



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Entwicklung und Implementierung des Forschenden
Lernens in den Experimentalunterricht zum Thema Auge
und Sehen: Eine Aktionsforschungsstudie

Verfasser

Pero Limbeck

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 445 406

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde, UF Mathematik

Betreuerin / Betreuer: Prof. Mag. Dr. Franz Radits

Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei Mag. Ingrid Osterhaus für die Organisation meiner Anmeldung zum fachspezifischen Unterrichtspraktikum in Biologie und Umweltkunde sowie der entsprechenden Zuordnung zu der von mir gewünschten Betreuungslehrerin bedanken. Ohne diese Hilfe wäre die Verfassung dieser Diplomarbeit nicht möglich gewesen.

Des Weiteren bedanke ich mich herzlichst für das hohe Maß an Vertrauen in mich von Seiten meiner Betreuungslehrerin und Mentorin Mag. Ilse Wenzl. Sie hat mich in hohem Maße bei der Vorbereitung und Durchführung meiner Unterrichtstage unterstützt und war stets am Erfolg meiner Vorhaben interessiert.

Mein Diplomarbeitsbetreuer Mag. Dr. Franz Radits hat mich im Zuge meiner Aktionsforschungsarbeit umfassend betreut und unterstützt, indem er mich immer wieder zum Nachdenken und Reflektieren anregte, was meinen besonderen Dank verdient.

Plagiatserklärung

Hiermit erkläre ich, die vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst und ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben. Alle wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommenen Textpassagen und Gedankengänge sind durch genaue Angabe der Quelle ausgewiesen. Dies gilt auch für Quellen aus dem Internet, bei denen zusätzlich URL und Zugriffsdatum angeführt sind. Ferner versichere ich, diese Arbeit nicht bereits andernorts zur Beurteilung vorgelegt zu haben.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----------|
| 0. Einleitung | Seite 6 |
| 1. Theoretische Grundlagen | Seite 8 |
| 2. Beschreibung des Projektablaufs | Seite 16 |
| 3. Forschungsfrage | Seite 28 |
| 4. Methoden | Seite 29 |
| 5. Ergebnisse | Seite 36 |
| 6. Diskussion | Seite 47 |
| 7. Konsequenzen für die Unterrichtsplanung | Seite 49 |
| 8. Fazit | Seite 54 |
| 9. Literaturverzeichnis | Seite 58 |
| 10. Abbildungsverzeichnis | Seite 61 |
| 11. Tabellenverzeichnis | Seite 63 |
| 12. Quellenverzeichnis | Seite 64 |
| 13. Anhang | Seite 65 |

0. Einleitung

Zu Beginn meiner Diplomarbeit möchte ich erläutern, wie ich zu meinem Diplomarbeitsthema kam und welches Ziel ich mit meiner Diplomarbeit verfolge. Anstoß war die Lehrveranstaltung „Interdisziplinäres Projektpraktikum Lehramt Biologie: Forschendes Lernen“, die ich im Wintersemester 2012 im Rahmen meines Lehramtsstudiums in den Unterrichtsfächern Biologie und Umweltkunde sowie Mathematik an der Universität Wien besuchte.

Im Zuge dieser Lehrveranstaltung sollte ich gemeinsam mit einer Studienkollegin am Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Bernoullistraße in Wien Experimentalunterricht im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde für eine sechste Klasse planen und durchführen. Das Ziel der Lehrveranstaltung war, dass die Schüler/innen in den insgesamt vier uns zur Verfügung gestellten Unterrichtsstunden im Biologiesaal möglichst eigenständig arbeiten sollten. Ich möchte nun im Folgenden kurz skizzieren, aus welchen Phasen sich unser Unterricht zusammensetzte:

1. Theorieinput: Zu Beginn erfolgte eine theoretische Einführung von meiner Kollegin und mir zum Thema Seesterne.
2. Gruppeneinteilung: Die Schüler/innen wurden in Gruppen zu je vier bis fünf Schüler/innen eingeteilt.
3. Orientierungs- und Beobachtungsphase: Die Schüler/innen wurden mit den Arbeitsobjekten (Seesterne der Art *Asterina gibbosa*) konfrontiert, mit denen sie sich in den nächsten vier Unterrichtsstunden genauer auseinandersetzen sollten.
4. Formulierungsphase: Die Schüler/innen sollten nach der Beobachtung der Seesterne eine Fragestellung pro Schüler/innengruppe zu den Seesternen formulieren sowie eine Vermutung zur Fragestellung.
5. Planungsphase: Die Schüler/innen sollten sich überlegen, wie sie die Vermutungen durch Experimente testen wollen.
6. Experimentalphase: Die Schüler/innen führten ihre geplanten Experimente durch.
7. Interpretationsphase: Die Schüler/innen sollten ihre Ergebnisse bzgl. ihrer Fragestellungen und Vermutungen interpretieren.
8. Präsentationsphase: Die Schüler/innen präsentierten ihre Ergebnisse und Erkenntnisse.

Die Erfahrungen, die ich im Zuge der sehr genauen Planung der einzelnen Unterrichtsphasen, der Organisation der Seesterne und der Durchführung dieses Unterrichts machte, förderten mein Interesse am Experimentalunterricht sehr und waren ausschlaggebend dafür, dass ich mich dazu entschloss, mich im Zuge einer Diplomarbeit mit diesem Themenfeld tiefgreifender auseinandersetzen zu wollen. Ich wollte genauer verstehen, wie von mir als Lehramtsstudent selbst geplanter und durchgeführter Experimentalunterricht im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde aus verschiedenen Perspektiven wahrgenommen wird. Mein Ziel war es, mich für diese Unterrichtsform zu professionalisieren. Daher wollte ich verstehen, wie ein von mir gestalteter Experimentalunterricht wirkt, um diesen gegebenenfalls zu verbessern.

Ich möchte zum Abschluss meiner Einleitung noch auf zwei Begriffe näher eingehen: Zunächst werden in dieser Diplomarbeit unter *Lehramtsstudent/innen* Personen verstanden, die ihr Studium noch nicht vollständig abgeschlossen haben und die daher die Erforschung ein oder mehrerer selbst geplanter und durchgeführter Unterrichtseinheiten an einer Schule im Rahmen eines Studiensemesters mit der Unterstützung einer Mentorin oder eines Mentors durchführen. Die Rolle der *Mentorin* oder des *Mentors* [im Normalfall (und auch in meinem Fall) eine Lehrperson an der Schule, an der der Lehramtsstudent oder die Lehramtsstudentin die Erforschung seiner oder ihrer Unterrichtssequenzen durchführt] besteht darin, den Studenten oder die Studentin bei der Planung und Durchführung der vorgesehenen Unterrichtssequenzen zu unterstützen. Die Mentorin oder der Mentor trägt dabei die Verantwortung für den Unterricht.

1. Theoretische Grundlagen

Der theoretische Rahmen meiner Diplomarbeit umfasst folgende Themenbereiche:

- die theoretische und kontextbezogene Einordnung des Begriffs Aktionsforschung
- theoretische Überlegungen zum Experimentieren im Schulunterricht
- die Rolle des Forschenden Lernens als Unterrichtsmodell und die Ziele des Forschenden Lernens im Kontext von Laborunterricht
- Kriterien für die Auswahl und Formulierung von Aufgabenstellungen
- Lehramtsstudenten als Aktionsforscher

Theoretische und kontextbezogene Einordnung des Begriffs Aktionsforschung

Das tiefere Verständnis für die Wirkung eines von mir selbst geplanten und durchgeführten Experimentalunterrichts wollte ich durch eine Aktionsforschung erreichen. Der Begriff Aktionsforschung wird von Altrichter und Posch (2007) nach John Elliot als systematische Untersuchung beruflicher Situationen übersetzt bzw. definiert, die von den Betroffenen selbst eigenständig durchgeführt wird. Im Kontext von Schulunterricht können damit Lehrer/innen ihren eigenen Unterricht untersuchen – mit dem Ziel diesen zu verbessern. Meine eigene Aktionsforschung fand im Zuge meines fachspezifischen Unterrichtspraktikums im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde statt. Dieses Praktikum gehört zur pädagogischen Lehramtsausbildung der Universität Wien. Es fand im Wintersemester 2014 im BRG 18 Schopenhauerstraße in Wien im Rahmen von Laborunterricht zum Thema Auge und Sehen statt. Der Laborunterricht ist eine Maßnahme der Schule, um die Unterrichtsform Forschendes Lernen im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde zu ermöglichen. Forschendes Lernen wird dabei so betrieben, dass die Schüler/innen anhand eines Arbeitsblatts mit mehreren Aufgabenstellungen konfrontiert werden, die von den Schüler/innen möglichst eigenständig bearbeitet werden sollen, wobei die Methode zur Bearbeitung der Aufgabenstellungen entweder vorgegeben oder frei wählbar ist.

Experimentieren im Schulunterricht

Um zu verstehen, welche Rolle das Experimentieren im Schulunterricht spielen kann, ist es hilfreich davon auszugehen, dass Naturwissenschaften ganz allgemein empirischen Untersuchungen und insbesondere in der Biologie Beobachtungen der Natur zugrunde liegen (Werner & Kremer, 2010). Allerdings sind diese Beobachtungen nicht einzig und allein durch die Bilder auf der Retina bestimmt, sondern auch von der Erfahrung, dem Wissen und den Erwartungen des Beobachters abhängig (Chalmers, 2007). Damit kann keine Erkenntnis und kein Wissen in den Naturwissenschaften als absolut und ausschließlich objektiv angesehen werden, denn durch neue Technologien, Denkweisen und Veränderungen kultureller oder sozialer Elemente entstehen neue Beweise, Hinweise und Erfahrungen, die wiederum Einfluss auf die bisherigen Beobachtungen und empirischen Untersuchungen haben und dazu führen, dass vorherige Erkenntnisse neu interpretiert und betrachtet werden müssen (Werner & Kremer, 2010).

Im Schulunterricht ist die Durchführung von Experimenten eine Möglichkeit, auch Schüler/innen näher zu bringen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden, und den Schüler/innen zu vermitteln, dass naturwissenschaftliches Wissen und naturwissenschaftliche Erkenntnisse stets vorläufigen Charakter haben (Kizil & Kattmann, 2011). Denn in der Wissenschaft werden mit Experimenten Hypothesen über die Ursachen eines Phänomens planmäßig getestet (Gropengießer, 2013). Es wird dadurch versucht Tatsachen zu erhalten, die für die Identifizierung und Spezifizierung von in der Natur wirkenden Prozessen relevant sind, indem der jeweils untersuchte Prozess möglichst isoliert und andere Effekte möglichst eliminiert werden (Chalmers, 2007).

Da die Erkenntnisgewinnung auch einer der im Zuge der Bildungsstandards eingeführten Kompetenzbereiche der Naturwissenschaften ist und ein wichtiger Aspekt der Erkenntnisgewinnung das Wissenschaftsverständnis ist, bei dem die Schüler/innen lernen sollen, wie Wissenschaftler arbeiten und wie Wissen in den Naturwissenschaften erworben und weiterentwickelt wird (Werner & Kremer, 2010), kann Experimentieren im Schulunterricht eine sinnvolle Rolle spielen. Allerdings kommt es dabei darauf an, wie Experimentieren im Unterricht verstanden und umgesetzt wird. Im Schulunterricht werden Experimente

grundsätzlich ihrer Funktion entsprechend in „bestätigende“ und „klärende“ Experimente unterteilt (Gropengießer, 2013). Welche Funktion ein Experiment im Unterricht hat, hängt davon ab, ob es als Element eines Problemlöseprozesses verstanden wird, der durch spezifische Handlungen wie naturwissenschaftliche Fragen formulieren, Hypothesen generieren, Untersuchungen planen, Daten analysieren und Schlussfolgerungen ziehen charakterisiert ist (Kizil & Kattmann, 2011), oder als Unterrichtsmaßnahme, die bereits vorhandenes Wissen der Schüler/innen nur noch verfestigen soll. Beim „bestätigenden“ Experiment wird durch bereits vorher festgelegte Handlungen und den daraus resultierenden erwarteten Prozessen ein Sachverhalt demonstriert und bestätigt, der bereits bekannt ist. Das „klärende“ Experiment hingegen sollte möglichst alle Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens beinhalten, da damit besonders gut Einsichten in die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung vermittelt werden können, wengleich die Schüler/innen oft nicht alle Schritte selbstständig durchführen können, sondern häufig Hilfe bei der Planung eines solchen Experiments brauchen, insbesondere für die Auswahl und Handhabung des Experimentiermaterials (Gropengießer, 2013).

Ein Unterrichtsmodell, das Experimentalunterricht so versteht, dass den Schüler/innen die Möglichkeit gegeben wird, Experimentieren als Lösungsprozess zu verstehen und deren naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung ermöglichen kann, ist das Forschende Lernen.

Forschendes Lernen

Beim Forschenden Lernen geht es im Allgemeinen darum, dass die Schüler/innen eine Aufgaben-, Problem- bzw. Fragestellung mittels Durchführung spezifischer Tätigkeiten bearbeiten. Welche und wie viele dieser Tätigkeiten im Rahmen von Forschendem Lernen im Unterricht gefördert werden, hängt wesentlich davon ab, inwieweit eigenständiges Handeln der Schüler/innen ermöglicht wird. Dabei geht es im Grunde darum, ob eine Fragestellung zu einem Thema, die Untersuchungsmethode zu dieser Fragestellung und die Schlussfolgerungen, die aus der Untersuchung gezogen werden, den Schüler/innen von der Lehrperson vorgegeben werden oder von diesen selbst entwickelt und erarbeitet werden können (Blanchard et al., 2010). Je nachdem können grundsätzlich durch Forschendes Lernen die folgenden wissenschaftlichen Tätigkeiten bei den

Schüler/innen gefördert werden: Orientieren, Problem formulieren, Vermuten, Planen, Informationen suchen, Wissen ausdrücken, Modellieren, Experimentieren, Auswerten, Ergebnisse finden, Präsentieren, Diskutieren, Reflektieren und Anwenden (Bell, 2006). Stäudel (2004) schlägt diesbezüglich eine Akzentsetzung vor, inwiefern welche Tätigkeiten wie stark im Unterricht gefördert werden. Er unterteilt daher die ähnlich wie von Bell formulierten Tätigkeiten der Schüler/innen in die folgenden sieben Kategorien:

- 1) Beobachten/Messen
- 2) Vergleichen/Ordnen
- 3) Erkunden/Experimentieren
- 4) Vermuten/Prüfen
- 5) Diskutieren/Interpretieren
- 6) Modellieren/Mathematisieren
- 7) Recherchieren/Kommunizieren

Welche Tätigkeiten im Rahmen Forschenden Lernens gefördert werden können und wie stark diese gefördert werden können, hängt zudem maßgeblich vom Unterrichtskontext, den Fähigkeiten der Schüler/innen und dem verfügbaren Material ab (Blanchard et al., 2010). Diese Aspekte finden sich auch im erweiterten Angebots-Nutzungs-Modell des Unterrichts von Helmke (2002) wieder (siehe unten). Aber auch die grundlegende Arbeitseinstellung der Schüler/innen spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Nach Kember, Ho und Hong (2010) wird nämlich Unterricht, der den Schüler/innen relevant für ihren weiteren Bildungs- und Berufsweg erscheint, von diesen grundsätzlich als interessant und motivierend gesehen; und nach Helmke (2002) hat die Wahrnehmung und Interpretation des Unterrichts durch die Schüler/innen auch unmittelbaren Einfluss auf deren Lernaktivitäten. Konkret in meinem Fall waren die Schüler/innen, die ich im Zuge meines Laborunterrichts betreut habe, solche, die sich bewusst für einen Schwerpunkt in Naturwissenschaften mit Laborunterricht in der Oberstufe entschieden haben. Das Fördern bestimmter Aktivitäten im Rahmen Forschenden Lernens, wenngleich auch unter günstigen Voraussetzungen, führt allerdings nicht automatisch dazu, dass Schüler/innen Verständnis dafür entwickeln, wie wissenschaftliche Untersuchungen vonstatten gehen, sondern oft kann dadurch ein sehr vereinfachtes oder falsches Bild

wissenschaftlicher Vorgangsweisen bei den Schüler/innen erzeugt werden (Chinn & Malholtra, 2002).

Auswahl und Formulierung von Aufgabenstellungen

Dennoch sind das Erlernen naturwissenschaftlicher Methoden und ein Verständnis für die Charakteristika der Naturwissenschaften wesentliche Ziele, die man laut Koliander (2009) sowie Lunetta, Hofstein und Clough (2010) im Rahmen Forschenden Lernens im Laborunterricht verfolgen kann. Um diese und weitere Ziele nun erreichen zu können, kommen laut Hofstein und Lunetta (2004) den Formulierungen von Aufgabenstellungen, sofern diese wie in meinem Fall Grundlage einer forschenden Lerneinheit im spezifischen Kontext von Laborunterricht sind, eine besondere Rolle zu: Man sollte diese nicht mit Informationen überfrachten, sondern nach Blumenfeld, Kemppler und Krajcik (2006) aufgrund der hohen Komplexität forschender Lerneinheiten kurz, strukturiert und überschaubar formulieren, damit den Schüler/innen der Blick auf das Wichtige und Wesentliche nicht verstellt wird. Außerdem sollten die Aufgabenstellungen laut Blumenfeld, Kemppler und Krajcik (2006) nicht kochbuchartig formuliert werden, sodass die Schüler/innen die Möglichkeit haben, das Potential ihrer praktischen Fähigkeiten und vor allem ihrer Problemlöse-Fähigkeiten im Sinne von Koliander (2009) und Lunetta, Hofstein und Clough (2010) bestmöglich auszuschöpfen und zu erweitern. Das führt mich zu einem weiteren Punkt, der mir ebenfalls wichtig bei der Auswahl und Formulierung von Aufgabenstellungen erscheint: Sie sollten nach Möglichkeit die Art der Herangehensweise offen lassen. Dadurch wird nach Blumenfeld, Kemppler und Krajcik (2006) das Gefühl der Autonomie bei den Schüler/innen gestärkt und damit deren Interesse und Motivation erhöht. Die Steigerung des Interesses an den Naturwissenschaften ist ein weiteres von Koliander (2009) sowie Lunetta, Hofstein und Clough (2010) formuliertes wichtiges Ziel, das durch forschende Lerneinheiten im Laborunterricht verfolgt werden kann, da Laborunterricht autonome Handlungsmöglichkeiten der Schüler/innen ermöglichen kann. Nach Deci und Ryan (1993) wird durch autonome Handlungsmöglichkeiten der Schüler/innen deren Bereitschaft qualitativ hochwertige Leistungen zu erbringen sowie die Bereitschaft zu einer tiefgehenden Verarbeitung des Lernstoffs erhöht und somit ein stärker integriertes Wissen und ein höherer Kompetenzgrad

erreicht. Des Weiteren wird nach Blumenfeld, Kempler und Krajcik (2006) sowie Kember, Ho und Hong (2010) die Motivation und Arbeitseffizienz der Schüler/innen durch Teamarbeit enorm erhöht, weshalb Aufgabenstellungen, die Teamarbeit erfordern oder begünstigen, in Betracht zu ziehen sind. Zum Schluss möchte ich noch einen weiteren Aspekt erwähnen, der mir im Zusammenhang mit meinen bisherigen Ausführungen für die Auswahl und Formulierung von Aufgabenstellungen für eine forschende Lerneinheit als bedeutsam erscheint: Die Aufgabenstellungen sollten nach Möglichkeit Freiraum für die Kreativität der Schüler/innen lassen, denn nach Werner und Kremer (2010) sind Kreativität und Vorstellungskraft wichtige Bestandteile zur Erlangung naturwissenschaftlichen Wissens, das nach Koliander (2009) sowie Lunetta, Hofstein und Clough (2010) ebenfalls erweitert werden soll.

