The pupil as scientist?* Milton Keynes: Open University Press.
- Duden (2013): Duden online. Die deutsche Rechtschreibung. Bibliographisches Institut GmbH. Verfügbar unter <http://www.duden.de/woerterbuch>. [10. 4. 2014]
- Eberbach, C.; Crowley, K. (2009): From Everyday to Scientific Observation: How Children Learn to Observe the Biologist's World. In: *Review of Educational Research* Vol. 79 (1), S. 39–68.
- Eschenhagen, D.; Kattmann, U.; Rodi, D. (1985): *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis-Verlag Deubner.
- Gopnik, A. (1996): The scientist as child. In: *Philosophy of Science* Vol. 63 (4), S. 485–516.
- Gräber, W.; Nentwig, P. (2002): *Scientific Literacy - Naturwissenschaftliche Grundbildung*. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. u. Evans, R. (Hrsg.): *Scientific Literacy*. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich.
- Gräber, W.; Nentwig, P.; Evans, R. (2002): *Scientific Literacy - von Theorie zur Praxis*. In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. u. Evans, R. (Hrsg.): *Scientific Literacy*. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich.
- Gropengießer, H. (1999): Was die Sprache über unsere Vorstellungen sagt. Kognitionslinguistische Analyse als Methode zu Erfassung von Vorstellungen: Das Beispiel Sehen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* Jg. 5 (2), S. 57–77.
- Gropengießer, H.; Kattmann, U. (2013): Arbeiten mit Schülervorstellungen. In: Gropengießer, H.; Harms, U.; Kattmann, U. (Hrsg.): *Fachdidaktik Biologie*. 9., völlig überarbeitete Auflage. Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- Hilgers, A.; Hilgers, H. (2007): Von der Amöbe bis zum Zebra. Skriptum zur Vorlesung *Anatomie und Biologie der Tiere*. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Wien: Facultas Verlag.
- Hummel, E.; Glück, M.; Jürgens, R.; Weisshaar, J.; Randler, C. (2012): Interesse, Wohlbefinden und Langeweile im naturwissenschaftlichen Unterricht mit lebenden Organismen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* Jg. 18, S. 99-116.
- Hummel, E.; Randler, C. (2010): Experiments with living animals - effects on learning success, experimental competency and emotions. In: *Procedia- Social and Behavioral Sciences* Vol. 2 (2), S. 3823–3830.
- Hummel, E.; Randler, C. (2012): Living Animals in the Classroom: A Meta-Analysis on Learning Outcome and a Treatment–Control Study Focusing on Knowledge and Motivation. In: *Journal of Science Education and Technology* Vol. 21 (1), S. 95–105.
- Klieme, E.; Avenarius, H.; Blum, W.; Döbrich, P.; Gruber, H.; Prenzel, M. et al. (2003): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. Berlin: BMBF, Referat Publikationen.
- Klingenberg, K. (2013): 'Primärerfahrung' with living animals in contrast to educational videos: a comparative intervention study. In: *Journal of Biological Education* Vol. 48 (2), S. 105–112.
- Koliander, B.; Puddu, S. (2011): Experimente zum Thema Energie - vom Kochrezept zum Forschenden Lernen. In: *Chemie & Schule* Vol. 26 (3), S. 18–21.



