LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche

TRAVAIL DE CANDIDATURE

Praktisches Arbeiten im Biologieunterricht –

eine Zusammenstellung ausgewählter Beispiele für die Klasse 10PS

(division des professions de santé et des professions sociales)

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst habe und keine anderen als die von mir angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe.

Reckange-sur-Mess, 7. Oktober 2018

(Danielle Kerschen)

Danielle KERSCHEN

Professeur-candidat au Lycée Nic-Biever Dudelange

Praktisches Arbeiten im Biologieunterricht – eine Zusammenstellung ausgewählter Beispiele für die Klasse 10PS (division des professions de santé et des professions sociales)

Lieu d'affectation: Lycée Nic-Biever Dudelange Année: 2018

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist es Unterrichtsunterlagen für ausgewählte praktische, sowie angeleitete Arbeiten auszuarbeiten. Diese Unterrichtsunterlagen in deutscher Sprache richten sich insbesondere an Schüler der Klasse 10PS (division des professions de santé et des professions sociales). Dabei stehen das autonome Arbeiten der Schüler, sowie die einwandfreie Durchführbarkeit der Versuche im Vordergrund. Gleichzeitig soll der Arbeitsaufwand des Lehrers in einem vernünftigen Verhältnis zum Nutzen für den Schüler stehen.

In erster Linie erhoffe ich durch das Zur-Verfügung-Stellen der Unterlagen Lehrkräfte in ihren Unterrichtsvorbereitungen zu entlasten und insbesondere den Berufsanfängern die Scheu vor dem praktischen Arbeiten zu nehmen.

Beim Erstellen der diversen Arbeiten haben mir Bücher, das Internet, Unterrichtsunterlagen von Arbeitskollegen und Dokumente aus Fortbildungen als Vorlage und Inspiration gedient.
Als Arbeitsunterlagen dienen mir für jede praktische Unterrichtseinheit eigens erstellte Arbeitsblätter. Diese bieten den Vorteil ganz gezielt zu einem Thema Sachinformationen zu liefern und Arbeitsaufträge zu stellen. Zudem ermöglichen sie es den Schülern ihre Beobachtungen und Überlegungen zu sichern und dem Lehrer den Lernerfolg zu überprüfen.

Alle Unterrichtsunterlagen enthalten zusätzliche Informationen, welche sich an die Lehrkraft richten. Bei diesen handelt es sich um Hinweise welche zum besseren Gelingen der Praktika beitragen sollen und auf meinen Erfahrungen beruhen, welche ich gemacht habe als ich die Arbeiten über 3 Jahre hinweg mit 10PS-Schülern unterschiedlicher Klassen durchgeführt habe.
Des Weiteren gebe ich Hyperlinks zu Internetseiten an, welche Zusatzinformationen in Textform liefern oder welche über Animationen und Videos Sachverhalte veranschaulichen und so bei den Schülern zu höherem Verständnis beitragen sollen.

Die Themen der Arbeiten orientieren sich am Lehrplan der 10PS.
Die praktischen Arbeiten basieren auf den fachspezifischen Arbeitsweisen: Betrachten, Beobachten, Vergleichen, Untersuchen und Experimentieren. Je nach Thema und Unterrichtsmethode (Mikroskopieren, Sezieren, Protokollieren, Zeichnen, ...) werden die diversen Arbeitsweisen unterschiedlich stark ausgeübt.
Die angeleiteten Arbeiten basieren auf der Analyse von Dokumenten, sei es in Partner- oder Kleingruppenarbeit (z.B. bei der Gruppenpuzzle – Methode).

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG – PERSÖNLICHE MOTIVATION 7

2. ZIEL 9

3. THEORETISCHE GRUNDLAGEN 11

3.1. Praktisches Arbeiten im Biologieunterricht – Was ist gemeint? 11
3.1.1. Fachgemäße Arbeitsweisen – Begriffserklärungen 11
Betrachten, Beobachten, Vergleichen 12
Untersuchen 13
Experimentieren 14

3.2. Sinn und Bedeutung des praktischen Arbeitens 16

3.3. Durch Studien nachgewiesene Effekte des praktischen Arbeitens 18

3.4. Unterrichtsplanung 20
3.4.1. Im Allgemeinen 20
3.4.2. Im Speziellen für den „praktischen" Unterricht im Fach Biologie 21
3.4.3. Im Konkreten für die Lehrkraft 23

4. PRAKTISCHE DURCHFÜHRUNG 25

4.1. Beschreibung der Situation 25

4.2. Planung 27

4.3. Unterrichtsmethoden 28
4.3.1. Sinn und Bedeutung von Unterrichtsmethoden 28
4.3.2. Begründung der ausgewählten Unterrichtsmethoden 28

4.4. Ausgewählte Beispiele praktischer und angeleiteter Arbeiten 33
4.4.1. Praktisches Arbeiten – Einführung 33
4.4.2. Mikroskopie – Einführung 37
4.4.3. Mikroskopie – Tier- und Pflanzenzellen im Vergleich 40
4.4.4. Mikroskopie – Tiergewebe (Fett-, Knorpel- und Muskelgewebe) 45
4.4.5. Mikroskopie – Blutgewebe 47
I. Blutausstrich (Färbung nach Pappenheim) und Bestimmung der Blutzellen 47
II. Blutausstrich (mit Methylenblau), Bestimmung der Blutzellen und Blutgruppenbestimmung 50
4.4.6. Mikroskopie – Pflanzengewebe – Aufbau eines Laubblattes 54
4.4.7. Analyse von TEM-Aufnahmen 58
4.4.8. Sektion des Schweineherzens 61
I. Praktische Sektion des Schweineherzens 61
II. „Theoretische" Sektion des Schweineherzens (=angeleitete Arbeit) 64
4.4.9. Stofftransport: Diffusion und Osmose 65
I. Diffusion und Osmose - im Modell und in Geweben 65
II. Osmose: Osmotische Wirksamkeit von Substanzen - Plasmolyse und Deplasmolyse in Geweben 67
III. Osmose: Plasmolyse und Deplasmolyse in Zellen 70
4.4.10. Nachweisreaktionen von Nährstoffen in Lebensmitteln 72
4.4.11. Gruppenpuzzle 76
I. Zelle – Gewebe – Organismus 77
II. Biotische Umweltfaktoren 80
4.4.12. Freilandexkursion – Hollenfels 82
Sinn und Bedeutung des außerschulischen Unterrichts – Theoretische Grundlagen 82

5. SYNTHESE UND REFLEXION 93

5.1. Synthese 93

5.2. Reflexion 95
5.2.1. Vermittlung spezifischer Arbeitstechniken zu vordergründig? 96
5.2.2. Mechanisches Abarbeiten von Anleitungen anstatt Experimentplanung? 97
5.2.3. Fehlende Versuche zum Thema „Wirkungsweise von Enzymen“! 98
5.2.4. Zusammenstellung der Arbeiten zu mikroskopielastig? 100
5.2.5. Theoretische Einbettung geschieht eher am Rand? 101
5.2.6. Zu sehr auf einwandfreie Durchführbarkeit und auf begrenzten Arbeitsaufwand für die Lehrkraft bedacht? 102

6. SCHLUSSFOLGERUNG 105

7. LITERATURVERZEICHNIS 107

8. ANHANG 115

1. Einleitung – persönliche Motivation

In meinem ersten Jahr als Lehrkraft im LTE, wurden mir 2005 mehrere Schüler* von diversen 7. Klassen (ST und AD) zugeteilt, bei denen ich das Fach „Option Biologie“ unterrichten sollte. Praktische und angeleitete Arbeiten sollten dabei den Schwerpunkt des Unterrichts bilden. Glücklicherweise war die Schülerzahl gering und ich verfügte über eine Blockstunde, sowie über einen Spezialsaal und eine Vielfalt an diversem Material.

Trotzdem setzte mich der Gedanke jede zweite Woche, ein vom Lehrplan her passendes, umsetzbares und interessantes Praktika zu erstellen, unter Druck.
Ganz ohne Berufserfahrung, ohne die Unterstützung eines Laborvorbereiters (préparateur) und ohne Erinnerungen an irgendwelche, im „cycle inférieur“ oder „moyen“, selbst durchgeführten praktischen Arbeiten, fühlte ich mich zu Beginn regelrecht überfordert.
Zwar dienten mir die für das Fach Biologie im Lehrplan angegebenen Themen als Richtlinie und auch die zahlreichen Arbeitshefte und Arbeitsunterlagen über die ich in der Schule frei verfügen konnte als Vorlagen, trotzdem gestaltete sich die Unterrichtsvorbereitung für das Fach „Option Biologie“ schwieriger als für meine anderen Fächer.
Des Weiteren muss ich rückblickend betrachtet zugeben, dass trotz des größeren Arbeitsaufwandes, sowohl in Punkto Vorbereitung, wie Durchführung und Nachbereitung, mich der Unterricht oft weniger zufrieden stellte.
Regelmäßig fühlte ich mich am Ende der Stunde erschöpft und hatte das Gefühl den Schülern diene die „Option Biologie“ eher als „Spielstunde“ denn dem Wissenserwerb.

Wirklich geholfen haben mir die Unterstützung meiner damaligen Fachkollegen sowie diverse, überwiegend praxisorientierte Fortbildungen.
Dabei erinnere ich mich an zahlreiche Gespräche mit meinen Arbeitskollegen, welche mir mit Rat und Tat zur Seite standen. Sie lieferten mir Anregungen für mögliche Praktika, stellten mir ihre auf anderen Klassen gemachte Praktika zur Verfügung und ermöglichten es mir durch Rücksprache mit ihnen etwaige Unklarheiten und Fehlerquellen in meinen Arbeitsaufträgen ausfindig zu machen und zu beheben.

* Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde auf die sprachliche Gleichberechtigung der Geschlechter in Form der Verwendung weiblicher und männlicher Personenbezeichnungen verzichtet und nur die männliche Form verwendet. Für Personenkreise wie Schüler oder Lehrer ist diese Form selbstverständlich als geschlechtsneutral zu verstehen.

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei Christiane Biewer und Raphäel Schaul für ihre freundliche Unterstützung und für ihre vielen nützlichen Anregungen, speziell zu Beginn meiner Arbeitszeit, bedanken.

Fünf Jahre später unterrichtete ich zum ersten Mal das Fach BIOGE (biologie générale) auf einer 10PS. Das „horaires et programmes“ sieht vor, dass die Schüler eine Stunde pro Woche praktisch arbeiten. Aus Sicherheitsgründen, Gründen der besseren Machbarkeit und positiven Auswirkungen auf den Lerneffekt, findet der „praktische“ Unterricht abwechselnd alle 14 Tage nur für die Hälfte der Schüler einer Klasse statt, dann jedoch über 2 Stunden.
Dankbar über die Erfahrungen welche ich bis dahin durch die Planung und Gestaltung des „praktischen“ Unterrichts überwiegend im „cycle inférieur“ in den Fächern „Option Biologie“ und „sciences naturelles“ sammeln konnte, fiel mir die Vorbereitung, Umsetzung und Nachbereitung der Praktika nun leichter als zu Beginn meiner beruflichen Laufbahn.

2. Ziel

Ziel dieser Arbeit ist es Unterrichtsunterlagen für ausgewählte praktische sowie angeleitete Arbeiten auszuarbeiten. Diese Unterrichtsunterlagen in deutscher Sprache richten sich insbesondere an Schüler der Klasse 10PS (division des professions de santé et des professions sociales).
Dabei stehen das autonome Arbeiten der Schüler sowie die einwandfreie Durchführbarkeit der Versuche im Vordergrund.

Die erarbeiteten Unterlagen behandeln keine neuen Themen, sondern die vom Lehrplan vorgegebenen und sind somit allgemein geläufig. Es geht in dieser Arbeit also nicht darum etwas Neues zu erfinden, sondern um eine Inspiration oder Hilfestellung zur Vorbereitung und Durchführung von praktischen und angeleiteten Arbeiten zu schaffen.

In erster Linie erhoffe ich durch das Zur-Verfügung-Stellen der Unterlagen Lehrkräfte in ihren Unterrichtsvorbereitungen zu entlasten und insbesondere den Berufsanfängern die Scheu vor dem praktischen Arbeiten zu nehmen.

Beim Erstellen der diversen praktischen, sowie angeleiteten Arbeiten habe ich mich in Büchern, im Internet, bei Arbeitskollegen und in Fortbildungen inspiriert. Anschießend habe ich sämtliche Arbeiten mit 10PS-Schülern durchgeführt. Abschließend habe ich die diversen Unterrichtsunterlagen mit zusätzlichen Informationen vervollständigt. Bei Letzteren handelt es sich um Hyperlinks zu Internetseiten welche Zusatzinformationen liefern oder um Lösungsansätze, welche zum besseren Gelingen der Praktika beitragen sollen.

3. Theoretische Grundlagen

3.1. Praktisches Arbeiten im Biologieunterricht – Was ist gemeint?

„Das Wissen der Biologie wird in einem Wechselspiel von Empirie und Theorie gewonnen. Erfahrung und Anschauung sind das Ergebnis von Erkunden und Erkennen. Beides, Erkunden und Erkennen, hängt in einer Weise zusammen, die es unmöglich macht, sie getrennt voneinander zu betreiben, ohne den naturwissenschaftlichen Anspruch aufzugeben“ (Gropengießer, 2013, S.268).

Die Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts besteht also nicht darin den Schülern „naturwissenschaftliche Aussagen als ein feststehendes Tatsachengebäude zu vermitteln. Die Lernenden sollen vielmehr einen Einblick gewinnen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden und auf welchen Voraussetzungen sie beruhen. Die Kenntnis und Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden ist deshalb ein wichtiges Ziel im Biologieunterricht“ (Gropengießer, 2013, S.269).

Die auf der 10PS im „horaires et programmes“ vorgesehene „praktische“ Unterrichtseinheit ermöglicht dem Lehrer fachgemäße Arbeitsweisen einzusetzen. Die Schüler lernen diese kennen und durchzuführen. Des Weiteren können Sachverhalte und Phänomene so durch praktische Tätigkeiten vermittelt werden.

Unter praktischem Arbeiten wird meist eine Art *learning by doing* verstanden. Dabei werden Schüler aktiv in den Lernprozess eingebunden indem sie aktiv mit Gegenständen (z.B. Insekten, Pflanzen, Steinen) arbeiten und naturwissenschaftliche Instrumente und Geräte (z.B. Mikroskope, Thermometer, Reagenzgläser) verwenden. Durch das Anfassen können die Schüler eine ganzheitliche Vorstellung über den zu untersuchenden Gegenstand erlangen.

In folgenden Abschnitten werden nun einige Arbeitsweisen, die im „praktischen“ Unterricht zum Einsatz kommen, näher beschrieben

3.1.1. Fachgemäße Arbeitsweisen – Begriffserklärungen

Killermann (2011, S.132) fasst unter dem Begriff Arbeitsweisen alle Denk- und Arbeitsmethoden zusammen, mit deren Hilfe Erkenntnisse in einem Wissensgebiet gewonnen werden können.
Während Gropengießer (2013, S. 269) das Beobachten, das Untersuchen, das Vergleichen und das Experimentieren zu den fachgemäßen Arbeitsweisen zählt, unterscheidet Killermann (2011,

S.132) zusätzlich zwischen Beobachten und Betrachten und ordnet das Vergleichen beiden vorherig genannten Bereichen zu.

Betrachten, Beobachten, Vergleichen

Als *Betrachten* bezeichnet man das aufmerksame, bewusste Erfassen von Eigenschaften und Merkmalen von unbewegten Objekten. Dabei kommt es zu einer aktiven Auseinandersetzung mit dem ruhenden Objekt, wobei jedoch kein Eingriff an letzterem erfolgt.
Die Schüler sollen sich mit der Gestalt, der Form, dem Aussehen des zu beobachtenden Objekts vertraut machen, um dieses erkennen und beschreiben zu können (Killermann, 2011, S.133-135; Graf, 2004, S.121; Otteni in Spörhase, 2014, S.87-89). So können durch das Betrachten die besonderen morphologischen Merkmale eines Lebewesens oder seiner Teile erfasst werden. Ausgestopfte Tiere, Modelle, Abbildungen oder Fertigpräparate von Zellen und Geweben treten im Unterricht dabei oft an Stelle des lebendigen Objekts.

Killermann beschreibt das *Beobachten* als einen umfassenderen Vorgang als das Betrachten. Gegenstand des Beobachtens sind nun keine ruhenden Objekte mehr, sondern Vorgänge in der Natur. Beim Beobachten spielen die Veränderungen in Zeit und Raum eine Rolle (Killermann, 2011, S.135).
Dabei gilt es laut Dietrich (1979, S.114; Zitiert in Eschenhagen, 2006, S.242) keine grundlegend verändernden Eingriffe an den zu beobachtenden Prozessen vorzunehmen.
Ziel der Beobachtung ist es, zeitliche und räumliche Veränderungen wahrzunehmen und Zusammenhänge zwischen Bau und Lebensweise eines Organismus zu erkennen (z.B. die Reaktion der Kellerassel auf Licht oder Feuchtigkeit oder die Entwicklung des Mehlkäfers).
Man unterscheidet Kurzzeitbeobachtungen, die im Rahmen einer Unterrichtsstunde durchgeführt werden können, von Langzeitbeobachtungen, die höhere Anforderungen an das eigenverantwortliche Arbeiten der Schüler stellt.

Das *Vergleichen* beruht auf dem Beobachten und erfordert Kriterien, welche sich aus den Kennzeichen ergeben, nach denen verglichen wird. Das Vergleichen fördert das genaue Beobachten, dient der Begriffsbildung, dem Ordnen und Bestimmen (Gropengießer, 2013, S269, 294-298).

Untersuchen

„Beim Untersuchen wird, über das Beobachten bzw. Betrachten hinaus, in das Objekt eingegriffen,...“ (Killermann, 2011, S.140). Dabei kommen unterschiedliche Hilfsmittel, wie Pinzette, Messer, Schere, Präpariernadel, optische Geräte wie Mikroskop oder Lupe, sowie andere Geräte, z.B. Thermometer und Chemikalien zum Einsatz, um neben den einzelnen Strukturen auch die Funktion der zu untersuchenden Objekte zu erfassen (Otteni in Spörhase, 2014, S.95-98).
Als Untersuchungsobjekt dienen Pflanzen, Pflanzenteile, tote Insekten, Wirbeltiere und ihre Organe. Dabei soll am besten auf Objekte zurückgegriffen werden, welche ausreichend groß und leicht zu beschaffen sind, wie z.B. Lauch, Tulpe, Schweinepfötchen, Schweineherz.

Häufige Formen des Untersuchens sind das *Sezieren* und das *Präparieren*.
Beim *Sezieren* werden biologische Objekte geöffnet um Informationen zur Lage, zur Form und zum Aufbau von Organen oder deren Bestandteilen zu erlangen.
Beim *Präparieren* hingegen liegt das Augenmerk auf der vorübergehenden oder dauerhaften Konservierung der Bestandteile und Strukturen.
„Aus erzieherischen Gründen erscheint das Präparieren oder Sezieren ganzer Wirbeltiere als problematisch. … Geeigneter sind einzelne Organe von Schlachttieren.“ (Killermann, 2011, S.141)

Es ist wichtig, dass den Schülern im Vorfeld die theoretische Überlegung zum Sinn und Zweck der Untersuchung verdeutlicht wird. Hierbei gilt es die Notwendigkeit der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in den Vordergrund zu stellen. Es darf nicht der Eindruck entstehen, dass Untersuchungen aus Freude am Zerstören vorgenommen werden.

Für das Sezieren von Objekten, die Abwehrreaktonen auslösen können, empfehlen Entrich und Staeck (zitiert in Holstermann, 2009, S.25) Partner- oder Gruppenarbeiten, damit die Schüler über die Möglichkeit verfügen eine gewisse Distanz zum Präparationsobjekt zu halten.
Staeck (zitiert in Holstermann, 2009, S.25) geht außerdem davon aus, dass durch das Schaffen einer wissenschaftlichen Arbeitsatmosphäre mögliche Ekelgefühle reduziert werden können.
Sind die Jugendlichen nicht in der Lage ihren Ekel zu überwinden „soll kein Zwang ausgeübt werden. Mit alternativen Möglichkeiten wie dem Führen eines Protokolls […], dem Erstellen einer Skizze, [oder dem Arbeiten an Modellen,] lassen sich Schüler ebenso in Untersuchungen einbinden“ (Otteni in Spörhase, 2014, S.95-98).

Experimentieren

Experimentieren gilt in der Biologie als wesentliche Erkenntnismethode. Genau wie beim Untersuchen verändert der Experimentator aktiv die Bedingungen unter denen das Objekt existiert. Während beim Untersuchen eher statische Elemente erforscht werden, werden bei Experimenten eher dynamische Vorgänge untersucht (Killermann, 2011, S.146).

Das Experiment im Biologieunterricht „stellt einen planmäßig ausgelösten Vorgang dar, bei dem alle beteiligten Faktoren, die diesen Vorgang beeinflussen, kontrolliert sein müssen. Im Regelfall wird einer der zu untersuchenden Faktoren variiert und die anderen beteiligten Faktoren optimal konstant gehalten“ (Klautke, 1997, S.323)
Graf (2004, S.123) fügt dem hinzu, dass die erzielten Ergebnisse wiederholbar und gemeinsam mit den experimentellen Bedingungen für mehrere Betrachter gleichermaßen nachvollziehbar und überprüfbar sein müssen.

Demnach unterscheidet sich das Experiment im Unterricht vom Experiment in der biologischen Forschung. Das Experiment in der Schule, bei dem das Ergebnis dem Lehrer bereits im Vorfeld bekannt ist, dient im Gegensatz zum Forschungsexperiment, nicht nur dem Erkenntnisgewinn, sondern auch dem Nachvollziehen einer Annahme oder dem Erfassen einer Ursache-Wirkungsrelation, sowie dem Erlangen fachgemäßer Arbeitstechniken.
Darüber hinaus differenzieren sie sich aus Gründen der einzuhaltenden Sicherheitsvorschriften, aus Gründen der begrenzten Zeit und des begrenzten Materials, sowie der begrenzten Experimentierfähigkeit der Schüler und eventuell auch die der Lehrer.

In der Fachdidaktik unterscheidet man verschiedene Arten von Experimenten.
Abhängig von der didaktischen Funktion im Erkenntnisprozess der Lernenden, bezeichnet man ein Experiment als einführendes, klärendes oder bestätigendes Experiment.

Das *einführende Experiment* dient zum Einstieg in ein bisher unbehandeltes Themengebiet. Durch die Veranschaulichung bestimmter biologischer, oft abstrakter Phänomene sollen diese dem Schüler leichter zugänglich gemacht werden. Außerdem soll diese Art des Experiments die Jugendlichen motivieren und zum Nachdenken anregen (Hammann in Spörhase, 2014, S.102).
Gropengießer (2013, S.269) präzisiert, dass beim einführenden Experiment „der Theoriebezug und die Hypothesenbildung nachgeliefert“ werden sollen.

Das *klärende Experiment*, auch noch als *entdeckendes Experiment* bezeichnet, gibt Aufschluss über eine aufgeworfene Frage oder ein Problem und soll möglichst alle Aspekte des naturwissenschaftlichen Arbeitens beinhalten. Bei dieser Art des Experimentierens soll dem Schüler ein forschend-entdeckendes Lernen ermöglicht werden. Die Vorgehensweise der experimentellen Erkenntnisgewinnung soll dabei im Vordergrund stehen und nicht das mechanische Abarbeiten einer Versuchsanleitung. In diesem Kontext ist immer wieder die Rede des „Nachkochens".
Gropengießer (2013, S.287) geht davon aus, dass obwohl „die Lernenden oft nicht alle Schritte selbstständig durchführen können [da sie] häufig […] Hilfe bei der Planung des Experiments [brauchen], insbesondere für die Auswahl und Handhabung des Experimentiermaterials", sie eine Einsicht in die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung erhalten.
Weitere Faktoren welche dem selbstständigen Experimentieren Grenzen setzen sind Zeitmangel, Komplexität, Mangel an Material oder mögliche Gefahren für die Schüler.

Das *bestätigende Experiment* soll Erfahrungen vertiefen. Es findet am Ende einer Unterrichtseinheit statt und dient laut Killermann (2011, S.151) als zusätzliche Anschauungshilfe, sowie dem Sichern der bis dahin gewonnenen Erkenntnis, dem Üben und Wiederholen des Gelernten.

Je nach Zeitaufwand unterscheidet man zusätzlich zwischen *Kurz-* und *Langzeitexperimenten.* Während Kurzzeitexperimente innerhalb einer Stunde oder einer Doppelstunde abgeschlossen werden können, erstrecken sich Langzeitexperimente über mehrere Tage bis Wochen. (Gropengießer, 2013, S.287)

Des Weiteren unterscheidet man je nach ausführender Person zwischen *Lehrer-/ Demonstrations-experiment* oder *Schülerexperiment* und je nach Genauigkeit der Ergebnisse zwischen *qualitativen Experimenten* und *quantitativen Experimenten*.
Qualitative Experimente (lat. *qualitas* = Beschaffenheit) dienen dazu herauszufinden ob ein Faktor für einen Vorgang in der Natur eine Rolle spielt oder nicht. Die Antwort bei qualitativen Experimenten besteht aus einem klaren Ja oder Nein. (z.B. Ist Licht für die Fotosynthese nötig?)
Bei *quantitativen Experimenten* (lat. *quantitas* = Menge) werden mehrere einzelne Messergebnisse in Beziehung zueinander gesetzt. (z.B. Welche Verbindung besteht zwischen Lichtintensität und Sauerstoffproduktion bei der Fotosynthese von grünen Pflanzen?) (Gropengießer, 2013, S.287 + 288).

Dadurch, dass sich oft mehrere Arbeitsweisen beim praktischen Arbeiten vereinen kann nicht immer eindeutig unterschieden werden ob es sich um Betrachten, Beobachten, Vergleichen, Untersuchen oder Experimentieren handelt.

Zusammengefasst bezeichnet man als „praktisches Arbeiten“ im Biologieunterricht somit einen Unterricht bei dem die Lernenden sich überwiegend aktiv und selbstständig mit Objekten und Phänomenen aus der Natur auseinandersetzen.

3.2. Sinn und Bedeutung des praktischen Arbeitens

Praktisches Arbeiten wirkt sich positiv auf den Lernzuwachs aus

Die Jugendlichen können beim praktischen Arbeiten, durch den direkten Bezug zum Objekt, wirklichkeitsgetreue Vorstellungen gewinnen, sowie Wahrnehmung, Denk- und Urteilsvermögen schulen.
Verbinden die Schüler dabei ihre theoretischen Kenntnisse mit der Praxis, werden ein ganzheitliches, vernetztes Denken gefördert (Staeck, 1998, S.129-133, zitiert in Holstermann, 2009, S.22), und abstrakte Vorgänge veranschaulicht und verstehbar gemacht.
In anderen Worten, „der Umgang mit den realen Objekten (Stoffen, lebenden Systemen, Apparaten) ermöglicht ein auf konkrete Anschauung und praktische Erfahrung gegründetes Lernen, welches das Verständnis der Theorie erleichtert und vertieft.“ (Lind, 1998, S.4)

Praktisches Arbeiten ermöglicht die praxisnahe Vermittlung naturwissenschaftlicher Vorgehensweisen

Durch den Einsatz diverser fachgemäßen Arbeitsweisen (Mikroskopieren, Sezieren, Experimentieren, genaues Beobachten, sorgfältiges Arbeiten, …) soll den Schülern praxisnah vermittelt werden, wie in den Naturwissenschaften, zu denen die Biologie zählt, gearbeitet wird und neue Erkenntnisse gewonnen werden (Killermann, 2011, S.147).

Praktisches Arbeiten ermöglicht den Erwerb experimenteller Fähigkeiten

Darüber hinaus fördert der Umgang mit den im „praktischen“ Unterricht eingesetzten Hilfsmitteln den Erwerb manueller Fertigkeiten, welcher sich über das experimentelle Arbeiten hinaus im Alltag als nützlich erweisen kann (Killermann, 2011, S.147).

Praktisches Arbeiten fördert Autonomie, Motivation und Interesse

Im „praktischen“ Unterricht steht das autonome Arbeiten der Schüler im Vordergrund, wodurch ein selbstständiger Wissenserwerb ermöglicht wird, welcher sich positiv auf die Lernmotivation und Interessenentwicklung der Jugendlichen auswirkt.
Dabei gilt es zu beachten, dass es bei Autonomie „nicht um das Streben nach totaler Freiheit und Ungebundenheit geht, sondern darum, seine Ziele und Handlungsweisen auf dem erreichten Kompetenzniveau selbst bestimmen zu können“ (Ruppert in Spörhase-Eichmann, 2010, S.112).
Beim eigenverantwortlichen Arbeiten und Lernen der Schüler geht es deshalb nicht darum, Schüler alles selbst erarbeiten zu lassen (Klippert, 2007, S.15). Die Unterrichtsplanung muss mit Blick auf die Möglichkeiten und Grenzen des Lerners stattfinden. Dadurch, dass die erfolgreiche Bewältigung einer Aufgabe nur dann als Bestätigung des eigenen Könnens erfahren wird, wenn sie weitgehend selbst erarbeitet wurde, ist es besonders wichtig die Aufgabenstellung vom Schwierigkeitsgrad her weder zu leicht noch zu schwer zu gestalten, damit die Schüler sich gefordert, jedoch nicht überfordert fühlen (Krapp, 1998 zitiert in Ruppert in Spörhase-Eichmann, 2010, S.112).

Werden Aufgaben selbstständig gelöst, wird zur Belohnung im Gehirn Dopamin frei, welches sowohl eine Rolle bei der Speicherung ins Langzeitgedächtnis spielt, als auch bei der späteren Motivation. So erschaffen Schüler laut Piaget, durch das aktive Herausfinden von Antworten, durch „Learning by Doing" ihr Weltbild und werden zu kritischem Denken erzogen.
Hier gilt: Je stärker die Eigenbeteiligung desto mehr und besser behält man (Salentiny, 2011; Schmitt, 2011).

Erzähle mir und ich vergesse.
Zeige mir und ich erinnere mich.
Lass mich tun und ich verstehe.
(Konfuzius, 551 – 479 v. Chr., zitiert in Eckbrecht, 2013, S.3)

In einer retrospektiven empirischen Studie stellte Hesse (2000, S.194, zitiert in Köhler 2010, S.146) fest: „Es sind gerade die praktischen Arbeiten, an die sich Erwachsene noch erinnern, wenn man sie nach Biologie-Inhalten aus oft 13 Schuljahren befragt: […] Bestimmte Experimente, ökologische Untersuchungen mit konkreten Arbeitsaufgaben und Mikroskopie werden genannt, […] und dies alles vor dem Hintergrund einer relativ schmalen Basis an praktischem Arbeiten“

Praktisches Arbeiten dient der Weiterentwicklung der Persönlichkeit und der sozialen Kompetenzen (z.B. Kommunikation und Teamfähigkeit)

Dadurch, dass beim praktischen Arbeiten meist die Partnerarbeit oder Kleingruppenarbeit als Sozialform zum Einsatz kommt, kann zusätzlich die Kooperationsfähigkeit der Schüler gefördert werden (Eschenhagen, 2006, S.232; Killermann, 2011, S.147). Die Schüler können so unter anderem lernen eine eigene Meinung zu äußern, mit anderen zu diskutieren, die eigene Meinung durchzusetzen oder zu revidieren.
Eschenhagen (2006, S.232) geht ferner davon aus, dass durch Kleingruppenunterricht und Partnerarbeit gelernt wird zum einen innerhalb eines Teams eine Aufgabe zu übernehmen und diese gewissenhaft zu erledigen (exaktes Beobachten und genaues Durchführen) und zum anderen Spannungen innerhalb einer Gruppe zu erkennen, zu ertragen und zu ihrer Lösung beizutragen.
Daneben soll auch die selbstständige und problemorientierte Erarbeitung der Lerninhalte der Persönlichkeitsentwicklung der Lernenden dienen.