Lehramtsstudenten als Aktionsforscher

Der Theorierahmen der Untersuchung meines Unterrichts nach dem Muster der Aktionsforschung basiert auf dem erweiterten Angebots-Nutzungs-Modell des Unterrichts von Helmke (2002):

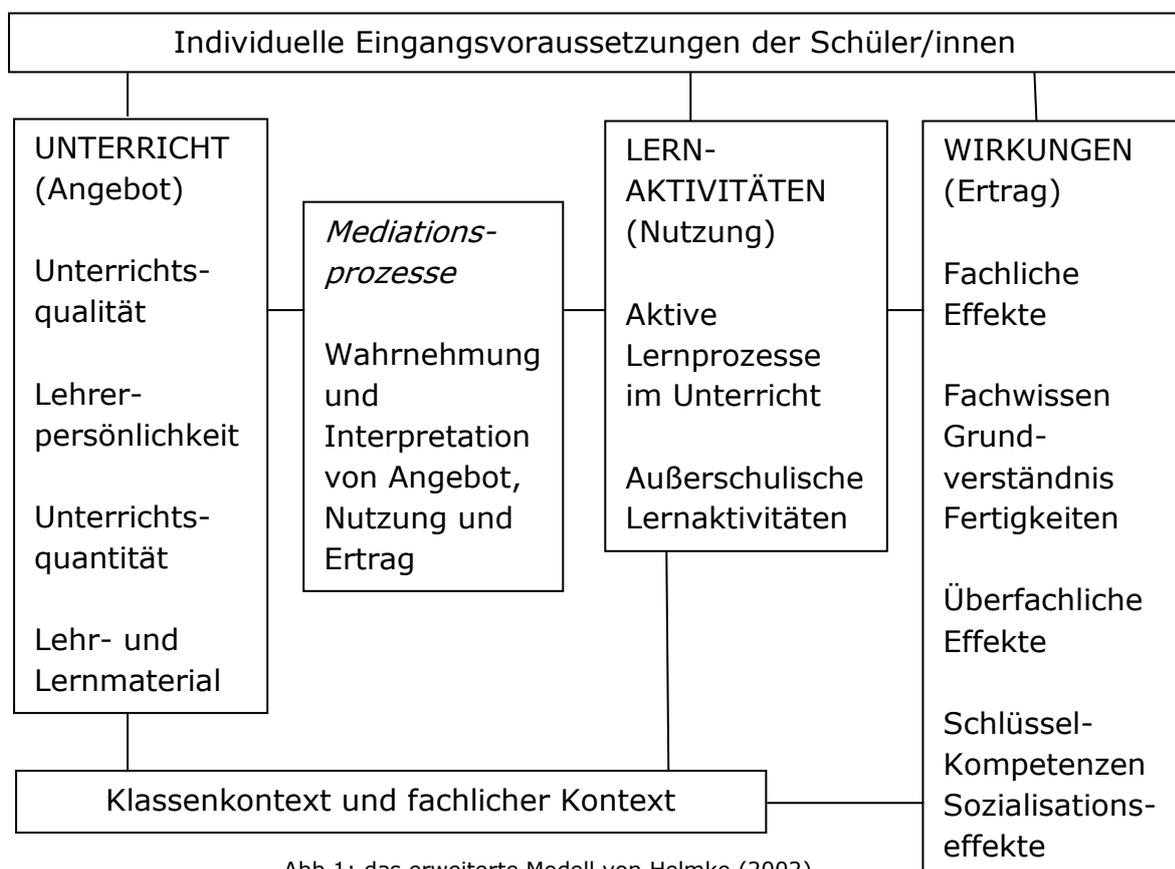


Abb.1: das erweiterte Modell von Helmke (2002)

Mit diesem Modell kann die Qualität Forschenden Lernens im Rahmen einer Aktionsforschung untersucht werden. Es zeigt, welche Aspekte konkret beim Unterricht und darüber hinaus eine Rolle spielen, und was somit durch eine Aktionsforschungsstudie untersucht werden kann. Nach Helmke (2002) ist außerdem eines der Grundprinzipien von Unterrichtsforschung die Anforderung, sich bei der Erfassung von Unterricht nicht nur auf eine Quelle und Methode zu verlassen, sondern ein breites Spektrum von verschiedenen Perspektiven und Methoden mit einzubeziehen, da jede Quelle und Methode ihre eigenen Vor- und Nachteile sowie ihre Stärken und blinden Flecke hat. Ich habe daher entschieden, meinen Laborunterricht mit Daten aus unterschiedlichen Perspektiven zu erfassen und diese dann miteinander in Beziehung zu setzen, also eine Triangulation durchzuführen. Konkret habe ich meinen Unterricht aus den folgenden drei Perspektiven untersucht:

- Persönliche Perspektive
- Schüler/innenperspektive
- Perspektive der Mentorin

Die Triangulation gilt in der Aktionsforschung als eine erfolgversprechende Möglichkeit zu validen Erkenntnissen zu gelangen, denn laut Altrichter und Posch (2007) hat sie bei der Untersuchung von Unterricht vor allem folgende Vorteile:

- Es entsteht ein dichteres, ausgewogeneres Bild der Unterrichtssituation.
- Es werden widersprüchliche Sichtweisen deutlich, wodurch tiefergehende Interpretationen möglich sind.
- Es werden die Perspektiven rangunterschiedlicher Personen auf eine Ebene gestellt, was wichtig ist, da die Anwendung der Triangulation regelmäßig zeigt, dass gerade die Schüler/innen situationserhellende Informationen liefern.

Altrichter und Posch (2007) erwähnen aber auch, dass die Triangulation aufwändig ist und viele Lehrer/innen sich nicht wohlfühlen bei dem Gedanken, dass sie im Zuge der Triangulation mit der Perspektive einer fremden Person konfrontiert werden. In meinem Fall war diese fremde Person aber die Mentorin, zu der ein sehr gutes Vertrauensverhältnis bestand.

Meine Aktionsforschungsstudie ist zusätzlich noch aus dem besonderen Blickwinkel zu betrachten, dass ich sie als Student durchgeführt habe. In ihrem Artikel „Student-teachers doing action research in their practicum: why and how?“ schreibt Ulvik (2014) diesbezüglich, dass es jedenfalls einige Autoren aus jüngerer Zeit und verschiedenen Ländern gibt, die finden, dass Lehramtstudent/innen in der Rolle von Aktionsforscher/innen wichtig sein können, da sie durch ihre Aktionsforschungen einen Beitrag zur konkreten Entwicklung und damit Verbesserung von Unterricht leisten können und auch die Ausbildung von Lehrer/innen damit konkreter bzw. relevanter gestalten können. Sie macht aber gleichzeitig darauf aufmerksam, dass Aktionsforschung für Studenten auch zu einer Überforderung führen kann. Deshalb schlägt sie vor, dass man sich als Student bei seiner Forschungsarbeit grundsätzlich auf einen bestimmten Aspekt bzw. eine gewisse Fragestellung konzentrieren sollte. Das erweiterte Angebots-Nutzungs-Modell des Unterrichts von Helmke (2002) (siehe oben) war dabei für mich eine wesentliche Hilfe. Das Modell führt drei Kernaspekte des Unterrichts an: Angebot, Nutzung und Ertrag. Da Forschendes Lernen an der Schule, an der ich meine Aktionsforschung durchführte, so betrieben wird, dass die Schüler/innen gleich mit mehreren Aufgabenstellungen in einer Laboreinheit zu einem bestimmten Themenbereich konfrontiert werden, entschloss ich mich zur Konzentration auf den Aspekt des Angebots und hierbei insbesondere auf die Weiterentwicklung und Verbesserung von Aufgabenstellungen für das Forschende Lernen zum Thema Auge und Sehen im Rahmen von Laborunterricht.

2. Beschreibung des Projektablaufs

Ich nutzte die am BRG 18 Schopenhauerstraße vorhandene Schulpraxis, bei der in der Oberstufe neben anderen Schwerpunkten ein Schwerpunkt in Naturwissenschaften mit Laborunterricht gesetzt wird. Im Zuge dieses Schwerpunkts fanden sich die Schüler/innen der 6A, aufgeteilt auf drei Gruppen zu je 8-11 Schüler/innen, jede zweite Woche für jeweils drei mal zwei Unterrichtsstunden hintereinander im Biologiesaal ein, wo sie dann alle dieselben Aufgabenstellungen, die mit einem bestimmten biologischen Thema zusammenhängen, im Rahmen des Laborunterrichts bearbeiten mussten.

Zur genaueren Erklärung führe ich hier an, wie ein Tag, an dem die Schüler/innen der 6A Laborunterricht hatten, grundsätzlich abließ:

- 11:00-12:00 Uhr Vorbereitung des Laborunterrichts durch die Lehrperson
- 12:00-13:45 Uhr Betreuung der ersten Schüler/innengruppe
- 13:50-15:30 Uhr Betreuung der zweiten Schüler/innengruppe
- 15:35-17:15 Uhr Betreuung der dritten Schüler/innengruppe

Prinzipiell waren die einzelnen Laboreinheiten, bei denen jeweils eine Schüler/innengruppe betreut wurde, folgendermaßen strukturiert:

1. Vorbesprechung (10min)
2. Bearbeitung der Aufgabenstellungen (1h15min)
3. Schlussbesprechung (15min)

Die Vorbesprechung und die Schlussbesprechung fanden immer mit der Lehrperson und allen Schüler/innen gemeinsam im Biologiesaal statt. Zur Bearbeitung der Aufgabenstellungen konnten die Schüler/innen grundsätzlich sowohl den Biologiesaal als auch die gleich neben dem Saal über eine Tür erreichbare Biologiesammlung benutzen. Im Biologiesaal befindet sich vorne eine Tafel und es gibt vier Sitzreihen mit acht Stühlen pro Sitzreihe, einen Overheadprojektor, einen Beamer, TV, drei Computer mit Internetzugang (wobei einer davon für die Lehrperson bestimmt ist und die anderen beiden im hinteren Teil des Saals aufgestellt sind), Kästen mit Arbeitsmaterial (z.B. Mikroskope, destilliertes Wasser, Chemikalien, Präparationsmaterial, usw.), Schaukästen

sowie im hinteren Teil des Saals etwas abgesetzt einen Tisch. In der Biologiesammlung befinden sich Kästen mit Arbeitsmaterial sowie über Rollen verschiebbare Tische.

Meine Aktionsforschung fand am 17.11.2014 und 15.12.2014 statt. Vor Beginn meines ersten Laborunterrichtstages erhielten die Schüler/innen in ihrem Klassenraum einen einstündigen theoretischen Input zum Thema Auge und Sehen von der Mentorin, der für die Konzeption und Durchführung des Laborunterrichts der 6A zuständigen Lehrperson. Das diente als Vorbereitung auf ihre nächsten beiden Laboreinheiten, die sie mit mir gemeinsam zu diesem Thema zu absolvieren hatten. Der Ablauf meiner beiden Laborunterrichtstage gestaltete sich wie folgt:

- 11:00-12:00 Uhr Vorbereitung des Arbeitsmaterials
- 12:00-13:45 Uhr Betreuung der ersten Schüler/innengruppe
- 13:50-15:30 Uhr Betreuung der zweiten Schüler/innengruppe
- 15:35-17:15 Uhr Betreuung der dritten Schüler/innengruppe

Ich vereinbarte dabei mit der Mentorin, dass sie mich sowohl bei der Vorbereitung des Arbeitsmaterials als auch bei der Betreuung der drei Schüler/innengruppen an beiden Laborunterrichtstagen unterstützt.

Im Folgenden möchte ich auf die allgemeinen Unterrichtsmaßnahmen, die alle insgesamt sechs von mir betreuten Laboreinheiten betrafen, näher eingehen.

Zu Beginn jeder Einheit versammelte ich die Schüler/innen rund um einen hinten befindlichen, etwas abgesetzten Tisch im Biologiesaal. Dort verteilte ich dann zunächst die Arbeitsblätter an die Schüler/innen mit den entsprechenden Aufgabenstellungen sowie Feedback-Fragebögen. Nachdem ich die einzelnen Aufgabenstellungen erklärt und mit den Schüler/innen besprochen hatte, erläuterte ich ihnen den Grund für den Feedback-Fragebogen, nämlich dass er einen wichtigen Beitrag zu meiner Diplomarbeit leistet. Danach begannen die Schüler/innen mit der eigenständigen Bearbeitung der Aufgabenstellungen, wobei sie sich eigenständig in Teams von zwei oder drei Schüler/innen aufteilten. Grundsätzlich war an beiden Projekttagen die Reihenfolge der Bearbeitung der Aufgabenstellungen von den Schüler/innen frei wählbar. Die Mentorin und ich

wiesen die Schüler/innen außerdem darauf hin, dass sie uns beide beim Arbeiten als Berater und Hilfesteller hinzuziehen können. Wir orientierten uns dabei beide am „Scaffolding-Prinzip“, was heißt, dass wir die Schüler/innen bei einzelnen Arbeitsschritten unterstützten, aber darauf achteten, dass die Schüler/innen letztlich selbst in der Lage waren, die Aufgabenstellungen unabhängig von uns zu meistern (Raymond, 2000, Chang, Sung & Chen, 2002). Ich ging in der Praxis dann so vor, dass ich die Teams der Schüler/innen nacheinander beim Arbeiten beobachtete und dann entweder von den Schüler/innen um Hilfe gebeten wurde oder ich fragte nach, ob die Schüler/innen etwas von mir brauchen. Die Mentorin hielt sich prinzipiell eher im Hintergrund, stand den Schüler/innen aber grundsätzlich als Informationsquelle zur Verfügung und schaltete sich bei manchen Aufgabenstellungen, die die Schüler/innen bearbeiteten, auch aktiv als Hilfskraft mit ein. Die Schlussbesprechung führte ich dann alleine mit den Schüler/innen durch. Sie diente dazu, die unterschiedlichen Beobachtungen, Erfahrungen und Ergebnisse der Schüler/innen einzuholen und sie darüber mit mir gemeinsam reflektieren und diskutieren zu lassen, womit diese auch von Bell (2006) und Stäudel (2004) angeführten Tätigkeiten verstärkt gefördert werden sollten, auf die ich bei meinen Aufgabenstellungen einen weniger starken Fokus gelegt hatte. Ich bin dabei mit den Schüler/innen die einzelnen Aufgabenstellungen nochmals durchgegangen und habe sie mit ihnen besprochen, wobei die Schüler/innen ihre Protokollnotizen zur Hilfe nahmen, die sie während der forschenden Lerneinheit erstellt hatten und die sie so noch ergänzen konnten. Das diente ihnen dann auch als Grundlage für ihren Arbeitsbericht, den sie dann bis zu ihrer nächsten forschenden Lerneinheit an meine Mentorin abzugeben hatten. Zum Schluss sammelte ich noch die Feedback-Fragebögen für meine Diplomarbeit ein, die die Schüler/innen auf meinen Wunsch hin schon während des Arbeitens immer wieder ausgefüllt hatten.

Bei der Erstellung der für alle drei Schüler/innengruppen gleichen Aufgabenstellungen an meinen beiden Laborunterrichtstagen unterstützte mich die Mentorin mit Material (siehe Quellenverzeichnis), das eine Reihe von Aufgabenstellungen zu verschiedenen Aspekten des Themas Auge und Sehen enthielt. Auf Grund meiner geringen Erfahrung mit der Erstellung von Aufgabenstellungen für eine forschende Lerneinheit nutzte ich diese

Aufgabenstellungen als Grundlage für die Erstellung meiner eigenen Aufgaben. Ich achtete bei der Auswahl und Formulierung meiner Aufgabenstellungen darauf, dass durch die entsprechenden Aufgaben pro Laborunterrichtstag insgesamt bei möglichst vielen der von Bell (2006) und Stäudel (2004) angegebenen Tätigkeiten eine Akzentsetzung gegeben war, wobei ich versuchte, die jeweiligen Aufgabenstellungen mit einer unterschiedlich starken Betonung dieser Tätigkeiten zu versehen. Schließlich legte ich der Mentorin für den jeweiligen Aktionsforschungstag meine Vorschläge vor. Sie akzeptierte grundsätzlich meine Auswahl und half mir die Aufgaben auszuformulieren.

Im Folgenden beschreibe ich nun, an welchen Aufgabenstellungen die Schüler/innen an meinen jeweiligen Laborunterrichtstagen gearbeitet haben und erläutere, welche Maßnahmen mit welchen Zielsetzungen dann in der Praxis bei den Aufgabenstellungen realisiert wurden. Zuvor noch ein Überblick, welche Aufgabenstellungen mit welchen von der Mentorin und mir gemeinsam formulierten Zielsetzungen an den jeweiligen Laborunterrichtstagen von den Schüler/innen zu bearbeiten waren:

| | |
|------------------------|--|
| Erster Unterrichtstag | <ul style="list-style-type: none"> - Sektion eines Schweineauges - Adaption - Akkommodation - Bestimmung des Nahepunktes - blinder Fleck: Nachweis und Lage |
| Zweiter Unterrichtstag | <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Stäbchen und Zapfen, Verteilung der Rezeptor-Typen in der Netzhaut - Farbwahrnehmung - Nachbilder - Räumliches Sehen - Umkehrbrille - Augenmodell |

Tab.1: Überblick Aufgabenstellungen

| Aufgabenstellungen | Zielsetzungen |
|---|---|
| Sektion eines Schweineauges | Reflektieren, Interpretieren, Interesse, Teamarbeit fördern; Kenntnisse zum Aufbau und zur Funktion der Bestandteile des Auges festigen |
| Adaption | Messen, Vermuten, Prüfen und Interpretieren fördern |
| Akkommodation | Kreativität und Präsentieren fördern |
| Bestimmung des Nahepunktes | Messen, Vergleichen, Interpretieren, Vermuten, Teamarbeit fördern |
| blinder Fleck: Nachweis und Lage | Recherchieren und Interesse fördern; Fachwissen zum blinden Fleck erweitern und festigen |
| Stäbchen und Zapfen, Verteilung der Rezeptortypen in der Netzhaut | Teamarbeit, Vermuten und Vergleichen fördern |
| Farbwahrnehmung | Vermuten und Prüfen fördern |
| Nachbilder | Recherchieren, Präsentieren, Interesse fördern; Fachwissen erweitern |
| Räumliches Sehen | Kreativität und Präsentieren fördern |
| Umkehrbrille | Vergleichen, Erkunden, Vermuten, Interpretieren, Kreativität fördern |
| Augenmodell | Fachwissen erweitern; Umgang mit einem Modell schulen |

Tab. 2: Überblick Zielsetzungen

Am ersten Unterrichtstag begannen alle Schüler/innengruppen auf Anraten von der Mentorin und mir ihre Laboreinheit mit der Aufgabenstellung „Sektion eines Schweineauges“. Da die Mentorin schon oft eine Augensektion mit Schüler/innen durchgeführt hatte, hatte sie mir empfohlen, dass ich die Schüler/innen dazu auffordere mit dieser Aufgabenstellung zu beginnen, damit sich die Teams der Schüler/innen auch teamübergreifend unterstützen und austauschen können und so die Schüler/innen insgesamt nicht zu viel Zeit bei der Bearbeitung dieser Aufgabenstellung verlieren. Jedem „Sezierteam“ stellte ich außerdem Informationsmaterial (siehe Quellenverzeichnis) zur Verfügung, das den Schüler/innen die einzelnen Arbeitsschritte beim Sezieren erleichtern sollte. Das Präparationsmaterial (Sezierwanne, Skalpell, Präparationsnadel, feine Schere, Pipette, Pinzette, Einweghandschuhe, etc.) für die Augensektion mussten sich die Schüler/innen von Kästen mit dem Arbeitsmaterial selbst holen. Folgende Arbeitsschritte waren von den „Sezierteams“ im Rahmen der Augensektion durchzuführen und zu protokollieren:

1. Handschuhe anziehen und mit dem Skalpell ein kleines Loch in die Lederhaut schneiden. Beschreiben, ob das leicht oder eher schwer fällt. Davon auf die Funktion der Lederhaut schließen.
2. Die Lederhaut mit der Schere entlang der Medianlinie um die Pupille aufschneiden und in zwei Hälften zerlegen. Die Beschaffenheit des Glaskörpers beschreiben und auf seine Funktion schließen.
3. Die Linse zwischen zwei Finger nehmen, sie vorsichtig zusammendrücken und beschreiben, was passiert. Die Linse auf bedrucktes Papier legen und den Effekt beschreiben. Von den Beobachtungen auf die Funktion der Linse schließen.
4. Versuchen, die Hornhaut mit dem Skalpell anzuschneiden. Von der gemachten Erfahrung auf die Funktion der Hornhaut schließen.
5. Die Netzhaut mit der Pinzette erfassen, vorsichtig an ihr ziehen. Die Beobachtung beschreiben und Rückschlüsse daraus ziehen.

Diese Aufgabenstellung diente als Einführung in das Forschende Lernen zum Thema Auge und Sehen. Der Fokus lag dabei darauf, dass das von Bell (2006) erwähnte Reflektieren über das Beobachtete und Erlebte gefördert wird und das von Stäudel (2004) genannte Interpretieren. Außerdem wollte ich die von

Blumenfeld, Kempler und Krajcik (2006) als auch von Kember, Ho und Hong (2010) als arbeitsmotivierend empfohlene Teamarbeit bei den Schüler/innen fördern. Die Mentorin und ich nutzten die Augensektion auch dazu, die Schüler/innen mit Fragen zum Aufbau und zur Funktion der Bestandteile des Auges zu konfrontieren, um das Fachwissen der Schüler/innen zu festigen und zu erweitern.

Bei der Aufgabenstellung „Adaption“ sollten die Schüler/innen zunächst eine Vermutung formulieren, wie das Auge auf unterschiedliche Lichtverhältnisse reagiert, diese Vermutung dann überprüfen und ihre Ergebnisse und Rückschlüsse schließlich im Protokoll festhalten. Als Arbeitsmaterialien hatte ich den Schüler/innen hierfür eine Lichtquelle (z.B. Deckenbeleuchtung im Bio-Saal, Overheadprojektor) sowie ein Geodreieck als Messinstrument empfohlen.

Beim zweiten Teil der Aufgabenstellung sollten sich die Schüler/innen mit der Fragestellung auseinandersetzen, ob die Augen des Menschen unabhängig voneinander auf unterschiedliche Lichtreize reagieren, also ob die Adaption der beiden Pupillen unabhängig voneinander erfolgt oder nicht. Dazu sollten sie eine Vermutung formulieren, diese überprüfen, das Ergebnis interpretieren und sämtliche Arbeitsschritte protokollieren. Grundsätzlich wollte ich bei dieser Aufgabenstellung einen Schwerpunkt auf das Messen, das Vermuten, das Prüfen und das Interpretieren im Sinne von Bell (2006) und Stäudel (2004) legen. Meine Mentorin hat außerdem den selbst gebildeten Teams der Schüler/innen hintereinander den Schlüssel zum Müll-Raum der Schule gegeben, weil es dort ausreichend dunkel war, damit die Schüler/innen überprüfen konnten, wie die Augen auf dunkle Lichtverhältnisse reagieren.