- Krajcik, J.; Blumenfeld, P. C.; Marx, R. W.; Bass, K. M.; Fredricks, J.; Soloway, E. (1998): Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. In: *Journal of the Learning Sciences* Vol. 7 (3), S. 313–350.
- Labudde, P. (2010): Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr. 1. Aufl. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt (UTB, 3248).
- Lamnek, S. (1993): Qualitative Sozialforschung. Band 1. Methodologie. 2., überarb. Aufl. München: Psychologie-Verl.-Union.
- Lamnek, S. (1995): Qualitative Sozialforschung. Band 2. Methoden und Techniken. 3., korrig. Aufl. Weinheim: Beltz; Psychologie Verl. Union.
- Lehnert, H.; Köhler, K. (2013): Welche Medien werden im Biologieunterricht genutzt? In: Spörhase, U. (Hrsg.): *Biologie Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. 6. Aufl. Berlin: Cornelsen.
- Lytte, C. F.; Meyer, J. R.; Weber, W. (2010): *Praktikum Allgemeine Zoologie*. 15., aktualisierte Aufl. München, Boston, Mass. [u.a.]: Pearson Studium (Biologie).
- Mayring, P. (2002): *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. 5., neu ausgestattete Aufl. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Messner, R. (2009): *Forschendes Lernen aus pädagogischer Sicht*. In: Messner, R. (Hrsg.): *Schule forscht. Ansätze und Methoden zum Forschenden Lernen*. Hamburg: Ed. Körber-Stiftung.
- Meyer, A.; Balster, S.; Birkhölzer, C.; Wilde, M. (2011): Der Einfluss von lebenden Tieren als Unterrichtsmittel auf die Lernerwahrnehmung der konstruktivistischen Orientierung ihres Biologieunterrichts. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* Jg. 17, S. 339-355.
- Park, J.; Kim, I. (1998): Analysis of Students' Responses to Contradictory Results Obtained by Simple Observation or Controlling Variables. In: *Research in Science Education* Vol. 28 (3), S. 365–376.
- Polman, J. L.; Pea, R. D. (2001): Transformative Communication as a Cultural Tool for Guiding Inquiry Science. In: *Science education* Vol. 85 (3), S. 223–238.
- Rehm, M. (2006): Kompetenzen und Kompetenzmodelle naturwissenschaftlicher Bildung. In: *Bildungsstandards durchdacht*. Landau: Verl. Empirische Pädagogik (Perspektiven zur pädagogischen Professionalisierung, 71).
- Reinmann, G.; Mandl, H. (2006): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, A.; Weidenmann, B. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*. 5., vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Schröder, K.; Mallon, C.; Lorenzen, S.; Wilde, M. (2009): Videoanalyse zum Einfluss lebender Tiere auf das Schülerverhalten, Lernzuwachs und Motivation im Biologieunterricht. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* Vol. 8, S. 55–68.
- Strauss, A. L. (1994): *Grundlagen qualitativer Sozialforschung. Datenanalyse und Theoriebildung in der empirischen soziologischen Forschung*. München: Fink (UTB für Wissenschaft, 1776).
- Sumfleth, E.; Pitton, A. (1998): Sprachliche Kommunikation im Chemieunterricht: Schülervorstellungen und ihre Bedeutung im Unterrichtsalltag. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* Jg. 4 (2), S. 4-20.

- Trumbull, D. J.; Bonney, R.; Grudens-Schuck, N. (2005): Developing Materials to Promote Inquiry: Lessons Learned. In: *Science education* Vol. 89 (6), S. 879–900.
- Wilde, M.; Bätz, K. (2009): Sind die süüüß! – Der Einfluss des unterrichtlichen Einsatzes lebender Zwergmäuse auf Wissenserwerb, Motivation und Haltungswunsch. In: *IDB Ber. Inst. Didaktik Biologie* Jg.17, S. 19-30.
- Zion, M.; Mendelovici, R. (2012): Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. In: *Science Education International* Vol. 23 (4), S. 383–399.
- Zion, M.; Slezak, M. (2005): It takes two to tango: In dynamic inquiry, the self-directed student acts in association with the facilitating teacher. In: *Teaching and Teacher Education* Vol. 21 (7), S. 875–894.

## 9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	<i>Scientific Literacy</i> als „die Schnittmenge verschiedener Kompetenzen“ (Gräber et al., 2002, S. 137)	Seite 4
Abbildung 2:	Österreichisches Kompetenzmodell für Naturwissenschaften der achten Schulstufe (BIFIE, 2011)	Seite 6
Abbildung 2.1.:	Handlungsdimension (H) des österreichischen Kompetenzmodells (BIFIE, 2011)	Seite 7
Abbildung 2.2.:	Anforderungsdimension (N) des österreichischen Kompetenzmodells (BIFIE, 2011)	Seite 7
Abbildung 2.3.:	Inhaltsdimension (I) des österreichischen Kompetenzmodells (BIFIE, 2011)	Seite 8
Abbildung 3:	Stufenmodell von Forschendem Lernen (Koliander & Puddu, 2011, S. 18)	Seite 15
Abbildung 4:	Verwandtschaftsverhältnisse des Seesterns (vgl. Lytle et al., 2010; Campell et al., 2009)	Seite 27
Abbildung 5:	Bauplan des Seesterns (Aboralansicht) (Lytle et al., 2010, S. 278)	Seite 28
Abbildung 6:	Wassergefäßsystem eines Seesterns (schematisch) (Lytle et al., 2010, S. 279)	Seite 29

## 10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Transkriptionslegende	Seite 42
Tabelle 2:	Schülervorstellungen zum Seestern und zur Forschung	Seite 56

## Abstract

Der naturwissenschaftliche Unterricht strebt entsprechend dem Bildungsziel der *Scientific Literacy* die Ausbildung von mündigen BürgerInnen an, die gegenüber naturwissenschaftlich generiertem Wissen kritik- und urteilsfähig sind. Forschendes Lernen ist dabei eine Lehr-/Lernmethode, welche die Lernenden in die Position versetzt, eine Forschungsarbeit selbstständig durchzuführen und um dadurch Lernern einen Einblick in den Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu ermöglichen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss von Forschendem Lernen auf Schülervorstellungen zu klären. Schülervorstellungen, Vorstellungen, mit denen die Lernenden bereits in den Unterricht kommen, haben in der konstruktivistischen Lerntheorie einen zentralen Stellenwert, da sie das Lernen und Lehren maßgeblich beeinflussen.