3.3. Durch Studien nachgewiesene Effekte des praktischen Arbeitens

Vorab sei gesagt, dass es schwierig ist zwei unterschiedliche Lehrformen miteinander zu vergleichen. Aus diesem Grund beziehen sich zahlreiche Studien nur auf einen Aspekt, entweder aus dem kognitiven, affektiven oder motorischen Bereich. So wurde das Augenmerk im kognitiven Bereich (welcher sich auf das Wissen, Denken oder Erkennen bezieht) z.B. auf den Lernzuwachs gerichtet, oder im affektiven Bereich (welcher sich auf die Änderungen der Interessen, Einstellungen und Werthaltungen bezieht) auf die Steigerung des Interesses und/oder der Motivation, oder im motorischen Bereich (welcher sich auf die physische, manuelle, motorische, sensorische oder technische Fertigkeiten bezieht) auf das Beherrschen einer Arbeitstechnik.

Es gibt zahlreiche Studien zur Effektivität des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht. Es gibt jedoch keine eindeutigen Ergebnisse.
Rezenteste Metaanalyse welche ich diesbezüglich gefunden habe, ist die von Hegarty-Hazel (1986, S.130, zitiert in Scharfenberg, 2009, S.19). Er fasst die Situation wie folgt zusammen: Es gibt sowohl Forschungen welche zum Schluss kommen, dass das experimentelle Arbeiten den Lernerfolg betreffend effektiver sei, andere wiederum belegen, dass der Lernerfolg bei einem nicht

experimentellen Unterricht höher ist und wiederum weitere Untersuchungen zeigen keinen eindeutigen Unterschied zwischen beiden Lehrformen.

Lunetta (1998, S.250, zitiert in Scharfenberg, 2009, S.20, 21) ist der Meinung, der geringe Lernerfolg beim Experimentieren hat damit zu tun, dass die Schüler keinen Zusammenhang zwischen Ziel (überprüfen der Hypothese) und Vorgehensweise (Versuchsdesign) erkennen. Stattdessen glauben die Schüler Sinn und Zweck des Experiments bestünde darin die Versuchsanleitung möglichst genau [rezeptmäßig] zu verfolgen bzw. die richtigen Antworten herauszufinden.
Weiterhin sagt Lunetta, dass die Schüler sich nicht „uneingeschränkt ihrer Beobachtungstätigkeit widmen“ können, weil sie „gleichzeitig andere Arbeiten verrichten“.

Ähnlich verhält es sich mit Studien, welche den Fokus auf Interesse und Motivation für die Naturwissenschaften legen. Harlen (1999, S.7, zitiert in Scharfenberg, 2009, S.20, 21) und White (1996, S. 768, zitiert in Scharfenberg, 2009, S.20, 21) kommen zum Schluss, dass ein Mehr an praktischem Arbeiten nicht einhergeht mit einem gesteigerten Interesse an bzw. einer größeren Motivation für die Naturwissenschaften.
Während Hofstein und Lunetta (2004, S.34, zitiert in Scharfenberg, 2009, S.21), sowie Löwe (1983, zitiert in Killermann, 2011, S.147) angeben, dass praktisches Arbeiten eine generell positive Veränderung der Einstellung und des Interesses für biologische Themen bewirkt.

Eine von Killermann hervorgehobene Studie, welche sowohl den kognitiven wie affektiven Bereich betrifft, ist die von Füller (1992, zitiert in Killermann, 2011, S.148). In der besagten Studie kam Füller zum Schluss, dass der Lernzuwachs höher ist wenn im Unterricht Experimente durchgeführt werden. „Dabei ergab der Unterricht mit Demonstrationsexperimenten mehr Lernzuwachs als der mit Schülerexperimenten. Im affektiven Bereich zeigten die Gruppen mit Schülerexperimenten eine Verbesserung der Einstellung zum Biologieunterricht und größeres Interesse an der Botanik, während Demonstrationsexperimente weder in der Einstellung zum Biologieunterricht noch beim Interesse zu einer Verbesserung führten.“

Eindeutig bewiesen werden konnte bisher lediglich der Umstand, dass fachgemäße Arbeitsweisen nur bei praktischen Arbeiten effektiv erworben werden können.

3.4. Unterrichtsplanung

3.4.1.Im Allgemeinen

Um einen effizienten Unterricht zu gewährleisten, ist eine „wohlüberlegte Abfolge methodischer Schritte erforderlich“ (Killermann, 2011, S.226). Daher soll der Lehrende den Aufbau einer Stunde nicht dem Zufall oder seiner augenblicklichen Intuition überlassen. Zu beachten sei, dass trotz einer festgelegten Vorgehensweise, die Unterrichtsplanung flexibel genug bleibt, um auf Abweichungen angemessen reagieren zu können (Eschenhagen, 2006, S.180; Meisert, 2010, S.242). Denn der Unterrichtsverlauf ist vor allem davon abhängig, ob und wie sich die Schüler je nach Interessen, Erfahrungen, Vorstellungen und kognitiven Fähigkeiten gedanklich und handelnd auf das Unterrichtsgeschehen einlassen (Meisert, 2010, S.242). Um die Möglichkeiten und Grenzen der Schüler vorausschauend zu erfassen, sollen die Lernenden bei sämtlichen Überlegungen zur Unterrichtsplanung permanenter Bezugspunkt sein.

Der Unterricht soll nicht nur durch didaktische Reduktion verständlich und zugänglich gemacht werden, sondern auch „durch Verknüpfung mit Alltagserfahrungen als bedeutsam und durch entsprechende Erkenntnisprozesse als verständnis- bzw. kompetenzfördernd erfahren“ (Meisert, 2010, S.243) werden. Denn tritt der Aha-Effekt ein, wird zur Belohnung im Gehirn Dopamin freigegeben, was sowohl eine Rolle bei der Speicherung ins Langzeitgedächtnis spielt als auch bei der späteren Motivation. Dabei sei zu beachten, je höher die Eigenbeteiligung desto besser das Behalten.

In der Rolle des unterstützenden Begleiters hat die Lehrkraft durch eine geschickte Frage- und Aufgabenstellung die Möglichkeit, die Schüler dazu zu führen, selbst auf Begriffe zu stoßen, Probleme zu lösen, und Erkenntnisse zu gewinnen (Killermann, 2011, S.198; Köhler in Spörhase-Eichmann, 2010, 139).

Ein weiterer Punkt, welcher es laut Howard Gardner bei der Unterrichtsplanung zu berücksichtigen gilt, sind die multiplen Intelligenzen der Schüler, welche weder in der Art noch in der Zeit unveränderlich sind und sich daher bei allen Schülern je nach Dauer und Stimulierung in allen Bereichen entwickeln können (Schmitt, 2011). Deshalb ist es als Lehrkraft wichtig seine Herangehensweisen durch eine Methodenvielfalt im Unterricht zu variieren.

Außerdem kommt der Bestimmung der Unterrichtsziele / Lernziele eine besondere Bedeutung bei der Unterrichtsplanung zu. Eine „lernzielorientierte Unterrichtsplanung [...] gewährleistet eine hohe Effektivität der Planung, sie macht Unterricht kontrollierbar (sofern die Ziele so formuliert werden, dass ihre Überprüfung möglich ist), und sie ist schülerorientiert“. Dabei sei zu beachten, dass die Lernziele stets erreichbar sind. Im Unterricht werden fachspezifische sowie überfachliche Lernziele verfolgt (Killermann, 2011, S.221; Gropengießer, 2013, S.220).

Das Ziel des Lehrenden muss es sein, möglichst viele Schüler zu erreichen, ihre multiplen Intelligenzen zu fördern, ihre Aufmerksamkeit möglichst lange zu sichern und die Schüler bestmöglich zu motivieren damit diese aktiv am Unterrichtsgeschehen teilnehmen. Daher soll der Unterricht strukturiert, zielorientiert, verständlich, handlungsorientiert und abwechslungsreich gestaltet werden.

3.4.2.Im Speziellen für den „praktischen“ Unterricht im Fach Biologie

Damit das „praktische“ Arbeiten, im speziellen das Experimentieren, sich als möglichst effizient erweist und von den Schülern als wichtig empfunden wird, müssen bei der Planung mehrere Aspekte berücksichtigt werden.

So sollen Experimente nicht um ihrer selbst durchgeführt werden, sondern müssen in einem unterrichtlichen Kontext stehen.
Damit sich den Schülern der Sinn der durchgeführten Experimente erschließt, ist es wichtig, dass den Lernenden die theoretischen Überlegungen, die zum Experiment führen ersichtlich sind (Köhler in Spörhase-Eichmann, 2010, S.146-159).

Demnach soll die Lehrkraft, basierend auf dem Vorwissen der Schüler und den experimentellen Befunden, eine plausible und überprüfbare Hypothese zu einer konkreten Frage formulieren und anschließend ein geeignetes Experiment planen (Killermann, 2011, S.151).
Dabei wird mit Vorsatz in den Ablauf der Erscheinungen eingegriffen, indem meist nur eine Variable, manchmal auch mehrere, planmäßig manipuliert wird / werden, während alle anderen Faktoren, welche den Vorgang beeinflussen könnten konstant gehalten werden (Holstermann, 2009, S.22).

Dank Kontrollversuchen sollen konkurrierende Erklärungen ausgeschlossen werden (Gropengießer, 2013, S.290).

Obwohl Gropengießer (2013, S.290) schreibt, „Je einfacher ein Experiment, desto besser!“ muss bei der Vorbereitung darauf geachtet werden, dass die Experimente für die Schüler eine Herausforderung darstellen, weil sonst die Gefahr besteht, dass die Schüler das praktische Arbeiten nur gering schätzen, weil sie kognitiv nicht ausreichend gefordert werden (Hodson, 1990, S. 34 zitiert in Scharfenberg, 2005, S.21).
Experimente sollen also eine Herausforderung sein, welche die Schüler in der Lage sind selbstständig erfolgreich zu meistern. In anderen Worten, Experimente müssen Neugierde wecken und gelingen, sprich „funktionieren“. Dadurch soll Autonomie gefördert, Kompetenz erlebt und Motivation gesteigert werden.

Um das Schülerinteresse und die Motivation der Schüler noch positiv zu beeinflussen soll außerdem

- die vorgesehene Zeit ausreichen, um sämtliche Arbeitsschritte in einem angemessenen Arbeitsrhythmus zu erledigen,
- den Schülern in ausreichendem Maß das Gefühl der Kontrolle und der Unabhängigkeit vermittelt werden,
- ein gewisses Maß an Ergebnisoffenheit gegeben sein
  (Gardner & Gauld 1990, S. 140, 151 zitiert in Scharfenberg, 2005, S.21).

Laut Gardner & Gauld (1990, S. 140, 151 zitiert in Scharfenberg, 2005, S.21) wirkt sogar die „andere Art des Lehrerverhaltens im Vergleich zum üblichen Unterricht“ sich vorteilhaft auf Interesse und Motivation aus.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass es bei der Durchführung von Untersuchungen und Experimenten, vorgeschriebene Sicherheits- und Hygienevorschriften, sowie Pflanzen- und Tierschutzbestimmungen gibt, welche es gilt einzuhalten.

Bei der Vorbereitung darf daher keinesfalls die Sicherheit und Gesundheit der Lernenden vernachlässigt werden. Versuche dürfen nur durchgeführt werden, wenn diese keine Gefahr für die physische und psychische Gesundheit darstellen.

Es ist verboten den Schülern Blut zu entnehmen. Bei Versuchen, bei denen EKGs oder EEGs zum Einsatz kommen, müssen die Geräte der Medizingeräteverordnung entsprechen. Apparate wo Mundstücke zum Einsatz kommen, wie z.B. bei einem Spirometer, müssen diese hygienische einwandfrei sein.

Des Weiteren dürfen im Unterricht nur Lebewesen zum Einsatz kommen, welche aufgrund geltender Natur- und Arten- schutzbestimmungen nicht besonders geschützt sind. Sollte der Einsatz solcher geschützten Organismen sich jedoch als unbedingt nötig erweisen, muss zuvor die Genehmigung der zuständigen Naturschutzbehörde eingeholt werden und die entnommenen Organismen später wieder an der Entnahmestelle ausgesetzt werden.

Außerdem dürfen keine giftigen Tiere oder Tiere welche Krankheiten übertragen werden eingesetzt werden (Gropengießer, 2013, S.292, 293).

3.4.3.Im Konkreten für die Lehrkraft

Obwohl dem praktischen Arbeiten zahlreiche mögliche positive Effekte auf Lernzuwachs, Handfertigkeit, Autonomie, Motivation und Interesse zugeschrieben werden, findet praktisches Arbeiten im Biologieunterricht im Allgemeinen eher selten statt.

Belegt wurde dies in einer Studie von Weigelt und Grabinski (1997 zitiert in Lind, 1998, S.8) bei der Lehrer aus 166 Schulen befragt wurden.

Lind (1998, S.8) fasst die besagte Untersuchung wie folgt zusammen: „62 % der Befragten [bewerten] den Anteil experimentellen Arbeitens als ungenügend; die Situation von Schülerübungen im Freiland (Umweltuntersuchungen) wurde sogar von 86 % als unzureichend bewertet. Bei der Unterscheidung von wissenschaftlichen Arbeitsweisen wird deutlich, dass Mikroskopieren ca. die Hälfte der wissenschaftlichen Arbeitsweisen ausmacht. Die Zeit für sonstige Schülerexperimente wird von über der Hälfte der Lehrkräfte auf weniger als 10 % der jährlichen Unterrichtszeit geschätzt.“

Denkbare Gründe warum Lehrer den Schülern im Biologieunterricht nicht öfters die Möglichkeit bieten auf wissenschaftliche Art und Weise praktisch zu arbeiten sind:

- zu hoher Zeitaufwand (sowohl in Punkto Unterrichtsplanung, wie Durchführung),
- zu große zusätzliche Belastung (z.B. auf Grund fehlender Laborvorbereiter oder Zeitmangels),
- zu anspruchsvolle Erarbeitung des Lernstoffs (stattdessen Bevorzugung von Filmen und anderen Medien),

- zu große organisatorische Probleme (z.B. in Punkto Objektbeschaffung oder Stundenwechsel bei ganz- oder mehrtägigen Freilandexkursionen),
- zu wenig Material (eventuell wegen unzureichend finanziellen Möglichkeiten),
- zu große Stofffülle,
- zu wenig Fachräume,
- zu große Klassen,
- Disziplinschwierigkeiten

(Meyer, 1987, zitiert in Klautke, 1997, S.326).

Damit es im Unterricht zu einer Erhöhung der experimentellen Anteile kommt, werden in der von Weigelt und Grabinski durchgeführten Studie (1997 zitiert in Lind, 1998, S.9) folgende Vorschläge angegeben:

- Verminderung der Klassen- bzw. Kursgröße
- erhöhter Etat für notwendiges Arbeitsmaterial
- bessere Ausstattung des Fachraumes
- **mehr praktikable Vorschläge für <u>einfache</u> Schülerübungen in der Fachliteratur**
- Erhöhung der Pflichtstundenzahl
- Herabsetzen der Stofffülle
- bessere interdisziplinäre Abstimmung der Lerninhalte
- günstigere Verteilung der Biologiestunden im Stundenplan

Damit die Fachlehrer dem experimentellen Unterricht möglichst positiv eingestellt sind, um somit den Schülern eher die Gelegenheit des praktischen Arbeitens zu bieten, sollen Schülerexperimente neben einer schülernahen Fragestellung und einem möglichst hohen Ertrag in Bezug auf den Lernzuwachs, überschaubar in Aufbau und Ablauf sein und der Lehrkraft nur einen begrenzten zeitlichen, organisatorischen und finanziellen Aufwand abverlangen (Staeck, zitiert in Holstermann, 2009, S.23).

Aufwand des Lehrers und Nutzen für den Schüler sollen in einem vernünftigen Verhältnis zueinander stehen.

4. Praktische Durchführung

4.1. Beschreibung der Situation

Ich habe meinen „Travail de candidature“ über den praktischen Teil des Fachs „Biologie générale“ auf mehreren 10PS-Klassen des Lycée Nic-Biever in Düdelingen gemacht. Über 3 Jahre hinweg habe ich dabei diverse praktische Arbeiten auf 4 unterschiedlichen 10PS-Klassen durchgeführt und angepasst. Den Großteil der Durchführung fand auf 2 10PS-Klassen während dem Schuljahr 2016/2017 statt.

Folgende Tabelle beschreibt die Zusammensetzung der Klassen.

Klasse (Jahrgang)	Anzahl der Schüler	Anzahl der Mädchen	Anzahl der Jungen	Anzahl der Wiederholer
10PS3 (2015/2016)	24	13	11	2
10PS1 (2016/2017)	26	14	12	3
10PS2 (2016/2017)	26	16	10	3
4GPS2 (2017/2018)	25	15	10	6

Rückblickend betrachtet waren die 4 Klassen mehr oder weniger gleich stark. Im theoretischen Teil des BIOGE-Unterrichts fiel mir bei allen 4 Klassen besonders auf, dass die Mehrheit der Schüler Schwierigkeiten hatten den Sinn der Buchtexte zu verstehen. Außerdem gelang es den wenigsten ihr erlerntes Fachwissen einwandfrei, verständlich, in korrektem Deutsch, in eigenen Worten wieder zu geben.

Regelmäßig konnte ich feststellen, dass fleißige Schüler den Lernstoff für die Prüfung auswendig gelernt hatten und diesen dann wortwörtlich wiedergaben. Wurde an anderer Stelle jedoch eine Frage gestellt, welche nach einer eigenen Formulierung verlangte, schnitt ein Großteil dieser Schüler nur unzureichend ab. Dabei hatte ich leider überwiegend den Eindruck, dass der Grund hierfür mangelndes Fachverständnis war. Ich gehe davon aus, dass jene Jugendliche den Sinn des Lernstoffs nicht vollständig verstanden hatten.

Bei der Vorbereitung für die Praktika habe ich daher besonders auf eine einfache, leicht verständliche Sprache geachtet, sprich kurze Sätze oder Stichwörter, Hervorheben der wichtigen Informationen durch andersartige Formatierung, und keine unnötigen Umschreibungen.

Von der Schüleranzahl, der Genderverteilung, der Arbeitseinstellung und den erbrachten Leistungen her, kann man sagen, dass die 4 Klassen identisch waren.

Hervorheben möchte ich jedoch, dass das Klassenklima der 10PS2 (2016/2017) besonders gut war. Die Schüler schienen sich untereinander hervorragend zu verstehen und wirkten zudem sozial besonders engagiert und kompetent. Fast die Hälfte beteiligte sich in irgendeiner Form an den außerschulischen Aktivitäten, sei es im Schülerkomitee, im Schultheater, bei der Schülernachhilfe oder an sonstigen Projekten.

An dieser Stelle möchte ich auch die Klasse 10PS1 (2016/2017) erwähnen. Auf dieser Klasse gab es zwei Schüler, beides Jungen, welche bei jeder sich bietenden Gelegenheit betonten, dass sie Muslime seien. Dadurch, dass in dieser Klasse die Glaubensrichtung regelmäßig in Verbindung zum Fach, sei es bei der Evolution oder dem etwaigen Manipulieren von Körperteilen vom Schwein, zur Sprache kam, fragte ich ganz unverbindlich bei all meinen Schülern nach, wer von der religiösen Überzeugung her der Meinung sei, der Umgang mir Körperteilen vom Schwein könnte sich als problematisch erweisen.
Im Endeffekt wurde mir so bewusst, dass sich auf der 10PS1 (2016/2017) 4, auf der 10PS2 (2016/2017) 3 und auf der 4GPS2 (2017/2018) 7 Muslime befanden. Bis auf die beiden besagten Schüler der 10PS1 (2016/2017), waren alle Schüler der Meinung, dass ihre Religion keine Auswirkungen auf den „praktischen“ Unterricht habe. Darüber hinaus, stellte sich im Laufe der Zeit heraus, dass beide Jungen, welche wann immer möglich betonten, dass sie Muslime seien, dies eher aus Provokation als aus religiöser Überzeugung taten.

Wöchentlich stehen der Lehrkraft im Fach „biologie générale“ zwei „theoretische“ Unterrichtsstunden, bei denen die gesamte Klasse unterrichtet wird und zwei „praktische“ Unterrichtsstunden“, während denen abwechselnd die Hälfte der Klasse unterrichtet wird, zur Verfügung.

Auf allen 10PS-Klassen floss, wie vom „horaires et programmes“ vorgeschlagen, die Note aus dem praktischen Arbeiten zu einem Viertel in die Endnote mit ein.

Neben der Bewertung, informierte ich die Schüler, ebenfalls gleich zu Beginn des Schuljahrs darüber, dass im praktischen Arbeiten Präsenzpflicht herrsche. Gemeint ist, dass jeder Jugendliche durchaus einmal für ein Praktikum pro Trimester fehlen kann, dass darüber hinaus die versäumten „TP"-Stunden jedoch nachgeholt werden müssen. Im Regelfall geschieht dieses Nachholen während den normalen „TP-Stunden". Fehlt also ein Schüler der Gruppe A, kommt er die darauf folgende Woche mit den Schülern aus der Gruppe B ins praktische Arbeiten und umgedreht.
Des Weiteren äußerte ich den Wunsch, dass ich über etwaiges Fehlen, falls im Vorfeld bekannt, zum Beispiel bedingt durch einen Arztbesuch, informiert werden möchte.
Generell hielten sich die Schüler an meine Anweisungen. Anstrengend empfand ich diesbezüglich jedoch die Schüler der Klasse 10PS1 (2016/2017). Hier gab es immer wieder Jugendliche, die ich explizit darauf hinweisen musste, dass sie ein Praktikum nachzuholen haben.

4.2. Planung

Wie „klassischer" Unterricht muss auch „praktischer" Unterricht sorgfältig geplant und vorbereitet werden. Oft ist diese Vorbereitung jedoch zeitaufwändiger und arbeitsintensiver. Die Vorbereitungen bestehen darin sich einen Überblick über die Möglichkeiten zu verschaffen. Je nachdem welche Untersuchung oder Experiment man durchführen möchte, ist ein Versuchsdurchlauf im Vorfeld nötig, um etwaige Schwierigkeiten im Vorfeld gezielt ausmachen zu können.
Das notwendige Arbeitsmaterial muss beschafft und bereitgestellt werden. Im Falle wo einem kein Laborvorbereiter zur Seite steht, ist es sinnvoll die Schüler maximal in die Aufräumarbeiten nach Beendigung der Praktika mit einzubeziehen.
Um den Lernerfolg zu steigern, sollen den Lernenden die Ziele der praktischen Arbeiten verständlich und vorab bekannt sein. Des Weiteren sollen die Arbeitsaufträge für die Schüler verständlich formuliert sein und in der vorgegebenen Zeit erfüllt werden können. Die Arbeitsaufträge sollen außerdem in ihrer Komplexität dem Schülerniveau angepasst sein und von Neuartigkeit gekennzeichnet sein, damit das Interesse der Lernenden geweckt wird.
Die Schülerpartizipation im „praktischen" Unterricht, die Schülerarbeiten, diverse Prüfungsfragen, sowie die Freilandexkursionen dienen mir um einen möglichst ausführlichen Eindruck über Motivation, Autonomie und Können der Schüler zu erlangen.

4.3. Unterrichtsmethoden

4.3.1.Sinn und Bedeutung von Unterrichtsmethoden

Unterrichtsmethoden dienen zum einen aus Lehrersicht dazu Wissen, Fertigkeiten oder Kompetenzen (z.B. Autonomie) zu vermitteln und zum anderen aus Schülersicht dazu, sich Wissen, Fertigkeiten oder Kompetenzen anzueignen. Sie erfordern in der Unterrichtsgestaltung die Zusammenarbeit von Lehrern und Schülern und ermöglichen es den Lernweg des Letzteren zu strukturieren (Meyer, 2009, S.86).

„Unterrichtsziele, -inhalte und -methoden stehen in Wechselwirkung zueinander“ (Meyer, 2009, S.92). Daher gilt es je nach Ziel und Inhalt eine angemessene Unterrichtsmethode auszuwählen.

Darüber hinaus rechtfertigt die Heterogenität der Klassen, die von den Pädagogen vielfach geforderte Methodenvielfalt. Die Schüler bringen sehr unterschiedliche Lernvoraussetzungen, Bedürfnisse und Interessen in den Unterricht mit ein.
Deshalb ist es als Lehrkraft wichtig seine Herangehensweisen im Unterricht zu variieren um möglichst viele Schüler anzusprechen, deren Aufmerksamkeit zu erregen und deren unterschiedliche Intelligenzen zu fördern, denn nicht jede Lernmethode ist für jeden Schüler geeignet.

4.3.2.Begründung der ausgewählten Unterrichtsmethoden

Arbeitsblätter

Für den Unterricht individuell angefertigte Arbeitsblätter ermöglichen es Informationen zu liefern, Arbeitsaufträge zu stellen, das Gelernte zu sichern, Übungsmöglichkeiten zu bieten oder Lernerfolge zu testen und dies ganz gezielt zu einem Thema - auf die Lernziele abgestimmt (Killermann, 2011, S. 179, 180).
Die Arbeitsunterlagen sollen zudem durch zielgerichtete, eindeutig gestellte und daher verständliche Arbeitsaufträge und Aufgaben dazu führen, dass die Schüler autonom arbeiten, Probleme lösen und Erkenntnisse gewinnen. Durch eigens gestaltete Texte und einen hohen Anteil an Bildern (schematische Darstellungen, Skizzen, mikroskopische Aufnahmen, Fotos) sollen die Arbeitsblätter visuell ansprechend auf die Schüler wirken und es ihnen ermöglichen die wichtigsten Informationen schnell und gezielt ausfindig zu machen.

Mikroskopieren

Durch das Mikroskopieren wird der Zugang in die Welt des Kleinen möglich.
Mit der Entwicklung des Mikroskops eröffneten sich der Menschheit ganz neue Erkenntnisse, eine völlig neue biologische Dimension der Organismen wurde entdeckt (Eschenhagen, 2006, S.248). „Die Mikroskopie ist eine der wichtigsten biologischen Forschungsmethoden. Sie ermöglicht auch im Biologieunterricht ein problemorientiertes, forschendes Lernen“ (Eschenhagen, 2006, S.248).
Das Mikroskop ist vor allem aus der Zellenlehre gar nicht mehr weg zu denken. Durch seine Anwendung in der Schule ermöglicht es bestimmte Erkenntnisse (z.B. Organe bestehen aus Geweben und diese wiederum aus Zellen) erfahrbar zu machen.
Beim Mikroskopieren werden verschiedene biologische Arbeitstechniken angewandt. Unbewegte Objekte können betrachtet (z.B. Insektenflügel) oder Lebewesen in ihrem Verhalten beobachtet werden (z.B. Pantoffeltierchen). Des Weiteren dient es dem Untersuchen der inneren Struktur von Lebewesen (z.B. Aufbau eines Laubblattes) und dem Experimentieren (z.B. Plasmolyse und Deplasmolyse bei Epidermiszellen einer roten Küchenzwiebel).
Um von den Möglichkeiten die das Mikroskop einem bietet voll und ganz profitieren zu können, ist es wichtig den Umgang korrekt zu beherrschen.

„Beim Mikroskopieren in Einzel- oder Partnerarbeit werden kognitive, affektive und psychomotorische Lernmöglichkeiten eröffnet. [...] [Die Lernenden erfahren,] dass alle Lebewesen aus Zellen bestehen. [Außerdem] lernen sie die wichtigsten Bestandteile der Zellen kennen. Das Abstraktions- und Vorstellungsvermögen der Lernenden wird geschult. Sie müssen das zweidimensionale mikroskopische Bild in die dreidimensionale Vorstellung vom Realobjekt übersetzen. [...]
Durch den Umgang mit dem Objekt und dem empfindlichen Gerät wird die Feinmotorik der Lernenden geschult. Sie lernen dabei sehr genau auf Details zu achten. Bei der Beschreibung des Gesehenen wird die Ausdrucksfähigkeit geübt. Die Fähigkeit zur exakten Beobachtung wird durch Zeichnen des Gesehenen noch unterstützt. [...]
[Wird in Partnerarbeit mikroskopiert, können die Schüler] sich gegenseitig beim Herstellen der Präparate und Einstellen des Mikroskops [helfen]. Die gewonnenen Erkenntnisse werden mitgeteilt und ausgetauscht. [...]
Viele Präparate sind von großer Schönheit und sprechen die Betrachter auch emotional an“ (Eschenhagen, 2006, S.249).

In einer von Killermann durchgeführten Untersuchung „zum Vergleich von Mikroskop und Videofilm wurde deutlich, dass das selbstständige Mikroskopieren höhere Lernzuwächse erzielt als der Einsatz eines entsprechenden Videofilms“ (Killermann, 2011, S.179).

Herstellung von Frischpräparaten

Dadurch, dass man beim Mikroskopieren nur dann Einzelheiten erkennt, wenn es sich um dünne Schichten oder durchsichtige Strukturen handelt, müssen zuvor meist adäquate Präparate hergestellt werden. Indem man die zu untersuchenden Lebewesen zerschneidet oder zerzupft kann man ihre innere Struktur untersuchen. Bei der Herstellung von Frischpräparaten lernen die Schüler eine kostengünstige Arbeitstechnik zur Untersuchung vieler Objekte kennen.

Sezieren

“Anschaulichkeit ist für den Biologieunterricht grundlegend und unverzichtbar“ (Köhler in Spörhase-Eichmann, S.127, 2010). Damit der Unterricht Anschaulichkeit erlangt, muss er über Anschauungsmittel verfügen, mit denen sich die Lernenden möglichst selbstständig auseinandersetzen können.
Beim Sezieren wird den Schülern Wissen, über Lage, Form und Aufbau von Organen oder deren Bestandteilen, über maximale Anschaulichkeit vermittelt. „In der Humanbiologie sind vor allem Organe vom Schwein, aufgrund ihrer Ähnlichkeit mit denen des Menschen bedeutsam (z.B. Blut, Herz, Lunge, Niere, Auge)“ (Köhler in Spörhase-Eichmann, S.148, 2010).
Um etwaige Vorbehalte der Schüler abzubauen, werden die Schüler nicht dazu gezwungen mit den zoologischen Objekten zu arbeiten. Jene Schüler können z.B. durch Arbeiten an Modellen oder dadurch, dass in Zweiergruppen gearbeitet wird, durch Zuschauen und Protokollieren ihre anfängliche Scheu nach und nach überwinden.

Experimentieren

Beim Experimentieren, welches in der Biologie als wesentliche Erkenntnismethode gilt, können die Schüler in die Rolle des Forschers schlüpfen und so vom passiven Zuhörer zum aktiven Entdecker werden. Die Schüler sollen durch einen hohen Anteil an Eigenpartizipation Wissen erlangen und Kompetenz erfahren. Dabei ist es wichtig, dass die Schüler den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung erkennen und die wirksamen Faktoren identifizieren können.

Wird die Aufgabe zudem mit Interesse und Begeisterung seitens des Lehrers vorgetragen, obschon diesem die Ergebnisse im Vorfeld bekannt sind, können zusätzlich Interesse und Motivation der Jugendlichen gesteigert werden.