Mit der Aufgabenstellung „Akkommodation“ verfolgte ich vor allem das Ziel, die Kreativität der Schüler/innen im Sinne von Werner und Kremer (2010) zu fördern. Daher haben die Mentorin und ich bei der Bearbeitung dieser Aufgabenstellung durch die Schüler/innen möglichst wenig interveniert. Außerdem sollte mit dieser Aufgabenstellung das von Bell (2007) angeführte Präsentieren gefördert werden. Die Aufgabe bestand darin, dass die Schüler/innen in der Schlussbesprechung präsentieren können, wie die Akkommodation des Auges mit einfachen Mitteln erfahrbar gemacht werden kann.

Bei der Aufgabenstellung „Bestimmung des Nahepunktes“ hatten die Schüler/innen folgendermaßen vorzugehen: Ein/e Schüler/in sollte ein Auge schließen, mit dem anderen offenen Auge die Spitze eines mit ausgestreckter Hand gehaltenen Bleistifts fixieren und diese dann langsam dem offenen Auge nähern, bis sie gerade noch scharf erscheint. Ein/e Mitschüler/in sollte dann mit einem Lineal den Abstand zwischen Bleistiftspitze und Auge messen. Der Punkt, an dem die Bleistiftspitze gerade noch scharf erscheint, ist der sogenannte Nahepunkt. Er stellt die Grenze der Nah-Akkommodation des Auges dar.

Die Schüler/innen sollten ihre Nahepunktabstände untereinander und mit mir und der Mentorin vergleichen, weshalb der Nahepunkt auch bei der Mentorin und mir von den Schüler/innen ermittelt werden sollte. Die erhaltenen Daten sollten die Schüler/innen dann interpretieren und eine Vermutung formulieren, wie das Alter mit den Nahepunktabständen zusammenhängt und woran das liegen könnte. Bei dieser Aufgabenstellung wollte ich vor allem die Teamarbeit der Schüler/innen im Sinne von Blumenfeld, Kempler und Krajcik (2006) sowie Kember, Ho und Hong (2010) fördern, aber auch die Zusammenarbeit der Schüler/innen mit meiner Mentorin und mir. Außerdem wollte ich durch diese Aufgabenstellung folgende Aspekte des wissenschaftlichen Arbeitens nach Bell (2006) und Stäudel (2004) betonen: das Messen, das Vergleichen, das Interpretieren und das Vermuten.

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung „blinder Fleck: Nachweis und Lage“ stellten meine Mentorin und ich verschiedene Schulbücher, Lexika und das Internet zur Verfügung. Das Ziel der Aufgabenstellung war, dass die Schüler/innen dazu angeregt wurden, möglichst genau und umfassend über dieses Thema zu recherchieren und ihr Fachwissen zu erweitern. Über ein Thema zu recherchieren ist eine der wissenschaftlichen Tätigkeiten, die laut Bell (2006) und Stäudel (2004) im Unterricht gefördert werden kann. Als Aufgabe war zu recherchieren, wie man Existenz und Lage des blinden Flecks nachweisen kann und welche Erklärungen es gibt, wieso man beim normalen Sehen den blinden Fleck nicht bemerkt. Die Mentorin und ich konfrontierten die Schüler/innen zudem mit der Frage, warum der blinde Fleck überhaupt existiert, um sicher zu stellen, dass die Schüler/innen auch diesbezüglich über das entsprechende Fachwissen verfügen.

Die Aufgabenstellung „Stäbchen und Zapfen, Verteilung der Rezeptor-Typen in der Netzhaut“ sollte betont in Teamarbeit von den Schüler/innen durchgeführt werden. In der Vorbereitung des zweiten Unterrichtstages haben die Mentorin und ich bereits zwei Packpapierbögen jeweils an der Tafel und in unmittelbarer Nähe an einer zweiten Stelle angebracht. Die Aufgabenstellung war, dass ein/e Schüler/in ein Auge schließt und mit dem anderen Auge „stur“ aus zirka einem Meter Entfernung ein auf die Mitte des Packpapiers gezeichnetes kleines Kreuz in Augenhöhe fixiert. Dann sollten die Mitschüler/innen Kartonstücke in den Farben rot, grün und blau langsam von der Seite her in Richtung Kreuz führen. Der/die auf das Kreuz starrende Schüler/in sollte dabei melden, an welchen Stellen er/sie die Kartonstücke erstmals erkennt (diese Stelle sollten die Mitschüler/innen mit einer Bleistiftmarkierung am Packpapier kennzeichnen) und ab welchem Punkt er/sie die Farbe erkennt (diese Stellen sollten in der entsprechenden Farbe mit Farbstiften markiert werden). Das sollte dann noch mit dem anderen Auge wiederholt werden. Insgesamt sollten die Schüler/innen anhand der Aufgabenstellung eine Vermutung formulieren, wie die verschiedenen Zapfentypen des Auges in der Netzhaut verteilt sind und wie Stäbchen und Zapfen grundsätzlich in der Netzhaut verteilt sind. Die Mentorin und ich bestanden darauf, dass alle Schüler/innen aller drei Gruppen mit denselben beiden Packpapierbögen die Aufgabenstellung bearbeiten sollten. Dadurch sollten die Schüler/innen, die den Arbeitsteams folgten, die die Aufgabenstellung als allererstes bearbeitet hatten, anhand der bereits vorhandenen Markierungen Vermutungen anstellen können und diese dann durch die eigene Bearbeitung der Aufgabenstellung mit den eigenen Markierungen vergleichen können. In der Vorbesprechung habe ich die Schüler/innen über die Funktionsweise der Zapfen informiert und auch darüber, welche Zapfentypen es gibt. Bei dieser Aufgabenstellung standen die Förderung der Teamarbeit der Schüler/innen, die von Blumenfeld, Kempler und Krajcik (2006) sowie von Kember, Ho und Hong (2010) empfohlen wird, sowie des Vermutens und Vergleichens im Sinne von Bell (2006) und Stäudel (2004) im Vordergrund. Um die Kommunikation der Schüler/innen noch weiter zu fördern, versuchten die Mentorin und ich dafür zu sorgen, dass immer zwei Arbeitsteams gleichzeitig an den Packpapierbögen arbeiten und sich so zusätzlich über ihre Erfahrungen austauschen konnten.

Durch die Aufgabenstellung „Farbwahrnehmung“ wollte ich die von Bell (2006) und Stäudel (2004) angeführten Tätigkeiten des Vermutens und des Prüfens bei den Schüler/innen fördern. Die Schüler/innen sollten zunächst Vermutungen anstellen, durch welche Faktoren die Farbwahrnehmung beeinflusst werden kann. Dann sollten sie diese Vermutungen durch eigene Untersuchungen überprüfen. Die Mentorin und ich halfen den Schüler/innen bei der Bearbeitung dieser Aufgabenstellung auf Anfrage mit Hinweisen.

Bei der Aufgabenstellung „Nachbilder“ sollten die Schüler/innen zunächst durch Rechercharbeit das Phänomen der Entstehung von Nachbildern erklären und sich für die Schlussbesprechung dahingehend vorbereiten, dass sie demonstrieren können, wie die Entstehung von Nachbildern praktisch nachgewiesen werden kann. Die Mentorin und ich unterstützten die Schüler/innen bei der Bearbeitung dieser Aufgabenstellung nur auf Anfrage mit Hinweisen und verwiesen auf das zur Verfügung stehende Informationsmaterial, das aus Schulbüchern, Lexika und dem Internet bestand. Durch diese Aufgabenstellung sollte das Recherchieren und Präsentieren im Sinne von Bell (2006) und Stäudel (2004) gefördert werden.

Mit der Aufgabenstellung „Räumliches Sehen“ wollte ich den Schüler/innen den von Werner und Kremer (2010) empfohlenen Freiraum für ihre Kreativität geben. Die Schüler/innen sollten dabei Nachweismöglichkeiten finden, die zeigen, dass das binokulare Sehen Vorteile gegenüber dem monokularen (=einäugigen) Sehen hat, und sie in der Schlussbesprechung präsentieren. Zu dieser Aufgabenstellung erhielten die Schüler/innen als Hilfe von mir den Hinweis, dass das binokulare Sehen die Durchführung sehr präziser und rascher Bewegungen bzw. Handlungen ermöglicht.



Abb. 2: Eine Schülerin hilft ihrer Teamkollegin beim Umgang mit der Umkehrbrille.

Bei der Aufgabenstellung „Umkehrbrille“ sollte ein/e Schüler/in eine Umkehrbrille aufsetzen (durch die man alles auf den Kopf gestellt sieht) und versuchen verschiedene Aktionen durchzuführen, wie z.B. durch den Raum gehen, einen Gegenstand in die Hand nehmen, etwas auf ein Blatt Papier schreiben, usw. Ein/e andere/r Schüler/in musste diese Aktionen zur Sicherheit beobachten bzw. begleiten. Insgesamt sollten die Schüler/innen beschreiben, welche Erfahrungen sie bei den unterschiedlichen Aktionen gemacht haben und was ihnen leichter und/oder schwerer gefallen ist. Im Zusammenhang mit ihren Erfahrungen sollten die Schüler/innen dann Vermutungen formulieren, warum dem so war. Mit der Aufgabenstellung „Umkehrbrille“ wollte ich bei den von Bell (2006) und Stäudel (2004) beschriebenen Tätigkeiten einen Fokus auf das Vergleichen, das Erkunden, das Vermuten und das Interpretieren legen. Außerdem wollte ich die Kreativität der Schüler/innen, was das Durchführen unterschiedlichster Aktionen mit der Umkehrbrille betrifft, im Sinne von Werner und Kremer (2010) fördern. Mitschüler/innen, die Mentorin oder ich beobachteten allerdings aus Sicherheitsgründen die Schüler/innen, die die Umkehrbrille aufgesetzt hatten, sehr genau, da die Sicherheit und Gesundheit der Schüler/innen beim praktischen Arbeiten nicht gefährdet werden darf (Gropengießer, 2013).

In der Vorbereitung auf den zweiten Unterrichtstag bauten die Mentorin und ich das Augenmodell in der Biologiesammlung so weit auf, dass die Schüler/innen gleich damit zu arbeiten beginnen konnten, und wir legten die zum Modell gehörenden Arbeitsanleitungen (siehe Quellenverzeichnis) bereit. Die Aufgabenstellung „Augenmodell“ erforderte von den Schüler/innen, dass sie anhand des Modells und mit Hilfe der zugehörigen Arbeitsanleitungen die Akkommodation und die möglichen Fehlsichtigkeiten des Auges demonstrieren und die dahinter stehenden Prozesse protokollieren. Mit dieser Aufgabenstellung verfolgte ich das Ziel, das fachliche Wissen der Schüler/innen zu erweitern. Die Mentorin unterstützte mich dabei, indem sie die Aufgabenstellung mit den Schüler/innen gemeinsam erarbeitete und dabei zusätzlich auch ihr Fachwissen an die Schüler/innen weitergab. Ich wollte mit dieser Aufgabenstellung auch das Arbeiten mit einem Modell betonen, da Modelle ein wichtiges Medium zur Vermittlung von Fachwissen sein können und ihre Funktion im Prozess der Erkenntnisgewinnung eine wichtige Rolle spielt (Upmeyer zu Belzen, 2013).

3. Forschungsfrage

Das Ziel meiner Aktionsforschung war es herauszufinden, wie sich die von mir erstellten Aufgabenstellungen, die die Grundlage meines Laborunterrichts waren, sowohl aus der Perspektive der Schüler/innen und der Mentorin als auch aus meiner eigenen Perspektive in der Praxis bewähren, um diese weiterentwickeln und verbessern zu können. Der Empfehlung von Ulvik (2014) folgend formulierte ich daher zunächst die folgende übergeordnete Forschungsfrage:

Welche Erfahrungen mache ich als Lehramtsstudent mit meinen Aufgabenstellungen zum Forschenden Lernen über das Unterrichtsthema Auge und Sehen und welche Konsequenzen für eine Weiterentwicklung und Verbesserung dieser Aufgabenstellungen ergeben sich aus meinen Daten?

Um diese Frage beantworten zu können, formulierte ich auf Basis meiner theoretischen Überlegungen die folgenden konkreten Fragen, die mir bei der Beantwortung meiner übergeordneten Forschungsfrage helfen sollten:

- 1.) Durch welche Aufgabenstellungen konnte das Fachwissen der Schüler/innen erweitert werden?
- 2.) Durch welche Aufgabenstellungen konnte das Interesse der Schüler/innen am Thema Auge und Sehen geweckt bzw. erweitert werden?
- 3.) Welche Aufgabenstellungen förderten bzw. erschwerten das autonome Handeln der Schüler/innen?
- 4.) Bei welchen Aufgabenstellungen konnten die Aktivitäten gefördert werden, die auch tatsächlich gefördert werden sollten, und durch welchen Faktor wurde die Förderung dieser Aktivitäten am meisten beeinflusst?

Durch diese untergeordneten Forschungsfragen wollte ich ein Bild darüber erhalten, welche Aufgabenstellungen sich prinzipiell für das Thema Auge und Sehen für eine Weiterentwicklung und Verbesserung eignen könnten und was konkret bei der Auswahl und Formulierung von Aufgabenstellungen zu diesem Thema berücksichtigt werden kann.

4. Methoden

4.1. Datenerhebung

Im Folgenden möchte ich nun näher beschreiben, mit welchen Methoden ich die Daten zu meiner persönlichen Perspektive, der Perspektive der Schüler/innen und der Perspektive der Mentorin auf meinen Laborunterricht erhob.

Persönliche Dokumentation des Laborunterrichts durch Tagebuchnotizen

Laut Altrichter und Posch (2007) sind Aufzeichnungen in Tagebücher in der Aktionsforschung eine häufige und grundsätzlich ohne großen Aufwand einsetzbare Methode zur Erhebung von Daten. Daher entschied auch ich mich für diese Methode. Ich ging dabei so vor, dass ich für beide Unterrichtstage für jede Aufgabenstellung, die die Schüler/innen zu bearbeiten hatten, einen eigenen Bereich für Notizen einrichtete. Dort trug ich im Zuge meiner Beobachtungen der Arbeit der Schüler/innen jeweils bei der entsprechenden Aufgabenstellung, deren Bearbeitung durch ein Team von Schüler/innen ich im Augenblick gerade beobachtete, jeweils meine Beobachtungen, Gedanken, usw. ein. Außerdem trug ich dort ein, was die Schüler/innen in der Schlussbesprechung zu den jeweiligen Aufgabenstellungen beigetragen hatten. Dadurch entstand ein Bild für mich, wie die Schüler/innen mit den Aufgabenstellungen zurechtgekommen waren, da ich ja drei Schüler/innengruppen hintereinander pro Unterrichtstag bei der Bearbeitung derselben Aufgabenstellungen beobachtete. Die Tagbuchnotizen, die ich an den beiden Unterrichtstagen verfasste, ergänzte ich jeweils direkt im Anschluss noch mit Informationen, die mir beim Durchlesen meiner Notizen eingefallen sind. Dabei halfen mir auch Fotos (siehe Anhang) und Filmsequenzen, mit denen ich an beiden Unterrichtstagen bei der ersten Schüler/innengruppe meinen Laborunterricht zusätzlich dokumentieren durfte. Mit Fotos können nach Altrichter und Posch (2007) Daten erfasst werden, die sonst bei der Untersuchung von Unterrichtssituationen leicht übersehen werden, und sie können helfen, wieder einen ganzheitlicheren Eindruck von einer Unterrichtssituation zu vermitteln, vor allem in Zusammenhang mit anderen Datenquellen. Durch Videoaufzeichnungen können zudem nach Altrichter und Posch (2007) Bedingungen und Auswirkungen bestimmter Ereignisse deutlicher

sichtbar gemacht werden als durch andere Methoden. Daher habe ich von drei Filmsequenzen zur Augensektion auch zusätzlich ein Transskript (siehe Anhang) erstellt, wobei ich diese Transskripte meinem Tagebuch beilegte. Das fertige Tagebuch war dann jene Grundlage, auf deren Basis ich meine Perspektive auf den Unterricht analysierte. Abschließend möchte ich noch bemerken, dass ich meine vollständigen Tagebucheinträge im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht preisgegeben habe, da sich ein für Außenstehende sehr unübersichtliches Bild meiner Einträge ergeben würde, das aber für mich in dieser Form sehr wichtig und hilfreich war. Allerdings finden sich im Anhang Auszüge aus meinen Tagebucheinträgen, die ein lebendiges Bild meiner Beobachtungstätigkeit vermitteln sollen.

Implementierung eines Feedback-Fragebogens in die forschenden Lerneinheiten zur Ermittlung der Schüler/innenperspektive

Da mich im Rahmen meiner Studie die Perspektive der Schüler/innen konkret auf die von mir konzipierten Aufgabenstellungen interessierte, entschied ich mich dazu, in meinen forschenden Lerneinheiten Feedback-Fragebögen an die Schüler/innen zu verteilen. Altrichter und Posch (2007, S. 167) charakterisieren Feedback-Fragebögen im Kontext von Aktionsforschung wie folgt: „Die schriftliche Befragung ist eine Art formalisiertes Interview. Der wichtigste Unterschied zum Interview besteht darin, dass der Fragende auf die Antworten der Befragten nicht unmittelbar reagieren kann. Präzisierungen der Frage oder Nachfragen ist nicht möglich.“ Ich teilte jeweils zu Beginn der insgesamt sechs forschenden Lerneinheiten die Feedback-Fragebögen gemeinsam mit den Arbeitsblättern aus, wodurch ich den Schüler/innen genügend Zeit geben wollte, die Feedback-Fragebögen anzunehmen. Meine Absicht dahinter war, dass dadurch für die Schüler/innen kein unmittelbarer Druck zur Beantwortung der Fragen besteht und sich das positiv auf die Qualität der Antworten auswirkt. Somit konnten die Feedback-Fragebögen während der gesamten forschenden Lerneinheit von den Schüler/innen anonym ausgefüllt werden, weil ich wollte, dass sie die Möglichkeit hatten, schon während des Arbeitens ihre Erfahrungen möglichst ehrlich festzuhalten und mich im Zweifelsfall fragen konnten, welche Informationen bei den einzelnen Feedback-Fragen für mich interessant und wichtig sind. Ich erhoffte mir von diesem begleitenden Einsatz der Feedback-

Fragebögen, dass ich so Daten erhalten würde, die sonst vielleicht unter den Tisch gefallen wären. Denn gerade beim Forschenden Lernen, wo meist an vielen Orten viele Dinge gleichzeitig passieren, kann einer Lehrkraft, die an der Verbesserung ihrer Professionalität und ihres Unterrichts interessiert ist, ungewollt Vieles entgehen. Deshalb wies ich die Schüler/innen auch während jeder Einheit regelmäßig darauf hin, die Feedback-Fragebögen auszufüllen und erinnerte sie auf deren Bedeutung für mein Forschungsvorhaben. Am Ende jeder Einheit sammelte ich die ausgefüllten Feedback-Fragebögen der Schüler/innen ein.

Ich möchte nun erläutern, nach welchen Überlegungen ich die Fragestellungen der Feedback-Fragebögen formulierte. Da es mir, wie bereits erwähnt, wichtig war, dass ich die Feedback-Fragebögen als Teil der forschenden Lerneinheiten implementieren konnte, entschloss ich mich dazu, die Fragen möglichst offen zu formulieren, denn nach Altrichter und Posch (2007) kann eine schriftliche Befragung umso leichter zu einem Element von Unterricht werden, je offener die Fragen formuliert sind. Des Weiteren legte ich bei der Formulierung der Fragen großen Wert darauf, sie so zu formulieren, dass sich die Schüler/innen direkt angesprochen fühlen. Nach Altrichter und Posch (2007) lösen solche Fragen weniger Abwehr bei den Schüler/innen aus und somit erhöht sich die Chance auf hilfreiche Informationen. Dabei hilft es nach Altrichter und Posch (2007) auch, wenn die Fragen möglichst einfach, kurz und konkret einen Interessensbereich betreffend formuliert sind, da solche Fragen im Allgemeinen zu validen und zuverlässigen Antworten führen. Dementsprechend habe ich versucht, diese Tatsache bei der Erstellung der Fragebögen ebenfalls zu berücksichtigen. Außerdem ist es nach Altrichter und Posch (2007) wichtig, dass neben positiv formulierten Fragen (die z.B. nach positiven Erfahrungen fragen) auch negativ formulierte Fragen (die z.B. nach negativen Erfahrungen fragen) aufgenommen werden. Damit soll vermieden werden, dass der Eindruck einer Manipulation durch die Fragen entsteht.