Im Zuge der vorliegenden Arbeit wurde eine Lernumgebung zum Forschenden Lernen mit dem Seestern *Asterina gibbosa* untersucht. Die SchülerInnen hatten die Aufgabe innerhalb drei doppelstündiger Einheiten verschiedenen vorgegebenen Fragestellungen selbstständig nachzugehen. Es wurde den Lernenden zuvor kein fachwissenschaftlicher Input zur Biologie der Seesterne gegeben.

Die Transkripte der Schülergespräche während des Forschenden Lernens wurden mit Hilfe der *Grounded Theory* und einer linguistischen Sprachuntersuchung analysiert und es wurden dabei formale Merkmale aufgedeckt, welche als Erkennungskriterien für Schülervorstellungen herangezogen wurden. Bei der anschließenden Kategorisierung und Analyse der Schülervorstellungen, wurde insbesondere auf deren Veränderung über die Unterrichtseinheiten hinweg geachtet, um eine etwaige Vorstellungsentwicklung in den Blick zu bekommen.

Die Ergebnisse weisen große Parallelen zur fachdidaktischen Literatur auf. Hier werden unter anderem die Art und Weise der Umsetzung des Forschenden Lernens im Unterricht und das fehlende Fachwissen der SchülerInnen hinsichtlich des Ziels, SchülerInnen Kompetenz in Bezug auf die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung zu vermitteln, problematisiert.

Diese Merkmale zeigen sich auch in dieser Lernumgebung des Forschenden Lernens, da trotz der aktiven und selbstständigen Forschungsarbeit der Lernenden und dem Einsatz von lebenden Tieren es häufig zu keiner Vorstellungsentwicklung kommt. Hierfür kann unter anderem das fehlende fachwissenschaftliche Wissen und die oberflächliche

Beobachtungsweise der SchülerInnen als Ursache genannt werden, wodurch es nicht zu einer vertieften Auseinandersetzung der SchülerInnen mit dem Forschungsgegenstand kommt.

Als ein möglicher Lösungsansatz wird in der vorliegenden Arbeit die Methode der *Transformativen Kommunikation* vorgestellt, welche das Ziel verfolgt die Umsetzung des Forschenden Lernens im Unterricht lernförderlicher zu gestalten, indem Schülervorstellungen gezielt berücksichtigt werden.

## Abstract

In accordance with the educational objective of *scientific literacy* the natural science curriculum is striving for an education, which is creating informed citizens, who have the competency of criticism and sound judgment with respect to the validity of findings acquired by science. Inquiry learning is hereby a method of teaching and learning which enables the students to carry out research activities independently, thus giving them an insight into the process of gaining knowledge in the field of natural science.

The aim of this research project is to analyse the influence of inquiry learning on the preconceptions of students. Such preconceptions, which are already present when the students attend lessons, play a central role in the constructivist learning theory, because they influence substantially the method of learning and teaching.

In the course of this research project a learning environment for inquiry learning with live starfish (*Asterina gibbosa*) has been investigated. During a period of three double unit lessons the students had the task to independently respond to various predetermined questions. The students did not get in advance any scientific related information regarding the biology of starfish.

The transcript of student dialogs conducted during inquiry learning were analysed by means of the *grounded theory* and linguistic features were revealed which were serving as examples for student's preconceptions. In the subsequent categorization and analysis of student's preconceptions specific attention was paid to changes of these during the lessons, thus revealing a possible development of the preconceptions.

The results obtained are considerably coinciding with the data described in the subject literature. In this, among other things, the manner of application of inquiry learning and the lack of expertise of the students regarding the objective to provide the students with competence in the field of natural science are being scrutinized.

These criteria are also reflected in this learning environment of inquiry learning, because despite active and independent research activities of the students and the use of live animals, a development of preconceptions is frequently not occurring. This shortcoming can be attributed, among other things, to the lack of disciplinary knowledge and their everyday observation subsequently resulting in an insufficient analysis of the research topics of the students.

As a possible solution the method of *transformative communication* is being suggested in this presented research with the aim to organize inquiry learning in the classes more conducive for the students and taking into account specifically student preconceptions.

# Lebenslauf

## Persönliche Daten

Name	Kerstin Feichtinger
Geburtsort	Vanderbijlpark, Südafrika
Nationalität	Österreich

## Schulische und universitäre Ausbildung

ab März 2009	Ummeldung auf das Lehramtsstudium Biologie und Umweltkunde und Chemie, Universität Wien
ab Oktober 2006	Diplomstudium Biologie, Universität Wien
Juni 2006	Ablegung der Matura
1998 - 2006	AHS Bundesrealgymnasium Gmünd
1994 - 1998	Dr.-Karl-Renner-Volksschule II, Gmünd Neustadt

## Berufliche Tätigkeiten

August 2006 – 2009	Ferialpraktikum im Moorheilbad Harbach, Gesundheits- und Rehabilitationszentrum
--------------------	---