Protokollieren

„Das Protokollieren ist eine Erfassungs- und Dokumentationstechnik mit einem Protokoll als Ergebnis“ (Eschenhagen, 2006, S.271).
Dabei handelt es sich um einen standardisierten, schriftlichen Bericht in dem die eingesetzten Vorgehensweisen, Beobachtungen und Deutungen dokumentiert werden.
Durch das genaue Beschreiben ihrer Beobachtungen lernen die Schüler zudem genauer zu beobachten, ihre Sinneseindrücke zu überprüfen und ihre Befunde mit anderen zu diskutieren. „Das Überprüfen wird durch eine Verschriftlichung der Beobachtung besonders gefördert“ (Stelzig in Spörhase, 2014, S.160).
Ein wesentlicher Bestandteil von Protokollen können Zeichnungen sein. Durch die von Schülern gemachten Zeichnungen erhält die Lehrkraft einen Einblick in die Vorstellungswelt und in den Kenntnisstand der Lernenden.
Beim Protokollieren ist es wichtig Beobachtung und Interpretation streng voneinander zu unterscheiden. „Das Ringen um mehr oder weniger treffende Formulierungen für Beobachtungen ist ein wichtiger Teil des naturwissenschaftlichen Arbeitens“ (Eschenhagen, 2006, S.245).
Neben der Sicherung der Befunde dient das Protokoll der Lehrkraft der Schülerbewertung.

Zeichnen

Beim Zeichnen lernen die Schüler eine weitere fachgemäße Arbeitsmethode kennen. Diese ermöglicht den Lernenden biologische Strukturen und Abläufe als gezeichnetes Bild zu dokumentieren. Das Zeichnen dient dabei sowohl dem Erkenntnisgewinn, wie der Wissensdokumentation. Durch das Betrachten einer Struktur oder das Beobachten eines Vorgangs setzen sich die Schüler lange mit einem Präparat auseinander. „Erkannte Strukturen und ihre Charakteristika werden zunächst in eine subjektive Vorstellung und dann in ein gezeichnetes Bild umgesetzt. Die Richtigkeit der gewonnenen Vorstellung und das daraus entstandene Bild können direkt am Original überprüft und ggf. korrigiert werden“ (Spörhase in Spörhase, S.162-171, 2014).

Vor allem in der Mikroskopie finden Zeichnungen Anwendung. Wichtige Objektmerkmale eines mikroskopischen Präparats sind Form, Anzahl, Lage und Beziehung der Zellen und Gewebe zueinander.

Gruppenpuzzle

Das Gruppenpuzzle, auch noch Jigsaw, Expertenpuzzle oder Stammgruppen-Experten-Methode genannt, ist „besonders für den Erwerb von Fachwissen in Einführungsphasen geeignet, da sich die Lernenden nicht nur Wissen selbst erarbeiten, sondern dieses auch anderen vermitteln“ (Schmiemann in Spörhase, S.205, 2014).
Dabei handelt es sich um eine besondere Form des Gruppenunterrichts, bei der sich die Schüler in einer ersten Phase individuell mit einem Teilbereich des Themas auseinandersetzen. Dadurch, dass in der Einarbeitungsphase kein weiteres Gruppenmitglied der „Stammgruppe“ das gleiche Teilthema behandelt, wird verhindert, dass die Gruppenarbeit nur durch einige wenige Mitglieder getragen wird, während sich die anderen zurückziehen und sich nicht beteiligen.
In der zweiten Phase wechseln die Lernenden in eine „Expertengruppe“. Alle Schüler mit dem gleichen Teilthema sitzen nun zusammen und verfügen über die Möglichkeit sich über ihr Thema auszutauschen, Verständnisschwierigkeiten zu klären und gegenseitig Wissenslücken zu schließen.
Abschließend gehen die „Experten“ in ihre jeweilige „Stammgruppe“ zurück, wo sie jeweils ihr „Expertenwissen“ weitergeben. „Dabei vertiefen und festigen sie das eigene Wissen („Lernen durch Lehren“) und bekommen das Expertenwissen der anderen vermittelt“ (Eschenhagen, S.236, 2008).

Durch die Struktur des Gruppenpuzzles können so diverse soziale Kompetenzen gefördert werden. Die Schüler lernen Verantwortung für das eigene Lernen und das Lernen anderer zu übernehmen. Durch den Informationsaustausch innerhalb der Gruppen wird die Kommunikationsfähigkeit gefördert.
Des Weiteren bietet das Gruppenpuzzle den Schülern die Möglichkeit ein bestimmtes Wissen zu beherrschen und anzuwenden, wodurch das Selbstvertrauen in das eigene Lernen bestärkt wird, weil die Schüler sich in einem Bereich als kompetent erleben. Letzteres wiederum fördert die Entstehung internistischer Motivation.

Sozialform: Partner- oder Kleingruppenarbeit

Im „praktischen“ Unterricht arbeiten die Schüler fast ausnahmslos in Partner- oder Kleingruppenarbeit, bei denen es trotzdem immer wieder zahlreiche Momente gibt, in denen die Schüler alleine auf sich gestellt arbeiten.

Abgesehen davon, dass bei Partner- oder Kleingruppenarbeit weniger Material zur Umsetzung des “praktischen” Unterrichts benötigt wird, bieten diese beiden Sozialformen den Vorteil die Kommunikations- und Teamfähigkeit der Jugendlichen zu fördern.

Durch einen gleichaltrigen Ansprechpartner, mit dem sich die Schüler austauschen können, verbalisieren die Lernenden ihre Gedanken, wodurch sie letztere eher hinterfragen. Des Weiteren helfen sich die Jugendlichen gegenseitig, z.B. bei der Herstellung von Präparaten oder der Einstellung des Mikroskops, und lernen Aufgaben möglichst effizient, durch eine optimale Arbeitsteilung zu erledigen. Außerdem ermöglicht es die Partner- und Kleingruppenarbeit mögliche Spannungen innerhalb eines Teams zu erkennen und damit umzugehen.

4.4. Ausgewählte Beispiele praktischer und angeleiteter Arbeiten

Jede Arbeit enthält einen an die Lehrkraft gerichteten Teil. Dieser besteht aus diversen Bemerkungen, die Vorbereitung, den Inhalt der Arbeitsblätter, die Durchführung und/oder die Bewertung betreffend, sowie etwaige zusätzliche Sachinformationen.

Die an dieser Stelle gegebenen Hinweise, beruhen auf meinen, bei der Durchführung der praktischen und angeleiteten Arbeiten gemachten positiven oder negativen Erfahrungen.

Auf die Bemerkungen folgen die Unterrichtsziele, die zur Durchführung benötigte Zeit, das erforderte Material und die von mir eingesetzten visuellen Hilfsmittel. (Anhang 1, 5, 11, 23, 25, 29, 33, 35, 38, 45, 47, 62)

Im Anschluss daran befinden sich die Arbeitsblätter der praktischen Unterrichtseinheit und deren Verbesserung.

Beispiele von Schülerarbeiten befinden sich ausschließlich im Anhang.

4.4.1.Praktisches Arbeiten – Einführung

Planung und Begründung

Zu Beginn des Schuljahres führe ich sämtliche Schüler der Klasse über eine Unterrichtsstunde ins praktische Arbeiten ein.

Dies bietet den Vorteil, dass gleich von Anfang an alle organisatorischen Fragen (Zusammenstellung der Gruppen, welche Gruppe wann „TP“ hat, Nachholen eines „TP s“ falls ein Schüler abwesend ist, Bewertung der praktischen Arbeiten) geklärt werden können.
Außerdem ist es so möglich, manche recht theoretische Wiederholungen, die Sicherheitsvorkehrungen, die Anfertigung naturwissenschaftlicher Zeichnungen und den Aufbau eines Versuchsprotokolls betreffend, zügig durchzunehmen.

Dabei greife ich auf ein eigens vorbereitetes Arbeitsblatt (siehe Anhang 2) zurück, welches durch den hohen Anteil an vorgefertigten Texten ein schnelles Vorankommen ermöglicht.
Durch das Frage-Antwort-Spiel und mit Hilfe des Arbeitsblattes „*Praktisches Arbeiten – Einführung*“ (Anhang 2) wiederhole ich kurz die im Fachraum der Biologie einzuhaltenden Sicherheitsregeln. An dieser Stelle gehe ich auf das Tragen eines Kittels während des „praktischen“ Unterrichts ein. Falls nötig bespreche ich mit den Schülern, wie und wo solch ein Kittel beschafft werden kann.

Anschließend gehe ich mit der Klasse, die beim Anfertigen von biologischen Zeichnungen zu beachtenden Regeln durch. Bevor die auf dem Arbeitsblatt stehenden Anweisungen gelesen werden, frage ich bei den Schülern nach an welche Kriterien sie sich erinnern. Durch den Appell an ihre Erinnerung sollen die Jugendlichen sich besser auf das Unterrichtsgeschehen einlassen.
Danach tragen diverse Schüler freiwillig die auf dem Arbeitsblatt stehenden Regeln vor. Gleichzeitig fertige ich hierzu zwei Zeichnungen an der Tafel an (Anhang 4). Eine der Zeichnungen zeigt wie eine naturwissenschaftliche Zeichnung aussehen soll, während die andere Zeichnung zeigt wie es nicht gemacht werden soll. Auf diese Weise werden alle im Text vorkommenden Wörter visuell erklärt und etwaige Unklarheiten behoben. Die Schüler müssen die an der Tafel gemachten Zeichnungen auf ein separates Blatt abzeichnen.

Als nächstes zeige ich eine Reihe von Geräten, welche beim Präparieren, Sezieren und Mikroskopieren benötigt werden. Die Schüler sollen diese benennen und anschließend die Antworten auf ihrem Arbeitsblatt notieren. Als zusätzliches visuelles Hilfsmittel dient mir hierzu eine PowerPoint Präsentation. (Anhang 1 Punkt 5b)

Im Anschluss wird gemeinsam der Aufbau eines Versuchsprotokolls durchgenommen. Dabei liest ein Schüler freiwillig die in einem Versuchsprotokoll vorzukommenden Titel vor und ich erkläre

kurz was unter jedem Punkt zu stehen hat. Dabei lege ich besonders großen Wert auf den Unterschied zwischen Beobachtung und Auswertung und Schlussfolgerung.
Anhand von einfachen, konkreten Beispielen versuche ich den Unterschied zwischen Beobachtung und Auswertung, bzw. Schlussfolgerung zu verdeutlichen. So soll z.B. in einer Beobachtung nicht stehen: „Die Kellerasseln bevorzugen die Seite der Petrischale mit dem feuchten Haushaltspapier.“, sondern: „Die Kellerasseln halten sich überwiegend auf der Seite der Petrischale mit dem feuchten Haushaltspapier auf.“
Zudem weise ich die Schüler darauf hin, dass sie dieses Arbeitsblatt sorgfältig aufheben müssen, da sie es später im Jahr zur Anfertigung eines Versuchsprotokoll erneut benötigen werden.

Abschließend teile ich einen an die Eltern/Erziehungsberechtigten gerichteten Brief aus (siehe Anhang 3). Dieser gibt Aufschluss über die Organisation des „praktischen“ Unterrichts. Zudem dient dieses Dokument den Lernenden als Gedächtnisstütze, welche Gruppe wann zum „praktischen“ Unterricht zu erscheinen hat.
Dabei lege ich Wert darauf, dass den Schülern klar ist, dass Präsenzpflicht beim „praktischen“ Unterricht herrscht, weil sämtliche praktischen Arbeiten bewertet werden und zum Schluss des jeweiligen Trimesters zu einem Viertel in die Endnote mit einfließen.
Sollte durch einen unvermeidbaren Umstand, z.B. eine längere Krankheit jemand fehlen und ein bestimmtes „TP“ nicht nachholen können, wird dieses „TP“ nicht mit in die Endnote einfließen. Ansonsten müssen alle verpassten praktischen Arbeiten nachgeholt werden. Das Nacharbeiten findet meist in der darauffolgenden Woche statt oder kann in Ausnahmefällen auch an einem anderen Wochentag nach der Schule stattfinden. Des Weiteren weise ich die Schüler explizit darauf hin, dass sie in Punkto Organisation selbst in der Pflicht stehen ein verpasstes „TP“ nachzuholen und nicht erst auf eine Aufforderung meinerseits zu warten haben.

Ablauf

Im Großen und Ganzen verlief der Unterricht auf allen 4 Klassen wie geplant. Ich musste jedoch darauf achten mich nicht in Details zu verlieren und dadurch unnötig Zeit verstreichen zu lassen.
Bei der Klasse 4GPS2 (2016 / 2017) kam ich nicht mehr dazu den Aufbau eines Versuchsprotokolls durchzunehmen, weil ich wegen meiner Funktion als Klassenlehrerin anderen administrativen Arbeiten nachkommen musste. Ich gab den Schülern als Hausaufgabe auf, den Aufbau eines Versuchsprotokolls aufmerksam durch zu lesen und gegebenenfalls in der darauffolgenden theoretischen Stunde bei Unklarheit nachzufragen.

Die Erklärungen zur Organisation des „praktischen“ Unterrichts wurden auf allen Klassen einwandfrei verstanden. Nur ausnahmsweise kam es vor, dass ich einen Schüler darauf hinweisen musste, dass er ein Praktikum nachzuholen hat. Schüler welche um einen Arztbesuch wussten gaben im Vorfeld Bescheid und nahmen dann mit den Jugendlichen der anderen Gruppe das Praktikum „vor“ beziehungsweise „nach“.

Analyse

Die Schüler scheinen sich überwiegend auf den „praktischen“ Unterricht zu freuen. Deutlich wird dies durch die gute Disziplin in dem leicht überfüllten Saal (der für die praktischen Arbeiten vorgesehene Saal bietet Platz für 24 Schüler), sowie durch die gute Schülerpartizipation am Unterrichtsgeschehen.
Beim Abzeichnen der beiden Bilder, welche ich zur Verdeutlichung der beim „Anfertigen einer naturwissenschaftlichen Zeichnung“ zu berücksichtigenden Regeln an die Tafel zeichne, erkenne ich, dass vereinzelte Schüler weniger motiviert sind. Letztere muss ich extra auffordern, die an der Tafel gemachten Zeichnungen auf ein separates Blatt abzuzeichnen.
Alternativ könnte ich auf dem Arbeitsblatt Platz vorsehen, damit die Schüler kein einzelnes Blatt „hervorkramen“ müssten um die Zeichnungen von der Tafel abzuzeichnen. In dem Fall würde sich das Layout jedoch verändern, so dass nicht mehr alles auf ein Blatt Papier passt. Da sich jede zusätzliche Kopie rechnet, lohnen sich diese Mehrkosten in meinen Augen nicht.

Negativ aufgefallen ist mir, dass fast die Hälfte der Klasse 4GPS2 (2016 / 2017) der Aufgabe den „Aufbau eines Versuchsprotokolls“ durch zunehmen, nicht nachgekommen ist. Laut Schüleraussagen liegt der Grund hierfür in der Annahme die Hausaufgabe wäre für die nächste „praktische“ Unterrichtsstunde zu machen. Jene Schüler welche angaben den Text gelesen zu haben, sagten aus alles verstanden zu haben. Daraufhin stellte ich einige Fragen zur Beobachtung, Auswertung und Schlussfolgerung. Diese konnten zum Teil ganz und zum Teil nur ansatzweise beantwortet werden. Daher gab ich noch diverse Erklärungen den Unterschied zwischen Beobachtung, Auswertung und Schlussfolgerung betreffend.
Ich gehe davon aus, dass die Motivation der Schüler nicht ausreicht um den Aufbau eines Versuchsprotokolls von sich aus zu lernen. Dies überrascht jedoch nicht wirklich, da sich die Schülerinteressen in dem Alter nicht oder nur wenig mit den Unterrichtsthemen überschneiden.
Diverse Studien belegen, dass das durchschnittliche Interesse der Schüler an den Inhalten aller Schulfächer auf allen Ebenen der Schulzeit kontinuierlich absinkt. Besonders deutlich tritt dies in

der 6. bis 10. Klasse zutage. Als Grund für den Interessensverfall käme die Pubertät als Hauptverursacher infrage, da sich die Interessen der Schüler in dieser Lebensphase erheblich zugunsten von Bereichen, die sich nicht oder nur wenig mit den in den Klassen vorgesehenen Unterrichtsthemen überschneiden. Weitere Faktoren welche einen Einfluss auf den Interessenverfall haben, sind das Lebensalter und die Dauer des Schulbesuchs (Killermann, 2011, S.64-68). Zudem wirkt auch der sozio-ökonomische Stand der Schüler sich auf deren Interesse aus.

Dadurch, dass die Behandlung von Themen welche die Schüler nur wenig bis gar nicht interessiert, durch die „Anforderungen der Gesellschaft an die Erhaltung des erreichten Lebensstandards sowie des Standes an Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Kultur“ (Ruppert in Spörhase-Eichmann, 2010, S.113,114) legimitiert werden, werde ich auch in Zukunft auf die gleiche Art und Weise vorgehen um die Schüler ins praktische Arbeiten einzuführen.

4.4.2.Mikroskopie – Einführung

Drei ganz nützliche Internetseiten, welche mir zahlreiche Informationen und Vorlagen zum Thema Mikroskopie lieferten möchte ich an dieser Stelle hervorheben.
https://www.didaktik-biowissenschaften.de/Mikroskopie-fuer-den-Biologieunterricht_relEndversion.pdf [1.10.18]
https://www.univie.ac.at/mikroskopie/pdf/Lichtmikroskopie.pdf [1.10.18]
http://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/mathematisch-naturwissenschaftliche-faecher/biologie/unterrichtsmaterialien/7-10/zelle/mikro/pdf/Mikroskopieren_alles.pdf [1.10.18]

Planung und Begründung

Schüler welche aktuell die 10PS besuchen haben in der Regel alle in der siebten Klasse mikroskopiert. Die Mehrheit der Jugendlichen seitdem jedoch nicht mehr. Daher erweist es sich als unabdingbar den Aufbau vom Mikroskop und den Umgang mit diesem zu wiederholen.

Aus den in Punkt 4.3.2. genannten Gründen greife ich erneut auf ein Arbeitsblatt (Anhang 6) zurück.
Das Schema vom Mikroskop stammt aus der Betriebsanleitung der Schülermikroskope. So verfügen die Lernenden über eine identische Abbildung von dem vor ihnen stehenden Apparat.

In einer ersten Phase lernen die Jugendlichen das Mikroskop durch Hantieren kennen (Eschenhagen, 2008, S.251). Dabei sollen die Schüler, mit Hilfe der auf dem Arbeitsblatt (Anhang 6) stehenden Informationen, den jeweiligen Teilen die richtigen Namen und Funktionen zuordnen. Zudem besteht die Möglichkeit sich im Flüsterton mit dem Banknachbar auszutauschen. Um diese Aufgabe möglichst zügig durchzuführen, verzichte ich darauf, dass die Lernenden die Funktionen der jeweiligen Mikroskopteile selbst verbalisieren müssen.
Bei Mikroskopen an denen der Köhler verstellt werden kann, sollten die Schüler im Vorfeld darauf hingewiesen werden jeweilige Teile nicht zu manipulieren.

Jeder Schüler verfügt über ein ihm für das ganze Jahr über zugeordnetes Mikroskop. Durch die so erzielte Steigerung des Verantwortungsgefühls, achten die Jugendlichen besser auf das ihnen zugewiesene Mikroskop. Außerdem ermöglicht es mir zu überprüfen, ob jeder Schüler das Mikroskop wie vorgeschrieben wegräumt.

Durch den Einsatz des Frage-Antwort-Spiels, des Mikroskops, sowie des eigens angefertigten Arbeitsblattes, werden das *Errechnen der Gesamtvergrößerung*, die *Bestimmung des Gesichtsfeldes*, den Sinn des Wortes *Auflösungsvermögen*, die *Herstellung eines mikroskopischen Präparates* und die *Vorgehensweise beim richtigen Mikroskopieren* erarbeitet, beziehungsweise durchgenommen.
Bei der Gesichtsfeldbestimmung gehe ich Schritt für Schritt mit der Klasse gemeinsam durch, wie man vorzugehen hat um ein Objekt deutlich einzustellen.

Abschließend erhalten die Jugendlichen die Möglichkeit ein einfaches Präparat (Zeitungsschnipsel – Buchstabe „e“) selbst herzustellen, scharf einzustellen und ihre Beobachtungen zu notieren. Jedes, laut Schüler scharf eingestellte Präparat, wird von mir überprüft. So kann ich sicherstellen, dass die Schüler das „richtige“ beobachten und in der Lage sind mit dem Mikroskop fachgerecht umzugehen.

Um späterhin den einwandfreien Umgang mit dem Mikroskop zu begünstigen, haben die Schüler das Arbeitsblatt „Einführung in die Mikroskopie“ für den darauffolgenden „praktischen“ Unterricht zu lernen. Als Appell an die extrinsische Motivation und zur Lernerfolgskontrolle, dient mir ein im Vorfeld angekündigter Test.

Ablauf

Mit Ausnahme der Klasse 4GPS2 (2017/2018) gelang es mir mit allen Arbeitsgruppen das ganze Arbeitsblatt durchzunehmen. Dem sei jedoch hinzugefügt, dass ich die Uhr stets im Blick hatte um nicht in Verzug zu geraten.
Bei der Klasse 4GPS2 (2016 / 2017) kam ich mit der ersten Gruppe nicht mehr dazu, die beim Mikroskopieren des Papierschnipsels gemachten Beobachtungen zu notieren. Bei der zweiten Gruppe reichte die Zeit nicht einmal mehr aus um das Präparat (Buchstabe „e“) herzustellen. Dies vertagte ich also auf die darauffolgende praktische Unterrichtsstunde.

Analyse

Schüler fühlen sich für ihr zugewiesenes Mikroskop verantwortlich. Dies wird dadurch deutlich, dass sie Schäden sofort melden und sogar das „falsche“ Wegräumen durch andere Schüler bemängeln.

Die Jugendlichen beteiligen sich rege am Unterrichtsgeschehen. Sie betrachten und manipulieren ihr Mikroskop. Sie ziehen ihr Buch, beziehungsweise das projizierte Schema (Anhang 5, Punkt 5b) zu Rate und besprechen sich zudem mit ihrem Banknachbarn. Somit ist die erste Aufgabe (unter Punkt 2) in kürzester Zeit einwandfrei richtig gelöst.
Ebenso verhält es sich mit den weiteren Aufgaben. Die Schüler scheinen aufmerksam, melden sich zahlreich freiwillig und notieren die an der Tafel stehenden Antworten. Teilweise scheinen die Schüler zu wetteifern wer das Präparat (Millimeterpapier oder Zeitungsschnipsel) am schnellsten scharf einstellen kann und mir als erstes durch Ausstrecken signalisieren kann seine Einstellungen überprüfen zu kommen.
Manchen Schülern fällt der Umgang mit dem Mikroskop sichtlich schwerer als anderen. Dadurch, dass die Namen der Mikroskopteile noch nicht wirklich beherrscht werden, muss ich diversen Schülern zeigen an welchem Rad in welcher Reihenfolge gedreht werden muss.

Einziger Punkt welcher ich eventuell vom Aufbau her ändern würde, ist die Abfolge der Informationen auf dem Arbeitsblatt. Auf der Seite 5 des Arbeitsblattes „Einführung in die Mikroskopie“ (Anhang 6) wird erklärt wie man vorgehen muss um ein Objekt scharf einzustellen. Dieses Wissen wird jedoch bereits auf der Seite 3, bei der Bestimmung des Gesichtsfeldes benötigt. Bisher habe ich die Seite 5 vorgezogen und anschließend mit den Schülern das Gesichtsfeld bestimmt.

4.4.3.Mikroskopie – Tier- und Pflanzenzellen im Vergleich

Planung und Begründung

Die Stunde beginnt zur Lernerfolgskontrolle mit einem Test über den im vorherigen praktischen Unterricht durchgenommenen Lernstoff. Im Anhang 8, 9 und 10 befinden sich 3 Varianten dieses Tests. So können beide Gruppen unterschiedliche Tests durchführen und ein weiterer steht für etwaige Nachschreiber zur Verfügung. Im Anhang 8‘, 9‘ und 10‘ befinden sich die Musterlösungen der jeweiligen Tests und im Anhang 8‘‘, 9‘‘ und 10‘‘jeweils ein Schülerbeispiel.

Anschließend sollen die Schüler 3 unterschiedliche Präparate (Mundschleimhautzellen, Zwiebelhautzellen, Wasserpestzellen) anfertigen und ihre Beobachtungen aus den in Punkt 4.3.2. genannten Gründen, in Form einer naturwissenschaftlichen Zeichnung festhalten.
Zudem sollen die Lernenden beim „TP“ über die Mundschleimhautzellen den Aufbau der Zellen vergleichen und beschreiben.
Ein weiterer Arbeitsauftrag lautet beim Praktikum über die Zellen des Zwiebelhäutchens die Versuchsanleitung zu verfassen.
Über diesen Weg lernen die Schüler fachgemäße Arbeitsweisen kennen ohne gleich ein ganzes Versuchsprotokoll eigenständig verfassen zu müssen. Dadurch, dass die Jugendlichen ihre Gedanken verbalisieren, müssen sie diese ordnen und hinterfragen letztere auch eher. Zudem haben die Lernenden so Gelegenheit Fachbegriffe und Sprachkenntnisse aktiv anzuwenden.

Wie zuvor greife ich aus den in Punkt 4.3.2. genannten Gründen auf eigens angefertigte Arbeitsblätter zurück.
Zu den praktischen Arbeiten „Mundschleimhaut“ (Anhang 12, 12‘, 13, 13‘), „Zwiebelhäutchen“ (Anhang 15, 15‘, 16, 16‘), „Wasserpest“ (Anhang 18, 19) liegen jeweils zwei Varianten vor. Der Unterschied liegt in der Art der Bewertung. Während beim jeweils ersten Entwurf die Herstellung des Präparates und der Umgang mit dem Mikroskop mit in die Bewertung einfloss, wurde beim zweiten Entwurf „nur“ der zu Papier gebrachte Teil der Schülerarbeit bewertet.
Bei den 10PS-Klassen der Jahre 2015-2016 und 2016-2017 bewertete ich „nur“ den auf dem Arbeitsblatt gesicherten Teil der Schülerarbeit. Vor Ort überprüfte ich lediglich bei jedem Jugendlichen einzeln die mikroskopische Einstellung, versicherte mich ob er das Richtige sah und ob das eingestellte Bild mit der Zeichnung übereinstimmte. Traf Letzteres zu, kennzeichnete ich dies durch das Paraphieren der Schülerzeichnung (Anhang 13‘‘, 16‘‘, 19‘).

Bei der Klasse 4GPS2 im Jahr 2017-2018 bewertete ich ebenfalls die Herstellung des Präparates sowie die mikroskopische Einstellung.

Die Anfertigung des Mundschleimhautpräparates führe ich der Klasse ausführlich vor. Lage und Aussehen des Zwiebelhäutchens zeige ich dadurch, dass ich von der Innenseite einer Zwiebelschuppe die ganze Haut abziehe.

Um sicher zu stellen, dass die Schüler sich im Klaren sind, welche Strukturen es zu untersuchen gilt zeige ich jeweils ein passendes Transparent (Anhang 11, Punkt 5). Um zu verhindern, dass die Schüler vom Transparent abzeichnen entferne ich dieses nach kurzer Zeit wieder.
Bevor und während die Schüler ihre Beobachtungen in Form einer naturwissenschaftlichen Zeichnung festhalten, weise ich sie kontinuierlich auf die dabei zu berücksichtigenden Regeln hin.

Im Anhang 21 befindet sich ein weiteres Arbeitsblatt zur Untersuchung von Stärkekörnern der Kartoffel. Dies entstand dadurch, dass ich mit der Klasse 4GPS2 nur schleppend weiter kam und es den Schülern nicht gelang bis zum Ende der Unterrichtseinheit „Mikroskopie – Tier- und Pflanzenzellen im Vergleich“ die naturwissenschaftliche Zeichnung der Zwiebelhautzellen anzufertigen. Deshalb vertagte ich das Mikroskopieren des Zwiebelhäutchens und der Wasserpest auf folgenden „praktischen“ Unterricht und fügte diesem die Untersuchung von Stärkekörnern der Kartoffel hinzu.

Um etwaigen Fehlern in den darauffolgenden naturwissenschaftlichen Zeichnungen vorzubeugen, verbessere ich mit der Klasse die beiden ersten Zeichnungen an der Tafel (Anhang 22).

Ablauf

Bei allen Klassen wurde der „Mikroskopie - Test“ zwei Wochen im Vorfeld angekündigt und zu dem Zeitpunkt im Klassenbuch vermerkt. Trotzdem schienen manche Schüler, unabhängig von der Gruppe, recht erstaunt über die Tatsache, dass ihr Wissen in Form eines Tests abgefragt werden sollte. Einige versuchten mich sogar zu überzeugen den Test auf nächsten Unterricht zu verlegen, worauf ich mich jedoch nicht einließ. Die beiden Gruppen einer Klasse schreiben unterschiedliche Tests.

Das Anfertigen der Frischpräparate verlief wie erwartet gut.

Die Herstellung des Mundschleimhautpräparates (=Abstrichpräparat) bereitete nur vereinzelt Schülern Probleme. Überwiegend wurde in diesen Fällen das überschüssige Färbemittel nicht ausreichend entfernt oder es waren zu wenige Zellen vorhanden, da zu zaghaft über die Innenseite der Wange gestrichen wurde.

Die Herstellung des Zwiebelhautpräparates (=Abziehpräparat) gestaltete sich bereits etwas schwieriger.
Hier kam es vor,

- dass zu tief geschnitten wurde und somit die Zwiebelschuppe in kleine Würfel zerlegt wurde,
- dass das Präparat zu dick war, dadurch dass nicht nur das Zwiebelhäutchen sondern auch das darunter liegende Gewebe entnommen wurde.
- dass es den Schülern nur schlecht gelang das Zwiebelhäutchen abzuziehen,
    - entweder weil sie das Häutchen von der Außenseite anstatt von der Innenseite abzuziehen versuchten
    - oder weil ihnen die Handhabung mit der Pinzette schwer fiel,

Die Herstellung des Wasserpestpräparates (=Zupfpräparat) bereitete keinem Schüler Probleme.
Die Handhabung des Mikroskops beherrschten die Schüler alle recht schnell. Hin und wieder kam es vor, dass manche Jugendliche sich vom Banknachbarn helfen ließen, beziehungsweise das Objekt des Gruppenpartners mit ihrem eigenen verglichen um sicherzustellen, dass das Gleiche betrachtet wurde.
Waren sich die Schüler trotzdem noch unsicher welche Bestandteile gezeichnet werden sollten und welche nicht, da es sich z.B. um eine Luftblase handelte, bat ich erstere ein Handyfoto durch das Okular aufzunehmen. Auf dem Handydisplay konnte ich den Lernenden nun eindeutig alle Zellbestandteile aufzeigen.

Die Anfertigung der naturwissenschaftlichen Zeichnungen gestaltete sich schwieriger. Wiederkehrend wies ich die Lernenden darauf hin, dass ihre Zeichnung zu klein, zu ungenau (Mundschleimhautzelle ≠ Kartoffel) oder unvollständig (z.B. Titel, Gesamtvergrößerung, Färbung fehlten) sei. Die Zeichnungen der Mundschleimhautzellen und der Zellen des Zwiebelhäutchens veranschlagten zusammen stets über eine Unterrichtsstunde. Schülerbeispiele befinden sich im Anhang 12‘‘, 13‘‘, 15‘‘ und 16‘‘. Für die Herstellung des Wasserpestpräparates und die dazugehörige Zeichnung blieb den meisten Schülern der Klassen 10PS3 (15/16), 10PS1 (16/17) und

10PS2 (16/17) nur noch ein Bruchteil der Zeit übrig. Die Schüler der Klasse 4GPS2 (17/18) verfügten über mehr Zeit. Sie wurden sich selbstständig der Plasmaströmung bewusst, während ich die Schüler der anderen Klassen auf die Bewegung der Chloroplasten überwiegend hinwies.
Von Schülern aufgefüllte Arbeitsblätter über die Wasserpest befinden sich im Anhang 18‘ und 19‘.