Die Fragestellungen des Feedback-Fragebogens für meinen ersten Unterrichtstag (siehe unten) formulierte ich schließlich auf Basis der untergeordneten Forschungsfragen. Daher interessierte es mich, welches neue Fachwissen die Schüler/innen aus ihrer Sicht erlangt hatten und welche Aufgabenstellungen und damit verbundenen Arbeitsaktivitäten bei den Schüler/innen das Interesse am

Thema Auge und Sehen geweckt hatten. Außerdem wollte ich in Hinblick auf meine untergeordneten Forschungsfragen wissen, bei welchen Aufgabenstellungen das Interesse der Schüler/innen für bestimmte Teilaspekte des Themas Auge und Sehen in besonderem Maße gefördert und erweitert werden konnte und bei welchen Aufgabenstellungen die Schüler/innen Schwierigkeiten hatten und somit das eigenständige Handeln der Schüler/innen grundsätzlich gehemmt wurde. Dabei interessierte es mich zudem, welche Schwierigkeiten hier genau aufgetaucht waren. Da die Arbeitsmotivation der Schüler/innen durch verschiedenste Faktoren erhöht werden kann, was sich nach Deci und Ryan (1993) auf das Wissen der Schüler/innen und deren Kompetenz auswirkt, wollte ich mich auch über diesen das Forschende Lernen beeinflussenden Faktor bei den Schüler/innen informieren. Schlussendlich wollte ich noch wissen, welche Faktoren aus Sicht der Schüler/innen die Aktivitäten, die ich durch meine Aufgabenstellungen fördern wollte, positiv bzw. negativ beeinflusst hatten.

- 1.) Welches neue Wissen hast du erworben? Bitte beschreibe es.
- 2.) Spannend fand ich...
- 3.) Besonders interessiert hat mich...
- 4.) Motiviert hat mich...
- 5.) Welche Aufgabenstellungen sind dir schwer gefallen? Warum?
- 6.) Was hat dich in deiner Arbeit behindert?
- 7.) Was hat dich beim Arbeiten unterstützt?

Tab. 3: Feedback-Fragebogen für den ersten Unterrichtstag

Nach Einsicht der Antworten der Schüler/innen auf meine Fragen nach meinem ersten Unterrichtstag befand ich, dass die Frage nach den Motivationsgründen keine brauchbaren Erkenntnisse geliefert hatte und entschloss mich daher dazu, sie beim Feedback-Fragebogen für den zweiten Unterrichtstag nicht mehr zu stellen. Auf Basis der Reflexion meiner Erfahrungen am ersten Unterrichtstag, der Antworten der Schüler/innen auf die Fragen des ersten Feedback-Fragebogens und der Ausführungen von Altrichter und Posch (2007) zur Formulierung und Erstellung von Fragebögen erstellte ich schließlich folgenden Fragebogen für meinen zweiten Unterrichtstag:

- 1.) Was hat dir das Arbeiten **erleichtert** (Material, Mitschüler, Lehrer, Lehrerin, Formulierung der Arbeitsaufträge und Persönliches)?
- 2.) Was hat dir das Arbeiten **erschwert**? (Material, Mitschüler, Lehrer, Lehrerin, Formulierung der Arbeitsaufträge und Persönliches)
- 3.) Was hast du Neues bei dieser Arbeit gelernt? **Bitte beschreibe es.**
- 4.) Was war spannend für dich? Was hat dich besonders interessiert?
(Thema, Arbeitsschritte, Zusammenarbeit mit anderen Schülerinnen und Schülern,...)
- 5.) Was war **uninteressant** für dich?
- 6.) Welche Aufgabenstellungen sind dir schwer gefallen? Warum?

Tab. 4: Feedback-Fragebogen für den zweiten Unterrichtstag

Interview mit der Mentorin

Die Mentorin hat bereits mehr als zwanzig Jahre Berufserfahrung im Bereich des Forschenden Lernens im Rahmen von Laborunterricht. Ihr Expertenwissen war daher von besonderem Interesse für die Klärung meiner Forschungsfrage. Besonders interessierten mich ihre im Vorfeld bestehenden Erwartungen bzw. Ansprüche an unser Projekt. Ich wollte herauszufinden, welche Zielsetzungen aus ihrer Sicht entscheidend waren, in welchem Zusammenhang diese Zielsetzungen mit den meinigen standen und inwieweit ihre Zielsetzungen aus ihrer Sicht erfüllt wurden. Des Weiteren wollte ich mich über ihre Perspektive auf die wesentlichen Unterschiede zwischen dem Laborunterricht und dem klassischen Regelunterricht informieren – vor allem im Hinblick darauf, welche Tätigkeiten aus ihrer persönlichen Sicht eher im Regelunterricht gefördert werden sollten und auf die Förderung welcher Tätigkeiten man sich ihrer Erfahrung nach eher beim Forschenden Lernen konzentrieren sollte. Damit wollte ich in Erfahrung bringen, welche Aktivitäten ich für eine Verbesserung und Weiterentwicklung meiner Aufgabenstellungen der Empfehlung der Mentorin zufolge bei meinen Aufgabenstellungen in Zukunft besonders fördern sollte. Bezüglich meiner Forschungsfrage hat mich dann natürlich noch interessiert, welche Konsequenzen aus unserem Projekt für künftige Durchführungen eines solchen Unterrichts zum Thema Auge und Sehen aus ihrer Sicht gezogen werden können. Das Interview wurde nach folgenden Leitfragen strukturiert:

- 1.) Welche Erwartungen/Ansprüche hattest du an das Projekt „Auge“?
Inwieweit sind sie erfüllt worden?
- 2.) Was sind aus deiner Sicht die wesentlichen Unterschiede zwischen Regelunterricht und Forschendem Lernen im Rahmen von Laborunterricht?
- 3.) In welcher Hinsicht konnten wir deine Vorstellungen gut umsetzen, in welchen Bereichen wären für den Wiederholungsfall Veränderungen wünschenswert?

Die Mentorin war auf die Interviewfragen vorbereitet und erhielt diese im Voraus übermittelt. Das Interview wurde aufgezeichnet und anschließend ein Transskript erstellt (siehe Anhang).

4.2. Analyse der Daten

Im Folgenden stelle ich nun dar, wie ich die erhobenen Daten analysiert habe.

Analyse des Tagebuchs

Der Empfehlung von Altrichter und Posch (2007) folgend verfasste ich ein Datenresümee meiner Tagebuchbeiträge, da ich einen Überblick darüber bekommen wollte, was meine Daten hinsichtlich meiner Forschungsfrage bieten. Bei der Erstellung meines Datenresümees ging ich so vor, dass ich zunächst kurz meine allgemeinen Eindrücke zusammenfasste und dann, bezogen auf die Bearbeitung der einzelnen Aufgabenstellungen durch die Schüler/innen, meine persönliche Perspektive mit Hilfe meiner Tagebucheinträge darstellte.

Perspektive der Schüler/innen

Nachdem ich die Durchführung der beiden Unterrichtstage abgeschlossen hatte, beschloss ich am 5.1.2015, mir einen genauen Überblick über die Antworten der Schüler/innen auf die Fragen der beiden Feedback-Fragebögen (siehe Anhang) zu verschaffen. Ich ging dabei folgendermaßen vor: Zunächst schrieb ich die erhobenen Daten nochmals nach Fragen und Unterrichtstag geordnet auf. Mir fiel dabei auf, dass die Antworten der Schüler/innen bezogen auf die jeweiligen Fragen immer wiederkehrende Formulierungen enthielten. Somit war es

naheliegend, dass ich die Antworten entsprechend von mir festgelegten Kategorien zuordnete. Altrichter und Posch (2007) sehen in dieser Vorgangsweise den Vorteil, dass dadurch eine geordnete und interpretierbare Struktur der Daten entsteht. Dieser Arbeitsschritt sorgte bei mir dafür, dass ich einen Überblick darüber bekam, welche Kategorien im Vergleich zu anderen Kategorien welches „Gewicht“ hatten. Als ich mir die Antworten der Schüler/innen jeweils direkt nach den Unterrichtstagen durchgelesen hatte, hatte sich in meinem Kopf bei manchen Fragen eine subjektive Gewichtung von ähnlichen Schülerantworten dazu festgesetzt, die sich dann durch diesen Arbeitsschritt als für mich haltlos herausstellte. Daher war dieser Arbeitsschritt für mich immens wichtig, weil ich mich dadurch in einigen Fällen von subjektiven Ersteinschätzungen lösen konnte.

Perspektive meiner Mentorin

Auf der Grundlage des Interviewtransskripts (siehe Anhang) fasste ich die Antworten der Mentorin auf meine Interviewfragen in Form eines Datenresümees zusammen.

5. Ergebnisse

Zunächst stelle ich das Datenresümee meiner Tagebucheintragungen vor, diesen folgt eine Zusammenfassung der Perspektive der Schüler/innen auf meine Intervention auf Basis der Kategorisierung der Schüler/innenantworten und das Datenresümee der Antworten der Mentorin auf meine Interviewfragen. Anschließend ordne ich die Ergebnisse den von mir formulierten untergeordneten Forschungsfragen zu.

Persönliche Perspektive

Allgemeines: Für mich als unerfahrenen Studenten war es sehr hilfreich, dass ich jeweils nur etwa ein Drittel der 6A für drei forschende Lerneinheiten hintereinander an beiden Unterrichtstagen betreute. Das half mir bei der pädagogischen Arbeit mit den Schüler/innen. Außerdem war genügend Arbeitsplatz vorhanden, was die Arbeitsmöglichkeiten der Schüler/innen an sich wesentlich erleichterte. Die Schüler/innen kamen mir zudem motiviert vor und ich sah, dass sie gerne arbeiten. Es gab an beiden Unterrichtstagen keine disziplinierten Probleme.

Prinzipiell stellte sich die Augensektion aus praktischer Sicht für viele Schüler/innen als schwierig heraus: Erstens beklagten sich einige Schüler/innen darüber, dass sie die teilweise sehr robusten Gewebe des Schweineauges mit dem aus ihrer Sicht zu stumpfen Seziermaterial nicht durchtrennen konnten. Zweitens hatten die Schüler/innen Probleme mit der technischen Anwendung des Präparationsmaterials. Außerdem war der Begriff Medianlinie für manche Schüler/innen auch noch nach der Vorbesprechung unklar, obwohl ich den Begriff in der Vorbesprechung erläutert hatte. Jedenfalls wurde deutlich, dass es wichtig ist, dass den Schüler/innen bei der Präparation des Auges gutes Seziermaterial zur Verfügung steht und man als Lehrperson die Schüler/innen gegebenenfalls beim praktischen Arbeiten unterstützen muss. Daher nutzte ich die Erfahrungen, die ich mit der ersten und teilweise auch noch mit der zweiten Schüler/innengruppe beim Sezieren gemacht hatte, und konnte so die anderen Schüler/innen beim Sezieren mit Tipps unterstützen. Dadurch konnte ich deren praktische Fähigkeiten erweitern und letztlich auch erheblich Zeit einsparen.

Dadurch wurde an diesem Unterrichtstag die zweite und die dritte Schüler/innengruppe schneller mit der Bearbeitung aller Aufgabenstellungen fertig als die erste Schüler/innengruppe. Außerdem war die von der Mentorin empfohlene Maßnahme, dass alle Teams einer Schüler/innengruppe gemeinsam mit der Augensektion beginnen, sehr hilfreich, da ich mehrmals beobachten konnte, dass ein Schüler oder eine Schülerin ein anderes Team beim Sezieren unterstützte.



Abb. 3: ein sezisiertes Auge

Was die Bereitstellung des Informationsmaterials zur Augensektion betrifft, so wurde deutlich, dass das Informationsmaterial zur Augensektion leider manche Schüler/innen dazu verleitet, dass sie teilweise das Informationsmaterial zur Bewältigung der Arbeitsschritte verwendeten anstatt die geforderten Tätigkeiten selbst durchzuführen. Andererseits war das Informationsmaterial für viele Schüler/innen auch eine Hilfe. Ich konnte unter anderem mit dem Informationsmaterial den Begriff Medianlinie erklären. Ich stellte aber auch fest, dass manche Schüler/innen sich bei der Augensektion einfach an den einzelnen Arbeitsschritten auf dem Aufgabenblatt orientierten und das Informationsmaterial gar nicht benötigten. In der Schlussbesprechung wurde jedenfalls deutlich, dass die Schüler/innen durch die durchgeführten

Arbeitsschritte beim Sezieren dazu in der Lage gewesen waren, die Bestandteile des Auges den entsprechenden Fachbegriffen zuzuordnen und Rückschlüsse auf die Funktion der untersuchten Bestandteile des Auges zu ziehen. Außerdem erwähnten einige Schüler/innen, dass sie es spannend und interessant gefunden hatten, einmal ein Auge von innen zu sehen.

Durch die Aufgabenstellung „Adaption“ wurde für mich deutlich, dass die Schüler/innen zu autonomem und kreativem Handeln bereit und fähig waren. Die Schüler/innen bauten eine eigene, von mir unerwartete Idee beim Arbeiten mit ein. Sie nutzten im Müll-Raum der Schule ihre aufleuchtenden Handys, damit sie überprüfen konnten, wie die Augen auf direkte starke Lichtreize reagieren. Des Weiteren war auffällig, dass sich die Schüler/innen gegenseitig und mit deutlicher Rücksichtnahme aufeinander jeweils unterschiedlich starken Lichtreizen aussetzten und dann jeweils den Durchmesser der Pupillen der jeweils anderen mit spitzen und daher aus meiner Sicht auch nicht ganz ungefährlichen Geo-Dreiecken knapp am Auge abgemessen hatten. Allerdings wurde in der Schlussbesprechung deutlich, dass die Schüler/innen beim zweiten Teil der Aufgabenstellung zu ungenau gearbeitet hatten, um ihre Vermutungen durch stichhaltige Ergebnisse und deren Interpretation untermauern bzw. widerlegen zu können.

Auch bei der Aufgabenstellung zur Akkommodation wurde deutlich, dass die Schüler/innen zu eigenständiger Arbeit fähig waren. In der Schlussbesprechung benutzten die Schüler/innen zur Demonstration, dass man die Akkommodation des Auges erfahrbar machen kann, die Spitze eines Bleistifts, einen Buchstaben auf einem Stück Papier oder andere Mittel, auf die man seine Augen scharf stellen kann. Dann erläuterten sie, dass durch das Scharfstellen der Augen auf einen Gegenstand andere Gegenstände mit einem anderen Abstand unscharf erscheinen.

Die Aufgabenstellung „Bestimmung des Nahepunkts“ wurde von den Schüler/innen engagiert und konzentriert in Teamarbeit bearbeitet und die Schüler/innen führten zur Bewältigung der Aufgabenstellung jene Aktivitäten durch, die ich durch diese Aufgabenstellung fördern wollte. Die Teams der Schüler/innen tauschten sich jeweils untereinander, aber auch teamübergreifend

und mit der Mentorin und mir über ihre erhaltenen Daten und ihre Vermutungen über den Zusammenhang zwischen Nahepunktabstand und Alter aus, sodass letztlich in der Schlussbesprechung bei allen drei Schüler/innengruppen die übereinstimmende Vermutung geäußert wurde, dass die Elastizität der Linse mit dem Alter abnimmt und sich dementsprechend der Nahepunktabstand mit dem Alter vergrößert.

Bei der Aufgabenstellung zum blinden Fleck recherchierten die Schüler/innen nach meinen Beobachtungen intensiv und konnten die Aufgabenstellung so problemlos eigenständig meistern. Oft tauschten sich die Schüler/innen auch teamübergreifend über die Ergebnisse ihrer Recherche mit Begeisterung aus. Viele Schüler/innen demonstrierten mir die unterschiedlichsten Zugänge, mit denen man die Existenz und Lage des blinden Flecks erörtern kann, tauschten sich mit mir über ihr neu gewonnenes Fachwissen aus und teilten mir mit, dass sie das sehr faszinierend finden.



Abb. 4: Ein Schüler erkennt das rote Kartonstück.

Bei der Aufgabenstellung zu den Rezeptor-Typen des Auges stellten die Schüler/innen und ich gemeinsam fest, dass die Entfernung Schüler/in – Packpapier wesentlich geringer als einen Meter zu wählen war, um messbare Ergebnisse zu erhalten. Die Experimentalangabe (siehe Quellenverzeichnis), auf deren Basis ich die Aufgabenstellung erstellt hatte, hatte sich damit als untauglich erwiesen. Aber auch insgesamt gestaltete sich die Bearbeitung der Aufgabenstellung schwierig für die Schüler/innen trotz der von mir und der Mentorin gesetzten Maßnahmen, denn die Teams der Schüler/innen kamen bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen, wodurch das Vergleichen der Ergebnisse zwar möglich war, das Formulieren von Vermutungen den Schüler/innen aber insgesamt schwer fiel. Außerdem hatte ich

den Eindruck, dass diese Aufgabenstellung viel Geduld seitens der Schüler/innen erforderte.

Die meisten Schüler/innen haben die Aufgabenstellung zur Farbwahrnehmung so bearbeitet, dass sie zwar Vermutungen formulierten, diese aber nicht überprüften, was dann auch in der Schlussbesprechung deutlich wurde. Selbst Anregungen und Hilfestellungen von der Mentorin und mir wurden oft nur ungern angenommen und blieben meist erfolglos. Das war sehr seltsam. Insgesamt hatte ich mir bei dieser Aufgabenstellung jedenfalls mehr Interesse und Eigenständigkeit seitens der Schüler/innen erwartet. Ich bemerkte, dass manche Schüler/innenteams versuchten, direkt von anderen Teams Informationen zu erhalten, um die Aufgabenstellung zu bearbeiten, statt selbst nachzudenken oder mit der Mentorin oder mir in Kontakt zu treten.

Die Aufgabenstellung „Nachbilder“ verursachte grundsätzlich nach meinen Beobachtungen keine Schwierigkeiten für die Schüler/innen. Im Gegenteil: Sie erforschten den Unterschied zwischen positiven und negativen Nachbildern und sogar das Phänomen der Komplementärfarben im Zusammenhang mit negativen Nachbildern wurde von allen Gruppen ausreichend erörtert. Nur was die Theorie hinter der Entstehung von Nachbildern betrifft, hatten die Schüler/innen Schwierigkeiten bei ihrer Recherche und ersuchten mich dabei um Rat. Allerdings war es für mich schwierig und zeitaufwändig, den Schüler/innen die Theorie hinter der Entstehung von Nachbildern erklären. Abgesehen davon konnten die Schüler/innen diese Aufgabenstellung mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Informationsquellen sehr eigenständig bearbeiten und ihre Ergebnisse nachvollziehbar präsentieren. Ich hatte insgesamt den Eindruck, dass die Schüler/innen durch eine insgesamt sehr gut organisierte Teamarbeit bei der Bearbeitung dieser Aufgabenstellung sehr viel gelernt und die Auseinandersetzung mit diesem Thema sehr interessant gefunden hatten.

Die Bearbeitung der Aufgabenstellung zum räumlichen Sehen konnte ich in den forschenden Lerneinheiten nur selten beobachten. Nur einmal pro Schüler/innengruppe gelang es mir Schüler/innen dabei zu beobachten, wie sie sich mit der Aufgabenstellung auseinandersetzten. Ein Schüler versuchte beispielsweise mit einem Auge geschlossen zwei Bleistiftspitzen mit gestreckten

Armen zueinander zu führen, wiederholte dies anschließend mit beiden Augen geöffnet und teilte dann einem Mitschüler mit, dass es mit beiden Augen geöffnet wesentlich schneller und besser funktioniert. Bei den Schlussbesprechungen wurde dann deutlich, dass sich die Schüler/innen kaum mit dieser Aufgabenstellung auseinandergesetzt hatten.

Bei der Aufgabenstellung zur Umkehrbrille fanden die Schüler/innen noch viele weitere für mich überraschende und interessante Tätigkeiten wie z.B. Gegenstände auffangen zu versuchen, das Lesen von Texten oder das Schreiben von Worten. Spannend war für mich in diesem Zusammenhang, dass sich die Schüler/innen aus meiner Sicht sehr schnell an den Umgang mit der Umkehrbrille gewöhnten. Allerdings hatten die Schüler/innen meinen Beobachtungen zufolge zwar sehr viel Spaß beim Durchführen bestimmter Tätigkeiten mit der Umkehrbrille, aber konkret mit der Aufgabenstellung setzten sie sich zu wenig auseinander, obwohl die Mentorin und ich sie immer wieder darauf ansprachen. Das wurde dann vor allem in der Schlussbesprechung deutlich, wo zwar über die vielen möglichen kreativen Handlungen von den Schüler/innen berichtet wurde, mit der eigentlichen Aufgabenstellung hatten sich die Schüler/innen aber nicht auseinander gesetzt.

Bei der Aufgabenstellung zum Augenmodell waren ausreichend Zeit und eine gute Vorbereitung der Mentorin und mir für die gemeinsame Bearbeitung dieser Aufgabenstellung mit den Schüler/innen unerlässlich. Die Mentorin unterstützte mich, indem sie mit Teams von Schüler/innen am Augenmodell tüftelte und es ihnen näher brachte. Sie versuchte – wenn möglich – andere Teams von Schüler/innen hinzu zu ziehen, die sie bei der Arbeit mit einem Team von Schüler/innen am Augenmodell beobachten sollten, damit diese bereits erste Vorerfahrungen durch Beobachtungen sammeln konnten und insgesamt Zeit einsparen konnten. Mich persönlich überzeugte das Augenmodell insofern, da damit nach meinen Beobachtungen Wissen für die Schüler/innen praktisch erfahrbar gemacht werden konnte. Allerdings war das autonome Handeln der Schüler/innen aus meiner Sicht nur sehr eingeschränkt möglich. Außerdem erwähnten die Schüler/innen in der Schlussbesprechung, dass sie die praktische Arbeit mit dem Augenmodell als mühsam empfunden hatten.

Perspektive der Schüler/innen

Mit Hilfe der Kategorisierung der Schüler/innenantworten (siehe Anhang) fasste ich die Perspektive der Schüler/innen auf meine Intervention mit dem Ziel, einen strukturierten Überblick darüber zu bekommen, zu folgenden Ergebnissen zusammen:

- Neues Wissen konnten die Schüler/innen ihren Antworten zufolge hauptsächlich bei folgenden Aufgabenstellungen erwerben:
 - Sektion eines Schweineauges
 - Adaption
 - Akkommodation
 - Bestimmung des Nahepunktes
 - blinder Fleck: Nachweis und Lage
 - Nachbilder

Nur sehr selten erwähnten die Schüler/innen, welches neue Wissen sie genau erworben hatten. Vereinzelt war das erwähnte neue Wissen falsch.

- Spannend und interessant scheinen für viele Schüler/innen vor allem die Aufgabenstellung zur Augensektion und jene zur Umkehrbrille gewesen zu sein.
- Schwierigkeiten gab es laut den Schüler/innenantworten zunächst einmal bei der Augensektion, wobei hier einige Schüler/innen das stumpfe Arbeitsmaterial beklagten und manche Schüler/innen erwähnten, dass die Augensektion bei ihnen Brechreiz auslöste. Als arbeitser schwerend empfanden einige Schüler/innen auch die Formulierungen der Aufgabenstellungen für den zweiten Projekttag. Vor allem die Aufgabenstellung zu den Rezeptor-Typen wurde von einigen Schüler/innen insgesamt als uninteressant und schwierig empfunden. Zudem wurden von ein paar Schüler/innen auch ihre Mitschüler/innen als arbeitsbehindernd erwähnt.
- Die betreuenden Lehrpersonen, das zur Verfügung gestellte Arbeitsmaterial und die eigenen Mitschüler/innen wurden von den Schüler/innen am häufigsten als unterstützende Faktoren wahrgenommen.

Perspektive der Mentorin

Die Mentorin erwartete sich, dass die Methode des Forschenden Lernens bei meinem Laborunterricht angewandt wird und dass das auch bei den Aufgabenstellungen sichtbar wird. Bei der Formulierung von Aufgabenstellungen für eine forschende Lerneinheit ist aus ihrer Sicht darauf zu achten, dass diese nicht kochbuchartig formuliert sind und dass die Schüler/innen dadurch in erster Linie zu folgenden eigenständig durchgeführten Tätigkeiten angeregt werden:

- eigene Fragestellungen und Vermutungen zu formulieren
- eigene Untersuchungen durchzuführen
- Ergebnisse zu interpretieren
- zu präsentieren

Im Regelunterricht steht für sie der Erwerb geforderter Kompetenzen wie Wissen aneignen, mit Abbildungen arbeiten und Diagramme auswerten können im Fokus, während im Laborunterricht das Gewinnen eigener Erkenntnisse und das Ziehen von Schlüssen für sie im Vordergrund stehen. Allerdings hängt ihrer Erfahrung nach das Gelingen einer forschenden Lerneinheit wesentlich von der Routine, dem Basiswissen und der Erfahrung der Lehrkraft ab. Keine forschende Lerneinheit ist nach ihren Erkenntnissen im Vorhinein von ihrem Ablauf her vollständig vorhersehbar bzw. planbar, aber gerade das macht dieses Unterrichtsmodell ihrer Ansicht nach auch für die Lehrperson spannend.

Abgesehen von den Aufgabenstellungen „Adaption“ und „Stäbchen und Zapfen, Verteilung der Rezeptortypen in der Netzhaut“ konnten die Vorstellungen und damit auch die gemeinsam mit mir formulierten Zielsetzungen der Mentorin bei meinem Laborunterricht umgesetzt werden. Für Anfänger auf dem Gebiet des Forschenden Lernens im Laborunterricht bieten aus ihrer Sicht klassische Aufgabenstellungen einen Grundstock, auf Basis dessen diese beginnen können Erfahrungen zu sammeln. Die Gestaltung der Aufgabenstellungen für eine forschende Lerneinheit zu einem bestimmten Thema wird nach Aussage der Mentorin im Wiederholungsfall jedoch höchstwahrscheinlich immer variieren und adaptiert werden, da man im Laufe der Zeit immer wieder mit Neuem zu diesem Thema konfrontiert werden wird. Es hilft ihrer Meinung nach daher, neues Wissen und neue Zugänge in die Konzipierung einer forschenden Lerneinheit zu

integrieren, da das zu neuen spannenden und hilfreichen Erfahrungen führen kann.

Triangulation: Zusammenführung der Perspektiven

Durch welche Aufgabenstellungen konnte das Fachwissen der Schüler/innen erweitert werden?

| Persönliche Perspektive | | Perspektive der Mentorin | | Schüler/innenperspektive | |
|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| Sektion | eines | Sektion | eines | Sektion | eines |
| Schweineauges | | Schweineauges | | Schweineauges | |
| - | | - | | Adaption | |
| - | | - | | Akkommodation | |
| - | | - | | Bestimmung des Nahepunktes | |
| blinder Fleck: Nachweis und Lage | | blinder Fleck: Nachweis und Lage | | blinder Fleck: Nachweis und Lage | |
| Nachbilder | | Nachbilder | | Nachbilder | |
| Augenmodell | | Augenmodell | | - | |

Tab. 5: Ergebnisse Erwerb von Fachwissen

Durch welche Aufgabenstellungen konnte das Interesse der Schüler/innen am Thema Auge und Sehen geweckt bzw. erweitert werden?

| Persönliche Perspektive | | Perspektive der Mentorin | | Schüler/innenperspektive | |
|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|--------------------------|-------|
| Sektion | eines | Sektion | eines | Sektion | eines |
| Schweineauges | | Schweineauges | | Schweineauges | |
| blinder Fleck: Nachweis und Lage | | blinder Fleck: Nachweis und Lage | | - | |
| Nachbilder | | Nachbilder | | - | |
| - | | - | | Umkehrbrille | |

Tab. 6: Ergebnisse Förderung von Interesse

Welche Aufgabenstellungen förderten bzw. erschwerten das autonome Handeln der Schüler/innen?

| Persönliche Perspektive | Perspektive der Mentorin | Schüler/innenperspektive |
|----------------------------------|--|--|
| <u>Fördernd:</u> | <u>Fördernd:</u> | |
| - | Sektion eines Schweineauges | |
| Adaption | - | |
| Akkommodation | Akkommodation | |
| Bestimmung des Nahepunktes | Bestimmung des Nahepunktes | |
| blinder Fleck: Nachweis und Lage | blinder Fleck: Nachweis und Lage | |
| - | Farbwahrnehmung | |
| Nachbilder | Nachbilder | |
| - | Räumliches Sehen | |
| - | Umkehrbrille | |
| - | Augenmodell | |
| <u>Erschwerend:</u> | <u>Erschwerend:</u> | <u>Erschwerend:</u> |
| Sektion eines Schweineauges | - | Sektion eines Schweineauges |
| - | Adaption | - |
| - | Stäbchen und Zapfen, Verteilung der Rezeptor-Typen in der Netzhaut | Stäbchen und Zapfen, Verteilung der Rezeptor-Typen in der Netzhaut |
| Farbwahrnehmung | - | - |
| Augenmodell | - | - |

Tab. 7: Ergebnisse autonomes Handeln

Bei welchen Aufgabenstellungen konnten die Aktivitäten gefördert werden, die auch tatsächlich gefördert werden sollten, und durch welchen Faktor wurde die Förderung dieser Aktivitäten am meisten beeinflusst?

| Persönliche Perspektive | Perspektive der Mentorin | Schüler/innenperspektive |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Sektion eines Schweineauges | Sektion eines Schweineauges | |
| Akkommodation | Akkommodation | |
| Bestimmung des Nahepunktes | Bestimmung des Nahepunktes | |
| blinder Fleck: Nachweis und Lage | blinder Fleck: Nachweis und Lage | |
| - | Farbwahrnehmung | |
| Nachbilder | Nachbilder | |
| - | Räumliches Sehen | |
| - | Umkehrbrille | |
| Augenmodell | Augenmodell | |
| <u>Fördernde Faktoren:</u> | <u>Fördernde Faktoren:</u> | <u>Fördernde Faktoren:</u> |
| Lehrpersonen | Lehrpersonen | Lehrpersonen |
| Arbeitsmaterial | - | Arbeitsmaterial |
| - | - | Mitschüler/innen |

Tab. 8: Ergebnisse Förderung von Aktivitäten

6. Interpretation

Auffällig ist zunächst, dass meine Ergebnisse nahe legen, dass durch die Aufgabenstellung „Sektion eines Schweineauges“ meine Zielsetzungen in mehrfacher Hinsicht erreicht werden konnten. Das Fachwissen der Schüler/innen konnte erweitert werden, deren Interesse am Thema Auge und Sehen angeregt werden und Arbeitsaktivitäten gefördert werden, die im Rahmen der forschenden Lerneinheit gefördert werden sollten. Allerdings scheint es, dass die Förderung des autonomen Handelns der Schüler/innen durch diese Aufgabenstellung noch ausbaufähig gewesen wäre.

Eine weitere Aufgabenstellung, die meine Zielsetzungen in vielfacher Hinsicht erfüllte, ist nach meinen Ergebnissen die Aufgabenstellung „blinder Fleck: Nachweis und Lage“. Hier konnte nicht nur das autonome Handeln und die erwünschten Tätigkeiten seitens der Schüler/innen gefördert werden, sondern auch deren Fachwissen erweitert werden. Das Gleiche gilt auch für die Aufgabenstellung „Nachbilder“.

Bei näherer Betrachtung fällt auf, dass diese drei Aufgabenstellungen einige Gemeinsamkeiten aufweisen. Bei allen drei Aufgabenstellungen spielten die Erweiterung des Fachwissens, eine gute Teamarbeit der Schüler/innen, vorhandene Informationsquellen und der Austausch mit einer Lehrperson eine zentrale Rolle. Ich schließe daraus, dass Aufgabenstellungen im Rahmen Forschenden Lernens, bei denen die Schüler/innen über ein Thema mit für sie hilfreichen Informationsquellen recherchieren müssen, deren Fachwissen vor allem in Zusammenarbeit mit Mitschüler/innen und der Lehrperson erweitern und deren autonomes Handeln fördern kann. Das legt nahe, dass ich mich für eine zukünftige Verbesserung und Weiterentwicklung von Aufgabenstellungen auf diese Art von Aufgabenstellungen konzentrieren sollte. Falls ich daher bei einer zukünftigen Aufgabenstellung zum Thema Auge und Sehen eine Augensektion inkludiere, sollte ich nach meinen Ergebnissen darauf achten, dass dabei das autonome Handeln der Schüler/innen erleichtert wird.

Abgesehen von den oben erwähnten sind noch die Aufgabenstellungen „Akkommodation“ und „Bestimmung des Nahepunktes“ erwähnenswert. Bei beiden scheinen immerhin das autonome Handeln der Schüler/innen sowie die Tätigkeiten, die ich bei diesen Aufgabenstellungen betonen wollte, gefördert worden zu sein. Eine Weiterentwicklung und Verbesserung dieser

Aufgabenstellungen kann daher aus meiner Sicht durchaus in Betracht gezogen werden.

7. Konsequenzen für die Unterrichtsplanung

Ich möchte nun in Hinblick auf meine Forschungsfrage vier mögliche Aufgabenstellungen für einen zukünftigen Laborunterricht zum Thema Auge und Sehen am BRG 18 Schopenhauerstraße vorstellen, die ich auf Basis der Interpretation meiner Ergebnisse entwickelte. Dabei ging ich grundsätzlich von denselben Rahmenbedingungen aus, die ich bei meinem Laborunterricht vorfand.

Die Ergebnisse zeigten, dass eine Augensektion das Potential haben kann, neues Wissen bei den Schüler/innen zu erzeugen, das Interesse am Thema Auge und Sehen zu wecken und vor allem auch das Ziehen von Schlüssen zu fördern. Allerdings sollte den Schüler/innen mehr Autonomie beim Seziersvorgang ermöglicht werden. Eine Abbildung vom inneren Aufbau des Auges als Unterstützung beim Sezieren wäre eine Möglichkeit den Schüler/innen beim Sezieren zu helfen, ohne Erfahrungen oder Tätigkeiten vorwegzunehmen, die von den Schüler/innen auch selbst gemacht oder durchgeführt werden können. Hierbei kann auch die von Stäudel (2004) als wissenschaftliche Aktivität beschriebene Tätigkeit des Vergleichens gefördert werden, da die Schüler/innen die Abbildung mit der Realität jederzeit vergleichen können und auch sollen.

Bei der Auswahl der Lerninhalte für meine erste Aufgabenstellung orientierte ich mich am exemplarischen Prinzip, bei dem von konkreten, realen Objekten ausgegangen wird und die Schüler/innen dann anhand von Beobachtungen und Experimenten forschend-entwickelnd vorgehen und damit Ergebnisse erzielen sollen, die ihr Verständnis von sich selbst und der Welt erweitern, wodurch eine tiefergehende Auseinandersetzung mit speziellen Themenbereichen ermöglicht und die Eigentätigkeit und Arbeitsmotivation der Schüler/innen gefördert wird (Kattmann, 2013).

Im Folgenden stelle ich meine Aufgabenstellung auf Basis des exemplarischen Prinzips vor, die ich für eine zweistündige Laboreinheit entwickelte.

Die Bestandteile des Auges und ihre Funktion

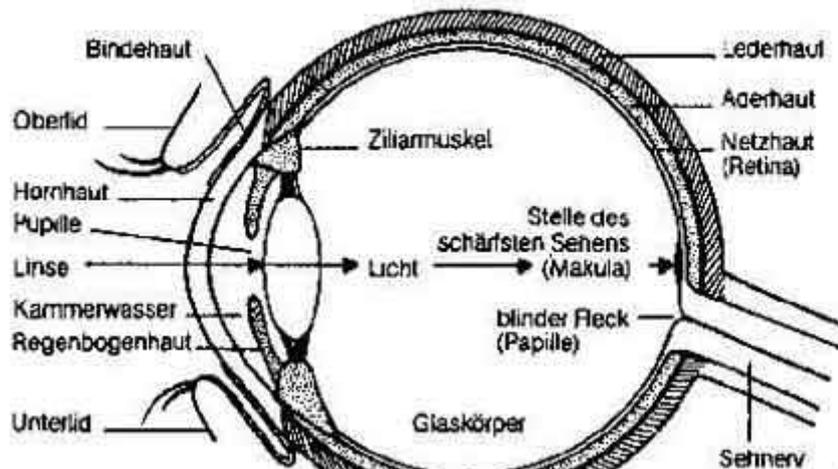


Abb. 5: Aufbau des Auges

1.) Folgendes wird für euch bereitgestellt: ein Auge, eine Sezierwanne, Sezierwerkzeug (Skalpell, feine Schere, Pinzette, etc.), Einweghandschuhe, eine Abbildung vom Aufbau des Auges. Beschafft euch die Materialien.

2.) Legt nun das Auge in die Sezierwanne und schaut euch an, welche Bestandteile ihr erkennen könnt, die ihr auf der Abbildung vom Aufbau des Auges aufgeschrieben seht, und notiert das in eurem Protokoll. Bevor ihr das Auge aufschneidet, überlegt euch, wie ihr beim Öffnen des Auges am besten vorgeht. Begründet eure Entscheidung, haltet sie im Protokoll fest und öffnet dann anschließend das Auge. Protokolliert welche Erfahrungen ihr beim Öffnen des Auges macht. Nehmt jetzt das Hand-Out zu Hilfe und notiert alle Bestandteile, die ihr im Inneren eures seziierten Auges identifizieren könnt.

3.) Seit ihr das Auge in die Sezierwanne gelegt habt, habt ihr euch nun eine Reihe an Bestandteilen notiert, die ihr erkennen konntet. Setzt euch nun mit folgenden Fragen und Aufgaben auseinander und führt Protokoll, damit ihr dann darüber in der Schlussbesprechung diskutieren könnt:

Welche Eigenschaften sind euch bei den von euch identifizierten Bestandteilen bei der Augensektion aufgefallen? Recherchiert über die Eigenschaften und Funktionen dieser Bestandteile genauer nach und tauscht euch mit euren Mitschüler/innen darüber aus. Überlegt euch, wie ihr diese Eigenschaften und Funktionen selbst ermitteln und/oder nachprüfen könnt.

Bei der Formulierung meiner ersten weiterentwickelten Aufgabenstellung war es mir wichtig, dass die von der Mentorin geforderten Tätigkeiten des Vermutens, des eigentätigen Untersuchens, des Interpretierens und des Präsentierens zum Einsatz kommen. Des Weiteren ging ich davon aus, dass den Schüler/innen bei ihrer Recherchearbeit ausreichend Informationsquellen zur Verfügung stehen, damit das Fachwissen der Schüler/innen erweitert werden kann. Mit dieser Aufgabenstellung wollte ich den Schüler/innen mehr Freiheiten geben, mit welchen Themen sie sich ausgehend von der Augensektion näher auseinandersetzen wollen und auf welche Tätigkeiten wissenschaftlichen Arbeitens, wie sie von Bell (2006) und Stäudel (2004) beschrieben werden, sie sich konzentrieren wollen. Bei dieser neu konzipierten Aufgabenstellung achtete ich darauf, die Schüler/innen gleich als Team anzusprechen, da die Teamarbeit meinen theoretischen Überlegungen zufolge sowie auf Grund meiner Ergebnisse einen wichtigen Stellenwert beim Forschenden Lernen hat. Die Lehrperson sollte auch bei dieser Aufgabenstellung aus meiner Sicht den Schüler/innen beim Arbeiten im Sinne des „Scaffolding“-Prinzips von Raymond (2000) sowie Chang, Sung und Chen (2002) als Unterstützung zur Seite stehen, da das meiner Interpretation der Ergebnisse zufolge ein wichtiger Faktor für das Gelingen einer forschenden Lerneinheit ist. Möglicherweise ist vor der Vorbesprechung eine fachliche Einleitung anzudenken, falls die Schüler/innen im Unterricht nicht ausreichend auf das Thema Auge und Sehen vorbereitet wurden. Außerdem könnte es sinnvoll sein, im Vorfeld der forschenden Lerneinheit den Zustand des Seziermaterials zu überprüfen.

Nun stelle ich die zweite und dritte Aufgabenstellung vor, die ich auf Basis meiner Interpretation jeweils für eine einstündige Laboreinheit konzipierte. Die beiden Aufgabenstellungen könnten aber auch zusammen für eine zweistündige Laboreinheit zum Einsatz kommen, wobei Vor- und Schlussbesprechung separat oder für beide Aufgabenstellungen zusammen erfolgen können.

Die folgende zweite Aufgabenstellung formulierte ich auf Basis der Aufgabenstellung „Nachbilder“.

Nachbilder – ein Phänomen des Sehens

1.) Sammelt Informationen über das Phänomen der Nachbilder. Überlegt euch auf Basis eurer Recherchen eine Fragestellung zu diesem Phänomen und formuliert eine zugehörige Vermutung. Notiert das in eurem Protokoll.

2.) Führt nun eine Untersuchung zu eurer Fragestellung durch und interpretiert die Ergebnisse. Protokolliert eure Arbeitsschritte, Ergebnisse und Interpretationen, damit ihr sie dann in der Schlussbesprechung präsentieren könnt.

Auch bei dieser Aufgabenstellung stand für mich im Vordergrund, dass die von der Mentorin genannten Aktivitäten des Vermutens, des Durchführens von Untersuchungen, des Interpretierens und des Präsentierens zum Einsatz kommen. Außerdem ging ich auch hier davon aus, dass den Schüler/innen ausreichend Recherchequellen seitens der Lehrperson angeboten werden, um das Fachwissen erweitern zu können. Wie bei der ersten Aufgabenstellung achtete ich darauf, die Schüler/innen gleich als Team anzusprechen. Die Unterstützung der Arbeit der Schüler/innen im Sinne des „Scaffolding“-Prinzips von Raymond (2000) sowie Chang, Sung und Chen (2002) halte ich hier für besonders wichtig, vor allem, was die Unterstützung der Schüler/innen beim Verstehen der Theorie hinter der Entstehung von Nachbildern betrifft.

Die Grundlage der dritten hier von mir nun vorgestellten Aufgabenstellung war die Aufgabenstellung „blinder Fleck: Nachweis und Lage“.

Nachweis und Lage des blinden Flecks

1.) Was versteht man unter dem blinden Fleck des Auges? Warum existiert der blinde Fleck überhaupt? Wieso bemerkt man beim normalen Sehen den blinden Fleck nicht? Recherchiert zu diesen Fragen und protokolliert, was ihr herausfindet.

2.) Sammelt Informationen, wie man die Existenz und Lage des blinden Flecks nachweisen kann und versucht, diese Nachweise auch selbst durchzuführen. Protokolliert eure Erfahrungen und Erkenntnisse für eine Kurzpräsentation in der Schlussbesprechung.