Analyse

Am besten schnitt die Klasse 10PS2 (2016/2017) im Mikroskopie-Test ab. Nur 2 von 26 Schülern hatten eine Ungenügend. Am schlechtesten schnitt im gleichen Jahr die Klasse 10PS1 ab. Hier schrieben 10 von 26 Schülern eine Ungenügend.
Meiner Meinung nach wirkte sich das besonders gute Klassenklima der 10PS2 positiv auf die Schülerleistungen aus. Mit Sicherheit kann ich jedoch keinen definitiven Grund nennen. Fest steht nur, dass die Klasse 10PS1, speziell im ersten und zum Teil auch noch im zweiten Trimester, in allen Fächern sehr viel schlechter als die Klasse 10PS2 gearbeitet hat.
Betrachtet man die diversen Klassennotendurchschnitte (13.6/20, 13.3/20, 11.8/20, 10.7/20) stelle ich fest, dass diese von ausreichend über befriedigend bis gut reichen. Berücksichtigt man zudem den Umstand, dass erstaunlich viele Schüler angaben sich nicht oder nur schlecht (während der Mittagspause zuvor) vorbereitet zu haben, erscheinen die erzielten Resultate die Effizienz der im „praktischen“ Unterricht angewandten Vorgehensweise zu belegen.

Ich sträubte mich längere Zeit das praktische Arbeiten der Schüler vor Ort zu bewerten, da ich davon ausging, dass es mir nicht gelingen würde dieses ohne Objektivitätsverlust zu tun. Außerdem nahm ich an, dass unsichere Schüler dadurch benachteiligt würden, weil sie sich nun nicht mehr trauen würden um Hilfe zu bitten, da ihre Unkenntnis mit einer schlechteren Benotung gewertet werden könnte.
Dadurch, dass die Schüler sich schwer mit der Anfertigung der naturwissenschaftlichen Zeichnungen taten und ich während dem Unterricht nicht ständig wiederholen wollte auf welche Aspekte bei der Anfertigung der Zeichnung zu achten sei, habe ich mich entschlossen die Arbeitsblätter durch ein detailliertes Bewertungsraster zu vervollständigen.
Neben dem Bewertungsraster zur Beurteilung der mikroskopischen Zeichnung fügte ich nun auch ein Bewertungsraster zur Beurteilung des Präparats und der mikroskopischen Einstellung ein.

Durch die von mir gewählten Bewertungskriterien und die angeschlagene Punkteverteilung wollte ich den Schülern das Gefühl vermitteln, dass jeder in der Lage sei, wenn er sich an die

vorgegebenen Regeln hält, eine gute Zeichnung anfertigen zu können. Ich wollte verhindern, dass der Eindruck entsteht, die Jugendlichen müssten eine originalgetreue Zeichnung vom Präparat anfertigen, da sonst die überwiegende Mehrheit der Schüler vom Resultat frustriert ist, weil das von ihnen gezeichnete Bild nicht dem mikroskopischen Bild entspricht und zudem meist noch im Gegensatz zum Präparat unästhetisch wirkt.
Spörhase schreibt hierzu, „Was Lehrer von ihren Schülern verlangen, bringen selbst als Wissenschaftler tätige Biologen nur fertig wenn sie Hilfsmittel verwenden und mehr Zeit veranschlagen.“ (Spörhase in Spörhase, S.164, 2014)
Sinn des Zeichnens liegt in meinen Augen neben einer Wissensdokumentation im Schulen des Betrachtens und Beobachtens. Darüber hinaus sollen die Lernenden beim Arbeiten mit den biologischen Objekten Freude erleben und durch positive Emotionen und die oft sehr ästhetischen Präparate einen möglichst hohen Lernerfolg verbuchen können.

Das Überprüfen der Schülerpräparate verlief einwandfrei. Die Jugendlichen meldeten sich stets sowie ihr Präparat fertig hergestellt und/oder scharf eingestellt war.
Die Beurteilung mit Hilfe des Bewertungsrasters war wesentlich einfacher als gedacht. Daher werde ich in Zukunft diese beim Arbeiten mit dem Mikroskop beibehalten. Zudem wissen die Schüler so ganz genau Bescheid wie ihre Arbeit benotet wird.

Die Schüler bemühten sich sichtlich gute biologische Zeichnungen anzufertigen und erzielten auch überwiegend gute Resultate.
Punktabzug gab es häufig bei der Auswertung und Schlussfolgerung der beobachteten Mundschleimhautzellen, weil es an Vollständigkeit mangelte (z.B. vergaßen manche Schüler den Zellkern zu erwähnen, oder dass sämtliche Zellen vom Aufbau und Aussehen her identisch waren) (Anhang 12‘‘, 13‘‘).
Bei der Arbeit über das Zwiebelhäutchen war die Versuchsanleitung des Öfteren mangelhaft. Hier fehlte es erneut überwiegend an Vollständigkeit und Genauigkeit (Anhang 15‘‘, 16‘‘).
Ursache hierfür liegt meiner Meinung nach zum einen in der mangelnden Erfahrung aufmerksam zu betrachten und zum anderen an mangelnder Konzentration, sowie an mangelnden Deutschkenntnissen, wodurch den Jugendlichen eine verständliche, grammatikalisch richtige Verbalisierung erschwert wird.

Alles in allem bin ich von meiner Vorgehensweise überzeugt und werde diese auch in Zukunft wie hier beschrieben anwenden.

4.4.4.Mikroskopie – Tiergewebe (Fett-, Knorpel- und Muskelgewebe)

Planung und Begründung

In dieser Unterrichteinheit sollen die Schüler drei Frischpräparate herstellen und diese anschließend unter dem Mikroskop betrachten. So lernen die Jugendliche eine weitere naturwissenschaftliche Vorgehensweise. Des Weiteren sind Frischpräparate kostengünstig in ihrer Herstellung.
Als Untersuchungsobjekt dient jedem Team ein der Länge nach aufgeschnittener Schweinefuß.
Die Wahl fiel auf den Schweinefuß, da man an diesem diverse Gewebe problemlos entnehmen kann und weil dessen Beschaffung einfach und kostengünstig ist.

Es kann sein, dass Untersuchungen an Tieren, bzw. an einzelnen Organen von Schlachttieren bei den Lernenden Ekel- oder Angstgefühle hervorrufen können. Es hat keinen Sinn die Schüler zu zwingen die Arbeiten an den Tieren, bzw. Organen durchzuführen, wenn diese nicht wollen.
Gibt man den Lernenden die Möglichkeit freiwillig die Arbeiten an den Tieren, bzw. Organen durchzuführen, ermöglicht man den Jugendlichen mit Ekel- und Angstgefühlen umzugehen.
Bauhardt (1990, zitiert in Killermann, 2011, S. 155) kommt zum Schluss, dass „zum Abbau von negativen Emotionen wie Furcht und Ekel vor […] Tieren […] die Interaktion mit den Lebewesen unter Einbeziehung fachgemäßer Arbeitsweisen notwendig zu sein“ scheint.

Um etwaigen negativen Gefühlen entgegen zu wirken informiere ich die Klasse im Vorfeld über das Untersuchungsobjekt, verdeutliche Sinn und Zweck der Untersuchung, gebe Auskunft über die Beschaffung des Materials und stelle aus hygienischen Gründen Einweghandschuhe bereit, so dass keiner das Lebensmittel direkt anfassen muss.

Bei den an die Schüler ausgeteilten Arbeitsunterlagen handelt es sich erneut um Arbeitsblätter. Diese liefern die nötigen Anweisungen um den Schülern ein autonomes Vorgehen zu ermöglichen und erlauben zudem die Sicherung der Betrachtungen. (siehe Anhang 24, 24‘ und 24‘‘)

Ablauf

Bei der Herstellung der Präparate taten sich die Schüler etwas schwer. Die Präparate waren entweder zu dick und / oder schlecht eingefärbt. Auf allen Klassen mussten Schüler das eine oder andere Präparat erneut herstellen. Vereinzelt kam es vor, dass ein Jugendlicher die

Versuchsanleitung falsch las und folglich das Gewebe falsch einfärbte oder gar die naturwissenschaftliche Zeichnung eines Gewebes an Stelle eines anderen Gewebes anfertigte.

Die Präparatherstellung, sowie die Betrachtung der Gewebe unter dem Mikroskop und die anschließende Anfertigung der 3 naturwissenschaftlichen Zeichnungen verschlangen regelrecht die Zeit. Während ich die Präparate der Schüler begutachtete, die mikroskopische Einstellungen überprüfte und auf etwaige Zeichenfehler hinwies, trieb ich die Schüler laufend an indem ich sie über die noch verbleibende Zeit informierte.

Vermehrt machten die Schüler bei Unklarheiten ihre Betrachtungen betreffend Handyfotos von ihren mikroskopischen Einstellungen (Anhang 22, Punkt 5a). Die so erhaltenen Bilder ermöglichten es mir ihnen genau aufzuzeigen welche Strukturen es zu betrachten und zu zeichnen galt. Außerdem dienten diese den Jugendlichen als Stütze bei der Anfertigung der biologischen Zeichnungen.

Analyse

Dadurch, dass die Schüler sich bereits beim Betreten des Klassensaals über das Untersuchungsobjekt erkundigten und keiner die Manipulation des Schweinefußes verweigerte, gehe ich davon aus, dass dieser weder Angst- noch Ekelgefühle bei ersteren hervorrief.

Die Anfertigung der Frischpräparate gestaltete sich meines Erachtens schwierig da es den Schülern an Übung mangelte. Jene Schüler welche diese Arbeitstechniken bereits im Vorjahr durchführten kamen besser voran als ihre Klassenkameraden. Bei vereinzelten Schülern erschwerte mangelnde Konzentration das Weiterkommen.

Das eigentliche Betrachten funktionierte gut. Die Schüler arbeiteten motiviert mit dem Mikroskop, verglichen ihre Einstellungen mit denen ihres Gruppenpartners und fragten bei Zweifel nach.
Die Dokumentation der Betrachtung (zeichnen) sowie die Auswertung (vergleichen, beschreiben) letzterer und das Ziehen einer allgemeingültigen Schlussfolgerung ging den Schülern schwerer von der Hand. Ich vermute, dass der Grund hierfür die fehlende Praxis, plus sprachliche Schwierigkeiten sind. Nichts desto trotz bemühte sich der Großteil redlich, mit entsprechendem Resultat.

Alles in allem arbeiteten die Schüler autonom und schienen motiviert die Aufgaben erfolgreich zu erledigen. Alle Schüler gaben ihre Unterlagen am Ende der Unterrichteinheit vollständig ausgefüllt ab (Anhang 23‘‘). Einige Schüler blieben nach Ende des Unterrichts einige Minuten länger um ihre Arbeit gewissenhaft fertig zu stellen.

Mit den erbrachten Schülerleistungen der 4GPS2 bin ich überwiegend zufrieden.
Die Note von 4 Schülern waren ungenügend (schlechteste Note = 23), 9 mal zufriedenstellend, 11 mal gut und einmal sehr gut (Bestnote =51). Der Klassendurchschnitt betrug 38.
Im Vergleich zum Vorjahr sind die Resultate etwas schlechter. Die Jugendlichen der 10PS2 erzielten bei der Untersuchung der 3 am Schweinefuß vorzufindenden Gewebetypen folgende Resultate: 1 mal ungenügend, 10 mal zufriedenstellend und 11 mal gut. Schlechteste Note war 24, Bestnote 49 und der Klassendurchschnitt betrug 41.

Insgesamt betrachtet kann ich die von mir gewählte Vorgehensweise daher guten Gewissens weiterempfehlen.

4.4.5.Mikroskopie – Blutgewebe

I. Blutausstrich (Färbung nach Pappenheim) und Bestimmung der Blutzellen

Planung und Begründung

Die Schüler sollen mit dem Blutausstrich eine Standardmethode der Medizin kennen und anwenden lernen. Das Blut beziehe ich vom Metzger. Bevor die Schüler den Blutausstrich anfertigen führe ich diesen vor. Zudem zeige ich aus zwei von YouTube zusammengeschnittenen Videos die anzuwendende Vorgehensweise, sowie ein Transparent, welches den Unterschied zwischen einem Präparat im Wassertropfen und eines Blutausstriches verdeutlicht. Letzteres steht den Schülern, während sie ihren Blutausstrich anfertigen, über die gesamte Zeit zur Verfügung (Anhang Lehreranleitung 25 Punkt 5a).
Auf dem Pult stehen zwei Bechergläser mit Schweineblut und jeweils einer Pipette. Die Schüler begeben sich ans Pult um den Blutausstrich anzufertigen.
Die an die Schüler ausgeteilten Arbeitsblätter sollen ihnen ein autonomes Arbeiten ermöglichen, dadurch, dass diese alle nötigen Anweisungen enthalten. Zudem dienen die Unterlagen den Jugendlichen zur Sicherung ihrer Beobachtungen und mir der Bewertung der Schülerarbeiten (Anhang Arbeitsblatt 27‘).

Pro Bankreihe verfügen 4 Schüler über eine May-Grünwald-Lösung, eine Giemsa-Lösung und einen Phosphatpuffer (pH 7,4). Während der Blutausstrich trocknet, fertigen die Schüler pro Bankreihe eine 1:1 verdünnte Farblösung aus der konzentrierten May-Grünwald-Lösung und dem Phosphatpuffer an. Ist dies getan sollen die Schüler während der noch verbleibenden Zeit, bis der Blutausstrich vollständig getrocknet ist, die Zusammensetzung des Blutes kurz wiederholen.

Die Jugendlichen aus der ersten Gruppe (10PS1 - 16/17) arbeiten auf einem Tablett und geben die Farbstoffe direkt auf den Objektträger, welcher auf saugfähigem Haushaltspapier liegt. Diese Vorgehensweise birgt den Vorteil eines geringeren Farbstoffverbrauchs.
Die Jugendlichen aus der zweiten Gruppe (10PS1 - 16/17) arbeiten mit Färbezylinder. Hier liegt der Vorteil in einer saubereren Vorgehensweise (→ Schüler sind den giftigen, gesundheitsschädlichen, umweltbelastenden Stoffen geringer ausgesetzt).

Ablauf

Manche Schüler sind besonders nervös (zittern), weil ich ihnen bei der Anfertigung des Blutausstrichs zuschaue. 3 Schüler müssen das Präparat gleich mehrmals anfertigen.
Obwohl immer 2 Schüler gleichzeitig den Blutausstrich anfertigen, zieht sich die Prozedur über 15 Minuten.

Dadurch, dass die Färbemittel nur 3 mal zur Verfügung stehen arbeiten die Schüler beim Färben in Kleingruppen von 4 bis 6 Leuten. Sie helfen sich gegenseitig z.B. bei Unklarheiten was die Vorgehensweise betrifft.
Die Jugendlichen der ersten Gruppe kleckern mir zu viel mit den Färbemitteln. Eine Schülerin hat sich trotz dem Hinweis, dass es sich um gesundheitsschädliche Substanzen handelt, die Finger eingefärbt. Des Weiteren wurden einige Tabletts und sogar eine Bank beschmutzt.
Die zweite Gruppe färbt ihre Blutausstriche daher in Färbezylindern ein. Am Rand der Objektträger markieren die Schüler ihre Initialen. Hier kommt es vor, dass ein Teil des Blutausstrichs nicht miteingefärbt wird, da dieser sich zu weit oben am Rand des Objektträgers befindet und dadurch nicht mit in die Färbelösung getaucht wird.

In der ersten Gruppe haben 2 Schüler ihr Präparat versehentlich abgewischt, als sie die Unterseite vom Objektträger mit einem Stück Küchenpapier abtrocknen wollten.

Negativ zu Buche schlägt auch, dass bei manchen Jugendlichen das Lufttrocknen der Präparate wesentlich länger dauert.
Die Herstellung des Präparates sowie das Arbeiten während der TP-Stunde bewerte ich vor Ort im Beisein der Schüler.

Das Anfertigen der naturwissenschaftlichen Zeichnungen geht Jugendlichen bereits besser von der Hand als zu Beginn des Jahres. Jene Schüler welche ihre Unterlagen aus dem BIOSO-Unterricht dabei haben, ziehen diese auch zu Rate.

Obwohl beide Gruppen die Pause über weiter gearbeitet haben, mussten mehrere Schüler beider Gruppen (+/- 1/3) rund 5 Minuten länger bleiben um ihre Zeichnungen fertig zu stellen.

Analyse

Die Schüler scheinen begeistert mit dem Tierblut arbeiten zu dürfen und eine in der Medizin angewandte Arbeitstechnik kennen zu lernen und anwenden zu können.
Die Jugendlichen stellen sich alle zügig am Pult an um ihren Blutausstrich anzufertigen. Dabei wirken sie äußerst konzentriert und zum Teil auch angespannt.
Indiz welches die positive Schülerhaltung deutlich werden lässt, ist der Umstand, dass niemand den Ursprung des Arbeitsmaterials bemängelt, auch nicht die beiden sonst so religionsbedachten Moslems.

Es kommt immer wieder vor, dass trotz der detaillierten Versuchsanleitung die Schüler nicht genau wissen wie sie vorzugehen haben. Grund hierfür sehe ich eher in mangelnder Konzentration und fehlender Ausdauer beim genauen Lesen der Versuchsanleitung, als in unzureichenden Deutschkenntnissen. Ich gehe davon aus, dass die Schüler lieber gleich loslegen, unabhängig ob ihre Vorgehensart dabei ganz richtig ist oder nicht, anstatt ihre Unterlagen zuvor konzentriert und aufmerksam durchzulesen und die beschriebene Vorgehensweise gedanklich durchzugehen.

Bei der Bewertung des praktischen Arbeitens während der Stunde, sowie der Bewertung des Blutsausstrichs gebe ich mündlich an welche Aspekte ich positiv schätze und welche ich bemängele. Die von mir erteilten Noten werden durchgehend positiv angenommen.

Nur bei der Auslaufenden Fahne des Blutausstrichs liegen die Zellen weit genug auseinander um diese auch gut erkennen zu können (Anhang 28‘).
Gut zu erkennen sind die Erythrozyten und vereinzelt auch die Thrombozyten.
Fast alle Präparate weisen stechapfelförmige rote Blutkörperchen auf. Diese entstehen bei zu langsamer oder ungenügender Lufttrocknung.
Enttäuschenderweise sind nur wenige unterschiedliche Leukozyten zu erkennen. Ursache hierfür ist der Umstand, dass beim Ausstreichen des Blutes auf den Objektträger sich die Leukozyten nicht gleichmäßig verteilen. Am Rand des Ausstrichs finden sich vermehrt größere weiße Blutkörperchen (Granulozyten, Monozyten) und in der Mitte gehäuft kleinere Zellen (Lymphozyten). Um dem vorzubeugen ist es laut meinen Recherchen notwendig, das Präparat mäanderförmig zu durchmustern.

Bei den vorhandenen Leukozyten sind leider die nach Pappenheim üblichen Einfärbungen der unterschiedlichen Leukozyten nicht wie erhofft zu erkennen. Eventuell liegt dies daran, dass die gebrauchten Färbelösungen bereits etwas älter waren. Laut folgender Quelle http://binder-ventil.de/wp-content/uploads/2014/12/pappenheimfaerbung.pdf soll eine angebrochene Flasche May-Grünwald (Merck - Nr. 1424) binnen max. 4 Wochen aufgebraucht werden. Ein angebrochenes Giemsa (Merck - Nr. 9204) Gebinde sei maximal drei Monate haltbar und die Pufferlösung etwa nur 2 Wochen.

Alles in allem finde ich dieses Praktikum in Punkto Materialbeschaffung und Durchführung sehr aufwendig im Vergleich zum Nutzen für den Schüler. Daher werde ich dieses Praktikum nicht mit in die Unterrichtssammlung aufnehmen. Stattdessen versuche ich folgende Vorgehensweise.

II. Blutausstrich (mit Methylenblau), Bestimmung der Blutzellen und Blutgruppenbestimmung

Planung und Begründung

Wie bereits zuvor beschrieben lernen die Schüler mit dem Blutausstrich eine Standardmethode der Medizin kennen und anwenden. Das Blut beziehe ich erneut vom Metzger. Auch hier führe ich den Blutausstrich vor und zeige das gleiche zusammengeschnittene Video, sowie das gleiche Transparent bevor die Schüler ihren eigenen Blutausstrich anfertigen. (Anhang 25)

Auf dem Pult stehen erneut zwei Bechergläser mit Schweineblut und jeweils einer Pipette. Dieses Mal jedoch kommen die Schüler nur zum Pult um einen Tropfen Blut auf den Objektträger zu setzen. Den eigentlichen Blutausstrich führen sie an ihrem Arbeitsplatz durch. Ich erhoffe mir dadurch, dass die Schüler weniger nervös sind und sich besser auf die Ausführung konzentrieren können.

Erneut teile ich den Schülern, aus den bereits mehrfach genannten Gründen, für dieses Praktikum spezifisch angefertigte Arbeitsblätter aus (Anhang 26‘‘).
Dadurch, dass ich mir nicht ganz sicher bin wie lange die Schüler benötigen werden um den Blutausstrich und die anschließende Färbung mit Methylenblau zu machen, habe ich ein zweites Arbeitsblatt mit der Blutgruppenbestimmung angefertigt (Anhang 26‘‘‘).
Gelingt es den Jugendlichen ihre Beobachtungen rechtzeitig in Form einer naturwissenschaftlichen Zeichnung und in Form einer Beschreibung festzuhalten, teile ich das zweite Arbeitsblatt aus. Andernfalls sehe ich vor den Schülern zu Vergleichszwecken Fertigpräparate vom Blut des Menschen, des Kaninchens und des Huhns auszuteilen. In diesem Fall gilt es die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu ermitteln.

Die Blutgruppenbestimmung (ohne Rhesusfaktor) findet mit dem Versuchsset von Schlüter statt (Anhang 25, Punkt 1a). Dieses bietet den Vorteil, dass es lange haltbar ist und die Lernenden so Blutgruppen (und je nach Kit mit Rhesusfaktor) ohne jegliches Infektionsrisiko bestimmen können. Das „Blut“ dieses Kits besteht neben rotem Farbstoff aus Lösungen von absolut ungefährlichen Salzen, mit denen die „Verballungen“ von roten Blutkörperchen nachgeahmt werden. Die Bestimmung der Blutgruppen sowie des Rhesusfaktors werden somit perfekt simuliert.
Künstliches „Blut“ von 4 fiktiven Personen steht zur Verfügung, wodurch jeder Schüler ein anderes Blut untersuchen kann als die Banknachbarn. Die Schüler sind daher bei der Interpretation ihrer Beobachtungen verstärkt auf sich gestellt.

Ablauf

Die Schüler der Klasse 10PS2 (16/17) zeigen großes Interesse am Unterrichtsgegenstand. Sie arbeiten diszipliniert, konzentriert und motiviert. Dies wird z.B. dadurch ersichtlich, dass sie gedanklich durchgehen wie sie beim Blutausstrich vorzugehen haben und bei Unklarheit vor der Durchführung nachfragen in welche Richtung die Blutprobe gezogen werden soll, bzw. wie die Objektträger am besten gehalten werden sollen.

Dadurch, dass die Schüler den Blutausstrich nicht direkt vor meinen Augen durchführen müssen wirken sie weniger angespannt als die Lernenden der Klasse 10PS1 (16/17). Bevor das Blut mit Methylenblau eingefärbt wird sehe ich mir von jedem das Präparat an. Ist der Blutausstrich zu dünn, zu kurz oder zu dick, weise ich die entsprechenden Schüler an ein neues Präparat anzufertigen. Dies war dreimal der Fall.

Das Einfärben des Blutausstrichs mit Methylenblau verläuft problemlos. Es wirkt sich glücklicherweise nicht störend auf die Beobachtung aus, wenn die Schüler den Farbtropfen nicht auf die auslaufende Fahne träufeln, da durch die Zugabe des Farbtropfens die Blutzellen leicht auseinander geschwemmt werden.

Die Herstellung des Präparates sowie das Arbeiten während der TP-Stunde bewerte ich erneut vor Ort im Beisein der Schüler. Dabei gebe ich wieder mündlich an welche Aspekte ich positiv schätze und welche ich bemängele. Die von mir erteilten Noten werden wiederum durchgehend positiv angenommen.

Das Anfertigen der naturwissenschaftlichen Zeichnungen geht auch den Jugendlichen der 10PS2 (16/17) inzwischen leichter von der Hand als noch zu Beginn des Jahres. Jedoch unterlaufen mehreren Schülern noch zu viele Unachtsamkeitsfehler. So vergessen sie z.B. die Gesamtvergrößerung und/oder die Färbung und/oder den Titel anzugeben oder geben an es würde sich um menschliches Blut handeln.

Zum Beschreiben der zu machenden Beobachtungen sprechen sich die Schüler innerhalb ihrer Gruppe ab und ziehen zudem, falls vorhanden, ihre Unterlagen aus dem BIOSO-Unterricht zu rate. Obwohl die Schüler sich untereinander absprechen, formuliert jeder seine eigene Antwort. Folglich habe ich keine zwei wortwörtlich identische Beobachtungen.

Dadurch, dass die ersten Schüler kurz nach Beginn der zweiten Stunde fertig mit dem Arbeitsblatt über den Blutausstrich sind, teile ich anschließend das Arbeitsblatt zur Blutgruppenbestimmung aus. Die praktische Durchführung fällt den Schülern sehr leicht. Einzig zu bemängeln habe ich die Tatsache, dass ich mehrmals darauf hinweisen musste, dass das Plastikstäbchen zum Vermischen der Blutprobe mit den unterschiedlichen Seren, zwischen den Proben gründlich abgewischt werden muss.

Das Formulieren der Beobachtung fällt nicht allen Schülern gleich leicht. Manche fragen bei mir nach ob ihre verschriftlichte Beobachtung mit dem vorliegenden Resultat übereinstimmt. Über Gegenfragen versuche ich die Schüler so zu lenken, dass sie ihre Fragen selbst beantworten können. Zudem ging ich noch einmal auf den Unterschied zwischen Beobachtung, Auswertung und Schlussfolgerung ein.
Bei der ersten Gruppe waren mache Jugendliche noch recht unsicher was die Interpretation der gemachten Beobachtungen betraf. Da die von mir gezeigte Folie (PowerPoint) (Anhang 25 Punkt 5a) nicht ausreichte um Klarheit zu verschaffen, wiederholte ich kurz über das Frage-Antwort-Spiel, mit Hilfe von an der Tafel haftenden Erythrozyten, Antigenen und Antikörpern die Blutkomposition je nach Blutgruppe.
Die zweite Gruppe stellte bezüglich der Auswertung und Schlussfolgerung keinerlei solcher Fragen.

Beide Gruppen wurden vor Ablauf der Unterrichtszeit fertig. Wobei die zweite Gruppe ihre Arbeiten etwas eher abgaben als die erste Gruppe.

Analyse

Den Schülern fällt es einfacher den Blutausstrich anzufertigen wenn ich ihnen dabei nicht allzu genau auf die Finger schaue. Ich gehe davon aus, dass eine zu starke Präsenz meinerseits die Jugendlichen verunsichert.

Mit dem Methylenblau lassen sich die Zellkerne der Leukozyten einwandfrei einfärben. Man kann problemlos zwischen Monozyten, Lymphozyten und Granulozyten unterscheiden. Die unterschiedlichen Granulozyten (neutrophiler G., eosinophiler G., basophiler G.) heben sich jedoch nicht voneinander ab.
Die roten Blutkörperchen sind zu erkennen, scheinen aber sehr blass. Thrombozyten ermöglicht die angewandte Färbetechnik nicht einzufärben. Je nach Einstellung der Blenden können letztere trotzdem zu erkennen sein (Anhang 28).

Die verbalisierten Beobachtungen sind bis auf einige Ausnahmen alle genügend bis sehr gut. Leider erzielte keiner der Schüler die volle Punktzahl, da es allen Antworten entweder an Vollständigkeit, bzw. Präzision fehlt. Ich gehe davon aus, dass dies durch mangelnde Übung und/oder Konzentration bedingt ist.

Die praktische Durchführung zur Blutgruppenbestimmung verläuft während der Stunde sehr gut, jedoch entsprechen nicht alle Schülerantworten meinen Erwartungen. Zu oft fehlt es der Auswertung und Schlussfolgerung an Genauigkeit und/oder Vollständigkeit.
Dass die erste Gruppe bei der Auswertung und Schlussfolgerung der gemachten Beobachtung etwas größere Schwierigkeiten hat, führe ich auf den Umstand zurück, dass bei der ersten Gruppe die Durchführung des TPs vor der BIOSO-Prüfung über das Kapitel Blut stattfand, und bei der zweiten Gruppe danach. Dies unterstreicht die Notwendigkeit gewisser Vorkenntnisse für das gute Gelingen dieser praktischen Unterrichtseinheit.

Bei dieser Version finde ich, dass Aufwand und Nutzen für den Schüler in einem guten Verhältnis stehen. Die beiden Arbeitsblätter werde ich zu einem zusammenfügen und die Punkteverteilung etwas verändern (Anhang 26, 26‘). Ansonsten bin ich mit dem Verlauf des Praktikums und den erzielten Endresultaten sehr zufrieden.

Vergleicht man die Noten (nur den Blutausstrich betreffend), welche die Schüler bei der ersten Variante (V1) erzielt haben mit jenen der zweiten Variante (V2), können keine nennenswerten Unterschiede festgestellt werden. Auf 60 Punkte hochgerechnet, liegt der Notendurchschnitt in beiden Fällen um 40,5. Die schlechteste Note ist 29 (V1), bzw. 26 (V2). Die Bestnote beträgt 50 (V1), bzw. 52 (V2).

4.4.6.Mikroskopie – Pflanzengewebe – Aufbau eines Laubblattes

Planung und Begründung

Die Schüler haben bereits im „theoretischen“ Unterricht der BIOGE und BIOSO diverse Gewebe von Tieren, jedoch nicht von Pflanzen kennen gelernt. In dieser praktischen Unterrichtseinheit sollen die Schüler nun über einen Text die unterschiedlichen Gewebearten eines Laubblattes kennen lernen und deren jeweiligen Aufbau beschreiben können, sowie deren Aufgaben nennen können.
Damit es den Jugendlichen leichter fällt den Inhalt des Textes zu verarbeiten, habe ich die Namen der Gewebe/Blattbestandteile, sowie deren Aufbau und Funktion durch unterschiedliche Formatierung kenntlich gemacht (Anhang 30, 30‘).
Eine durch die Namen der Blattbestandteile zu vervollständigende schematische Darstellung vom Querschnitt eines Laubblattes soll zudem zur besseren Verständlichkeit des Textes beitragen.

Durch das einfärben der Chloroplasten in den Zellen der schematischen Darstellung, sollen sich die Schüler der ungleichmäßigen Verteilung dieser bewusst werden.
Dadurch, dass das lichtmikroskopische Bild der Pflanzenzelle, sowie die Funktion der Chloroplasten, bereits durchgenommen wurde, sollen die Schüler nun die Fotosynthese in Form einer Wortgleichung notieren und anschließend den Weg aller genannten Bestandteile in Form von verschiedenfarbigen Pfeilen auf dem Schema eintragen.
Um allen Jugendlichen die Möglichkeit zu bieten diese Aufgabe ohne Rücksprache mit mir erfolgreich zu lösen, projiziere ich eine Animation von Edumedia, welche den Stofftransport innerhalb der Pflanze zeigt.
Für diese Aufgaben sehe ich eine Unterrichtsstunde vor.