Mit dieser Aufgabenstellung können vor allem das Recherchieren, aber auch das Formulieren von Vermutungen, das Vergleichen, das Interpretieren und das Präsentieren im Sinne von Bell (2006) und Stäudel (2004) gefördert werden. Auch bei dieser Aufgabenstellung ist vorgesehen, dass sie von den Schüler/innen in Teamarbeit bewältigt wird und die Lehrperson die Schüler/innen nach dem „Scaffolding“-Prinzip von Raymond (2000) sowie Chang, Sung und Chen (2002) beim Arbeiten unterstützt. Natürlich müssen auch hier die entsprechenden Informationsquellen für die Schüler/innen zur Verfügung stehen.

Die vierte und letzte Aufgabenstellung, die ich hier vorstellen möchte, ist eine Verbindung der Aufgabenstellungen „Akkommodation“ und „Bestimmung des Nahepunktes“. Sie könnte als ergänzende Zusatzaufgabe eingesetzt werden.

Akkommodation und Nahepunkt

1.) Überlegt euch, wie die Akkommodation des Auges mit einfachen Mitteln erfahrbar gemacht werden kann. Notiert das in eurem Protokoll, damit ihr das in der Schlussbesprechung dann vorstellen könnt.

2.) Ermittelt die Grenze der Nah-Akkommodation eurer Augen, den sogenannten Nahepunkt. Vergleicht eure Werte untereinander und mit älteren Personen. Interpretiert eure Ergebnisse und formuliert eine Vermutung, wie das Alter mit den Nah-Akkommodation der Augen zusammenhängt und woran das liegen könnte.

Bei dieser Aufgabenstellung stand für mich einerseits im Vordergrund, dass das Vermuten, das Durchführen von Untersuchungen, das Interpretieren und das Präsentieren im Sinne der Mentorin zum Einsatz kommt, andererseits aber auch das von Stäudel (2004) erwähnte Messen und Vergleichen gefördert wird. Falls Bedarf besteht, sollten den Schüler/innen auch bei dieser Aufgabenstellung ausreichend Recherchequellen zur Verfügung stehen. Wichtig war mir auch hier, die Schüler/innen als Team anzusprechen. Die Unterstützung der Schüler/innen beim Arbeiten im Sinne des „Scaffolding“-Prinzips von Raymond (2000) sowie Chang, Sung und Chen (2002) macht auch hier aus meiner Sicht Sinn.

7. Fazit

Im Rahmen meiner Aktionsforschung machte ich grundlegende weiterführende Erfahrungen, auf die ich nun näher eingehen möchte.

Zunächst einmal verstehe ich jetzt sehr gut, was Ulvik (2014) damit meint, dass Aktionsforschung für Student/innen eine Herausforderung sein kann. Vor allem, weil man als Student/in hier zumeist Neuland betritt und mit den Methoden noch mehr oder weniger unvertraut ist. Aus meiner Sicht ist daher Unterstützung von außen – für mich durch Mentorin und Diplomarbeitsbetreuer – unerlässlich, damit man als Student/in den Überblick behält. Ich bin jetzt aber auch überzeugt davon, dass man als Student/in mit entsprechender Unterstützung durch eine Aktionsforschung einen Beitrag zur Entwicklung und Verbesserung von Unterricht leisten kann, da man als Student/in einen anderen, frischeren Blickwinkel auf eine Unterrichtssituation mitbringt als eine Lehrperson, die mit einer Klasse bereits eine gewisse Beziehung aufgebaut hat und auf Basis ihrer Erfahrungen bestimmte Ziele verfolgt.

Es hat sich außerdem bestätigt, dass die Formulierung von Aufgabenstellungen eine wesentliche Rolle spielt. Ich merkte deutlich, dass mir hier bei den Formulierungen noch die entsprechende Erfahrung gefehlt hatte. Allerdings bemerkte ich auch, dass ich gerade durch meine Aktionsforschung gelernt hatte, worauf ich bei der Formulierung einer Aufgabenstellung achten kann. Somit muss ich der Mentorin auf jeden Fall Recht geben, dass Erfahrung hier ein sehr wichtiger Faktor ist. Daher kann ich ihrer Aussage, dass man als Lehrperson Aufgabenstellungen immer weiter adaptiert und variiert, um deren Qualität zu erhöhen, nun einiges abgewinnen.

Des Weiteren ist mir durch meine Aktionsforschung klar geworden, dass die Teamarbeit der Schüler/innen im Rahmen Forschenden Lernens ein sehr wichtiger Faktor ist, den es als Lehrperson mit allen Mitteln zu fördern gilt. Diese wirkt sich meinen Erfahrungen nach vor allem auf die Erweiterung des Fachwissens der Schüler/innen positiv aus und begünstigt deren autonomes Handeln.

Deutlich wurde für mich zudem, dass auch die Lehrperson selbst während forschender Lerneinheiten oft direkten Einfluss auf die Förderung der Aktivitäten der Schüler/innen ausüben kann, die sie im Rahmen Forschenden Lernens fördern will.

Was den Faktor Kreativität betrifft, habe ich nach meiner Aktionsforschung nun Zweifel, ob dadurch die Erlangung naturwissenschaftlichen Wissens in dem Maß gefördert werden, wie es Werner und Kremer (2010) behaupten.

Blumenfeld, Kempler und Krajcik (2006) hingegen haben aus meiner Sicht völlig Recht damit, dass durch Aufgabenstellungen, die die Art der Herangehensweise an eine Problemstellung für die Schüler/innen offen lassen, das autonome Handeln und das Interesse der Schüler/innen an einem Thema gefördert werden kann.

Ich möchte nun noch näher auf das Forschende Lernen im Biologieunterricht eingehen, denn ich sehe es jetzt in einem anderen Licht. Es ist nicht einfach nur eine Unterrichtsmethode mit anderen Schwerpunktsetzungen, nein, die Kraft des Forschenden Lernens trägt in meinen Augen viel weiter.

In der Praxis sind forschende Lerneinheiten nach meinen Erfahrungen und den Interviewaussagen der Mentorin – bewusst oder unbewusst – mit verschiedenen Erwartungen, Wünschen, Ansprüchen, etc. seitens der Lehrperson behaftet. Oft ist ihr Ablauf dann aber anders, was einerseits zu positiven, aber auch zu negativen Überraschungen führen kann. Gerade das kann aber auch den Reiz dieses Unterrichtsformats für Lehrkräfte ausmachen, da Unterrichtskonzepte zum Forschenden Lernen im Laborunterricht dadurch ständig weiterentwickelt werden können und so dieser Unterricht für die Lehrperson spannend und interessant bleibt. Das ist aus meiner Sicht ein nicht zu unterschätzender Punkt: Natürlich bedeutet die Vorbereitung, Durchführung und fallweise Nachbearbeitung (z.B. Korrektur und Benotung von Laborprotokollen) forschender Lerneinheiten einen erheblichen Arbeitsaufwand, andererseits ist die Arbeitsmotivation der Mentorin ihren Interviewaussagen zufolge auch noch nach vielen Jahren hoch, was sich nach dem erweiterten Angebots-Nutzungs-Modell des Unterrichts Helmke (2002) auf viele Bereiche des Unterrichts positiv auswirken kann. Deshalb lohnt es sich meiner Meinung nach für Lehrpersonen, sich für die regelmäßige Einsatzmöglichkeit Forschenden Lernens an ihrer Schule einzusetzen, vor allem dahingehend, dass die notwendigen Rahmenbedingungen hinsichtlich Zeit, Ort, Arbeitsmaterial, Schülerzahl, usw. geschaffen werden.

Ich möchte nun im Folgenden jene Punkte erwähnen, die aus meiner jetzigen Sicht und Erfahrung dafür sprechen, dass Forschendes Lernen im Biologieunterricht ein festes Element der Ausbildung der Schüler/innen an jeder

höher bildenden Schule sein sollte, und dass des Weiteren bereits in der Lehramtsausbildung das Erlernen einer Konzipierung und Durchführung einer forschenden Lerneinheit zu einem wichtigen Ziel wird:

1.) Forschendes Lernen hat das Potential, das Transfervermögen der Schüler/innen zu verbessern. Was meine ich damit? Beim Forschenden Lernen arbeiten die Schüler/innen zwar meist zu einem bestimmten Thema und es sollen dabei gezielt bestimmte Tätigkeiten gefördert werden, aber sie erwerben dabei noch viele weitere Kompetenzen und Fähigkeiten. Gerade allgemein bildende höhere Schulen haben ja den Anspruch, ihre Schüler/innen zu mündigen und gut ausgebildeten Bürger/innen unserer Gesellschaft zu erziehen. Mündigkeit beinhaltet auch, dass die Schüler/innen aus eigener Kraft für unterschiedlichste Problemstellungen des Lebens Lösungen bzw. Lösungswege finden. Forschendes Lernen kann das nach meinen Erkenntnissen fördern, da es die Fähigkeit schulen kann, sich eigenständig das Verständnis für komplexe Sachverhalte zu erwerben, wodurch das autonome Handeln der Schüler/innen gefördert und deren Fachwissen erweitert wird. Das gelingt meinen Erkenntnissen zufolge insbesondere dann gut, wenn Schüler/innen zu einem bestimmten Fachbereich genau recherchieren sollen, um damit eine Problem- bzw. Fragestellung bearbeiten zu können. Dafür braucht es aber nach meinen Erfahrungen ausreichend verfügbare Recherchemöglichkeiten, wie sie die Schüler/innen bei meinem Laborunterricht vorgefunden haben.

2.) Im Rahmen Forschenden Lernens können die Schüler/innen wissenschaftliche Tätigkeiten einüben, wie sie von Bell (2006) und Stäudel (2004) beschrieben werden. Zwar gelingt die Förderung bestimmter Tätigkeiten meinen Erkenntnissen zufolge nicht immer so wie gewünscht, aber gerade im Hinblick darauf, dass viele Schüler/innen nach Abschluss ihrer Schulzeit an einer höheren Schule eine weiterführende Ausbildung an einer Universität beginnen und dort wissenschaftliche Tätigkeiten der ein oder anderen Form mit Sicherheit eingefordert werden, können forschende Lerneinheiten einen wichtigen Beitrag zur Förderung wissenschaftlicher Tätigkeiten und damit zu einer voruniversitären Bildung leisten.

3.) Forschendes Lernen ermöglicht das Durchbrechen der starren Hierarchie zwischen Lehrperson und Schüler/innen. Grundlegend wichtig dafür ist meiner Ansicht nach, wie sich die Lehrperson den Schüler/innen gegenüber verhält. Da sich die Mentorin und ich grundsätzlich an das von Raymond (2000) sowie Chang, Sung und Chen (2002) beschriebene „Scaffolding“-Prinzip bei der Unterstützung der Schüler/innen gehalten haben und wir uns nicht unaufgefordert oder grundlos in die Arbeitsprozesse der Schüler/innen eingemischt haben, konnten wir nach meinen Erfahrungen eine gute Beziehung zu den Schüler/innen aufbauen. Ich fühlte mich bei der Unterstützung der Schüler/innen auf einer Ebene mit ihnen. Die Mentorin und ich versuchten den Schüler/innen bei den Aufgabenstellungen, wo wir gemeinsam mit ihnen arbeiteten, wie beispielsweise bei der Augensektion und dem Arbeiten mit dem Augenmodell, das Gefühl zu vermitteln, dass wir gemeinsam mit ihnen forschen. Ich habe dadurch einen sehr positiven sozialen Effekt auf die Lehrer/in-Schüler/innen-Beziehung verspürt, da oft ein sehr vertrautes Naheverhältnis zwischen Lehrperson und Schüler/innen entstanden ist.

4.) Ich möchte meine Diplomarbeit auch dazu nutzen, erfahrenere Lehrer/innen dazu zu ermutigen, ihre Erfahrungen im Bereich des Forschenden Lernens in höherem Maße mit ihren Kolleg/innen, vor allem, wenn diese noch weniger Erfahrung diesbezüglich haben, zu teilen. So könnte beispielsweise eine schulinterne Sammlung von Aufgabenstellungen, nach Themen geordnet, im Idealfall mit Erfahrungsberichten bzw. Bewertungen (in die beispielsweise auch die Antworten der Schüler/innen auf Fragen von Feedback-Fragebögen mit einfließen könnten) viel Vorbereitungsarbeit ersparen und die Praxis verbessern. Auch eine unterstützende Online-Variante, womöglich in Form einer Internet-Plattform, die von mehreren Schulen genutzt werden kann, wäre aus meiner Sicht denkbar und hilfreich. So können auch schneller und einfacher neue Ideen aufgegriffen und ausprobiert werden.

8. Literaturverzeichnis

Altrichter, H., Posch, P., 2007⁴, Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung, Klinkhardt Verlag: Bad Heilbrunn

Bell, T., 2006, Forschendes Lernen, Piko-Brief Nr.6

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; *Science Education*, 94, S. 577-616

Blumenfeld, P. C., Kempler, T. M. & Krajcik, J. S., 2006, Motivation and Cognitive Engagement in Learning Environments, in: R. K. Sawyer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 475-488), Cambridge (u.a.): Cambridge University Press

Chalmers, A. F., 2007⁶, Wege der Wissenschaft. Einführung in die Wissenschaftstheorie, Springer Verlag: Berlin Heidelberg

Chang, K., Chen, I., & Sung, Y., 2002, The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization; *The Journal of Experimental Education*, 71 (1), S. 5-23

Chinn, C. A., Malholtra, B. A., 2002, Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks; *Science Education*, 86 (2), S. 175-218

Deci, E. L. & Ryan, R. M., 1993, Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik; *Zeitschrift für Pädagogik*, 39 (2), S. 223-238

Gropengießer, H., 2013⁹, 32 Experimentieren, in: Harald Gropengießer, Ute Harms & Ulrich Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie*, Aulis Verlag

Helmke, A., 2002, Kommentar: Unterrichtsqualität und Unterrichtsklima: Perspektiven und Sackgassen; *Unterrichtswissenschaft*, 30 (3), S. 261-277

Hofstein, A., Lunetta, V. N., 2004, The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century; *Science Education*, 88, S. 28-54

Kattmann, U., 2013⁹, 6 Auswahl und Verknüpfung der Lerninhalte, in: Harald Gropengießer, Ute Harms & Ulrich Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie*, Aulis Verlag

Kember, D., Ho, A. & Hong, C., 2010, Characterising a teaching and learning environment capable of motivating student learning; *Learning Environment Research*, 13, S. 43-57

Kizil, A. & Kattmann, U., 2011, Lehrervorstellungen zum Experimentieren im Unterricht; *Didaktik der Biologie – Standortbestimmung und Perspektiven. Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im Vbio, Universität Bayreuth*, S. 138-139

Koliander, B., 2009, Laborunterricht: Möglichkeiten und Grenzen am Beispiel amerikanischer High Schools; *IMST Newsletter*, 8 (29), S. 4-6

Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P., 2010², Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice, in: Sandra K. Abell, Norman G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education*, Routledge: USA

Raymond, E., 2000, *Cognitive Characteristics. Learners with Mild Disabilities*, Pearson Education

Stäudel, L., 2004, Die Spinnennetz-Methode. Analyse naturwissenschaftlicher Arbeitsformen im Unterricht; *Naturwissenschaftliches Arbeiten (Unterricht und Material 5-10)*, S. 9

Ulvik, M., 2014, Student-teachers doing action research in their practicum: why and how?; Educational Action Research, 22 (4), S. 518-533

Upmeier zu Belzen, A., 2013⁹, 36 Unterrichten mit Modellen, in: Harald Gropengießer, Ute Harms & Ulrich Kattmann (Hrsg.), Fachdidaktik Biologie, Aulis Verlag

Werner, M. & Kremer, K., 2010, "Ein Experiment ist das, was der Lehrer macht.". Schülervorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften; Erkenntnisweg Biologiedidaktik, 9, S. 135-150

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: das erweiterte Modell von Helmke (2002) (Seite 13)

[Helmke, A., 2002, Kommentar: Unterrichtsqualität und Unterrichtsklima: Perspektiven und Sackgassen; Unterrichtswissenschaft, 30 (3), S. 262]

Abbildung 2: Eine Schülerin hilft ihrer Teamkollegin beim Umgang mit der Umkehrbrille. (Seite 26)

[Pero Limbeck, 15.12.2015]

Abbildung 3: ein seziertes Auge (Seite 37)

[Pero Limbeck, 17.11.2015]

Abbildung 4: Ein Schüler erkennt das rote Kartenstück. (Seite 39)

[Pero Limbeck, 15.12.2015]

Abbildung 5: Aufbau des Auges (Seite 50)

[<http://www.visus-verlag.de/augentraining-sehtraining/augen-aufbau.htm>, 26.7.2015]

Abbildung 6: Eine Schülerin misst im Zuge der Bearbeitung der Aufgabenstellung zur Adaption in der Biologiesammlung den Pupillendurchmesser ihrer Mitschülerin mit dem Geo-Dreieck, nachdem diese ihr Auge dem hellen Tageslicht ausgesetzt hat. (Seite 68)

[Pero Limbeck, 17.11.2015]

Abbildung 7: Ein Schüler hat einen Buchstaben auf dem Arbeitsblatt fixiert und ihn so weit zu seinem Auge geführt, dass er ihn gerade noch scharf sieht. Seine Mitschülerin misst den Abstand zwischen Auge und Papier zur

Nahepunktbestimmung. (Seite 69)

[Pero Limbeck, 17.11.2015]

Abbildung 8: Die Mentorin versucht mit einem Schüler/innenteam in der Biologiesammlung das Augenmodell so einzustellen, dass die Bearbeitung der Aufgabenstellungen erfolgen kann. Ein zweites Team (links) beobachtet sie auf

Wunsch der Mentorin dabei, damit diese bereits erste Vorerfahrungen durch Beobachtungen sammeln können. (Seite 70)

[Pero Limbeck, 15.12.2015]

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick Aufgabenstellungen (Seite 19)

Tabelle 2: Überblick Zielsetzungen (Seite 20)

Tabelle 3: Feedback-Fragebogen für den ersten Unterrichtstag (Seite 32)

Tabelle 4: Feedback-Fragebogen für den zweiten Unterrichtstag (Seite 33)

Tabelle 5: Ergebnisse Erwerb von Fachwissen (Seite 44)

Tabelle 6: Ergebnisse Förderung von Interesse (Seite 44)

Tabelle 7: Ergebnisse autonomes Handeln (Seite 45)

Tabelle 8: Ergebnisse Förderung von Aktivitäten (Seite 46)

11. Quellenverzeichnis

Informationsmaterial zur Augensektion:

Krüger, D., Forêt, M., Meyfarth, S., 2007, Ein Wirbeltierauge untersuchen; Unterricht Biologie, 321, S. 22-23

Arbeitsanleitungen zum Augenmodell:

Augenmodell mit variabler Linse: Best.- Nr. CL07037, in:
http://www.conatex.com/mediapool/betriebsanleitungen/BAD_1007037.pdf,
12.3.2015, S. 1

Grundlage einiger meiner Aufgabenstellungen:

Erhard Mathias, 1996, Selbsttätiges Lernen: Auge, Bau und Leistung eines Sinnesorgans, in: <http://www.schwaben.de/home/mathias/Downloads/auge.pdf>,
10.3.2015, S. 12-16

12. Anhang

Auszüge aus meinen Tagebucheintragungen

Im Folgenden stelle ich nun einige kurze, stellvertretende Auszüge aus meinen Tagebucheintragungen dar.

Sektion eines Schweineauges:

- Der Begriff Medianlinie musste einigen Schüler/innen nach der Vorbesprechung auf Anfrage nochmals erklärt werden.
- Probleme mit dem Sezieren: zähes Augengewebe, stumpfes Seziermaterial, Vorgangsweise mit dem Präparationsmaterial.
- Zweite Gruppe schneller als erste, dritte Gruppe schneller als erste und zweite Gruppe.
- Die Schüler/innen unterstützen sich teamübergreifend.
- Das Informationsmaterial ist für einige Schüler/innen hilfreich, aber manche Schüler/innen verwenden teilweise das Informationsmaterial zur Bewältigung der Arbeitsschritte statt die dabei geforderten Tätigkeiten selbst durchzuführen und daraus ihre Schlüsse zu ziehen. Andere Schüler/innen wiederum benötigen das Informationsmaterial überhaupt nicht.

Adaption:

- Handys als Lichtquelle
- Schlussbesprechung: Beim zweiten Teil der Aufgabe fehlen Ergebnisse und stichhaltige Argumente.

Akkommodation:

- Viele kreative Mittel wie Bleistiftspitze, Buchstaben, etc.
- Die Schüler/innen arbeiten sehr eigenständig.

Bestimmung des Nahepunktes:

- Die Schüler/innen arbeiten engagiert und konzentriert.
- Es findet ein reger Datenaustausch zwischen den Schüler/innenteams statt.

- Die Schüler/innen konfrontieren sich gegenseitig, aber auch die Mentorin und mich mit ihren Vermutungen. Daraus entwickelt sich über Gespräche bei allen drei Schüler/innengruppen letztendlich eine gemeinsame Vermutung, die dann auch in den Schlussbesprechungen so wiedergegeben wird.

blinder Fleck: Nachweis und Lage:

- Die Schüler/innen recherchieren intensiv und wirken fasziniert.
- Die Schüler/innen zeigen sich gegenseitig mit Begeisterung sowohl teamintern als auch teamübergreifend, was sie herausgefunden haben.
- Die Schüler/innen arbeiten sehr eigenständig. Kontakt nehmen sie mit der Mentorin und mir bei der Bearbeitung dieser Aufgabenstellung vor allem dann auf, wenn sie uns begeistert erzählen oder demonstrieren wollen, was sie herausgefunden haben.