In der zweiten Unterrichtsstunde betrachten die Schüler ein Fertigpräparat vom Laubblatt der Buche im Querschnitt. Meine Wahl fällt auf ein Fertigpräparat, da ich bei vorherigen Praktika die Erfahrung gemacht habe, dass die Schüler viel Zeit in Anspruch nehmen um mit Hilfe eines Styrodurblocks einen brauchbaren Querschnitt selbst herzustellen. Die Durchführung erweist sich in meinen Augen als zu zeitaufwendig, unter anderem weil es den Schülern an Geschicklichkeit fehlt und steht daher in keinem vernünftigen Verhältnis zum Nutzen (=Erlernen einer bestimmten Arbeitstechnik) für die Lernenden.
Nachdem die Jugendlichen bereits in den vorherigen praktischen Unterrichtseinheiten naturwissenschaftliche Zeichnungen angefertigt haben, möchte ich, dass sie dieses Mal ein Foto eines charakteristischen Ausschnitts des Präparates durch das Mikroskop aufnehmen. Das Fotografieren ermöglicht zeitsparend die Beobachtung festzuhalten. Dieses Bild soll zu Hause in ein Word Dokument eingefügt werden und nach den bei naturwissenschaftlichen Zeichnungen anzuwendenden Regeln betitelt und beschriftet werden.
Zum einen applizieren die Jugendlichen so eine einfache Arbeitstechnik am Computer und zum anderen laufe ich so nicht Gefahr, dass die Schüler sich für die Anfertigung der naturwissenschaftlichen Zeichnung auf die auf dem Arbeitsblatt abgebildete schematische Darstellung des Blattquerschnitts basieren. Des Weiteren erhoffe ich durch einen abwechslungsreichen Medieneinsatz (Fotoapparat, Handy mit Kamera, Computer) die Lernmotivation zu steigern.

Fragen zur Verteilung der Schließzellen und zum Schwamm- und Palisadengewebe sollen das aufmerksame Betrachten der Lernenden unterstützen. Durch die Anschließende Herstellung und Betrachtung eines Frischpräparates von der Oberfläche des Laubblattes des Lauchs, sollen sich die

Schüler bewusst werden, dass sich Schließzellen nicht bei allen Laubblättern ausschließlich an der Blattunterseite befinden.
Dieses Abziehpräparat ist einfacher als ein Blattquerschnitt anzufertigen und bietet trotzdem die Möglichkeit die manuelle Geschicklichkeit zu fördern. Neben der auf dem Arbeitsblatt stehenden Versuchsanleitung zeige ich den Schülern eine Videoanimation, welche die genaue Vorgehensweise visualisiert. Ich erhoffe mir dadurch, dass jeder vor der Umsetzung eine konkrete Vorstellung der anzuwendenden Vorgehensweise hat und somit bei letzterer keine Fehler unterlaufen. Zum Sichern der Beobachtung nehmen die Schüler erneut ein Foto eines charakteristischen Ausschnitts des Präparates durch das Mikroskop auf, fügen die Aufnahme zu Hause in ein Word Dokument ein und beschriften diese abschließend (am Computer oder per Hand) (Anhang 30‘‘)
Die Arbeitsweise vor Ort fließt mit in die Endnote ein. Dadurch soll durch Stimulation der extrinsischen Motivation das gewissenhafte Arbeiten gefördert werden.

Die Letzte Aufgabe besteht darin die Vorteile der veränderbaren Größe der Spaltöffnungen zu erkennen und die dabei ablaufenden Vorgänge erklären zu können. Ermöglichen sollen dies die auf dem Arbeitsblatt stehenden Informationen.

Am Ende der Stunde gibt jede Zweiergruppe ein ausgefülltes Arbeitsblatt ab.

Ablauf

Das Praktikum verläuft mit den Schülern der Klasse 4GPS2 (17/18) wie geplant.
Dadurch, dass ich während dieser Stunde zwei Animationen und Filmausschnitte zeige, sowie die Vorgehensweise um ein Bild in ein Word Dokument einzusetzen, ist es wichtig, dass die ganze Gruppe ein mehr oder weniger gleich schnelles Arbeitstempo vorlegt. Dies erreiche ich dadurch, dass ich bei Beginn jeder Aufgabe den Schülern ansage über wieviel Zeit sie verfügen.

Damit die erste Aufgabe in der ersten Unterrichtsstunde erfolgreich erledigt werden kann, lege ich großen Wert auf Arbeitsteilung innerhalb der Zweiergruppe. Merke ich, dass eine Gruppe nur schlecht aus Sprachverständnisschwierigkeiten vorankommt gebe ich den Hinweis, dass die Namen der Gewebe/Blattbestandteile, sowie deren Aufbau und Funktion durch unterschiedliche Formatierung kenntlich gemacht wurden. Liegt das langsamere Vorankommen jedoch daran, dass

beide Schüler parallel genau die gleiche Arbeit verrichten, weise ich die Jugendlichen an, die Arbeit so aufzuteilen, dass jeder einen unterschiedlichen Aspekt behandelt.

Der Umgang mit dem Mikroskop gelingt allen Schülern, bis auf zwei einwandfrei.
Ebenso verhält es sich mit der Herstellung des Frischpräparates. Bei dieser vergessen zwei Gruppen nach dem Einfärben des Präparates überschüssiges Färbemittel abzuwaschen.
Alle Gruppen geben am Ende der Unterrichtseinheit ein vollständig ausgefülltes Arbeitsblatt ab.

Leider geben nicht alle Gruppen ihre Hausaufgabe in den zwei darauffolgenden Wochen ab. Zudem bemängele ich, dass einige abgegebene Hausaufgaben unvollständig sind (z.B. nur eine mikroskopische Aufnahme, Aufnahme ohne Beschriftung oder mit unvollständiger Beschriftung).

Bei der Zurückgabe dieser praktischen Arbeit, findet eine kurze Nachbereitung statt indem ich erstere mit den Schülern in der Klasse verbessere (Anhang 32).

Analyse

Das Gelingen der ersten Aufgabe basiert auf der Fähigkeit den zu analysierenden Text zu verstehen. Hier kommt vor allem den sprachschwächeren Schülern (oft mit Migrationshintergrund) zugute, dass die Namen der Gewebe/Blattbestandteile, sowie deren Aufbau und Funktion durch unterschiedliche Formatierung kenntlich gemachte wurden.
Trotz der Textaufbereitung durch die unterschiedliche Formatierung mangelt es manchen Schülerantworten an Vollständigkeit. Ich führe dies darauf zurück, dass in diesen Fällen die Tabelle meist in ganzen Sätzen anstatt stichwortartig ausgefüllt wurde. Möglicherweise gehen die Schüler davon aus, dass wenn das Kästchen „voll“ ist, alles wichtige notiert sei. Hier fehlt es noch an der kritischen Selbstreflexion.

Bei der ersten Aufgabe arbeiten die Schüler mehrerer Gruppen zu Beginn eher parallel an einem gleichen Aspekt anstatt individuell an zwei unterschiedlichen Aspekten. Dies führe ich darauf zurück, dass es das erste Praktikum ist, bei dem die Schüler sich die Arbeit aufteilen müssen um es erfolgreich beenden zu können. Meiner Aufforderung die Arbeit anders aufzuteilen, kommen die Jugendlichen sofort nach.

Wegen den zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln (Arbeitsblätter, Fertigpräparat, Animationen, Model) gelingt es fast allen Schülern sämtliche Aufgaben einwandfrei selbstständig in der vorgegebenen Zeit zu erledigen. Dass 2 Gruppen den überschüssigen Farbstoff vergessen auszuwaschen führe ich auf mangelnde Konzentration zurück und auf den Umstand, dass bei bisher sämtlich angefertigten Präparaten, das Auswaschen nicht nötig war.
Bedingt durch die Tatsache, dass einzelne Gruppen die Hausaufgabe, welche zu 20 Punkten in die Endnote mit einfließt, nicht, bzw. nur unvollständig abgeben, sind die erzielten Resultate nicht so gut wie sie hätten sein können.
Der Klassendurchschnitt liegt somit nur bei 41,5. Die Bestnote beträgt 50 und die schlechteste 29. Letztere Arbeit wurde von einem Schüler abgegeben welcher alleine arbeitete weil sein Gruppenpartner fehlte. Obwohl ich ihm von Zeit zu Zeit Hilfestellung bot und ihm erlaubte sich zum Teil mit der Nachbargruppe abzusprechen mangelt es seinen Antworten an Vollständigkeit und Richtigkeit. Der besagte Schüler arbeitete im allgemeinen stets unkonzentriert mit mangelnder Gewissenhaftigkeit. Als direkter Vergleich dient mir hier die Arbeit des Schülers welcher das „TP“ alleine nachholen musste (Anhang 30‘) und dessen Note 48 betrug.

Alles eingeschlossen bin ich mit dem Verlauf dieser praktischen Unterrichtseinheit sehr zufrieden und kann die von mir gewählte Vorgehensweise nur weiterempfehlen.

4.4.7.Analyse von TEM-Aufnahmen

Planung und Begründung

Nach dem in der Klasse sämtliche Zellorganellen und deren Funktionen durchgenommen wurde, sollen die Schüler nun die Möglichkeit bekommen ihr erlerntes Wissen anzuwenden und zu festigen. Hierfür greife ich auf Unterlagen aus dem Heft „Unterricht Biologie, Struktur und Funktion“ zurück und fertige daraus aus den bereits zuvor genannten Gründen ein Arbeitsblatt an (Anhang 33).

Ziel der angeleiteten Arbeit ist es zwei mit dem Transmissionselektronenmikroskop gemachte Aufnahmen durch genaues betrachten zu analysieren. Die Jugendlichen sollen dabei so viele Zellorganellen wie möglich ausmachen. Eine schematische Darstellung der jeweiligen TEM-Aufnahmen bietet den Schülern dabei Hilfestellung.
Anschließend sollen die Lernenden eine Verbindung zwischen den besonders häufig vorkommenden Zellorganellen und der Funktion der Zelle herstellen. Dadurch sollen die

Jugendlichen erkennen, dass es einen Zusammenhang zwischen der Funktion und dem Bau spezialisierter Zelle gibt.
Zum besseren Textverständnis projiziere ich zu gegebener Zeit, ein Schema welches den Aufbau des Dünndarms zeigt. Zum Bearbeiten des Arbeitsblattes empfehle ich den Schülern zusätzlich auf ihre Unterrichtunterlagen zu den Zellorganellen aus dem „theoretischen" BIOGE Unterricht zurückzugreifen.

Die Schüler arbeiten paarweise. Durch das Absprechen der Antworten mit dem Gruppenpartner verbalisieren die Schüler ihre Gedanken und hinterfragen diese wie unter Punkt 4.3.2 (Sozialformen) beschrieben eher. Ich erhoffe mir durch die Teamarbeit ein besseres Endresultat.

Ablauf

Zu Beginn des Unterricht gehen ich kurz mit den Schülern die Stellung der Aufgaben durch. Die Bearbeitung der Arbeitsblätter verläuft anschließend insgesamt sehr gut.

Die Schüler der Klasse 10PS1 (16/17) zeigen sich etwas verunsichert über die von mir, auf den nach elektronen-mikroskopischen Aufnahmen gemachten Zeichnungen, vorgesehene Anzahl auszumachender Strukturen. Ich weise sie darauf hin, dass für jeweils 5 vorgesehene Punkte 10 richtige Antworten eingetragen werden müssen. Fehlende oder falsche Beschriftung schlägt mir einem halben Punkt Abzug zu Buche. Sowie die Jugendlichen durch genaues Betrachten der Bilder die Beschriftung dieser begonnen hat, gelingt es allen mindestens 10 Strukturen anzugeben. Bei der ersten Zeichnung beschriften sie in allen Fällen sogar darüber hinaus.

Ähnlich verhält es sich mit der Beschriftung der elektronenmikroskopischen Aufnahmen. Hier sage ich an, dass mindestens 5 Strukturen richtig erkannt und beschriftet werden müssen und dass eine fehlende oder falsche Beschriftung einen Punkt Abzug kostet.

Für weitere Irritation sorgte noch der Umstand, dass in beiden Fällen die den Zellen kein glattes endoplasmatische Retikulum zu erkennen war. Die Schüler sind bis dahin davon ausgegangen, dass eine Zelle sämtlichen Zellorganellen in gleich gut zu erkennenden Proportionen besitzen muss.

Die meisten Fragen stellen die Schüler mir während des Unterrichts zur Funktion der Zellen. Dabei verweise ich sie immer wieder auf die beiden kurzen, jedoch sehr informationsreichen Texte, sowie auf die Projektion welche den Aufbau des Dünndarms zeig.
Meiner Aufforderung die Texte erneut, dieses Mal jedoch aufmerksamer zu lesen, füge ich hinzu, dass bei Verständnisschwierigkeiten den Inhalt betreffend, letztere genau formuliert werden müssen, um dann erneut bei mir zu Erläuterungszwecken nachzufragen. Zu Fragen über die Dünndarmepithelzelle verweise ich auf das Schema welches den Aufbau des Dünndarms zeigt und gebe falls nötig einige Erklärungen.
Zudem weise ich die Jugendlichen an besonders häufig vorkommende, besonders ausgeprägte Zellorganellen zu identifizieren, um sich anschließend auf die Aufgaben dieser Strukturen zu konzentrieren. An dieser Stelle erinnere ich die Jugendlichen, dass ihnen ihre Arbeitsunterlagen aus dem „theoretischen" Unterricht zur Verfügung stehen und konsultiert werden dürfen

Analyse

Die Jugendlichen sind angespornt auf den naturwissenschaftlichen Zeichnungen ein Maximum an Strukturen ausfindig zu machen, um somit das Arbeitsblatt möglichst vollständig auszufüllen. Erkennbar wird dies durch das konzentrierte und ruhige Arbeiten, sowie durch die abgelieferte Arbeit. Die Schüler sind inzwischen geübt Schemen auszufüllen, wodurch ihnen diese Aufgabe leicht von der Hand geht. Etwas schwieriger gestaltet sich das Identifizieren der Strukturen auf den elektronenmikroskopischen Aufnahmen.

Die ausgeteilten Arbeitsblätter werde ich durch die im Unterricht gegebenen Informationen zur Bewertung vervollständigen, damit die Schüler in Zukunft vor Augen haben, wie die Beschriftungen der Zeichnungen und Fotos im Detail benotet werden. (Anhang 34)

Nicht alle Schüler lesen die Texte aufmerksam genug, beziehungsweise verstehen den Inhalt dieser ausreichend, um die dritte Aufgabe selbstständig zu lösen. Auch die von mir projizierte schematische Abbildung vom Aufbau des Dünndarms bedarf bei diesen Schülern Erklärungen meinerseits bevor letztere fähig sind den Bau der Dünndarmepithelzellen mit ihrer Funktion in Verbindung zu bringen. Um diesen Verständnisschwierigkeiten entgegen zu wirken, werde ich beim nächsten Mal den Schülern eine Animation von Edumedia „Nährstoffaufnahme im Dünndarm" zeigen. Diese Animation veranschaulicht den Informationstext und macht letzteren auch für Schüler mit Textverständnisschwierigkeiten einfacher zugänglich.

Die Aufgabe bei der es darum ging den Bau der Dünndarmepithelzelle und der Plasmazelle mit ihren Funktionen in Verbindung zu bringen wurde meist nur mittelmäßig beantwortet. Grund hierfür liegt vor allem in der Unvollständigkeit der Antworten. Die Schüler berücksichtigen in ihrer Antwort zum Beispiel nicht alle stark ausgeprägten Zellstrukturen. So erwähnen sie bei der Plasmazelle zwar das markante rER, erwähnen aber mit keinem Wort die Ribosomen oder den Nucleolus.

Dass das Arbeitsblatt dem Niveau angepasst ist bestätigt meines Erachtens die erbrachten Schülerleistungen. Der Klassendurchschnitt liegt bei 27/40. Die Bestnote beträgt 33,5 und die schlechteste Note 17. 2 von 13 Gruppen haben eine Note die ungenügend ist.

4.4.8.Sektion des Schweineherzens

I. Praktische Sektion des Schweineherzens

Planung und Begründung

Bei der Sektion des Schweineherzens habe ich mich entschlossen, diese erst durchzuführen wenn die Schüler die Kapitel Blutkreislauf und Herz im BIOSO-Unterricht durchgenommen habe. Kennen die Schüler bereits den Aufbau des Herzens, können sie sich auf die Suche nach den gelernten Merkmalen machen und so durch das Manipulieren und Untersuchen des Schweineherzens ihr Wissen anwenden, überprüfen und festigen. Zudem nimmt diese Vorgehensweise weniger Zeit in Anspruch als das endeckende Beobachten, weil die Lernenden die zu erkennenden Merkmale schneller und besser ausfindig machen. So bleibt dann noch Zeit weitere Aspekte wie zum Beispiel die Fließrichtung des Blutes zu beleuchten.
Arbeitet man zuerst praktisch und dann theoretisch können die Schüler selbst die zu erarbeitenden Merkmale entdecken, müssen jedoch deutlich stärker gelenkt werden, z.B. durch viele kleine Arbeitsschritte mit Zwischenfragen, Vergleichen (Suche die Vorhöfe, welche durch ihre Form an Ohren erinnern! Aus wie vielen Vorhöfen besteht ein Herz? ...) und Schemata.

Wie bereits bei vorherigen „praktischen“ Aufgaben, bei denen mit Tierteilen gearbeitet wurde, informiere ich die Klasse, aus den in Punkt „3.1.1. Untersuchen“ genannten Gründen im Vorfeld über das Thema des bevorstehenden „praktischen“ Unterrichts. Die ausgeteilten Arbeitsblätter (Anhang 36‘‘) weisen die Schüler an wie sie vorgehen sollen und dienen dem Sichern ihrer Beobachtungen und Schlussfolgerungen.

Ablauf

Sowohl die Schüler der Klasse 10PS1 (16/17), wie auch die Schüler der Klasse 10PS2 (16/17) scheinen alle besonders aufgeregt und gespannt die angekündigte Sektion am Schweineherzen durchführen zu dürfen. Die Jugendlichen sind etwas unruhiger als sonst, arbeiten jedoch ganz motiviert und überwiegend auch sehr konzentriert. Dies wird zum einen durch die freiwillige Dokumentation ihrer Arbeit mit dem Handy ersichtlich und zum anderen durch ein zügiges Vorankommen. Musste ich bei Vorherigen Arbeiten die Jugendlichen teilweise antreiben schneller zu arbeiten, stellt sich mir hier eher das entgegengesetzte Problem.
In diesem Praktikum ist es meines Erachtens von großem Vorteil wenn der gesamte Klassenverband ein gleichschnelles Arbeitstempo vorlegt. Dies ermöglicht es mir bei eventuellen Unklarheiten zum einen, durch eine einmalige Erklärung an die ganze Klasse für Aufklärung zu sorgen und zum anderen, bei jeder Gruppe die Durchführung eines gleichen Arbeitsschrittes zu überprüfen. Zudem beuge ich vor, dass eine Gruppe das Herz falsch seziert, weil es den Arbeitsauftrag falsch verstanden hat und ihnen so wichtige Beobachtungen entgehen.
Daher gab ich zu Beginn des Unterrichts die Anweisung, dass immer erst dann geschnitten werden darf nachdem ich hierfür meine ausdrückliche Erlaubnis erteilt habe.

Am häufigsten wurde ich gefragt wo genau sich in der Aorta der Zugang zu den Herzkranzgefäßen befindet, da es einem nicht möglich sei irgendwo einen Faden einzuführen und ob man bereits den nächsten Arbeitsschritt durchführen dürfe, weil man sich mit diesem bereits fertig glaubte.
Im ersten Fall ließ ich mir von den Schülern zeigen wo sie den Eingang in die Herzkranzgefäße vermuteten. Die Schüler zeigen mir mit einigen Ausnahmen alle die richtige Stelle. Sie waren jedoch verunsichert, weil es ihnen nicht gelang den Faden des Kantenschneiders einzuführen. Sie schoben allesamt den Nylon Faden zu zaghaft voran.

Auf die zweite Frage hin ließ ich mir von den Schülern ihre notierten Antworten zeigen. Dabei stellte ich immer wieder fest, dass diese nur unvollständig waren. In dem Fall wies ich die Jugendlichen an ihre Beobachtungen und Schlussfolgerungen noch einmal zu überdenken und noch besser auf Genauigkeit und Vollständigkeit zu achten.
Stellten die zu Papier gebrachten Antworten mich zufrieden, lenkte ich das Augenmerk der Lernenden auf einen weiteren Aspekt des eben durchzunehmenden Arbeitsschrittes. Bei den Herzkranzgefäßen wies ich die Schüler zum Beispiel an mir einen weiteren Abgang zu finden oder ich befragte sie zur Funktion der Herzkranzgefäße und zu den Folgen wenn letztere verstopfen.

Nachdem der letzte Arbeitsauftrag erledigt war, räumten die Schüler ihr Arbeitsfeld auf und gaben ihre ausgefüllten Arbeitsunterlagen am Ende des Unterrichts ab.

Analyse

Mit dem Verlauf der Stunden zum Thema „Sektion eines Schweineherzens“ bin ich sehr zufrieden. Die Schüler arbeiteten allesamt sehr gut. Auch mit den schriftlich erbrachten Resultaten bin ich ganz zufrieden. Mit Ausnahme einer Gruppe auf der Klasse 10PS1, welche eine ungenügende Note erhielt, haben alle gut abgeschnitten.

Klasse	Klassendurchschnitt	Bestnote	schlechteste Note	Anzahl der ungenügenden Noten
10PS1	41,5/ 60	50/ 60	26/ 60	2/ 26
10PS2	44,9/ 60	51/ 60	39/ 60	0/ 26

Zum einen führe ich dies auf das höhere Schülerinteresse und die gesteigerte Motivation in Bezug auf den Untersuchungsgegenstand zurück und zum anderen auf ein gleiches Arbeitstempo innerhalb der Klasse. Gruppen die schnell vorankamen, hatten die Möglichkeit ihre Antworten erneut zu überprüften. Gruppen die langsamer vorankamen ließen trotzdem keine Frage komplett unbeantwortet, da ich vor der Durchführung des nächsten Arbeitsschrittes sicherstellte, dass alle folgen konnten. Dabei achtete ich jedoch nicht auf Vollständigkeit und Sinn der Antworten.

Analysiere ich die einzige unzureichende Arbeit, stelle ich fest, dass es dieser vor allem an Sinn und Genauigkeit fehlt. Bei der Frage nach der Richtung in welche die Taschenklappen das Blut durchfließen lassen, antwortet man mir anstatt „aus dem Herzen hinaus“, „von unten“. Bei einer Frage zur Beschaffenheit der Arterien notieren mir die besagten Schüler etwas über den Myokard der Herzkammern. Beide Lernenden dieser Arbeitsgruppe sind sehr schwach und wurden nicht versetzt.

Alles in allem kann ich dieses TP, in dieser Form nur wärmstens weiter empfehlen, da es der Lehrkraft ermöglicht den Schülern den Bau des Herzens genau vor Augen zu führen. Zudem ermöglicht es den Jugendlichen erlerntes Fachwissen durch aufmerksames Untersuchen anzuwenden, zu prüfen und zu festigen. Die Schüler sind während der Durchführung der praktischen Arbeit weder über- noch unterfordert. Sie arbeiten konzentriert und interessiert.

Um das Arbeitsblatt visuell ansprechender zu gestalten habe ich es etwas überarbeitet, wobei ich in erster Linie zusätzliche Bilder eingefügt habe (Anhang 36).

II. „Theoretische“ Sektion des Schweineherzens (=angeleitete Arbeit)

Planung und Begründung

Dadurch, dass zwei Schüler der Klasse 10PS1 (16/17) die Sektion des Schweineherzens verpassten, arbeitete ich Unterlagen zu einer angeleiteten Arbeit zur Sektion (Anhang 37‘‘ + 37) des Schweineherzens aus. Mit Hilfe der hier abgebildeten Fotos, den Hyperlinks zu Flashanimationen, sowie ihren Unterlagen aus dem BIOSO-Unterricht können die Schüler sämtliche Fragen selbstständig beantworten.

Ablauf

Während ich mit einer Hälfte der Klasse 10PS1 regulär im „praktischen“ Unterricht arbeitete, beaufsichtigte ich parallel die beiden Schüler beim Nachholen ihrer angeleiteten Arbeit. Beide Schüler arbeiten einzeln, auf sich gestellt. Jeder verfügt neben den auszufüllenden Arbeitsblättern über einen Laptop zum Anschauen der Flash-Animationen und seiner Unterrichtunterlagen.
Ich erkundige mich von Zeit zu Zeit ob es ihnen gelingt die Aufgaben zu beantworten, welches man mir bejahte. Noch bevor die Blockstunde vorüber war gaben mir die Jugendlichen ihre Aufgabe ab.

Analyse

Beide Schüler erhielten bei ihrer Arbeit eine gute, bzw. zufriedenstellende Note (23/ 30; 18/30). Ihren Antworten fehlt es im Allgemeinen jedoch an Genauigkeit und Vollständigkeit (Anhang 37‘‘). Zum Teil führe ich dies darauf zurück, dass Texte zu ungenau gelesen wurden.
Unverständlich ist mir, dass manche Fragen gar nicht erst beantwortet wurden. Im Speziellen deshalb, weil ich doch vor Ort war und die Möglichkeit bestand nachzufragen. Letzteres wurde jedoch nicht genutzt. Ich gehe davon aus, dass die Schüler lieber auf sich gestellt arbeiten wollten und sich aus Motivationsmangel nicht weiter mit den besagten Fragen beschäftigen wollten.
Damit die Jugendlichen in Zukunft den Textinhalt noch besser verstehen und beim Betrachten und Analysieren der Bilder noch genauer wissen auf was sie achten sollen, habe ich die Arbeitsblätter zu dieser angeleiteten Arbeit etwas abgeändert. Zudem habe ich die Punkteverteilung angepasst. (Anhang 37).

4.4.9.Stofftransport: Diffusion und Osmose

I. Diffusion und Osmose - im Modell und in Geweben

Planung und Begründung

Zum Kapitel „Stofftransport: Diffusion und Osmose“ war es mir wichtig eine Arbeit aufzustellen bei dem die Schüler ohne themenbezogene Vorkenntnisse, Fachbegriffe eigenständig erarbeiten und Beobachtungen folgerichtig interpretieren können.
Beim Aufsetzen des Arbeitsblattes (Anhang 39) achtete ich darauf, dass dieses entweder alle Informationen zur selbstständigen Erarbeitung der Fachbegriffe lieferte, beziehungsweise die Schüler auf weiterführende Quellen verwies.
Den Begriff „brownsche Molekularbewegung“ erarbeiten die Schüler über einen Text, welcher durch Bilder illustriert wird, sowie über eine Animation und einen Filmausschnitt. Der zu diesem Thema durchzuführende Versuch ermöglicht die brownsche Molekularbewegung mihilfe von Tuscheteilchen sichtbar zu machen. Die Umsetzung dieses findet aus praktischen Gründen am Lehrerpult statt. Nachdem die Schüler ihre Beobachtungen reihum gemacht haben, sollen sie den eben definierten Begriff durch Anwenden festigen.
Zum Thema Osmose starten die Schüler zuerst einen kleinen Versuch auf Modellebene. Während dieser sich vollzieht erarbeiten die Jugendlichen sich mithilfe weiterer Bilder, Hyperlinks zu Biologie Lexika und ihrem Schulbuch die Begriffe „selektiv permeable Membran“ und „Osmose“. Nach Abschluss des Versuchs werden die eben definierten Fachbegriffe benötigt um die zumachenden Beobachtungen erklären zu können. Durch das korrekte Anwenden der Begriffe in der Auswertung und Schlussfolgerung sollen erstere besser memorisiert werden.
Abschließend findet noch ein weiterer Versuch statt. Dieses Mal wird anstatt auf eine Einmachhaut (Modellebene) auf eine Kartoffel (Gewebeebene) zurückgegriffen. Die Schüler sollen mithilfe ihres bisher erarbeiteten Wissens ihre Beobachtungen begründet erklären können. Während die Wasserbewegungen sich im Kartoffelgewebe je nach Salzkonzentration vollziehen, beschreiben die Jugendlichen wie man vorgehen soll um eine 0,9%ige Kochsalzlösung herzustellen.

Ablauf

Die Schüler der Klasse 10PS2 schienen anfangs entwas verunsichtert, dass ein Kapitel im „praktischen“ Unterricht eingeleitet wurde. Ein Schüler äusserte die Befürchtung, dass einem doch dann die nötigen Vorkenntnisse fehlen würden, um die Aufgaben richtig zu lösen. Ich

versicherte der Klasse, dass keine spezifischen Vorkenntnisse zum Thema „Stofftransport: Diffusion und Osmose“ gebraucht würden. Alles nötige stünde in den Arbeitsunterlagen.

Anstatt auf Laptops zurückzugreifen erlaubte ich den Schülern den gezielten Gebrauch ihres Smartphones, um die in den Arbeitsunterlagen angegebenen Hyperlinks zu konsultieren. Soweit ich dies beurteilen konnte, hielten sich alle Schüler diesbezüglich an meine Anweisungen. Daduch, dass die angegebenen Hyperlinks nicht unbedingt notwendig sind um die Aufgaben korrekt zu lösen, gab es sogar Gruppen, welche die Internetseiten nicht aufsuchten und ihr Smartphone daher gar nicht nutzten.

Die Schüler arbeiteten eigenständig die Arbeitsanweisungen des Arbeitsblattes ab. Das Arbeitstempo bestimmten die Schüler dabei selbst. Einzige Vorgabe die ich machte, war dass der Versuch zum Thema 4 spätestens in der Pause zwischen den zwei „praktischen“ Unterrichtsstunden gestartet werden soll.
Während die Schüler arbeiteten, befragte ich sie von Zeit zu Zeit zu ihren Beobachtungen. Falls diese mir zu unvollständig schienen wies ich sie auf etwas genauer hinzuschauen, bzw. noch einmal das Wasser zu kosten oder das Kartoffelgewebe abzutasten. Beim Versuch des Themas 3, fiel es wiederholt einigen Schülern schwer zu bestimmen ob das Wasser süß schmeckt oder nicht.

Im Zusammenhang mit den Auswertungen und Schlussfolgerungen traten die meisten Fragen auf. Die Schüler wirkten unsicher obwohl ihre vorgeschlagenen Antworten durch die Reihe richtig waren oder zumindest den richtigen Ansatz hatten. Daher forderte ich die Jugendlichen in der Regel auf ihren Gedanken beizubehalten, diesen jedoch noch weiter bis zu Ende zu denken.

Die meisten Schwierigkeiten bereitete den Schülern die letzte Aufgabe. Nur über das Frage-Antwort-Spiel, mit Hilfe der Tafel zur Sicherung der Schülerantworten, gelang es mir die Vorgehensweise zur Herstellung einer 0,9% Kochsalzlösung zu erklären.

Analyse

Den Ablauf dieser TP-Stunde empfand ich als sehr angenehm. Die Schüler arbeiteten konzentriert und waren motiviert die Aufgaben richtig zu lösen. Die Zeit um die unterschiedlichen Aufgaben zu machen reichte gut aus. Dadurch, dass zum Teil eine Warteschlange vor dem Pult entstand, um

die Bewegung der Tuscheteilchen beobachten zu können, habe ich beim Thema 1 die Aufgabe B hinzugefügt.

Auch in Punkto erbrachte Leistung bin ich ganz zufrieden. Die meisten Punktabzüge gab es wegen mangelnder Vollständigkeit oder Genauigkeit (Anhang 39‘‘).

Klasse	Klassendurchschnitt	Bestnote	schlechteste Note
10PS2	25,5/ 40	33/ 40	20/ 40

Alles in allem haben die Schüler jedoch gut gearbeitet und schienen den Inhalt auch verstanden zu haben. Dies machte sich unter anderem im „theoretischen“ Unterricht bemerkbar. Bei der Einführung des Kapitels „Stofftransport: Diffusion und Osmose“ kam ich mit der Klasse 10PS2 besser voran als mit den Schülern der Klasse 10PS1, bei denen ich die Begriffe erst im „theoretischen“ Unterricht einführte.