Stäbchen und Zapfen, Verteilung der Rezeptor-Typen in der Netzhaut:

- Der Abstand ist geringer als einen Meter zu wählen!
- Wie ist der Abstand genau zu wählen?
- Manche Schüler/innen berühren mit der Nasenspitze fast das Plakat, damit ihre Mitschüler/innen die Markierungen auf dem Plakat machen können und sie nicht außerhalb davon gemacht werden müssten.
- Viele unterschiedliche Ergebnisse: Das Formulieren von Vermutungen fällt den Schüler/innen dementsprechend schwer.

Farbwahrnehmung:

- Schüler/innen wirken ungewohnt abwehrend, wenn ich sie auf die Aufgabenstellung anspreche.
- Schlussbesprechung: Die Vermutungen wurden nicht sorgfältig genug überprüft.

Nachbilder:

- Schüler zeigt mir, wie man positive Nachbilder mit einer Taschenlampe erfahrbar machen kann.

- Schüler/innen nutzen Kartonstücke, die sie bei der Aufgabenstellung zu den Rezeptor-Typen verwendet haben, um Komplementärfarben zu erörtern.
- Den Schüler/innen die Theorie hinter der Entstehung von Nachbildern erklären ist schwierig und zeitaufwändig.
- Die Teamarbeit der Schüler/innen wirkt gut abgestimmt.

Räumliches Sehen:

- Die Bearbeitung der Aufgabenstellung ist kaum zu beobachten.
- Schlussbesprechung: Es wurden nur zwei Nachweismöglichkeiten präsentiert.

Umkehrbrille:

- Die Schüler/innen lachen viel bei dieser Aufgabenstellung.
- Die Schüler/innen fordern sich gegenseitig mit der Bewältigung verschiedenster Aufgaben heraus: Gegenstände fangen, Worte schreiben, etc.
- Die Schüler/innen gewöhnen sich schnell an die Umkehrbrille!
- Schlussbesprechung: Die eigentliche Aufgabenstellung wurde nicht bearbeitet.

Augenmodell:

- Die Mentorin bearbeitet die Aufgabenstellung gemeinsam mit den Schüler/innen.
- Die Arbeit mit dem Augenmodell ist zeitaufwändig!

Fotos

Durch die hier vorgestellten Fotos habe ich für die Reflexion und Ergänzung meiner Tagebucheinträge entscheidende Hinweise erhalten.



Abb. 6: Eine Schülerin misst im Zuge der Bearbeitung der Aufgabenstellung zur Adaption in der Biologiesammlung den Pupillendurchmesser ihrer Mitschülerin mit dem Geo-Dreieck, nachdem diese ihr Auge dem hellen Tageslicht ausgesetzt hat.



Abb. 7: Ein Schüler hat einen Buchstaben auf dem Arbeitsblatt fixiert und ihn so weit zu seinem Auge geführt, dass er ihn gerade noch scharf sieht. Seine Mitschülerin misst den Abstand zwischen Auge und Papier zur Nahepunktbestimmung.



Abb. 8: Die Mentorin versucht mit einem Schüler/innenteam in der Biologiesammlung das Augenmodell so einzustellen, dass die Bearbeitung der Aufgabenstellungen erfolgen kann. Ein zweites Team (links) beobachtet sie auf Wunsch der Mentorin dabei, damit diese bereits erste Vorerfahrungen durch Beobachtungen sammeln können.

Transskripte der Filmsequenzen zur Augensektion (Autor: PL)

Sequenz 1:

[Ein Schüler und eine Schülerin beginnen gerade mit der Augensektion.]

Schüler (an mich gerichtet, lachend): Was ist die Medianlinie?

PL: Die Medianlinie ist...

Schülerin: Oben, einfach so, da.

Schüler (mit den Händen deutend): Also, wenn man hier die Pupille hat, ist das die Medianlinie, so rundherum.

PL (mit einer Hand deutend): Da hast du die Pupille und parallel dazu, rundherum...

Schüler: Aber mit einem Abstand davon.

PL: Ja, klar.

Schülerin: Das heißt, so, wie ich es gesagt habe, na.

Schüler (zu seiner Teampartnerin gerichtet): Da steht nicht hineinschneiden, oder wie?

Schülerin (sich dem Aufgabenblatt zuwendend): Nein, du sollst hineinschneiden, aber eben nicht zu tief, weil wenn du den Augapfel zerdrückst, dann beginnt es zu spritzen. Also wenn du die zwei Hälften auseinandergeschnitten hast, dann fließen der Glaskörper und die Linse heraus. Also es wird schon fließen.

[Schüler und Schülerin sezieren.]

Schülerin: Ja, jetzt spritzt es heraus. Jetzt darfst du rundherum schneiden.

Sequenz 2:

[Ein Schüler versucht gerade mit einer Schere das Auge aufzuschneiden.]

Schüler: Die Schere, das bringt einfach nichts. Da braucht man...

[Eine andere Schere wird dem Schüler neben die Sezierwanne gelegt. Der Schüler schneidet jedoch mit der Schere weiter, die er von Anfang an benutzt hat.]

Schüler (zu seinem Teampartner gerichtet, als die Linse aus dem Auge herausfließt): Das ist die Linse, oder? Machst du das mit der Linse?

[Der Schüler versucht das Auge noch weiter aufzuschneiden.]

PL: Geht es?

Schüler: Nein.

Sequenz 3:

[Ein Schüler schneidet das Auge ein. Auf einmal weichen sein Teampartner und seine Teampartnerin, die ihn dabei beobachtet haben, ruckartig zurück.]

Teampartner: Jetzt kann eigentlich eh nichts mehr herauskommen, jetzt ist eigentlich eh schon alles draußen.

Schüler: Mm... Würde ich jetzt nicht drauf bauen. So, jetzt ist es wohl offen, oder? Jetzt muss es offen sein.

Teampartner: Das dachte ich mir auch schon zehn Mal.

Schüler (auf das Auge deutend): Was da alles herum ist an dem.

Teampartner: Vielleicht hätten wir das zuerst... Das funktioniert bei uns nicht, das Aufschneiden.

Mentorin (dazukommend): Wieso?

Teampartner: Das will nicht so recht.

Schüler: Das Auge ist sehr widerstandsfähig.

Mentorin: Ideal ist es immer, wenn man so etwas Sensibles macht, ja, dass wenn,..., wenn man so im Kreis das sozusagen schneiden will, dann muss eine Person mit der Präparationsnadel das halten, die andere Person schneidet.

[Die Mentorin fixiert das Auge und beginnt zu schneiden.]

Teampartner: Wir haben da nur einen einzigen Einschnitt zusammengebracht und dann sind wir rein mit der Schere und da ist nichts passiert.

Teampartnerin: Dann musst zweimal rein.

Schüler: Mit der Nadel rein und in dasselbe Loch mit der Schere, dann halten und schneiden. Das müsste gehen.

Mentorin: So, jetzt könnte ich es mir zum Beispiel einmal so fixieren und wenn ich es dann so fixiert habe, ja, dann fixiere ich es mir noch da...

Teampartner: Wir wollten das Auge nicht zerstören.

Mentorin: Naja, zerstören, du willst ja jetzt sozusagen... Was quillt denn da schon einmal heraus, was sieht man denn da?

Teampartner: Das ist die Flüssigkeit vom Glaskörper.

Mentorin: Ja, da sieht man jetzt den Glaskörper sozusagen hier und wo sieht man noch unter Umständen...

Teampartner (an die Mentorin gerichtet): Sie sezieren aber nicht zum ersten Mal, oder?

Mentorin: Nein, mein Gott, ich mache das jetzt schon zum hundertsten Mal. Darum habe ich ja gesagt, Präparationsnadel, und dann schneidet man sozusagen hier entlang.

Teampartner: Die schlechte Schere war schuld, eindeutig.

Teampartnerin: Ja.

Im Folgenden sind alle Antworten aller Schüler/innen auf die Fragen der Feedback-Fragebögen nach Unterrichtstag und Fragenreihenfolge angeordnet aufgelistet. Die einzelnen Antworten sind jeweils durch Schrägstriche getrennt. Explizite Schülernamen habe ich durch „(Name einer/s Mitschüler(s)/in)“ ersetzt.

Unterrichtstag 1:

1.) Welches neue Wissen hast du erworben? Bitte beschreibe es.

Wie man den blinden Fleck bemerkt./ Das Innere eines Auges gesehen, Nahpunkte bestimmt./ Der Glaskörper ist flüssig. Ich dachte er sei fest./ Das der Glaskörper eine fast flüssige bzw. schleimige Konsistenz hat. Das wir eine schwarze Flüssigkeit in unserem Auge haben./ Aussehen und Beschaffenheit des Auges. Robustheit des Auges./ Wie ich den blinden Fleck nachweisen kann. Das Schweine nur braune Augen haben./ Wie das Auge von innen aussieht, wie es sich anfühlt./ Nah- und Fernakkommodation/ Wissen über das Auge/ Die Lederhaut ist sehr fest. Die Scharfstellung des Auges (Nahepunkt). Die Adaption des Auges./ Wie ein Auge sich anfühlt und von innen aussieht./ Aussehen des Glaskörpers, Anfühlen des Auges; Grenze der Naheinstellung (Nahepunkt)/ -/ Ich habe gelernt, dass die Hornhaut sehr dick und stabil ist und das Auge eigentlich nur wie ein gefüllter Ballon ist./ Ich habe über ein Auge Vieles gelernt./ Sehr viel neues Wissen über die Akkommodation./ Die Bestimmung des blinden Flecks und des Nahepunkts./ Ich habe nicht gewusst, dass die Augen unabhängig voneinander adaptieren./ Ich wusste nicht, dass man den Nahepunkt mit so einem leichten Experiment ermitteln kann./ Den blinden Fleck gibt es wirklich!/ Über den blinden Fleck habe ich einiges erfahren./ Aufbau des Auges, blinder Fleck kann nachgewiesen werden, Adaption unabhängig (Auge A unabhängig von Auge B)/ blinder Fleck kann nachgewiesen werden durch Draufdrücken in den Augenwinkel/ Dass bei Fluchttieren die Augen unterschiedlich stark adaptieren können, dass auch Menschen das können/ wie das Auge funktioniert, wie stark die Lederhaut eigentlich ist

2.) Spannend fand ich...

Das Sezieren des Auges/ Das Sezieren des Auges/ Die Sektion des Auges, obwohl mir sehr schnell schlecht wurde./ Das wir ein Auge sezieren haben/ Sezieren des Auges/ das Auge aufzuschneiden und die Linse und den Glaskörper

herauszuholen./ das Auge im Allgemeinen, denn es hat Spaß gemacht mit ihm zu experimentieren und es zu untersuchen./ was im Auge war/ den hell-dunkel-Versuch/ die Sektion des Auges./ das Sezieren/ Sezieren/ die Aufgabe im Keller und das Innere vom Auge/ das Aufschneiden mit der Schere, da ich dann endlich das Auge von innen sehen konnte./ Eigentlich war alles spannend./ Der Versuch im Müllraum, wo der Raum total dunkel war und wo wir beobachtet haben, ob die Augen voneinander unabhängig sind./ den Nachweis des blinden Flecks. Diesen zu bestimmen ist mit dem Versuch sehr interessant gestaltet./ Die einzelnen Versuche zu dem Auge. Es könnte aber spannender werden, wenn die Versuche ein bisschen kreativer gestaltet wären./ die Versuche mit der Adaption und Akkommodation/ Das die Lederhaut so hart ist. Zu hart. Zu hart um sie durchzuschneiden./ die einzelnen Teile des Auges zu „untersuchen“, vor allem zu sehen wie die Konsistenz der Teile ist./ Sezieren, Nachweis blinder Fleck/ Sezieren, den blinden Fleck suchen/ wie das Auge aussieht, dass es so stabil ist, dass der Glaskörper so elastisch bzw. flüssig bzw. fest ist, dass man ihn im Stück hochheben kann/ wie das Auge aussieht, dass es so stabil ist, dass der Glaskörper so elastisch bzw. stabil ist

3.) Besonders interessiert hat mich...

Das Fokussieren auf Gegenstände./ In welchem Zustand sich das Auge befindet und wie es innen aussieht./ wie das Auge und der Glaskörper von innen aussehen/ wie das Auge bzw. der Glaskörper aussieht/ -/ das Auge richtig zu sezieren und die Augenakkommodation zu sehen/ die Pupille und die Hornhaut, die Lederhaut, denn es hat mich erstaunt wie robust sie ist./ die Linse/ das Innere des Auges/ der Aufbau des Auges und die Scharfstellung./ die Bestimmung des Nahepunkts/ Bestimmung des Nahepunkts, Aussehen der Linse/ das sezierete Auge/ das Sezieren/ Alles war sehr interessant./ Wie es im Inneren des Auges aussieht./ der Nachweis des blinden Flecks und der Nahepunkt. Mir war zwar bewusst, dass es den Nahepunkt gibt, allerdings war die Bestimmung interessant./ die Sektion: es hat mich fasziniert wie komplex das Auge aufgebaut ist und obwohl die einzelnen Schichten schwer durchdringbar sind ist das Auge ein sehr sensibles Organ./ der Versuch mit der Adaption./ der blinde Fleck/ der blinde Fleck, weil ich darüber nichts wusste/ wie das Auge von innen aussieht/ Sezieren, wie das Auge von innen aussieht/ Sezieren ist interessant, dass

Strukturen des Auges so widerspenstig sind./ das Sezieren, dass manche Teile des Auges so widerspenstig sind.

4.) Motiviert hat mich...

Wissen über die Anatomie zu sammeln./ der Drang etwas Neues zu sehen/ -/ -/ meine Matura/ der Drang danach herauszufinden wie ein Auge von innen aussieht/ neue Erkenntnisse zu erhalten./ -/ Die Anwesenheit meines bzw. meiner wunderbaren, einzigartigen, sehr schönen Labor-Partners bzw. Labor-Partnerin/ meine Laborpartner/ mit meinen Freunden in einer Gruppe zu arbeiten/ meine Freunde/ (Name einer Mitschülerin)/ nichts/ (Name einer Mitschülerin)/ das sehr interessante Thema./ die Tüftelei bei den Nummern 3-4-5/ eigentlich nichts/ dass ich schon Vieles in der 4. Klasse gelernt habe und das Wissen hier wieder anwenden durfte./ Das ich nicht für die Schule lerne, sondern für die Millionenshow./ -/ Forschergeist, Note, Lehrer/ Note/ mir eigene Versuche auszudenken/ das Auge zu zerstören

5.) Welche Aufgabenstellungen sind dir schwer gefallen? Warum?

War eigentlich alles recht simpel, nur das Sezieren war etwas kompliziert./ Die Existenz des blinden Flecks zu beweisen/ Mir ist es schwer gefallen bei der Sektion des Auges einen klaren Kopf zu behalten, da mir schnell schlecht wurde./ Gar keine/ -/ Das Auge aufzuschneiden, da die Lederhaut sehr zäh und die Schere stumpf war./ Eigentlich keines/ -/ keine, ich bin klug/ Die Sektion des Auges, weil alle Abbildungen des Auges im Buch und auf dem anderen Arbeitsplatz zu ungenau und unzureichend beschriftet waren./ Auge sezieren/ Auge sezieren, Durchtrennung der Lederhaut/ Beim Sezieren bin ich ins Auge zu stark eingedrungen/ Das Beschreiben und Erklären./ Eigentlich nichts./ Ein Auge dunkel zu halten und eines zu belichten ist sehr schwer./ Das Sezieren des Auges, weil das bei uns nicht ganz so gut funktioniert hat. Und das Beschreibungsmaterial meiner Meinung nach eine Spur genauer hätte sein können./ der Versuch mit dem blinden Fleck, eigene weitere Informationen bei der Aufgabenstellung wären hilfreich gewesen/ Ich fand nichts schwer./ Die Akkommodation, weil ich mich diesmal genauer damit auseinander gesetzt habe./ Die Akkommodation, da uns kein versuch eingefallen ist./ Auge zu berühren (das eigene)/ -/ Adaption: schwierig zu beobachten, blinder Fleck: Test

finden/ Die Adaption war nicht so leicht zu beobachten, der Nachweis vom blinden Fleck war nicht so leicht nachzuweisen

6.) Was hat dich in deiner Arbeit behindert?

Nichts, höchstens Ablenkung/ (Name eines Mitschülers)/ dumpfe Scheren und Skalpelle; mein Brechreiz/ Eigentlich nichts/ Stumpfe Scheren und die Hornhaut/ Dass die Arbeitsgeräte sehr stumpf waren./ (Name eines Mitschülers)/ Die Linse/ die Anwesenheit einiger Personen/ Schlechtes Material (Schere schlecht)/ Lederhaut/ Blut-Phobie/ -/ nichts „wirklich“/ nichts hat mich behindert. Nur die Hornhaut war schwer zu schneiden./ Es war sehr schwer das Auge ordentlich aufzuschneiden./ Hauptsächlich das Sezieren des Auges, da sich das für uns als sehr schwierig und langwierig herausstellte./ eigentlich nichts/ Es war ziemlich schwer das Auge in zwei Hälften zu trennen/ Meine Fantasie, meine Müdigkeit./ Ab und zu Begriffe, die unklar waren/ Angst das Auge zu berühren/ -/ Aufgabe 2 war schlecht formuliert/ Aufgabe 2 war etwas unverständlich formuliert

7.) Was hat dich beim Arbeiten unterstützt?

Lehrer und Anleitungen/ Die Folien/ (Name eines Mitschülers), das Material der Schule, die Angaben/ Die gute Ausrüstung, die uns von der Schule zur Verfügung gestellt wurde, mein Partner/ Mein Partner/ Die Anleitung für das Sezieren/ Mein Arbeitspartner/ Mein Partner/ Mein(e) Laborpartner(in)/ Lehrer, Aufgabenstellung/ Lehrer/ Lehrer, Material im Buch/ Materialien/ Die Angaben und die Materialien/ die Frau Prof. Wenzl hat mir geholfen./ Der Student hat die Fragen, die wir gestellt haben, gut beantwortet. Er hat uns geholfen./ Sie, Frau Prof. Wenzl, Unterrichts- und Arbeitsmaterialien, Kollegen/ die Mitarbeit anderer Mitschüler und die Experimente erklären sich eigentlich von selbst (außer einige Ausnahmen), siehe oben/ Die Lehrer haben uns bei Problemen geholfen/ Die Frau Prof., (Name eines Mitschülers), Ich/ Die Informationszettel/ (Name einer Mitschülerin), Lehrer/ (Name eines Mitschülers), Lehrer/ Lehrer, andere Schüler, mein Vorwissen (z.B. habe ich schon mal ein Auge sezirt und wusste die richtige Technik um der Lederhaut beizukommen)/ Lehrer, Labor-Partner

Unterrichtstag 2:

1.) Was hat dir das Arbeiten **erleichtert** (Material, Mitschüler, Lehrer, Lehrerin, Formulierung der Arbeitsaufträge und Persönliches)?

Mitschüler, Material/ Die Frau Prof. und (Name eines Mitschülers)/ mein Teampartner und das Internet, Material/ -/ Mitschüler, Material/ Mein Teampartner, Material, Internet/ Hilfe der Lehrer/ Material, Mitschüler/ Lehrer/ Material, Lehrer/ Hilfe von Lehrern, gutes Material/ Die Lehrer/ Mitschüler/ Meine Partnerin/ Internet/ Nichts/ Gruppenarbeit/ Die Umkehrbrille/ Lehrer/ Material, Lehrer/ Mitschüler/ Material und Mitschüler/ Hilfe des Lehrers/ Lehrer und Material/ Bei manchen Stationen (z.B. 3.; 6.+7.) hätte ich mir mehr Informationen und Erklärungen gewünscht./ Mitschüler, Lehrer/innen, Arbeitsaufträge/ Hilfe der Lehrer, genaue Anleitung beim Augenmodell/ erleichtert: Internet, Lehrer, Sie

2.) Was hat dir das Arbeiten **erschwert**? (Material, Mitschüler, Lehrer, Lehrerin, Formulierung der Arbeitsaufträge und Persönliches)

Formulierung der Arbeitsaufträge bei 2+3/ Andere Mitschüler/ die anderen/ Meine Mitschüler (viel geredet)/ [Die Umkehrbrille] Aber eigentlich nichts/ Dass mir schlecht bei der Umkehrbrille wurde/ Mitschüler/ Formulierung der Arbeitsaufträge/ Angabe war nicht immer verständlich/ unverständliche Angaben/ Formulierung der Arbeitsaufgaben (ist bei Punkt 6 und 7 nicht klar welches Modell gemeint ist)/ Formulierung der Arbeitsaufträge/ -/ Die Umkehrbrille/ nichts/ nichts/ nichts/ nichts/ Manche Sachen haben nicht so funktioniert wie sie hätten sollen./ Formulierung der Arbeitsaufträge/ Formulierung der Arbeitsaufträge, nicht ordentliche (dumme) Fragestellungen/ Formulierung der Arbeitsaufträge/ Formulierung war teilweise nicht präzise; ohne Vorwissen waren manche Themen schwer selbst zu erarbeiten; Mitschüler, die nicht gescheit mitgearbeitet haben/ teilweise Formulierungen/ Aufgabe 1 war nicht gut gestaltet/ eigentlich nichts außer vielleicht sich eigene Versuche auszudenken/ Material für Versuche 2 und 4 hätte geholfen/ erschwert: fehlendes Material wie z.B. Bücher und Info-Blätter

3.) Was hast du Neues bei dieser Arbeit gelernt? Bitte beschreibe es.