Die Schwierigkeiten welche beim Errechnen des Saltzgehalts in einer 0,9%igen Kochsalzlösung auftraten, führe ich auf mangelnde mathemaitsche Kenntnisse im Zusammenhang mit der Dreisatzregel zurück.

II. Osmose: Osmotische Wirksamkeit von Substanzen - Plasmolyse und Deplasmolyse in Geweben

Planung und Begründung

Dadurch, dass im „theoretischen“ Unterricht das Kapitel Osmose gerade abgeschlossen wurde, wollte ich den Schülern die Gelegenheit bieten durch Anwenden der Fachbegriffe und ihrer Kenntnisse, diese zu festigen.
Im „theoretischen“ Unterricht wurden Beispiele durchgenommen, bei denen jeweils nur von einer bestimmten Substanz eine bestimmte Konzentration in Betracht gezogen wurde.
Im „praktischen“ Unterricht soll daher beim ersten Versuch die osmotische Wirksamkeit von unterschiedlichen Substanzen geprüft werden und beim zweiten Versuch die osmotische Wirksamkeit von unterschiedlich stark konzentrierten Kochsalzlösungen.

Damit die Schüler wissen wie sie vorzugehen haben und zum Sichern ihrer Beobachtungen, sowie zum Notieren der Auswertung und Schlussfolgerung, teile ich ein für dieses TP eigens zusammengestelltes Arbeitsblatt aus.

Um festzustellen ob die Wahl der Kartoffel eine Rolle spielt, arbeitete jeweils eine Hälfte der Gruppe mit mehligen Kartoffeln und die andere Hälfte mit festkochenden Kartoffeln.
Bei der ersten Gruppe sollten die Schüler aus den Kartoffeln Würfel mit exakt gleichlangen Kanten (2,5 cm) schneiden. Die Umsetzung gestaltete sich in meinen Augen mehr als schwierig. Manche Schüler brauchten gleich mehrere Kartoffeln! Daher griff ich bei der zweiten Gruppe auf einen Pommesschneider zurück. Die Schüler mussten nun nur noch 3 Pommes auf gleicher Länge abschneiden. Die Pommes bietet zudem den Vorteil, dass sie eine wesentlich längere Seite hat. Hier können bereits nach kürzere Zeit mikroskopische Veränderungen auf makroskopischer Ebene wahrgenommen werden.
Während der Versuch mit den Pommes in unterschiedlichen Kochsalzlösungen vonstatten geht, sollen die Schüler beschreiben wie man vorzugehen hat um die jeweiligen Lösungen herzustellen. Zudem erkläre ich den Schülern dann wie man eine Differenz in % angibt.
Nach Abschluss des besagten Versuchs sollen die Jugendlichen begründet erklären was die zu erwartende Beobachtung ist, bringt man die Pommes aus der 20%igen Kochsalzlösung in destilliertes Wasser. Durch dieses in Gedanken durchgeführte Experiment, können die Jugendlichen zum einen das Stellen von Hypothese erproben und zum andern durch das Anwenden von Fachwissen, ihr Wissen festigen und belegen, dass sie das Prinzip der Osmose einwandfrei verstanden haben.

Ablauf

Die Durchführung des ersten Versuches, bei dem es darum ging die osmotische Wirksamkeit von Substanzen zu ermitteln, bereitete den Schülern keine Schwierigkeiten. Bei der Beobachtung jedoch notierten sie bereits Teile der Auswertung und Schlussfolgerung (Anhang 41‘‘).
Bei der Auswertung und Schlussfolgerung begründeten einige Gruppen die zu machenden Beobachtungen ohne das Wort „Osmose“ wie erfordert anzugeben. Allgemein fehlte es der Auswertung und Schlussfolgerung an Genauigkeit und Vollständigkeit. Um dem in Zukunft entgegen zu wirken habe ich die Hinweise, welche den Schülern bei der Auswertung und Schlussfolgerung helfen sollen, leicht umformuliert und wichtige Begriffe/ Anweisungen durch eine unterschiedliche Formatierung hervorgehoben (Anhang 41).
Wie bereits zuvor erwähnt erwies sich das Schneiden gleichgroßer Kartoffelwürfel mit einer Kantenlänge von 2,5cm als nicht so einfach wie anfangs von mir gedacht. Grund weshalb ich auf einen Pommesschneider zurückgriff. Dieser ermöglichte ein zügigeres Vorankommen und hat sich meines Erachtens daher bewährt.

Bei der Beobachtung gelingt es den Schülern eine Veränderung in Punkto Konsistenz, Gewicht und Länge festzuhalten. Letzteres in der Regel jedoch nur für die längste Kantenseite.

Am schwersten fällt den Schülern das Errechnen des Salzgehalts in den unterschiedlich stark konzentrierten Kochsalzlösungen, sowie das Gedankenexperiment.

Die Jugendlichen arbeiten weitgehend autonom, manchmal leider zu unkonzentriert, beziehungsweise in der Gruppe unzureichend aufeinander abgestimmt. So schüttete eine Gruppe beim zweiten Versuch anstatt unterschiedlich stark konzentrierten Kochsalzlösungen, immer die gleiche Kochsalzlösung in die jedoch unterschiedlich beschrifteten Reagenzgläser. Dieser Fehler wurde den Schülern jedoch erst nach Abschluss des Versuches bewusst. Als die Fehlerquelle dank einer Geschmacksprobe ausfindig gemacht wurde, haben die beiden Betroffenen am darauffolgenden Tag, nach dem regulären Unterricht, den Versuch erneut durchgeführt.

Analyse

Wenn die Schüler immer wieder Teile aus „Auswertung und Schlussfolgerung“ in die „Beobachtung“ schreiben, tun sie dies meiner Meinung nach, weil sie sich über die Gründe die hinter den zu machenden Beobachtungen stecken total sicher sind. Ich glaube, dass die Jugendlichen davon ausgehen, dass wenn sie etwas für offensichtlich halten, dies daran liegt, dass sie es sehen können und nicht daran, dass sie es begründen können.

Allgemein habe ich auch hier wie so oft feststellen müssen, dass es den Erklärungen an Genauigkeit und Vollständigkeit fehlt. Zum Teil werden die Antworten durch mangelnde Genauigkeit leider falsch. Alles in allem sind die erzielten Resultate ausreichend, könnten jedoch noch besser sein, hätten sich die Schüler etwas mehr bemüht die Unterrichtunterlagen wie von mir empfohlen zu Rate zu ziehen.

Klasse	Klassendurchschnitt	Bestnote	schlechteste Note	Anzahl der ungenügenden Noten
10PS1	26,3/ 50	36,5/ 50	17,5/ 50	6/ 26

Den Grund für die Schwierigkeiten welche die Schüler hatten, um den Salzgehalt in den jeweiligen Kochsalzlösungen zu errechnen, sehe ich erneut in mangelnder Fähigkeit die Dreisatzregel anwenden zu können. Die überwiegend unzufriedenstellenden Antworten zum Gedankenexperiment führe ich auf mangelnde Motivation und mangelnde Übung zurück. Die Schüler schienen unwillig sich voll und ganz auf diese Übung gedanklich einzulasssen.

Nachdem ich die Schüler die jeweiligen Versuche mit festkochenden und mehligen Kartoffeln habe durchführen lassen komme ich zum Schluss, dass nicht allzu frische mehlig kochende Kartoffeln sich am besten eignen. Nach meinen Recherchen und Überlegungen begründe ich dies wie folgt:
Der Stärkeanteil ist mit 16,5% in mehligen Kartoffeln höher als bei anderen Kartoffeln. Zum Vergleich, der Stärkeanteil bei festkochenden Kartoffeln liegt nur bei rund 14%. Je höher der Konzentrationsunterschied zwischen Zellinnerem und Zelläußerem desto besser strömen die Wasserteilchen in die Kartoffelzellen hinein.
Pflanzenzellen sind turgeszent (=prall gefüllt) und im Allgemeinen in einer hypotonen Umgebung am gesündesten. In diesem Fall setzt sich der osmotische Druck, welcher durch die einströmenden Wasserteilchen und den Gegendruck der Zellwand entsteht, dem weiteren Wassereinstrom und somit dem weiteren Konzentrationsausgleich entgegen. Nimmt man ganz frische Kartoffeln, bei denen die Zellen turgeszent sind, kann man in einer isotonen (0,95%igen) NaCl-Lösung einen Wasseraustritt beobachten. Nimmt man etwas ältere Kartoffeln, wo die Zellen nicht mehr prall mit Wasser gefüllt sind, ist dem nicht so.

III. Osmose: Plasmolyse und Deplasmolyse in Zellen

Planung und Begründung

Nachdem die Schüler der Klasse 10PS2 das Phänomen der Osmose bereits auf Modellebene und auf Gewebeebene kennengelernt hatten, wollte ich ihnen die Möglichkeit bieten Osmose auch auf Zellebene beobachten zu können. Dadurch, dass es bei den bisher durchgeführten praktischen Arbeiten ausreichte die ausgehändigten Arbeitsblätter zu vervollständigen, sollten die Jugendlichen dieses Mal (wie zu Beginn des Jahres angekündigt) einen vollständigen Bericht verfassen. Hierfür verwies ich die Lernenden auf das Arbeitsblatt „Praktisches Arbeiten – Einführung“ (Anhang 2, S.4), welches genau beschreibt nach welchen Regeln ein Versuchsprotokoll angefertigt werden soll.

Hierfür fertigte ich ein Arbeitsblatt an, welches den Arbeitsauftrag beschrieb, sowie zwei Tabellen zur Bewertung der anzufertigenden Zeichnungen enthält.

Ablauf

Ich teilte den Schülern den Arbeitsauftrag zuerst mündlich mit. Anschließend teilte ich ihnen das Arbeitsblatt aus, welches ihnen die Möglichkeit bot eventuell noch einmal etwas nach zu lesen.

Die Schüler begannen sofort mit der Umsetzung der Aufgabe. Die Anfertigung des Frischpräparates verlief gut.

Alles in allem arbeiteten die Jugendlichen motiviert, jedoch nicht sehr konzentriert. Sie schienen mir insgesamt etwas ungeduldig. So bekam ich die Rückmeldung, dass nach Zugabe der unterschiedlich konzentrierten Salzlösungen „Nichts" geschehen würde. Meine Antwort daraufhin lautete man müsse sich in Geduld üben und gegebenenfalls noch einen weiteren Tropfen der jeweiligen Kochsalzlösung hinzufügen.

Manche Schüler vergaßen sich die Zeit zu notieren zu der sie die Kochsalzlösung hinzugaben, welches ich auf mangelnde Konzentration zurückführe. Unverständlich ist mir jedoch wie zwei Schüler, beide aus dem gleichen Team, es fertigbringen konnten am Ende der Stunde nur eine Zeichnung abzugeben anstatt zwei. Als Erklärung gaben sie an, man wäre davon ausgegangen jede Gruppe müsse nur zwei Zeichnungen abgeben, da jede Gruppe jeweils nur ein Versuchsprotokoll anfertigen müsse.

Analyse

Zugegeben, es dauerte etwas länger bis die plasmolysierten Zellen mithilfe des destillierten Wassers wieder vollständig deplasmolysiert waren. Aus dem Grund habe ich den Arbeitsauftrag etwas abgeändert (Anhang 43), sodass die Schüler zuerst eine Zeichnung einer Zwiebelzelle in 0,9%iger Kochsalzlösung anfertigen, anschließend 20%ige Kochsalzlösung hinzugeben, ihre Beobachtung in Form einer weiteren Zeichnung festhalten und abschließend das destillierte Wasser hinzufügen und bis zum Ende der Stunde die Deplasmolyse in Ruhe beobachten können. Durch diese Vorgehensweise sollen sich die Jugendlichen nicht gedrängt fühlen, kurz nach Beigabe des destillierten Wassers, noch vor Ende der Deplasmolyse, mit der biologischen Zeichnung anfangen zu müssen um rechtzeitig fertig werden zu können.

10PS2	Klassen-durchschnitt	Bestnote	schlechteste Note	Anzahl der ungenügenden Noten
Versuchsprotokoll/ Bericht	16,3/ 30	22/ 30	9/ 30	10/ 26
Zeichnung 20%ige NaCl Lösung	10/ 15	14,5/ 15	0/ 15	2/ 26
Zeichnung 0%ige NaCl Lösung	10/ 15	14,5/ 15	0/ 15	2/ 26

Die Durchführung des Versuchs verlief gut und auch die Anfertigung der naturwissenschaftlichen Zeichnungen bereitete den Schülern keine Probleme. Aus Unachtsamkeit gab es für fehlende Gesamtvergrößerung oder Beschriftung immer wieder mal Punktabzug. Ansonsten lieferten die Schüler jedoch überwiegend gute Resultate ab.

Enttäuschenderweise fielen die Versuchsprotokolle nicht so gut aus.
Die Berichte (Anhang 43‘‘) präsentierten sich unterschiedlich, mal strukturierter, mal unstrukturierter, mal am Computer, mal auf der Hand geschrieben.
Auf Fragen der Schüler hin ob man die gesamte Versuchsanleitung abschreiben müsse antwortete ich mit nein. Die Jugendlichen seien durchaus frei in ihren eigenen Worten eine Versuchsanleitung zu formulieren. Diese müsse jedoch vollständig sein. Die Schüler nutzten überwiegend die Gelegenheit eine eigene Versuchsanleitung zu formulieren. Dieser fehlte es jedoch meist an Präzision.
Wiederkehrend musste ich feststellen, dass es den Jugendlichen noch immer nicht gelang eindeutig zwischen Beobachtung, Auswertung und Schlussfolgerung zu unterscheiden.
Grund für die vielen ungenügenden Noten sehe ich, dass es den Berichten insgesamt an Genauigkeit und Vollständigkeit mangelt.

4.4.10. Nachweisreaktionen von Nährstoffen in Lebensmitteln

Planung und Begründung

Nachdem im „praktischen“ Unterricht die Nährstoffe durchgenommen wurden, sollen die Schüler diverse Nachweisreaktionen kennenlernen die es ermöglichen Nährstoffe in Lebensmitteln nachzuweisen.

Der erste Teil der Arbeit besteht darin im „praktischen“ Unterricht die Nährstoffnachweisreaktionen durchzuführen. Anhand der zu beobachtenden Farbenwechsel sollen die Schüler auf die Zusammensetzung der Proben schließen.
Im praktischen Teil können die Schüler so durch das Durchführen der kleinen Versuche, das aufmerksame Lesen und das genaue Umsetzen der Versuchsanleitung erproben. Zudem sollen die Lernenden üben zwischen Beobachtung und Auswertung zu unterscheiden. Während bei der Beobachtung nur ein Farbenumschwung notiert werden soll, soll bei der Auswertung der enthaltene Nährstoff notiert werden.

Der zweite Teil der Arbeit besteht darin zu Hause ein Gedankenexperiment durchzuführen. Dabei sollen die Schüler ein vollständiges Versuchsprotokoll anfertigen, welches genau beschreibt wie man vorzugehen hat, um die verschiedenen Nährstoffe in der Vollmilch nachzuweisen. Zudem soll der Bericht die zu erwartenden Resultate enthalten, ebenso wie die daraus zu folgernden Auswertungen. Hier wird von den Jugendlichen verlangt eine kleine Recherche im Vorfeld über die Zusammensetzung der Vollmilch zu machen und anschließend ihr Wissen über die im Unterricht kennengelernten Nachweisreaktionen anzuwenden, um eine korrekte Versuchsanleitung schreiben zu können. Stimmen die von den Schülern beschriebenen zu erwartenden Beobachtungen, bestätigen sie mir, Sinn der Nachweisreaktionen und Interpretation der Beobachtungen verstanden zu haben.

Ablauf

Obwohl mir die Ergebnisse bereits im Vorfeld bekannt waren, versuchte ich die Aufgaben mit Interesse und Begeisterung vorzutragen.

Zuerst erklärte ich Ziel und Vorgehensweise dieses TP's. Bei meinen Erklärungen ging ich im speziellen auf den Umgang mit der Titrierpipette mit Pipettierhilfe ein, sowie auf die anzuwendende Vorgehensweise beim Schütteln eines offenen, mit einer Lauge gefüllten Reagenzglases. Ich schrieb den Jugendlichen vor die Salpetersäure nur in meinem Beisein am Lehrerpult hinzuzugeben. Außerdem wies ich die Schüler darauf hin ihre Reagenzgläser immer alle sorgfältig zu beschriften, damit sie zum einen wüssten was im Reagenzglas enthalten ist und zum andern, welche Reagenzgläser ihre sind. Dadurch, dass ein gemeinsames Wasserbad gebraucht wurde, mussten alle Reagenzgläser, idealerweise gleich unterhalb des Randes, mit den Initialen der Gruppenmitglieder beschriftet werden.

Anschließend führten die Jugendlichen die Versuche eigenständig durch. Dabei sicherten sie sich in Punkto Vorgehensweise zwischendurch immer wieder ab, jedoch nicht indem sie die Versuchsanleitung durchlasen (Anhang 46''), sondern indem sie sich umsahen wie die Nachbargruppen vorgingen. Anfangs zeigten sich einige Schüler noch etwas irritiert darüber, dass es bei der Beobachtung ausreichte den Farbenwechsel zu notieren und dies gleich bei mehreren Nachweisreaktionen. Sowie jedoch die ersten Versuche durchgeführt und Beobachtungen notiert waren, arbeiteten die Schüler selbstständig und überwiegend konzentriert.

Während ich die Schüler in ihrer Vorgehensweise beobachtete, ließ ich mir von verschiedenen Gruppen immer wieder erklären was genau sie gerade machten. Im speziellen beim Proteinnachweis konnte ich so mehrere Gruppen auf unterlaufene Fehler hinweisen. So geschah

es, dass Schüler bei der Xanthoproteinreaktion zum Beispiel alle zu untersuchenden Proben, welche im Mörser zerkleinert werden sollten, gleichzeitig hineintaten anstatt nacheinander. Diesbezüglich werde ich die Angaben etwas ändern um jeglichen Missverständnissen in Zukunft vorzubeugen (Anhang 46). Zudem werde ich ein Lebensmittel hinzufügen, welches keine Proteine enthält, so wie Zucker oder Öl, damit eine weitere Probe neben der Blindprobe negativ ausfällt.
Beim Fehling-Test war sich eine Gruppe am Ende nicht mehr sicher welche Zucker in welchem Reagenzglas waren, dadurch, dass einige doppelt vorhanden waren und ob in allen Reagenzgläsern überhaupt Zucker enthalten sei. Ohne Widerrede führten sie die Versuche zügig erneut durch.
Nachdem alle Schüler alle Versuche durchgeführt hatten, wies ich sie auf die Hausaufgabe hin, welche auf der letzten Seite des ausgehändigten Arbeitsblattes stand. Ich erklärte kurz welche Ansprüche ich an ihre Versuchsprotokolle stellte und dass dadurch, dass in Zweiergruppen gearbeitet wurde, eines der pro Gruppe ausgeteilten Arbeitsblätter, jenes welches nicht zur Bewertung abgegeben werden musste, ihnen als Vorlage dienen kann. Den Bericht mussten die Schüler spätestens im darauffolgenden „praktischen“ Unterricht abgeben.
Abschließend räumten die Schüler ihr Arbeitsfeld auf, säuberten die Reagenzgläser und verließen den Klassensaal.

Analyse

Den Schülern gefällt das praktische Arbeiten im Unterricht, im Speziellen der Umgang mit dem im Unterricht eingesetzten Material. Dies wird durch die Art und Weise ihres Arbeitens deutlich. Gewissenhaft wollen sie die genaue Menge an Reagenzien hinzufügen und vergleichen akribisch ihre Resultate mit denen der anderen Gruppen.
Das aufmerksame Lesen der Versuchsanleitung sagt ihnen leider nicht sehr zu und leider fehlt es ihnen immer wieder an Konzentration und Koordination. So unterlaufen öfters unnötige Fehler bei der Durchführung. Weist man die Schüler auf letztere hin, zeigen sie sich einsichtig und wiederholen ohne Widerspruch den Versuch, verlieren auf diese Weise jedoch unnötig Zeit.
Der im Unterricht durchgeführte Teil verlief alles in allem zu meiner Zufriedenheit. Die Schüler arbeiteten größtenteils ohne mein Einwirken und erbrachten überwiegend gute Resultate. Bemängeln tue ich jedoch den Umstand, dass bei etwaigen Unklarheiten die Jugendlichen ihr Handeln nicht stärker hinterfragen, beziehungsweise falls nötig um Rat fragen. So wurde bei jedem Versuch zwar eine Blindprobe mit Wasser durchgeführt, jedoch nur auf mein Fragen hin, wieso diese Probe wichtig sei, räumten die Schüler ein es nicht wirklich zu wissen.

Die abgegebenen Versuchsprotokolle (Anhang 47‘, 47‘‘) zum Gedankenexperiment bei dem die in der Vollmilch enthaltenen Nährstoffe nachgewiesen werden sollten, wurden meinen Erwartungen hingegen nicht gerecht. Der Klassendurchschnitt war ungenügend, was nicht erstaunt, berücksichtigt man die Tatsache, dass über die Hälfte der Berichte mit ungenügend benotet wurden.

Klasse 10PS1	Praktische Durchführung	Hausaufgabe (Milch)
Klassendurchschnitt	12,7/ 15	12,8/ 25
Bestnote	14,5/ 15	20,5/ 25
schlechteste Note	11/ 15	9/ 25
Anzahl der ungenügenden Noten	0/22	12/22

Bereits bei der Recherche über die Zusammensetzung der Vollmilch unterlief mehreren Gruppen der Fehler sich mit dem erstbesten, von Google ausgespucktem Suchergebnis zufrieden zu geben. Anstatt die Zusammensetzung der Vollmilch notierte man die Zusammensetzung der Rohmilch und gab in dem hier vorliegenden Beispiel sogleich die Zusammensetzung der Muttermilch an, nach welcher gar nicht gefragt wurde (Anhang47‘).
Zudem wurde bei der Versuchsanleitung konsequent die Blindprobe vergessen oder man gab an die Milch mit dem Mörser zerquetschen zu müssen. Einen klaren Unterschied zwischen Anleitung, Beobachtung und Auswertung machte nur ein Drittel der Klasse. Bei der Beschreibung der zu erwartenden Beobachtungen werden die von der zuvor vergessenen Blindprobe angegeben jedoch nicht die von der Milch. Bis auf 3 Gruppen schreiben alle anderen ihren Bericht auf der Hand und vergessen banale Angaben wie Datum und Klasse.

Grund für die schlechte Benotung der Versuchsprotokolle ist meiner Meinung nach der Umstand, dass die Schüler ihre Antworten überhaupt nicht oder nur mangelhaft hinterfragen Zudem achten sie im Allgemeinen nur unzureichend auf Genauigkeit und Vollständigkeit. Dass bei der Blindprobe sozusagen „keine Beobachtung“ auch ein Ergebnis ist, welches es ermöglicht eine Hypothese zu bestätigen oder zu widerlegen, scheint den meisten nicht verstanden.

Die Versuche vor Ort lassen sich einwandfrei durchführen und bereiten den Schülern, wenn den Angaben Gehör geschenkt wird, bei der Durchführung keine Probleme.
Die Anfertigung des Versuchsprotokolls zum Gedankenexperiment gestaltet sich bereits schwieriger. Trotzdem sehe ich diese Übung als Notwendigkeit an, damit die Lernenden ein

vollständiges Bild der diversen naturwissenschaftlichen Arbeitsmethoden erlangen und zudem die Möglichkeit erhalten sich im Schreiben von Berichten zu üben.

4.4.11. Gruppenpuzzle

Planung und Begründung

Bei den Themen „Zelle – Gewebe – Organismus“ und „abiotische Umweltfaktoren“ habe ich die Methode des Gruppenpuzzles gewählt, da diese sich besonders gut eignet wenn Schüler sich reichlich Wissen in kurzer Zeit selber aneignen sollen. Sämtliche Informationen die die Jugendlichen benötigen, um sich selbstständig ins Thema einzuarbeiten, erhalten sie in Form von Arbeitsunterlagen.
Dadurch, dass sich der „praktische“ Unterricht über eine Doppelstunde zieht, steht den Lernenden reichlich Zeit zur Verfügung um sämtliche Texte ausführlich zu lesen, um die Bilder aufmerksam zu analysieren, um alle Aufgaben gewissenhaft zu erfüllen, um sich ausreichend untereinander auszutauschen und um alle Informationen genau zu notieren.

Jeweils gegen Ende eines Trimesters habe ich ein Gruppenpuzzle durchgeführt. Dieses bietet neben den in Punkt 4.3.2. (Seite 33) genannten Gründen den Vorteil, dass die Schüler keine Arbeit zur Bewertung abgeben und somit der Notendurchschnitt problemlos mit allen im Trimester gemachten praktischen Arbeiten gegen Ende dieses gerechnet werden kann.

Vom Ansatz her erspart dieses Verfahren den zusammenfassenden, kontrollierenden Austausch im Plenum, da alle Schüler im Prinzip das Gleiche lernen können. Eschenhagen gibt diesbezüglich jedoch zu bedenken, dass es besonders für „wissbegierige“ Schüler demotivierend ist, von der Fähigkeit einzelner Mitschüler, Wissen zu erwerben und zu vermitteln, abhängig zu sein. Nicht alle Mitschüler trauen jedem der zum „Experten“ avanciert ist zu, tatsächlich ein Experte zu sein (Eschenhagen, S.236, 2008). Daher gilt es bei der Durchführung darauf zu achten, dass auch leistungsschwächere Schüler gegenüber leistungsstärkeren Schülern die Rolle des Experten einnehmen können.

Um alle Bedenken der Schüler, die Richtigkeit der Aufgaben betreffend, zu zerstreuen, verbessere ich die Arbeit mit den Schülern noch im praktischen Unterricht, bzw. teile nach Abschluss des jeweiligen Gruppenpuzzles eine Musterlösung aus.

Beim Verbessern der Gruppenpuzzles sind es die „Nicht-Experten“ welche mündlich die Antworten, sowie einige Erklärungen geben. Dies ermöglicht Verständnis- und Interpretationsfehler aufzudecken und zu Korrigieren. Dabei sollen die Schüler zur Förderung der Autonomie und Motivation sich in erster Linie selber (über das Frage-Antwort-Spiel oder durch das Einwirken der Mitschüler) verbessern.
Die Antworten auf die im Gruppenpuzzle gestellten Fragen haben die Schüler für die nächste Prüfung zu lernen. Nach der von André Antibi vorgeschlagenen und vom Lyzeum unterstützten Bewertung nach „contrat de confiance“ (EPCC) stelle ich dann für ± 1/4 der Punkte genau die gleichen Fragen in der Prüfung wie im Gruppenpuzzle. Fleißige Schüler, welche sich gut für die Prüfung vorbereiten, haben somit bereits einen Teil der Punkte sicher.

Beim Aufsetzen der Arbeitsunterlage, achte ich darauf, dass diese visuell ansprechend sind dadurch, dass sie nicht Zuviel Text enthalten und möglichst zahlreiche, aussagekräftige Bilder in guter Auflösung. Die Texte sollen zudem einen hohen Informationsgehalt haben und trotzdem leicht verständlich sein.
Pro Gruppenpuzzle habe ich 4 Arbeitsblätter ausgearbeitet, welche jeweils einen Teil des Themas behandeln. Neben dem sich anzueignenden Wissen enthalten diese auch die jeweiligen Arbeitsaufträge. Die unterschiedlichen Arbeitsaufträge der diversen Arbeitsblätter sollen von den Schülern in der gleichen Zeit erfolgreich erledigt werden können.

Beim ersten Gruppenpuzzle rechne ich etwas mehr Zeit ein um den Verlauf ausführlich zu erklären (Anhang 50). An der Wand hängt eine große Uhr, wodurch es den Schülern möglich ist die Zeit eigenständig im Blick zu behalten.

I. Zelle – Gewebe – Organismus

Ablauf

Nachdem ich den Schülern die Anleitung zum Gruppenpuzzle ausgeteilt hatte und die Vorgehensweise kurz erklärt hatte teilte ich die Hälfte der Klasse 10PS1 (12 bzw. 14 Schüler) in 3 Gruppen zu 4 Schülern, beziehungsweise in 2 Gruppen zu 5 Schülern und einer Gruppe zu 4 Schülern. Die Hälfte der Klasse 10PS2 (12 bzw. 14) teilte ich in 3 Gruppen zu 4 Schülern, beziehungsweise in 2 Gruppen zu 4 Schülern und in 2 Gruppen zu 3 Schülern.

Bei allen 4 Arbeitsblättern verwies ich die Schüler auf die passenden Seiten im Buch „Biologie Oberstufe“, damit diese einen möglichst vollständigen Eindruck des jeweiligen Teilthemas erhielten und somit die Aufgaben möglichst richtig und vollständig erledigen konnten. Während für die Teilthemen „Eukaryoten-Einzeller“ (Anhang 53‘‘) und „Vom Einzeller zum Vielzeller“ (Anhang 54‘‘) der Gebrauch des Buches sich als zwingend notwendig erwies, war er für die Beantwortung der Fragen zu den Themen „Prokaryoten – Cyanobakterien und Archeen + Viren“ (Anhang 52‘‘) und „Prokaryoten – echte Bakterien“ (Anhang 51‘‘) optional. Schüler welche beide letzteren Arbeitsblätter ausfüllten, waren eher fertig als jene, welche beide ersteren behandelten. Den Lernenden fiel es besonders schwer mit Hilfe des Buchtextes das Schema des Pantoffeltierchens zu beschriften und die Aufgaben der jeweiligen Bestandteile zu nennen. Auch der Teil über die Entwicklung vom Einzeller zum Vielzeller bereitete den Schülern Schwierigkeiten. Beim durch die Reihen gehen fiel mir auf, dass sich diese Lernenden in der Einzelarbeit nur wenige Antworten notierten. Deshalb zeigte ich ihnen ganz genau welche Zeilen im Buch die gesuchten Antworten enthielten.

Bei der Gruppenarbeit in der Expertenrunde funktionierte das Austauschen und Vergleichen der Antworten unterschiedlich gut. Bei der Klasse 10PS1 fiel mir auf, dass jene Schüler, welche es zuvor schwieriger fanden die richtigen Antworten zu finden, jetzt intensiver arbeiteten als jene welche sich ihren Antworten sicher glaubten. Einige Lernenden schienen durch die Arbeitseinstellung ihrer Klassenkameraden genervt.
Bei der Klasse 10PS2 verlief der Informationsaustausch harmonischer. Während die Gruppen der Arbeitsblätter „Eukaryoten-Einzeller“ (Anhang 53‘‘) und „Vom Einzeller zum Vielzeller“ (Anhang 54‘‘) noch aktiv arbeiteten, waren die beiden anderen Gruppen bereits fertig und unterhielten sich im Flüsterton über andere Themen.
Bei beiden Klassen achtete ich darauf, dass in den Expertenrunden die Arbeitsblätter möglichst vollständig und richtig ausgefüllt wurden, indem ich den Schülern immer wieder über die Schulter schaute und sie falls nötig auf etwaige Ungereimtheiten aufmerksam machte. Bei den Gruppen „Eukaryoten-Einzeller“ und „Vom Einzeller zum Vielzeller“ gab ich gegen Ende der Zeit die fehlenden Antworten vor.

Bei der Gruppenarbeit in den Stammgruppen notierten sich die Nicht-Experten wie vorgesehen die Antworten der Experten. Jedoch anstatt den Nicht-Experten die Sachlage zu erklären, beschränkten sich die Experten überwiegend darauf die notierte Antwort vorzulesen und diese von den Schülern der Stammgruppe abschreiben zu lassen. Bei einer Hälfte der Klasse 10PS2

übernahm ich bei zwei Gruppen, jeweils für ein unterschiedliches Thema, die Rolle des Experten. Dies war nötig, weil die jeweiligen Stammgruppen nur aus 3 Schülern bestanden und diese andernfalls nicht alle Teilthemen gesehen hätten.

Abschließend wurden die Arbeiten mündlich im Plenum verbessert. Nicht Experten trugen die Antworten der jeweiligen Fragen vor. Stellte ich fest, dass mehrere Schüler bei einer gleichen Aufgabe nur mangelhaft antworten konnten, so zum Beispiel bei der Erklärung der Wörter „autotroph“ und „heterotroph“ oder bei der Vermehrung des Pantoffeltierchens, so notierte ich die Antworten auf das jeweilige Arbeitsblatt und projizierte diese über eine Kamera an die Wandtafel.

Im darauffolgenden Trimester, als es darum ging die Antworten der Aufgaben der jeweiligen Arbeitsblätter für die Prüfung zu lernen zeigten sich diverse Jugendliche besorgt, weil nicht alle Antworten in der Klasse schriftlich verbessert wurden. Besagte Schüler zweifelten an der Richtigkeit ihrer Notizen. Um jegliche Zweifel zu zerstreuen, teilte ich eine Musterlösung aus.

Analyse

Die Schüler verstanden das Prinzip der Expertenrunde schnell und begannen sowie ich ihnen ihr Arbeitsblatt zugeteilt hatte überwiegend mit Arbeiten.
Jene, welche das Arbeitsblatt „Eukaryoten-Einzeller“ (Anhang 53‘‘) behandelten, kamen jedoch schnell ins Stocken. Als Grund gab man mir an, man würde die Fachbegriffe im Text nicht ausfindig machen können. Meinen Hinweis, dass diese Begriffe in kursiv gedruckt seien entgegnete man mir in der Regel, dass man nun jedoch noch immer nicht wüsste auf welchen Strich die Begriffe notiert werden sollten. Dass man hierfür die Aufgaben der Bestandteile aufmerksam lesen und interpretieren sollte gefiel den Schülern nicht. Ich hatte den Eindruck, dass das Analysieren eines vollständigen Textes aus dem Buch sie überforderte.
Ähnlich erging es den Schülern welche die Schemen von der Entwicklung vom Einzeller zum Vielzeller beschriften sollten. Auch hier gaben die Jugendlichen an nicht zu wissen was zu antworten sei, bis ich ihnen die genauen Stellen im Text zeigte, welche die benötigten Informaitonen enthielten. Dabei habe ich den Eindruck gewonnen, dass das Lesen und Verarbeiten der Buchtexte manchen Lernenden zu anstrengend ist und sie sich deshalb weigern dies gewissenhaft zu tun.

Um in Zukunft nicht mehr auf den Gebrauch des Buchs angewiesen zu sein und um dafür zu sorgen, dass alle Arbeitsblätter in der gleichen Zeit durchgeführt werden können, habe ich sämtliche Arbeitsblätter überarbeitet (Anhang 51, 52, 53, 54).
Den Unterlagen „Eukaryoten – Einzeller“ und „Herkunft der Eukaryotzelle / Vom Einzeller zum Vielzeller“ habe ich durch die benötigten Informationstexte vervollständigt und diese ähnlich wie beim Praktikum „Pflanzengewebe – Aufbau eines Laubblattes“ (Anhang 30) formatiert, damit die benötigten Informationen für die Schüler möglichst leicht ausfindig zu machen sind.
Den Arbeitsblättern „Prokaryoten – echte Bakterien“ und „Prokaryoten – Cyanobakterien + Arrchaeen/ Viren“ habe ich Aufgaben hinzugefügt.

Die in der Prüfung gestellten Fragen des Gruppenpuzzles zum Thema „Zelle – Gewebe - Organismus“ wurden ganz unterschiedlich gut beantwortet. So schnitten jene Schüler welche die Musterlösung gewissenhaft lernten sehr gut ab, während jene, welche den Lernstoff zuhause nicht mehr so gut wiederholten, im „praktischen“ Unterricht jedoch rege partizipierten, meist mittelmäßig abschnitten. Nur vereinzelt antworteten Schüler unzureichend auf die Fragen aus dem Gruppenpuzzle. Teilweise handelte es sich dabei um Schüler welche während des Gruppenpuzzles unmotiviert und unkonzentriert wirkten. Ich gehe davon aus, dass jene Jugendlichen die Materie zuhause nicht, beziehungsweise nur unzureichend wiederholt haben.

Trotz des nicht ganz reibungslosen Verlaufs dieses Gruppenpuzzles kann ich bestätigen, dass sich diese Methode hervorragend eignet, wenn es darum geht, dass Schüler sich in kurzer Zeit reichlich Wissen selbst erarbeiten und aneignen sollen. Dabei möchte ich jedoch präzisieren, dass zur Festigung des Wissens, die erarbeiteten Informationen unbedingt zu Hause durch Wiederholen gelernt werden müssen. Durch das Abfragen des Lernstoffs in der Prüfung gelingt es zumindest den Großteil der Schüler zu motivieren den Inhalt der Arbeitsblätter gewissenhaft zu wiederholen.

II. Biotische Umweltfaktoren

Ablauf

Zu Beginn der Stunde erklärte ich den Schülern der Klasse 10PS2 noch einmal mit Hilfe einer PowerPoint Präsentation (Anhang 49, Punkt 5) den Verlauf eines Gruppenpuzzles. Anschließend teilte ich die selbst angefertigten Arbeitsblätter aus, bei denen ich durch eine gezielte und verständliche Frage- und Aufgabenstellung gewährleisten wollte, dass die Schüler autonom arbeiten konnten.

Dadurch, dass ich diese Arbeit bereits im Vorfeld mit anderen Klassen durchgeführt hatte, wusste ich, dass das Arbeitsblatt „Symbiose“ (Anhang 56) den Lernenden am einfachsten von der Hand geht. Daher teilte ich dieses Blatt den sprachschwächeren Schülern aus.
Damit die Schüler die Zeit eigenständig im Blick behielten wies ich sie auf die Uhr an der Wand hin.

Abgesehen von der Tatsache, dass ich vereinzelte Jugendliche persönlich auffordern musste mit der Arbeit zu beginnen, verlief dieses Gruppenpuzzle sowohl von der Schülerpartizipation, sowie von der Zeitaufteilung her um ein Vielfaches besser als das Vorherige.
Die zur Arbeit aufgeforderten Schüler gaben teilweise an den Text nicht zu verstehen und deshalb nicht arbeiten zu können. Dies erwies sich jedoch als Vorwand, denn anstatt konkret nachzufragen gelang es den Betroffenen durch erneutes lesen das Problem selber zu lösen oder man fragte mich direkt nach der Antwort einer der gestellten Fragen. In diesem Fall zeigte ich in welchem Abschnitt die passende Antwort zu finden sei und wies die Schüler darauf hin, dass wenn Wörter aus dem besagten Abschnitt nicht verstanden würden, sie sich erneut melden sollen. Dies tat jedoch niemand.

Sowohl die Gruppenarbeit in der Expertenrunde, sowie die Gruppenarbeit in der Stammgruppe verliefen wie erwünscht.

Durch eine abschließende Zusammenfassung der diversen biotischen Umweltfaktoren (Anhang 49, Punkt 5), bei der die Nicht-Experten mündlich die Antworten, sowie einige Erklärungen geben mussten, war es mir möglich das Verständnis der Schüler zu überprüfen. Zudem bestand die Möglichkeit Verständnis- und Interpretationsfehler aufzudecken und zu korrigieren. Zur Förderung der Autonomie und Motivation achtete ich darauf, dass die Schüler sich in erster Linie selber (über das Frage-Antwort-Spiel oder durch das Einwirken der Mitschüler) verbesserten.
Abschließend teilte ich den Korrekturschlüssel der jeweiligen Arbeitsblätter aus (Anhang 55‘, 56‘, 57‘, 58‘,), wodurch ich zum einen sicher stellte, dass jeder Schüler für die Prüfung über die richtigen Antworten verfügte und zum anderen den Schülern die Möglichkeit einräumte ihre Antworten zu Hause erneut eigenständig zu überprüfen.

Analyse

Die Schüler erinnerten sich gut an das Prinzip der Expertenrunde und begannen überwiegend sofort mit der Arbeit sowie ich ihnen ihr Arbeitsblatt ausgeteilt hatte.
Mit Ausnahme der vereinzelten Jugendlichen, welche anfangs angaben die Textinhalte nicht zu verstehen, im Endeffekt jeoch keine konkreten Fragen diese betreffend stellten, verlief die Einzelarbeit in den Stammgruppen einwandfrei.

Während der Phase der Gruppenarbeit in der Expertengruppe schienen die Schüler dieses Mal besonders eifrig, sei es um einfach vom Klassenkameraden die richtige Antwort mitgeteilt zu bekommen oder um seine Antwort abgleichen und nach eventueller Argumentation anpassen zu können und gegebenenfalls durch die Mitschüler Bestätigung zu erfahren.

Die Gruppenarbeit in den Stammgruppen verlief ähnlich wie beim ersten Gruppenpuzzle. Die Experten gaben dieses Mal zwar mehr Erklärungen, trotzdem bestand ein Großteil dieser Phase darin, dass die Nicht-Experten ihre Arbeitsunterlagen durch Abschreiben vom Experten vervollständigten. Dabei kamen die Schüler schneller voran als geplant und es blieb ausreichend Zeit um mit der Klasse gemeinsam die biotischen Umweltfaktoren durchzugehen.

Alles in allem finde ich, dass sich das Gruppenpuzzle zur Autonomieförderung bewehrt hat. Bei allen Schülern konnte ich feststellen, dass sie sich über kurz oder lang aktiv betätigten und zu mindestens ihrer Aufgabe nachgekommen sind wodurch jede Gruppe, soweit es mir ersichtlich war, abschließend über vier vollständig ausgefüllte Arbeitsblätter verfügte. Daher werde ich das Gruppenpuzzle auch in Zukunft einsetzen und kann dieses guten Gewissens weiterempfehlen.

4.4.12. Freilandexkursion – Hollenfels

Sinn und Bedeutung des außerschulischen Unterrichts – Theoretische Grundlagen

„Das Erleben von Natur im Freiland erhöht die Motivation und das Interesse für die Biologie im Allgemeinen und führt bei ökologischen Themen zu besseren Lernerfolgen als entsprechender Unterricht zum selben Thema im Klassenraum, wobei vom Lernen im Freiland insbesondere leistungsschwächere Schüler profitieren“ (Killermann, 2011, S.97).

Beim außerschulischen Unterricht stehen den Lernenden Objekte, Phänomene und Institutionen zur Verfügung, die über die Möglichkeiten des Unterrichts im Klassenraum hinaus gehen und ihn insofern ergänzen und erweitern.
Die originale Begegnung an Ort und Stelle spricht alle Sinne an und lässt Natur erleben (mehrkanaliges Lernen). Laut Eschenhagen (2006, S.421) und Killermann (2011, S.97) wird so nicht nur die kognitive, sondern auch die affektive Dimension stärker in die Lernerfahrung mit einbezogen, wodurch eine emotionale Beziehung zur Natur aufgebaut wird. Das kann Wertvorstellungen positiv beeinflussen und verantwortungsbewusstes Handeln, sowie Motivation fördern.
Nebenbei können sich die Beteiligten durch den intensiven Kontakt von einer ganz anderen Seite kennen lernen als im Klassenunterricht. Die ungezwungene Arbeitsatmosphäre vermindert Kommunikationsbarrieren. Das fördert wiederum soziales Lernen und Gemeinschaftserleben (Eschenhagen, 2006, S.422 und Killermann 2011, S.98).

Im Kontext der Umwelterziehung dienen Exkursionen der Erkundung von menschlichen Einflüssen auf die Umwelt (Eschenhagen, 2006, S.426). Dabei geht es darum die Lernenden für Probleme des Naturschutzes zu sensibilisieren und einen verantwortlichen Umgang mit der Natur und der Umwelt zu fördern, zum Beispiel indem man die Schüler zum richtigen Verhalten in der Natur anleitet (kein mutwilliges Abreißen von Pflanzenteilen, kein Hinterlassen von Abfällen, ...) (Killermann, 2011, S.98).

Eschenhagen und Killermann warnen jedoch davor, die Wirkungen des außerschulischen Unterrichts zu überschätzen. Zum einen weil die stärkere Motivation nur vorübergehend sein kann, hervorgerufen durch einen gewissen Neuigkeitseffekt, und zum Anderen weil das praktische Arbeiten im Freiland zwar das Verständnis für ökologische Zusammenhänge erweitert aber nicht zwangsläufig auch das ökologische Basiswissen.

Planung und Begründung

Im Rahmen des Biologieunterrichts ist es von pädagogischer Bedeutung, außerschulische Lernorte in den Unterricht zu integrieren, damit bei den Schülern das Interesse und die Wahrnehmung für die lebendige Natur geweckt wird.

Das Zielgebiet einer Freilandexkursion soll eine bestimmte Thematik umfassen, um den außerschulischen Unterricht sinnvoll und interessant zu gestalten. Zudem soll das Zielgebiet leicht und schnell erreichbar sein, um eine zu lange Anfahrt zu vermeiden.

Diese Kriterien erfüllt das Jugendzentrum Hollenfels ohne weiteres. Dabei handelt es sich um ein Umweltzentrum, welches zahlreiche Aktivitäten zu diversen Themen im Angebot hat. Über die Internetseite http://hollenfels.snj.lu erfährt man welche diese für die 10. Klasse sind. Hier kann man sich auch sogleich in die gewünschte Werkstatt einschreiben.
Das „Centre de Jeunesse Hollenfels“ beschreibt sich selbst als ein Jugendzentrum dessen Schwerpunkt auf der Bildung für nachhaltige Entwicklung liegt. Es bietet den Schülern die Möglichkeit unmittelbar Natur zu erleben, Umweltuntersuchungen durchzuführen, projektorientiert und aktiv zu lernen. Dies alles ohne großen Aufwand für die Lehrkraft, da sämtliches Material vom „Centre de Jeunesse Hollenfels“ bereitgestellt wird. Sogar das zur Durchführung benötigte Vorwissen der Werkstätte kommt von den betreuenden Fachkräften.

Bereits zu Beginn der Planung fragte ich beim „Centre de Jeunesse Hollenfels“ nach ob die von mir gewählten Aktivitäten zu den gewünschten Daten durchgeführt werden könnten. Im Zusammenhang mit dem Kapitel „Ökologie“ wählte ich die Werkstätten „L'écosystème de la forêt“, „L'écosystème des eaux“, „Écologie comparée Eau et Forêt“ und „L'éco-pédagogie - les éco-jeux“. Als ich von Herrn Eric Schweicher, Co-Verantwortlicher des Zentrums, die Bestätigung erhielt, fragte ich im Klassenkollegium nach, wer mich begleiten wolle. Bei der Klasse 10PS1 (2016/2017) erklärte sich Frau Anne Federspiel bereit. Bei der Klasse 10PS2 (2016/2017) erklärte sich ein Arbeitskollege aus der Biologie, welcher die Klasse jedoch nicht unterrichtete, Herr Serge Feyder bereit mich zu begleiten.
Anschließend suchte ich die Anfahrts- und Abfahrtszeiten heraus und fertigte 3 Briefe an (Anhang 61). Diese unterbreitete ich der Direktion und setzte sie somit über mein Vorhaben in Kenntnis. Im ersten Brief erklärte ich mein Vorhaben. Die beiden anderen Briefe richteten sich zum einen an das Klassenkollegium und informierten dieses über das entschuldigte Fehlen der Klasse, zum andern an die Eltern und setzten diese über die geplante Exkursion, sowie deren Kosten in Kenntnis. Beide letzteren Briefe bat ich die Direktion zu unterschreiben.

In den Wochen vor der Exkursion erhalten die Schüler alle wichtigen Informationen zum Ablauf. Zudem teile ich ihnen eine schriftliche Liste (Anhang 62) mit dem benötigten Material aus. Ich setze die Jugendlichen darüber in Kenntnis, dass nach Abschluss der Exkursion ein Bericht über

diese angefertigt werden muss, bzw. dass ein Test gemacht wird, der die Schüler über die vom Fachpersonal gegebenen Informationen abfragt. Mit Nachdruck weise ich daher die Schüler an vor Ort aufmerksam zuzuhören, konzentriert den Arbeitsaufträgen nachzukommen und sich Notizen zu nehmen.

Weitere Details zur Planung der Exkursion befinden sich im Anhang 60 unter dem Punkt 1a.

Weil außerschulische Bildungsaktivitäten sich nur dann als effizient erweisen, wenn sie eng mit dem Angebot in der Schule verknüpft werden, sollen die Ergebnisse und Eindrücke der zweitägigen Freilandexkursion im „praktischen" Unterricht noch einmal durchgenommen und so aufgearbeitet werden. Den Schülern dienen zum Beantworten der von mir ausgeteilten Fragebögen ihre vor Ort genommenen Notizen, sowie ihr Schulbuch. Die Jugendlichen arbeiten dabei in Kleingruppen. So besteht die Möglichkeit durch das Absprechen untereinander und das Vergleichen der Notizen, neben der Förderung der Sozial- und Sprachkompetenzen, inhaltlich ein bestmögliches Endresultat zu erzielen.

Die besagten Fragebögen schreibe ich nachdem die jeweiligen Exkursionen stattgefunden haben, um die Fragen möglichst gezielt auf die vor Ort gegebenen Informationen abzustimmen.

Für die Klasse 10PS1 (2016/2017) wählte ich die Aktivität „Écologie comparée Eau et Forêt" in Kombination mit der Aktivität „L'éco-pédagogie - les éco-jeux".
Durch den direkten Vergleich von zwei unterschiedlichen Ökosystemen sollen die Schüler zum einen erfahren durch welche Faktoren ein Ökosystem sich auszeichnet und zum andern die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der zu vergleichenden Ökosysteme ermitteln. Des Weitern sollen die Schüler die Umstände und Vorgehensweisen bei freilandbiologischen Arbeiten kennen lernen und sich naturwissenschaftliche Arbeitstechniken durch Anwendung aneignen.

Die Werkstatt „L'éco-pédagogie - les éco-jeux" habe ich aus folgenden zwei Gründen gewählt.
Zum einen ermöglicht es die Waldpädagogik spielerische, ökologische und ökonomische Elemente miteinander zu verbinden und so den Jugendlichen den Lebensraum Wald und die Anliegen der Forstwirtschaft näherzubringen.
Zum anderen ermöglichen waldpädagogische Aktivitäten den spielerischen, unbelasteten Kontakt zur Natur. Durch diesen positiven, einfühlsamen Kontakt zur Natur wird die Wahrnehmungsfähigkeit mit allen Sinnen geschult und die emotionale Begegnung mit

Landschaften, Pflanzen und Tieren gefördert. Laut Literatur ist dies sinnvoll, da die „affektive Bedeutung für die Motivierung von Umwelthandlungen doppelt so hoch ist wie die Motivierung durch Umweltprobleme“ (Gropengießer, 2013, 178).
Ich habe diese Aktivität gewählt, weil ein Teil der Klasse späterhin den Beruf des Erziehers erlernen möchte. Die hier durchgeführten Waldspiele / Naturerfahrungsspiele finden in diesem Beruf Anwendung und fördern zudem bei den Jugendlichen eine positive Einstellung zur Umwelt. Als späterer Erzieher erweist sich eine positive, wertschätzende Haltung gegenüber der Natur von Vorteil.

Für die Klasse 10PS2 (2016/2017) wählte ich die Aktivität „L'écosystème de la forêt“ in Kombination mit der Werkstatt „L'écosystème des eaux“. So sollen die Schüler zwei unterschiedliche Ökosysteme genauer kennen lernen. Begriffe wie biotische und abiotische Umweltfaktoren sollen, durch das Bestimmen dieser vor Ort, greifbarer gemacht werden. Den Einfluss der abiotischen Umweltfaktoren auf die biotischen Umweltfaktoren soll veranschaulicht und dadurch verständlich werden.

Ablauf – Klasse 10PS1 (2016/2017)

Alle Schüler erschienen rechtzeitig gut gelaunt am Bahnhof, teils mit übertriebenem Gepäck.
Nachdem wir bei der Burg angelangt waren und unser Gepäck für die Aufbewahrung abgegeben hatten, begrüßte uns Christiane Reiffers und eine weitere Fachlkollegin.
Anschließend begaben wir uns ins Labor des Umweltzentrums, wo der Klasse zum Thema Ökologie diverse Grundbegriffe (im speziellen Symbiose, Sukzession, Nahrungskette, Nahrungsnetz, ökologische Nische und Anpassung an den Lebensraum) mit Hilfe des Frage-Antwort-Spiels und einer PowerPoint Präsentation erkläret wurden. Die meisten Schüler partizipierten gut, einige musste ich jedoch wegen ihres Benehmens tadeln.

Danach wurde die Klasse in zwei Gruppen aufgeteilt. Frau Federspiel begab sich mit einer Gruppe zu den Weihern. Ich begab mich mit der anderen Gruppe in den Wald. Hier angekommen teilte man den Schülern Arbeitsunterlagen zum Weiher bzw. zum Wald aus, auf denen sie ihre zu machenden Beobachtungen festhalten konnten.
Jede Gruppe wurde erneut in Dreier- bzw. Vierergruppen aufgeteilt. Eine Gruppe ermittelt mit Hilfe der Fachkraft die abiotischen Umweltfaktoren der Station Wald. Alle anderen Gruppen sollen nun die hier lebende Flora und Fauna bestimmen (Im Ökosystem Wald z.B. Bäume anhand ihrer

Blätter oder Tiere anhand ihrer Spuren und Geräusche). Mit dem so gesammelten und bestimmten Material, sowie den getätigten Beobachtungen, sollen die Schüler eine Nahrungskette zusammenlegen, ein Beispiel von zu beobachtender Symbiose und Sukzession nennen, sowie ein Beispiel an dem man die Anpassung an den Lebensraum erkennen kann. Abschließend wurden innerhalb der Gruppe „Wald“ alle von den Schülern gegebenen Antworten zusammengefasst und gegebenenfalls verbessert, bzw. vervollständigt.
Dabei fällt mir auf, dass nur vereinzelt Schüler Notizen nehmen. Auf mein Auffordern hin sich die Resultate und genannten Beispiele zu notieren, schreiben die Schüler überwiegend halbherzig etwas auf.
Bevor wir uns zur anderen Gruppe, zu den Weihern begeben werden noch 2 Sprecher gesucht, welche den Lernenden dieser Gruppe die soeben gewonnenen Erkenntnisse vermitteln.

Die Arbeit der Gruppe an den Weihern verläuft ähnlich. Auch hier wird die Gruppe erneut in kleinere Gruppen aufgeteilt, abiotische Standortfaktoren bestimmt, sowie Beispiele für die Anpassung an den Lebensraum, von Symbiose, Sukzession, Nahrungskette und Nahrungsnetz ermittelt. Die Schüler der jeweiligen Kleingruppen tragen sich gegenseitig ihre Beispiele vor. Erneut werden die Schülerantworten durch die Fachkraft verbessert und vervollständigt.
Als die Gruppe „Wald“ an den Weihern angelangt, ist Frau Reiffers dabei die letzten Erklärungen zu geben bevor Sprecher zum Vortragen der zu machenden Beobachtungen ermittelt werden.

Nach der Mittagspause an den Weihern erhalten die Schüler die Arbeitsblätter der nicht selbst durchgeführten Station. Anschließend tragen die Sprecher nacheinander ihre Kenntnisse vor.

Die Art und Weise der Vorträge, aber auch die Aufmerksamkeit der zuhörenden Schüler enttäuscht mich. Die Jugendlichen wirken insgesamt unkonzentriert und etwas lustlos. Glücklicherweise interessieren sich die Schüler der Waldgruppe für die am Weiher gefangenen Tiere und begutachten diese fasziniert.
Nachdem alle Tiere wieder zurück an ihren Fundort gesetzt wurden und alles eingepackt wurde begeben wir uns hoch zur Burg.

Hier angekommen begaben die Schüler sich auf ihre im Vorfeld zugeteilten Zimmer um auszupacken und um sich anschließend zu duschen. Hier wurde erkennbar, wer zu Hause sein Bett selbst beziehen muss und wer nicht. Das Abendessen wurde gegen 19 Uhr angerichtet.

Die Schüler waren zwar alle wie von mir erwünscht ab 23 Uhr im Schloss, schliefen jedoch zu meinem Leid erst weit nach 3 Uhr.

Am darauffolgenden Tag gegen 9 Uhr, begrüßte uns Herr Jeff Heyard und ein weiterer Arbeitskollege zur Aktivität „L'éco-pédagogie - les éco-jeux“. Obwohl die Schüler einfach nicht schlafen wollten, standen alle rechtzeitig mit gepacktem Gepäck bereit.
Die diversen Übungen fanden im Park neben dem Schloss sowie im umliegenden Wald statt. Anders als am Vortag folgten die Schüler dem Geschehen den ganzen Tag über gespannt und partizipierten sehr gut. Durchgeführte Waldspiele waren z.B. „Wald-identität“, „Vernetzungen“, „Schnepfen“ und viele weitere. Diese sind alle im Heft „Dossier de l'animateur 10: Wald-Meister, Kinder und Jugendliche entdecken den Wald durch Walderlebnisspiele“ beschrieben.

Die Rückreise verlief genau wie die Hinreise problemlos.

Zur Bewertung der Schüler dient mir der auszufüllende Bericht im Anhang 63. Zum Vervollständigen des Fragebogens sollen sich die Schüler in Gruppen von 3 zusammentun. Bei der Zusammenstellung der Gruppen achte ich darauf, dass in jedem Team mindestens ein Schüler aus der Gruppe „Wald“, sowie ein Schüler aus der Gruppe „Weiher“ ist. Die Schüler verfügen über eine Woche zum Ausfüllen des Fragebogens. Beginnen tut die ganze Klasse während einer Doppelstunde im „praktischen“ Unterricht. So verfüge ich über die Möglichkeit einige Unklarheiten aufzuklären und kann durch ein frageentwickelndes Gespräch die Schüler in die „richtige“ Richtung zu lenken.

Ablauf – Klasse 10PS2 (2016/2017)

Mit Ausnahme von zwei Schülern fanden sich alle Schüler rechtzeitig wie abgemacht am Bahnhof ein. Einer der fehlenden Schüler wurde am Morgen durch seine Mutter krankgemeldet. Bei den Eltern des anderen Schülers rief ich noch kurz vor der Abfahrt an, um mich nach dem Verbleib des Jungen zu erkundigen. Der Vater informierte mich daraufhin, dass er aus gesundheitlichen Gründen nicht mitkäme. Man würde heute noch zum Arzt gehen und mir für die zwei Tage ein ärztliches Attest zukommen lassen.

Die Hinreise erwies sich mit dieser Klasse kurzzeitig etwas stressiger, weil wir durch eine Verspätung in Bettemburg den Anschluss nach Mersch in Luxemburg verpassten. Dank der Schüler

war innerhalb eines Augenblicks, bereits der nächst Zug, welcher gleich darauf abfuhr, ausfindig gemacht worden.

Herr Eric Schweicher empfing uns an der Bushaltestelle Hunnebour, wo auch ein Kleintransporter bereitstand um das Gepäck der Schüler zur Burg zu fahren. Herr Schweicher begeisterte die Schüler durch seine Art. Er verstand es zudem die ökologischen Aspekte mit den geschichtlichen der Gegend zu verbinden. Die Schüler hörten ihm aufmerksam zu und beteiligten sich rege an den Aktivitäten. Sie antworteten zügig auf gestellte Fragen, stellten selbst Fragen und nahmen ohne von mir daran erinnert werden zu müssen Notizen. So ähnlich verliefen die beiden Exkursionstage. Wenn ich etwas bemängeln müsste, dann nur, dass es einigen Schülern an körperlicher Fitness mangelte um den Weg bei der Hitze ohne leichtes Stöhnen zurücklegen zu können.

Bei der Aktivität „L'écosystème de la forêt“ blieben wir an zwei verschiedenen Stellen im Wald und einmal in einem Feld stehen. Hier mussten die Schüler dann die abiotischen und biotischen Umweltfaktoren bestimmen und notieren. Am Ende der Exkursion wurden die unterschiedlichen Standorte untereinander verglichen. Gemeinsamkeiten und Unterschiede wurden ermittelt.
Die Aktivität endete mit dem Erreichen der Burg. Hier überließ Herr Schweicher uns die Schlüssel und verabschiedete sich.

Anschließend holten die Schüler ihr Gepäck und begaben sich auf ihre im Vorfeld zugeteilten Zimmer um auszupacken und um sich zu duschen. Das Abendessen wurde erneut gegen 19 Uhr angerichtet. Die Schüler spielten alle Zusammen das Spiel „Werwolf“ und luden Herr Feyder und mich ein mitzumachen. Man spürte, dass die Schüler der Klasse sich untereinander gut verstanden. Ab 23 Uhr im Schloss war jeder im Schloss und ab 1 Uhr vernahm ich auch sonst keine Geräusche mehr.

Am darauffolgenden Tag fand die Werkstatt „L'écosystème des eaux“ statt. Frau Christiane Reiffers empfing uns gegen 9 Uhr vor der Burg nachdem die Schüler gefrühstückt, die Betten abgezogen, sich gewaschen und ihr Gepäck heruntergetragen hatten.
Nachdem Sie einige Erklärungen zu den hier fließenden Gewässern gab, machten wir uns auf den Weg zu den Weihern ins Tal. Beim früheren Waschbrunnen, wo etwas höher gelegen eine Quelle entspringt, erhielten die Schüler erneut einige Erklärungen. Die Jugendlichen schienen interessiert. Einige füllten ihre Wasserflaschen am Quellursprung mit Quellwasser.

An den Weihern angelangt, wurden die Jugendlichen in vier Gruppen aufgeteilt. Ich führte mit den Schülern von zwei Gruppen die chemischen Wasseranalysen durch, während Frau Reiffers mit den Schülern der anderen Gruppen die im Weiher lebenden Tiere zu Bestimmungszwecken einfing.
Anschließend teilten sich die Gruppen untereinander die zu machenden Beobachtungen mit. Auch bei dieser Klasse wirken die aus dem Wasser gefischten Tiere die größte Faszination auf die Schüler aus. Nach der Mittagspause werden die Tiere wieder an ihren Ursprünglichen Fundort zurück gebracht und wir begeben uns zum Bach.

Am Bach weist Frau Reiffers die Schüler an wie sie vorzugehen haben um hier lebende Tiere einzufangen. Die Schüler teilen sich erneut in kleine Gruppen auf. Eine Gruppe führt die chemischen Wasseranalysen durch während die anderen Gruppen im wasserlebende Tiere einfangen.Am Ende werden die Tiere bestimmt und je nach Art in unterschiedlichen Schüsseln gesammelt. Das Prinzip des Saprobienindexes wird erklärt und dieser wird anhand der bestimmten Tiere und den Arbeitsunterlagen ermittelt.

Gegen 16 Uhr entlässt uns Frau Reiffers. Kurz zuvor halfen die Schüler jedoch noch beim Zusammenräumen der Arbeitsmaterialien. Wir nehmen den Bus an der Station Kuelbecherhaff, welcher uns zum Bahnhof in Mersch bringt, wo das Gepäck schon auf uns wartet.
Die Rückreise verlief nach Plan.

In dem darauffolgenden „praktischen“ Unterricht teilte ich den Schülern einen auf die vor Ort gegebenen Informationen zugeschnittenen Fragebogen aus. Diesen sollen die Schüler in Vierergruppen mit Hilfe ihrer Notizen und ihres Schulbuches ausfüllen. Bei Unklarheiten können sich die Jugendlichen untereinander besprechen und gegebenenfalls mich um Hilfe bitten.
Die Antworten des Fragebogens sollen die Schüler für den folgenden Test lernen.