Nachbilder erklären können/ was Nachbilder sind. Dass ich gut Farben von der Seite erkenne./ Es ist schwer mit der Umkehrbrille etwas zu schreiben/ Nicht so viel, da Vieles schon im Unterricht durchgenommen wurde. Man konnte es einfach selbst ausprobieren./ Was ein Nachbild ist/ Ich habe Neues über Nach- bzw. Phantombilder gelernt/ Nichts :(/ Mehr Informationen zum Auge (Farbe, 3D,...)/ Farbempfindlichkeit, dass Rot eine starke Farbe ist/ Farbsehen/ Es ist schwierig mit einer Umkehrbrille Dinge zu tun (z.B. gehen, aufheben, schreiben)/ Wo die Zapfen und Stäbchen liegen/ ich kann sehr gut sehen/ ich habe über das Auge viel gelernt/ wie wir Farben wahrnehmen./ Vieles über das Auge/ Über das Auge/ die Umkehrbrille/ -/ dass Faktoren wie Licht, Perspektive, und Farbkontrast die Wahrnehmung von Farbe beeinflussen/ -/ Das Phänomen der Entstehung von Nachbildern, sonst war mir alles bekannt aus dem Unterricht oder dem alltägliche Leben./ Unterschiedliche Zapfenarten, wie Nachbilder entstehen/ -/ Aufgabe 3.; ist mir zwar schwer gefallen, war aber sehr informativ/ Die Welt umgekehrt zu sehen. Man tut sich schwer Stifte zu halten obwohl es normal ist./ Über die Verteilung der Zapfen, z.B. erkennt man blau früher als grün. Zapfen sind generell etwas kompliziert (Nachbilder!!)/ Dass Nachbilder durch Ermüdung der Zapfen entstehen, da die Zapfen weiter feuern. Das Gehirn wandelt den Reiz in einen anderen Effekt um.

4.) Was war spannend für dich? Was hat dich besonders interessiert?

(Thema, Arbeitsschritte, Zusammenarbeit mit anderen Schülerinnen und Schülern,...)

Umkehrbrille, Zusammenarbeit mit meinem Kollegen/ Die Umkehrbrille war sehr interessant./ Die Umkehrbrille war ein cooles Erlebnis/ Die Umkehrbrille hat Spaß gemacht (ungewohnt); Augenmodell/ Die Umkehrbrille/ Das Augenmodell, Arbeit mit meinem Teampartner, Umkehrbrille/ Umkehrbrille/ Umkehrbrille/ Umkehrbrille/ Das Arbeiten mit der Umkehrbrille/ Die Akkommodation und Fehlsichtigkeiten des Auges anhand eines Modells (Material), mit Freunden zusammenarbeiten, mit der Umkehrbrille herumzugehen und zu arbeiten/ Die Akkommodation und Umkehrbrille/ Auftrag mit der Umkehrbrille/ Die Umkehrbrille/ -/ Die Umkehrbrille/ Experimente/ Die Umkehrbrille war cool/ die Umkehrbrille; beim 1. Versuch, dass man zwar die Form sieht, aber nicht die Farbe/ Umkehrbrille/ Die Umkehrbrille, es war interessant alltägliche Sachen

umgekehrt zu machen./ die Umkehrbrille, weil es etwas Neues war./ Entstehung von Nachbildern/ Umkehrbrille (spielerisches Lernen)/ die Umkehrbrille war spannend!/ die Umkehrbrille war cool!/ Augenmodell, Umkehrbrille/ Umkehrbrille, absoluter Höhepunkt, sehr interessant, alles umkehrt zu sehen war neu für mich, Nachbilder

5.) Was war uninteressant für dich?

Die Einleitung war sehr monoton gesprochen, dadurch etwas langweilig/ Farbwahrnehmung und räumliches Sehen./ Etwas aus dem Internet auszuarbeiten/ Stäbchen und Zapfen, Verteilung der Rezeptortypen in der Netzhaut, Farbwahrnehmung/ Die Einleitung des heutigen Labors/ Der Themenpunkt 2 Farbwahrnehmung / Farben/ -/ selber Versuche überlegen/ Versuche und Beispiele überlegen/ Versuche für das räumliche Sehen zu finden und Vermutungen zu formulieren/ Die Versuche mit den Zapfen/ -/ nichts, alles war interessant/ der 1. Versuch/ nichts/ selber recherchieren/ nichts/ -/ Hypothesen aufstellen/ Punkt 1 war nicht sehr erfolgreich und uninteressant./ Das erste Experiment mit dem Plakat und den Farben./ Augenmodell zusammenbauen und bedienen/ Themen, wo die Lösung bekannt war, aber man sie trotzdem nachprüfen musste/ Aufgaben 1., 6. Und 7./ Der 1. Punkt war nicht so spannend/ -/ räumliches Sehen, da wir das vor 2 Jahren gemacht haben

6.) Welche Aufgabenstellungen sind dir schwer gefallen? Warum?

Aufgabe 1: Ergebnis war anders als erwartet/ Keines Besonders/ Es ist mir nichts schwer gefallen/ Keine/ Gar keins/ 5. Umkehrbrille, weil mir schlecht wurde/ Nichts/ -/ Räumliches Sehen, nicht ausgekannt/ Das räumliche Sehen/ Versuche finden (Räumliches Sehen), weil die Dinge, die uns als Versuche eingefallen sind, sowohl mit einem als auch zwei Augen durchgeführt werden konnten/ Welche Faktoren die Farbwahrnehmung beeinflussen/ Auftrag mit der Umkehrbrille/ Keine/ Der 1. Versuch! Wir haben nicht wirklich verstanden was wir machen mussten/ Keine/ Keine/ alles außer die Umkehrbrille/ -/ 1. Aufgabe, fehlgeschlagen, also konnte ich es nicht wirklich nachvollziehen/ -/ 2. Farbwahrnehmung, weil das mit den Vermutungen sehr komplex ist./ Augenmodell bedienen ging nicht, Verteilung Stäbchen und Zapfen feststellen/ Schwierige Aufgaben zu lösen/ -/ -/ Nachbilder – kompliziert/ Aufgabe Stäbchen und Zapfen, da mir (uns) keine vernünftige Vermutung eingefallen ist

Kategorisierung der Schüler/innenantworten auf die Feedback-Fragebögen

Im Folgenden sind alle Fragen der Feedback-Fragebögen mit den jeweils von mir erstellten Kategorien angeführt. Die Zahlen, die bei den jeweiligen Kategorien stehen, entsprechen der Anzahl der Zuordnungen der Antworten der Schüler/innen, wobei ich manche Antworten mehreren Kategorien zuordnete.

Die Kategorie *nicht zuordenbar* steht für jene Schüler/innenantworten, die für mich keiner bestimmten Kategorie zuordenbar waren. Die Kategorie *Enthaltungen* steht für Antworten wie „(eigentlich) nichts“, „(gar) keine(s)“ und Antworten, die mit „-“ gekennzeichnet waren oder fehlende Antworten. Die Kategorie *Gesamt* steht für die Gesamtzahl der Zuordnungen pro Frage.

Unterrichtstag 1:

1.) Welches neue Wissen hast du erworben? Bitte beschreibe es.

Augensektion: 11, Adaption: 4, Akkomodation: 2, Nahepunkt: 5, blinder Fleck: 7, nicht zuordenbar: 2, Enthaltungen: 1; Gesamt: 32

2.) Spannend fand ich...

Augensektion: 19, Adaption: 4, Akkomodation: 1, blinder Fleck: 3, grundsätzlich alles: 3; Gesamt: 30

3.) Besonders interessiert hat mich...

Augensektion: 17, Adaption: 1, Akkomodation: 1, Nahepunkt: 4, blinder Fleck: 3, alles: 1, nicht zuordenbar: 2, Enthaltungen: 1; Gesamt: 30

4.) Motiviert hat mich...

Augensektion: 3, Lehrpersonen: 1, Note: 2, Mitschüler(in): 6, nicht zuordenbar: 8, Enthaltungen: 6; Gesamt: 26

5.) Welche Aufgabenstellungen sind dir schwer gefallen? Warum?

Augensektion: 8, Akkomodation: 2, Adaption: 3, blinder Fleck: 4, nicht zuordenbar: 2, Enthaltungen: 8; Gesamt: 27

6.) Was hat dich in deiner Arbeit behindert?

Augensektion: 7, Adaption: 2, Schlechtes Material: 5, Mitschüler(in): 3, Brechreiz/Blutphobie: 2, Müdigkeit: 1, unklare Begriffe: 1, Enthaltungen: 7; Gesamt: 28

7.) Was hat dich beim Arbeiten unterstützt?

Lehrpersonen: 13, Material: 10, Mitschüler(in): 13, Arbeitsaufträge: 3, mein Vorwissen: 1; Gesamt: 40

Unterrichtstag 2:

1.) Was hat dir das Arbeiten **erleichtert** (Material, Mitschüler, Lehrer, Lehrerin, Formulierung der Arbeitsaufträge und Persönliches)?

Lehrpersonen: 12, Material (inkl. Internet): 13, Mitschüler(in): 12, Arbeitsaufträge: 1, nicht zuordenbar: 2, Enthaltungen: 2; Gesamt: 42

2.) Was hat dir das Arbeiten **erschwert**? (Material, Mitschüler, Lehrer, Lehrerin, Formulierung der Arbeitsaufträge und Persönliches)

Fehlendes Material: 2, Mitschüler(in): 5, Umkehrbrille: 2, Formulierung der Arbeitsaufträge: 10, nicht zuordenbar: 2, Enthaltungen: 7; Gesamt: 28

3.) Was hast du Neues bei dieser Arbeit gelernt? **Bitte beschreibe es.**

Rezeptortypen: 4, Farbwahrnehmung: 1, Nachbilder: 9, Umkehrbrille: 4, nicht zuordenbar: 7, Enthaltungen: 5; Gesamt: 30

4.) Was war spannend für dich? Was hat dich besonders interessiert?

(Thema, Arbeitsschritte, Zusammenarbeit mit anderen Schülerinnen und Schülern,...)

Rezeptortypen: 1, Teamarbeit: 3, Nachbilder: 2, Umkehrbrille: 25, Augenmodell: 5, Enthaltungen: 1, nicht zuordenbar: 1; Gesamt: 38

5.) Was war **uninteressant** für dich?

Rezeptortypen: 7, Farbwahrnehmung: 3, Einleitung des Labors: 2, räumliches Sehen: 3, Augenmodell: 2, Internetrecherche: 2, Versuche überlegen: 2, Hypothesen aufstellen: 1, nicht zuordenbar: 2, Enthaltungen: 7; Gesamt: 31

6.) Welche Aufgabenstellungen sind dir schwer gefallen? Warum?

Rezeptortypen: 6, Farbwahrnehmung: 3, Nachbilder: 2, räumliches Sehen: 4,
Umkehrbrille: 2, Augenmodell: 2, nicht zuordenbar: 1, Enthaltungen: 13;
Gesamt: 33

Transskript des Interviews mit der Mentorin (Autor: PL)

PL: Ok, die erste Frage: Welche Erwartungen oder Ansprüche hast du an unser Projekt – das Projekt Auge – gehabt?

Mentorin: Na, nachdem das Thema Forschendes Lernen war zum Thema Auge im Rahmen einer Laboreinheit, war natürlich wichtig, dass die Methode des Forschenden Lernens sozusagen auch irgendwie angewendet wird und insofern auch bei den Aufgabenstellungen sichtbar wird, was durchaus geglückt ist, ich glaub', man kann schon sagen im Hinblick auf Feedback war es schon notwendig, dass das irgendwie dann eine in sich geschlossene Einheit geworden ist und ich glaub', das war beim ersten Mal sicher noch mit gewissen Anlaufschwierigkeiten verbunden, bis dann die Formulierungen irgendwie soweit waren, dass sie sozusagen dem Setting eines Forschenden Lernens entsprechen, und beim zweiten Mal, also beim zweiten Labor, es waren ja zwei Laboreinheiten, die du dazu gemacht hast, glaub' ich schon, dass die Formulierungen und der Zugang auch für dich selber schon irgendwie rascher erreichbar waren.

PL: Mit Formulierungen meinst du die Formulierungen auf dem Arbeitsblatt?

Mentorin: Genau, diese Arbeitsaufträge, dass das halt nicht Rezept kochen ist, sondern dass die Schüler und Schülerinnen halt aufgefordert waren, eigene Fragestellungen, eigene Vermutungen zu entwickeln, ihre Untersuchungen durchzuführen, ihre Ergebnisse zu interpretieren und dann nachher in der abschließenden Runde, in der Besprechungsrunde, halt auch noch zu präsentieren, mitunter, indem du halt einfach das mehr oder weniger moderiert hast.

PL: Und inwieweit ist das erfüllt worden, was du dir erwartet hast?

Mentorin: Ja, im Wesentlichen hat's eigentlich dem entsprochen, was man einer forschenden Lerneinheit irgendwie zumuten kann. Natürlich kann man immer variieren oder andere Beispiele nehmen, da kommt man sozusagen im Setting drauf, ah, das ist jetzt nicht so günstig, was weiß ich, mit dem einen Versuch da zum Beispiel, wo man dann draufkommt, nein, das muss man doch mit dem

Abstand irgendwie anders machen und so, also, es ist ja für einen selbst auch irgendwo so learning by doing, obwohl man zum Beispiel vorher was ausprobiert hat, ja, den einen Versuch da zum Beispiel mit der Pupille. Ja, also es gibt immer wieder Eventualitäten, die dann doch anders sind und das macht's letztendlich für einen selber ja eigentlich auch spannend.

PL: Das stimmt, ja. Was sind aus deiner Sicht die wesentlichen Unterschiede jetzt zwischen dem Regelunterricht und dem Forschenden Lernen im Laborunterricht?

Mentorin: Na vom Regelunterricht her geht's ja darum, das Auge sozusagen nach den geforderten Kompetenzen zu erfassen, das heißt, dass du dir einmal Wissen aneignest und dieses Wissen aneignen passiert eigentlich am ehesten im Regelunterricht, also du machst sozusagen die Theorie, jetzt sagen wir zu diesem Sinnesorgan Auge. Was noch eher im Regelunterricht passiert, ist dann dieses mitunter über Dinge reflektieren oder sozusagen Schlüsse zu ziehen zu einer gewissen Thematik, wobei das und vor allem der mittlere Punkt, dieses Erkenntnisse gewinnen, das passiert dann eigentlich eher im Labor. Das ist der Vorteil von dieser Art von Unterricht, also im Regelunterricht konzentrierst du dich halt eine Spur mehr auf die Reproduktion, wobei es da auch sehr wohl so ist, dass du mit Diagrammen arbeiten musst, du musst mit Abbildungen arbeiten, die Kinder sollen das erklären und beschreiben können, sie sollen ein Diagramm auswerten können, das machst du im Regelunterricht, aber dieses Praktische, diese praktische Durchführung von Untersuchungen, und dann eben daraus eigene Erkenntnisse, Schlüsse ziehen, das machst du dann im Labor und das ist, denke ich, der Vorteil von dieser Form des Unterrichts, die wir da halt bei uns an der Schule haben. Und das Günstige ist dann auch noch, wenn du es sozusagen schaffst, den Regelunterricht parallel mit dem Laborunterricht zu führen. Das ist dann auch noch irgendwie besonders günstig.

PL: Und wo hast du jetzt insgesamt das Gefühl, dass das, was wir uns so vorgestellt haben oder du dir vorgestellt hast, gut funktioniert hat, und wo denkst du dir, dass man da in Zukunft eher etwas verändern sollte, wenn man es wieder macht?

Mentorin: Naja, wenn man es wieder macht, dann wird man vielleicht die eine Aufgabe da zum Beispiel mit dem Sehfeld vielleicht ein bisschen adaptieren, oder man wird sie vielleicht weglassen und durch was anderes ersetzen. Oder auch die Aufgabe mit der Pupille, wo es um diesen Vergleich gegangen ist zwischen Mensch und Tier, da hätte es sicher noch einer Vertiefung irgendwie bedurft. Ja, das hätte man sich sicher im Vorfeld noch genauer anschauen müssen. Ja, und natürlich, jetzt wenn man so wie du das erste Mal sozusagen so etwas vorbereitet, dann stößt man halt auf eine gewisse Art von Aufgaben, die unter Anführungszeichen auch durchaus klassisch sind. Das liefert einen Grundstock, und unter Garantie, das nächst Mal, wenn du wieder so eine praktische Sequenz vorbereitest, dann ist das dein Grundstock und auf dem Grundstock baust du auf und baust dann immer wieder andere Aufgaben ein. Das heißt, dass ist auch eine gewisse Routine, die man dann natürlich auch entwickelt oder auch ein gewisses Basiswissen oder eine gewisse Erfahrung, die man im Laufe der Zeit halt hat, was geht gut und was geht nicht gut. Aber ich denke, es ist trotzdem vernünftig, selber einmal das tatsächlich zu planen und auszuführen und nicht sozusagen die Vorgabe von der betreuenden Lehrerin zu kriegen, mach es so, so, so. Weil dann bleibt wirklich die Eigenständigkeit irgendwie über.

PL: Ja, das ist richtig. Ja.

Mentorin: Ja, also insofern war das einmal eine Einheit, die funktioniert hat und unter Garantie: Das nächste Mal machst du viel anders oder findest auch andere Sachen, weil dann hast auch schon wieder was Neues gehört oder gesehen oder legst einen anderen Schwerpunkt, ja, das ist selten, dass man Einheiten gleich macht. Ich meine, ich unterrichte das nahezu jedes Jahr, oder zumindest jedes zweite Jahr, fünfte oder sechste Klasse, wo wir das Labor haben, und die Laboreinheiten variieren immer. Auch jetzt, wo ich schon, was weiß ich, über zwanzig Jahre unterrichte. Das adaptiere ich noch immer und noch immer kommt für mich was Neues dazu. Und das macht's letztendlich auch so spannend und so interessant.

PL: Ok, dann danke für das Gespräch.

Abstract (deutsch)

Der Inhalt dieser Diplomarbeit befasst sich mit der Durchführung von Forschendem Lernen zum Thema Auge und Sehen als Lehramtsstudent im Paradigma der Aktionsforschung. Die Handlungsidee dahinter ist, das Forschende Lernen zum Thema Auge und Sehen im Rahmen von Laborunterricht zu verbessern. Im Zuge der Aktionsforschungsstudie wurde eine Triangulation der Perspektive der Schüler/innen, der Perspektive der Mentorin des Lehramtsstudenten und der Perspektive des Lehramtsstudenten selbst durchgeführt. Das Ziel war dabei die Weiterentwicklung und Verbesserung von Aufgabenstellungen zum Thema Auge und Sehen für das Forschende Lernen im Rahmen von Laborunterricht. Die Ergebnisse der Aktionsforschungsstudie legen nahe, dass Aufgabenstellungen zum Thema Auge und Sehen im Rahmen Forschenden Lernens, bei denen die Schüler/innen mit für sie hilfreichen Informationsquellen recherchieren müssen, deren Fachwissen vor allem in Zusammenarbeit mit Mitschüler/innen und der Lehrperson erweitern können und auch deren autonomes Handeln gefördert werden kann, was eine Grundvoraussetzung für die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung der Schüler/innen ist. Auf Basis dieser Erkenntnisse werden in dieser Diplomarbeit vier weiterentwickelte Aufgabenstellungen zum Thema Auge und Sehen für forschende Lerneinheiten im Rahmen von Laborunterricht vorgestellt.

Abstract (english)

The content of this thesis is about doing Inquiry Learning as a student teacher about the topic eye and seeing in the paradigma of action research. The idea behind it is to make Inquiry Learning about the topic eye and seeing within the scope of laboratory teaching better. In the progress of the action research study a triangulation of the perspective of the pupils, of the perspective of the mentor of the student teacher and of the perspective of the student teacher himself was made. The goal was to develop instructions for Inquiry Learning about the topic eye and seeing in the scope of laboratory teaching. The results of the action research study show that instructions in the scope of Inquiry Learning about the topic eye and seeing, where the pupils have to do research with helpful sources of information, increase the scientific knowledge of the pupils, especially if they are instructed to work in teams and if they can use the support of their teaching person. Further their autonomic acting can be supported this way, which is an important condition for the pupils to increase their understanding of how science works. On the basis of this knowledge this thesis involves four developed instructions for Inquiry Learning units about the topic eye and seeing in the scope of laboratory teaching.

Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Pero Limbeck
Geburtsdatum: 7.10.1986
Geburtsort: Wien
Staatsangehörigkeit: Österreich

Schulische und universitäre Ausbildung

Studium:

SS 2015 Beginn der Diplomarbeit
21.2.2011 1. Diplomprüfung
WS 2006 Beginn des Lehramtsstudiums an der Universität
Wien

Schulabschluss:

16.6.2005 Reifeprüfungszeugnis – BRG Wien 10,
Pichelmayergasse 1

Berufliche Tätigkeiten

1.10.2005 bis Zivildienst bei Esra Sozialberatungsstelle,
30.9.2006 Tempelgasse 5, 1020 Wien