Analyse– Klasse 10PS1 (2016/2017)

Vom organisatorischen Standpunkt her verlief die Exkursion sehr gut.
Von der am zweiten Tag erbrachten Partizipation, sowie vom Benehmen her bin ich mit den Schülern ebenfalls zufrieden.

Einzig die Schülerleistungen am ersten Tag (Aktivität „Écologie comparée Eau et Forêt“) ließ wirklich zu wünschen übrig. Ich gehe davon aus, dass der etwas theoriegeladene und sehr

komplexe Inhalt dieser Aktivität die Schüler meiner Klasse überforderte. Dadurch, dass in kürzester Zeit zwei Ökosysteme vorgestellt wurden, welche der Klasse bis dahin unbekannt waren und von denen die Schüler nur eines selbst „erfahren“ konnten, war es ihnen nicht möglich alle Eindrücke und Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten. Statt den Vorträgen zu folgen schalteten einige Jugendliche ab.

Sollte ich diese Aktivität noch einmal durchführen wollen, werde ich Sorge tragen im Vorfeld sämtliche Fachbegriffe im „theoretischen“ Unterricht einzuführen. Die einigen bereits bekannten Begriffe (z.B. Symbiose, Konkurrenz) wurden lediglich über ein Gruppenpuzzle im „praktischen“ Unterricht erarbeitet, dessen Inhalt mit höchster Wahrscheinlichkeit bis zum Zeitpunkt der Exkursion nicht mehr wiederholt wurde, da die Prüfung welche diesen Stoff abfragen sollte, noch nicht stattgefunden hatte.

Die schriftlich erbrachten Schülerleistungen sind allgemein zufriedenstellend. Der Klassendurchschnitt liegt bei 36 Punkten. Die schlechteste Note beträgt 31 Punkte und die Bestnote 44 Punkte.

Analyse– Klasse 10PS2 (2016/2017)

Von den erbrachten Leistungen in Hollenfels, sowie vom Benehmen über die zwei Tage her kann ich die Schüler nur loben. Sie zeigten Interesse dadurch, dass sie Fragen stellten, den Ausbildern zuhörten und auf deren Fragen ohne weitere Aufforderung zu antworten versuchten. Sie folgten den Anweisungen und führten ihre Arbeitsaufträge motiviert und gewissenhaft durch.
Die ganz Stimmung vor Ort war angenehm und entspannt. Dies führe ich in erster Linie auf das gute Klassenklima zurück und in zweiter Linie auf die Tatsache, dass dieses Mal sämtliche Schüler über die Möglichkeit verfügten alle Ökosysteme (Wald, Fließgewässer und Stillgewässer) über praktische Untersuchungen kennen zu lernen. Es wurden weniger theoretische Aspekte vermittelt. Zudem wurde die Entstehung des Eischtals und der Burg von Hollenfels durch geschichtliche Aspekte vervollständigt. Letztere versetzten die Jugendlichen immer wieder in staunen, wodurch das Interesse am Untersuchungsobjekt spürbar stieg.

Besonders enttäuschend finde ich daher die in der Prüfung erbrachten Resultate. Zwei Schüler gaben ein weißes Blatt ab und erhielten somit 01/30. Die Bestnote beträgt nur 21,5/30 und der Klassendurchschnitt ist mit 14,2/30 ungenügend.

Dieses Resultat erscheint umso unverständlicher, beachtet man die Tatsache, dass die Schüler nach dem EPCC-Prinzip über den Fragekatalog verfügten. Auf meine Frage hin, woran es liege, dass diese Arbeit so schlecht ausgefallen sei, antwortete man mir unter anderem, dass noch für viele andere Prüfungen in anderen Fächern gelernt werden musste oder, dass man aus Zeitgründen nicht so sehr auf Genauigkeit beim Lernen geachtet hätte. Manche Schüler gaben an sich überhaupt nicht mehr weiter vorbereitet zu haben und zeigten sich daher mit der erbrachten Leistung sogar zufrieden.
Die Antworten der Schüler diesen TP-Test zu Gunsten anderer Fächer zu „vernachlässigen" scheint mir nachvollziehbar, da diese hier zu erhaltende Note, wenn überhaupt, nur einen unwesentlichen Impact auf die Trimesterdurchschnittsnote hat.

Die zwei Schüler welche am Tag der Abfahrt erkrankten und somit sich nicht an der zweitägigen Exkursion beteiligten, machten eine Dokumentanalyse (Anhang 67 und 68) während die anderen Schüler die Prüfung schrieben. Auch ihre Leistung ist unzureichend bis schwach (8/20 und 10,5/20). Den Antworten fehlte es an Genauigkeit, Vollständigkeit, zum Teil auch an Kohärenz. (Anhang 67'' und 68''). Der Schüler mit der ungenügenden Note sagte aus er habe nicht richtig verstanden, was zu tun gewesen sei. Der Schüler mit der knappen Genügend meinte nur er hätte keine Lust gehabt sich weitere Gedanken zu machen.

Fazit

Das Jugendzentrum Hollenfels bietet einen rundum Service in Punkto Organisation und Durchführung der Aktivität, sowie in Punkto Übernachtung und Verpflegung an. Dadurch gibt es in meinen Augen keine einfachere Möglichkeit Schülern außerschulisches Lernen zum breitgefächerten Thema Ökologie und Nachhaltigkeit zu ermöglichen.
Dank dem Einsatz der Mannschaft von Hollenfels vor Ort, liegt der Nutzen für den Schüler, im Falle einer guten Nachbereitung im Klassensaal, deutlich über dem Aufwand des Lehrers.

5. Synthese und Reflexion

5.1. Synthese

Die von mir zusammengestellten und hier beschriebenen praktischen und angeleiteten Arbeiten lassen sich meines Erachtens einwandfrei mit Schülern einer 10PS Klasse durchführen.

Diese Aussage basiere ich auf der Tatsache, dass sich die Schüler aktiv und interessiert am Unterrichtsgeschehen beteiligten, meistens ohne Aufforderung meinerseits den Arbeitsaufträgen wie erwünscht nachkamen, letztere größtenteils wie erwartet eigenständig umsetzten und überwiegend in der Lage waren, die zu erwartenden Schlussfolgerungen zufriedenstellend zu ziehen.

Die im „praktischen" Unterricht erzielten Resultate sind zudem durch die Bank besser als die im „theoretischen" Unterricht erzielten Resultate. Bis auf einige seltene Ausnahmen hebt die im „praktischen" Unterricht erbrachte Leistung den Gesamtnotendurchschnitt aller Schüler, obwohl diese nur zu einem Viertel mit einfließt.

Folgende Tabelle gibt an um wie viele Punkte die im TP erhaltene Note die Trimesternote im Durchschnitt gehoben hat.

Klasse / Jahrgang	1.Trimester	2.Trimester	3.Trimester
10PS3 (2015/2016)	1,9 Punkte	2,2 Punkte	4,9 Punkte
10PS1 (2016/2017)	1,2 Punkte	2,1 Punkte	1,9 Punkte
10PS2 (2016/2017)	2,1 Punkte	3,3 Punkte	0,4 Punkte
4GPS2 (2017/2018)	0,9 Punkte	--	--

Meines Erachtens erbringen die Schüler im „praktischen" Unterricht bessere Resultate als im „theoretischen" Unterricht. Zum einen, weil sie durch das andersartige Arbeiten motivierter sind und zum anderen, weil hier die Möglichkeit besteht Rücksprache mit der Lehrkraft zu halten. Obwohl ich nicht die Antworten vorgebe, leite ich die Schüler in die richtige Richtung, hinterfrage falls nötig ihren Gedankengang und sporne sie falls erforderlich an weiter nach der richtigen Antwort zu suchen.

Während die im „praktischen" Unterricht an den Tag gelegten Schülerleistungen überwiegend befriedigend bis gut sind, sind die zu Hause zu erledigenden Aufgaben des Öfteren mangelhaft, gar ungenügend. Dies weil die Schüler unvollständige und ungenaue Versuchsprotokolle abgeben, bzw. gar keine Hausaufgabe abgeben. Daraus schließe ich, dass das Interesse, die Motivation und die Autonomie der Schüler zwar ausreicht um einen guten Ablauf des Unterrichts zu gewährleisen,

jedoch weniger um eine allgemein eigenständige Erweiterung ihres Wissens oder eine Verbesserung ihres Könnens anzustreben.
Folglich zeigen die Schüler während der Schulzeit Bereitschaft sich mit dem Lernstoff auseinanderzusetzten, sowie Begeisterung die gestellten Arbeitsaufträge erfolgreich und teils auch sehr gewissenhaft zu erledigen. Begeben sie sich jedoch nach Hause, überwiegen die privaten Interessen, welche sich meist von den in der Schule behandelten Themen unterscheiden und Hausaufgaben werden hinten angestellt.

Laut Killermann (2001, S.98) lässt sich der Erflog eines auf „Eigenaktivität ausgerichteten Unterrichts nicht nur an den erzielten Lerngewinnen messen, sondern auch an Prozessen des Tätigseins und der Bereitschaft der Schüler sich mit Aufgaben und Problemstellungen auseinanderzusetzen." Demnach ist es berechtigt, trotz manch mittelmäßiger, teils sogar mangelhafter Schülerleistungen, den „praktischen" Unterricht als gelungen zu bezeichnen, da die Schüler sich auf das Unterrichtsgeschehen eingelassen haben und ihren Arbeitsaufträgen vor Ort einwandfrei nachgekommen sind.

Am schwierigsten fiel es den Jugendlichen ihre Betrachtungen / Beobachtungen / Vergleiche, bei denen wesentliches beschrieben und unwesentliches weggelassen werden soll, in Worte zu fassen. Schwer fiel ihnen auch die sich daraus ergebenden Auswertungen und Schlussfolgerungen zu ziehen und anschließend gut formuliert zu Papier zu bringen. Oft fehlte es den Schülerantworten an Genauigkeit und Vollständigkeit.

Ich führe dies zum Teil darauf zurück, dass es den Lernenden an kritischer Selbstbeurteilung fehlt ihre gegebenen Antworten ausreichend zu hinterfragen. Zu oft geben sich die Jugendlichen mit der erst besten Antwort zufrieden. Vor Allem wenn dann noch der auf dem Arbeitsblatt zur Verfügung stehende „Platz" aufgebraucht ist. Quantität und Qualität der Antworten werden noch zu selten unterschieden.
Zudem gehe ich davon aus, dass meine Schüler, meist jene mit Migrationshintergrund, große Mühe haben neu erlernte Fachbegriffe korrekt zu gebrauchen und beobachtete Vorgänge mit Hilfe ihrer Kenntnisse exakt zu erklären. Mangelnde Deutschkenntnisse und somit die unzureichende Fähigkeit, ein Objekt möglichst genau zu beschreiben, erschweren das korrekte Beschreiben und Erklären.

Durch das wiederholte Betrachten, Beobachten, Vergleichen, Auswerten und Schlussfolgern verbesserten die Schüler ihre Fähigkeiten im Laufe des Jahres. Belegt wird dies unter anderem durch den Umstand, dass Schüler welche die Klasse wiederholen, speziell zu Beginn des Jahres besser bei den Beobachtungen, Auswertungen und Schlussfolgerungen abschnitten.

Dadurch, dass das Betrachten und Beobachten stattfindet, um unsere Vorstellungswelt nach einer bestimmten Richtung hin zu erweitern, ist es wichtig, sich auf die Umgestaltung der Vorstellungswelt einzulassen. Beim Beobachten geht es laut Mach zitiert in Kerschensteiner (S.129) darum, unsere Gedanken absichtlich an die Tatsachen anzupassen.
Beim Schulen der Beobachtung ist zu berücksichtigen, dass es keine einheitliche Beobachtungsbegabung gibt. Das Beobachten wird von einer deutlichen Absicht geleitet und ist nicht nur ein Wahrnehmen, sondern auch ein Urteilen und Schließen. Um den Schülern das Erlernen des genauen Beobachten (und Betrachten) zu vereinfachen, ist es daher angebracht Kriterien an zu geben nach denen Beobachtet werden soll.
Es gibt laut Kerschensteiner kein Beobachten, das nicht denkend ist. Die Analyse ist demnach ein wesentlicher Faktor der Beobachtungstätigkeit. Dieser Umstand erklärt warum es den Schülern schwer fällt zwischen Beobachtung und Deutung zu unterscheiden.

5.2. Reflexion

Bei der Vorbereitung der praktischen Arbeiten habe ich, basierend auf dem Vorwissen der Schüler und den experimentellen Befunden, versucht eine konkrete und überprüfbare Frage zu formulieren und anschließend zur Beantwortung dieser eine geeignete Vorgehensweise auszuwählen. Dabei lag mir die einwandfreie Durchführbarkeit sowohl wegen den Schülern, wie wegen der Lehrkraft am Herzen. Denn „Funktionieren“ die geplanten Versuche nicht, lassen sich die Jugendlichen demotivieren und fühlen sich bei der Auswertung und Schussfolgerung der zu beobachtende Resultate schnell überfordert. Überforderung wirkt sich negativ auf die Lernmotivation aus. Hierdurch wiederum sinkt die Bereitschaft sich aktiv mit dem Unterrichtsgeschehen auseinanderzusetzen.

Alle hier zusammengetragenen Arbeiten basieren einmal mehr, einmal weniger auf der Bearbeitung von Arbeitsblättern, welche genau auf die jeweiligen Unterrichtsziele zugeschnitten sind. Mit dem Bestreben vor Augen, während der Durchführung möglichst nicht eingreifen zu müssen, achtete ich darauf die Arbeitsblätter stets klar (gezielte Fragestellung), deutlich

(verständlicher Arbeitsauftrag) und ansprechend (Layout) zu gestalten. Dies ist mir meiner Meinung nach gut gelungen.

Über die von mir erwähnten Internetseiten und Transparente besteht zudem die Möglichkeit den Schülern Animationen und Bilder zu zeigen. Dadurch soll das Schülerverständnis gefördert werden und die Wissensaneignung vor Allem bei Jugendlichen, welche visuell durch Betrachtung und Verarbeitung des Gesehenen lernen, zusätzlich gefördert werden.

Belegt wird dies durch den Umstand, dass es den Schülern weitgehend gelang autonom vor zu gehen. Das selbstständige Lösen der Aufgaben lässt die Lernenden Kompetenz erfahren, wodurch neben dem erwünschten Aufbau von Wissen die Möglichkeit besteht eine gewisse Eigenständigkeit, sowie die Lernmotivation zu fördern.

5.2.1.Vermittlung spezifischer Arbeitstechniken zu vordergründig?

Nun könnte man die Kritik geltend machen, dass bei den von mir hier zusammengestellten Arbeiten, ein beträchtlicher Teil des Unterrichts, bei dem die Eigenaktivität der Schüler im Mittelpunkt steht, aus dem Einübung bestimmter Arbeitstechniken besteht.

Mir ist durchaus bewusst, dass charakteristisch für gute naturwissenschaftliche Forschung nicht das Vorkommen bestimmter Arbeitstechniken ist, sondern die planvolle Anwendung dieser zu einem bestimmten Zweck, der sich aus einem theoriegeleiteten Forschungsprozess ergibt. Des Weiteren ist mir bewusst, dass durch die isolierte Vermittlung spezifischer Arbeitstechniken die Gefahr besteht kein angemessenes Bild naturwissenschaftlichen Forschens zu vermitteln.
Außerdem teile ich die Meinung, dass wie in der Literatur beschrieben, in einem „zeitgemäßen Biologieunterricht […] die Lernenden die Vorgehensweise beim Experimentieren [verstehen, …] Einblick in den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg [erhalten] und […] methodisches Wissen über die drei wichtigen Kompetenzen der Hypothesenbildung, Experimentplanung und Datenanalyse [erwerben]“ (Spröhase, 2014, S.103) sollen.

Nichts desto trotz finde ich die Wahl der in diesem Werk präsentierten Arbeiten berechtigt und setze daher folgendes den eben geäußerten Kritikpunkten entgegen.
Ein guter Teil der Expertise von Forschern besteht in der Beherrschung spezifischer Arbeitstechniken. Außerdem achtete ich bei der Planung des Unterrichts darauf, dass bei der

Durchführung nicht nur eine fachgemäße Arbeitstechnik angewandt wird sondern wiederkehrende, mehrere zusammenhängende, naturwissenschaftliche Arbeitsweisen.

Somit werden neben fachspezifischen Arbeitstechniken (z.B. der Umgang mit dem Mikroskop, die Anfertigung eines Frischpräparates, die Anfertigung eines Blutausstriches, die Durchführung einer Sektion eines Organs, die Durchführung eines Experiments, …) auch fachgemäße Arbeitsweisen, wie das Betrachten, Beobachten und Vergleichen geschult.
Das regelmäßige praktizieren von Arbeitstechniken erweist sich einerseits als notwendig, weil Techniken erprobt werden müssen um beherrscht werden zu können und andererseits weil Schüler bei der Versprachlichung von Phänomenen oder Sachverhalten unterschiedliche Fähigkeiten besitzen Vorgänge in Worte zu fassen. Nur durch wiederholte Anwendung können die Jugendlichen üben und aus Fehlern lernen.
So kommt es, dass Klassenwiederholer, welche einen Großteil der anzuwendenden Arbeitstechniken bereits im Vorjahr angewandt und dadurch erprobt haben, effizienter arbeiten und deshalb schneller vorankommen, gezielter und aufmerksamer beobachten und ausführlicher auf Fragen antworten können.

5.2.2.Mechanisches Abarbeiten von Anleitungen anstatt Experimentplanung?

Des Weiteren könnte man mir an dieser Stelle negativ auslegen, dass dieses Werk keine praktische Arbeiten enthält, bei der die spezifische Art und Weise des Vorgehens beim experimentellen Erkenntnisgewinn im Vordergrund steht.

Ich kann nicht bestreiten, dass ich in allen hier vorgetragenen praktischen Arbeiten, die von den Schülern einzuhaltende Vorgehensweise angebe. Nichts desto trotz lasse ich die Kritik des „Nachkochens“ nicht gelten, da es bei den in diesem Werk zusammengetragenen praktischen Aufgaben nicht nur um die Durchführung diverser Anleitungen geht, sondern um den Erwerb naturwissenschaftlicher Methoden und Techniken.
Zudem motivieren und veranschaulichen illustrierende Bestätigungsexperimente wichtige biologische Phänomene, die ohne Experimente abstrakt bleiben würden.

An dieser Stelle sei noch einmal, wie bereits zuvor in der Theorie beschrieben erwähnt, dass im Gegensatz zum Forschungsexperiment, das Schülerexperiment nicht nur dem Erkenntnisgewinn,

sondern auch dem Nachvollziehen einer Annahme oder dem Erfassen einer Ursache-Wirkungsrelation, sowie dem Erlangen fachgemäßer Arbeitstechniken dient.

Außerdem stimme ich Gropengießers (2013, S.272) Aussage voll und ganz zu, dass „im Biologieunterricht […] wissenschaftliches Vorgehen meist nicht vollständig nachvollzogen oder nachgeahmt werden [kann]. Dies wäre zu langwierig und dem Vermögen der meisten Lernenden nicht angemessen. Untersuchungen zeigen, dass die Grundsätze wissenschaftlichen Vorgehens und die Logik der Schlussfolgerungen von den Lernenden nur schwer gelernt werden".
Nedomansky (2007, S.4 ff.) schreibt zudem „forschende Fragestellungen und Experimente sind den Schülern unbekannt und daher […] nicht erwünscht. Sie brauchen „Rezepte"- die Mädchen in ganzen Sätzen und sehr ausführlich, die Burschen eher knapp und in Stichworten." Alles in allem ist es mir wichtiger durch Erproben der Datenanalyse und des Schlussfolgerns, diese Fähigkeiten zu verbessern als die Fähigkeit der Experimentplanung.
Fairerweise muss ich hier einräumen, dass Letzteres selbst mir noch schwer fällt. Im speziellen, dann wenn es darum geht klare, einfach verständliche einführende Demonstrationsexperimente und illustrierende Bestätigungsexperimente auf zu setzen die einwandfrei „funktionieren".

Zudem ist das Schreiben von Versuchsprotokollen aufwendig und zeitintensiv und kann daher meines Erachtens nicht ordnungsgemäß während dem „praktischen" Unterricht erfolgen. Mit der Erfahrung, dass die zu Hause erbrachten Leistungen der 4GPS (früheren 10PS) Schüler oft den in der Schule erbrachten Leistungen unterliegen, versuche ich es zu vermeiden im „praktischen" Unterricht Hausaufgaben in schriftlicher Form aufzugeben. Grund warum bei zahlreichen praktischen Arbeiten die Sicherung über das Ausfüllen der ausgeteilten Arbeitsblätter stattfindet.

5.2.3.Fehlende Versuche zum Thema „Wirkungsweise von Enzymen"!

Die hier vorliegende Arbeit enthält zu meinem Bedauern keine Versuche zum Kapitel Stoffwechsel - Biokatalyse. Weder zur Wirkungsweise von Enzymen, noch zur Abhängigkeit der Enzymwirkung, noch zur Enzymregulation. Grund hierfür sind nicht fehlende Anregungen in der Literatur, sondern mein Anspruch in diese Sammlung nur praktische und angeleitete Arbeiten aufzunehmen, welche einwandfrei gelingen und bei denen der Aufwand des Lehrers und der Nutzen für den Schüler in einem vernünftigen Verhältnis zueinander stehen, indem in erster Linie die Objektbeschaffung so einfach wie möglich und die Materialliste so kurz wie nötig ist.

Der Umstand, dass in dieser Arbeit kein Praktikum zur Wirkung von Enzymen beschrieben wird, bedeutet nicht, dass ich kein solches mit den Klassen durchgeführt habe.
Vorfreude und Neugierde bewirken, dass die Schüler mich immer wieder von neuem über den Inhalt des bevorstehenden „praktischen“ Unterrichts befragten. Als ich antwortete wir würden demnächst die Aktivität von Enzymen untersuchen, meldete sich ein Schüler welcher die Klasse wiederholte mit Entsetzen. Auf meine Aufforderung hin schilderte er wie ekelig er ein zu diesem Thema im vorherigen Jahr durchgeführtes TP fand, bei dem mehrere Schüler in ein gleiches Reagenzglas spucken mussten.
Die Idee mit der Speichel-Amylase zu arbeiten fand ich damals, so wie heute noch, ganz interessant. Jedoch wollte ich nun, nachdem meine Zusammenstellung bereits mehrere praktische Arbeiten enthält, welche den Umgang mit Tierbestandteilen erfordern und somit Ekelgefühle hervorrufen können, eine Vorgehensweise wählen welche mit Sicherheit keine Ekelgefühle hervorruft. Alternativ nur ein Schüler ins Reagenzglas spucken zu lassen, verwarf ich, da dann die Möglichkeit besteht, dass die zu machenden Beobachtungen nicht mit denen laut Theorie zu erwartenden Resultate übereinstimmen. Ursache hierfür ist der Umstand, dass manche Menschen keine oder nur sehr wenig Speichelamylase besitzen (BIEWER, Formation continue (2014).

Während den Jahren 2015/2016 und 2016/2017 habe ich versucht ein illustrierendes Bestätigungsexperiment zu finden bei dem auf Enzyme aus dem Lebensmittelhandel (z.B. Amylase, Protease, Lipase, und Cellulase enthalten im Waschmittel) oder aus der Apotheke (z.B. Amylase enthalten im Medikament Maxilase) zurück gegriffen werden kann. Diese sind leicht zu beschaffen und müssen nicht so oft wie die im Fachhandel bestellten Enzyme im Kühlschrank gelagert werden.
Bei der für die Vorbereitung zur Rate gezogenen Literatur handelt es sich in diesem Fall ausschließ um Lehr- und Schulbücher aus den Fachbereichen der Naturwissenschaften (PRISMA. Biologie SI – Experimentesammlung; NATURA. Biologie für Gymnasien - Experimentesammlung Sekundarstufe II; Biologie Oberstufe, Gesamtband; Experimente mit Supermarktprodukten) sowie um Arbeitsunterlagen welche ich in einer Fortbildung zum Thema praktischem Arbeiten erhalten habe. Trotz der meines Erachtens fundierten Literatur stellten sich mir bei der Durchführung im Vorfeld, sowie zum Teil bei der Durchführung in der Klasse selbst Probleme. Die zum Teil nicht eingeplanten Beobachtungen verunsicherten die Schüler schnell und diese zeigten sich wenig erfreut darüber, dass das Praktikum „nicht nach Plan“ verlief.

Ein Schüler (10PS1 16/17) erkundigte sich bei mir ob die praktische Arbeit bewertet werden würde, weil das Experiment ja nicht „funktioniere“. Beim besagten Versuch wurde mit dem Enzym Amylase aus dem Medikament Maxilase gearbeitet. Bei dessen Durchführung sollte zu einem Punkt die Enzymaktivität durch Denaturierung des Proteins durch Hitze eingestellt werden. Dabei achtete ich nicht ausführlich genug auf den Moment der Zugabe des Substrats Amylose, da mir bis dato nicht bewusst war, dass es einen thermischen Stärkeverfall gibt. Infolgedessen viel der Fehling Test (Nachweisreaktion für reduzierender Zucker) positiv aus.

Bei einem anderen Versuch zum Thema „Wirkungsweise von Enzymen“ arbeiteten die Schüler aus Gründen des Materials in Vierergruppen. Abschließend sollte ein ausführliches Versuchsprotokoll pro Gruppe angefertigt werden. Zu meiner Enttäuschen arbeiteten die Schüler der 10PS3 (15/16) vor Ort nicht so gut wie sonst. Dadurch, dass von den Arbeitsaufträgen nicht alle vier Schüler immer gleichzeitig beschäftigt waren, hatte ich den Eindruck, dass anstatt sich die Arbeit auf zu teilen, versucht wurde die Arbeit einem Gruppenkollegen zu zuteilen.
Zudem stellten mich die abgelieferten Versuchsprotokolle weder in Punkto Präsentation, noch in Punkto Inhalt wirklich zufrieden.

Bei der Klasse 10PS2 (16/17) griff ich auf einen von einer Arbeitskollegin erhaltenen Versuch zurück. Dieser „funktionierte“ zwar einwandfrei, stammt jedoch nicht aus meiner Feder und benötigt isolierte Amylase aus dem Fachhandel. Aus beiden letzteren Gründen weigere ich mich daher das besagte TP in die Aufgabensammlung auf zu nehmen.

In den kommenden Jahren werde ich mich zu gegebenem Zeitpunkt erneut mit der Suche nach einem einfach durch zu führenden TP zum Thema „Wirkungsweise von Enzymen“ auseinandersetzen müssen. Im Rahmen dieser Arbeit muss ich jedoch eingestehen, dass es mir nicht gelungen ist eine praktische Arbeit durch zu führen, welche meinen Vorstellungen einer für den Schüler ertragreichen, kompetenzerfahrenden praktischen Arbeit entspricht und zudem noch einfach in der Planung und Durchführung ist.

5.2.4.Zusammenstellung der Arbeiten zu mikroskopielastig?

Bei genauerer Betrachtung, der in diesem Werk zusammengestellten Arbeiten, kann der Eindruck entstehen, dass ein Großteil in Verbindung mit dem Mikroskopieren steht. Zu dem im „horaires et programmes“ Vorgesehen Kapitel Zellbiologie müssen die Themen „Untersuchung von Lebewesen

mit dem Lichtmikroskop“, „Mikroskopischer Aufbau eines Laubblattes“ und „Tierische Gewebe und Organe“ behandelt werden. Bei all diesen Themen ist der Einsatz des Mikroskops von Vorteil und daher begründet.
Beim Mikroskopieren erlernen die Schüler nicht nur eine fachspezifische Arbeitsweise, sondern trainieren zudem ihre Feinmotorik, entwickeln räumliches Vorstellungsvermögen und schärfen ihren Blick für Details. Zudem fördert das Mikroskopieren das genaue, sorgfältige Arbeiten. (Köhler in Spörhase-Eichmann, 2010, S.151)

5.2.5.Theoretische Einbettung geschieht eher am Rand?

Im Zusammenhang mit dem praktischen Arbeiten wird manchmal die Kritik laut, dass die theoretische Einbettung eher am Rand geschieht.
Damit das „praktische“ Arbeiten sich als möglichst effizient in Punkto Lernzuwachs erweist und von den Schülern als wichtig empfunden wird, müssen die Schüler einen Sinn in der Durchführung des Praktikums erkennen. Zum einen erreiche ich dies dadurch, dass die Schüler einen Zusammenhang mit dem theoretischen Unterricht erkennen und zum anderen dadurch, dass ich für die jeweiligen praktischen Aufgaben das angestrebte Ziel möglichst ausführlich formuliert angebe. Je nach dem welches Vorwissen die Jugendlichen besitzen müssen, um die praktischen Arbeiten eigenständig durchführen zu können, finden diese zu unterschiedlichen Momenten im Lernprozess statt. Zu Beginn, als Einstieg in ein bisher unbehandeltes Themengebiet, in der Mitte zum Beantworten einer aufgeworfenen Frage oder zum Schluss, um die bis dahin gewonnenen Erkenntnis durch Üben und Wiederholen zu festigen.

Ausgehend von der Tatsache, dass mich über die letzten drei Jahre nie ein Schüler gefragt nach dem Sinn eines gewisses „TP‘s“ gefragt hat - bzw. mir nie gesagt wurde, dass man das im „TP“ erarbeitete Wissen auch einfacher im „theoretischen“ Unterricht hätte vermitteln können - zeigt, dass es mir gelungen ist das praktische Arbeiten als sinnvoll erscheinen zu lassen, unter anderem wegen einer Verknüpfung mit der Theorie.

Durch das gemeinsame Verbessern der praktischen Arbeiten mit den Schülern, bzw. durch das Austeilen eines Korrekturschlüssels erhoffe ich den Lernzuwachses, frei nach dem Motto „aus Fehlern lernen“ zusätzlich zu steigern und zudem die Verbindung zur Theorie noch ersichtlicher werden zu lassen.

5.2.6. Zu sehr auf einwandfreie Durchführbarkeit und auf begrenzten Arbeitsaufwand für die Lehrkraft bedacht?

Dadurch, dass die von mir ausgearbeiteten Arbeitsunterlagen den Schülern sehr genau vorgeben wie sie vorzugehen haben, werden die Jugendlichen recht stark geleitet. Freiheiten bei der Durchführung gibt es nur innerhalb einzelner Arbeitsschritte. Bei keinem der hier unterbreiteten „praktischen" Arbeiten konfrontiere ich die Schüler mit einem Problem, welches jene von Anfang bis Schluss, zum Beispiel durch eigenständiges recherchieren und experimentieren, selbstständig lösen sollen.

Ein gut geplanter und etwas stärker geführter Unterricht bietet die Vorteile gewisse Ziele, zum Beispiel das Belegen einer Theorie, in kürzerer Zeit erreichen zu können. Zudem kommt es zu weniger Störungen, weil die Schüler genau wissen was zu tun ist. Durch das ruhige und konzentrierte Arbeiten der Jugendlichen entsteht so ein ideales Arbeitsklima, um Wissen zu erwerben, anzuwenden, zu überpüfen und festigen zu können.

Zudem werden die Versuche, wenn sie „gelingen" der Erwartenshaltung der Schüler gerecht. Entsprechen die Beobachtungen nicht den zu erwartenden Resultaten, erschwert dies die Auswertung und Schlussfolgerung. Den Schülern fällt es ohnehin schwer die im „praktischen" Unterricht gemachten Beobachtungen mithilfe des im „theoretischen" Unterricht erlernten Wissens eigenständig fundiert zu erkären. Kommt nun noch eine mögliche Ursachensuche hinzu, wieso die zu erwartenden Resultate nicht eingetroffen sind, fühlen sich die Lernenden in der Regel überfordert. Sie lassen sich nur eingeschränkt auf die Suche nach einer begründeten Erklärung ein. Ob eher aus mangelnder Motivation oder eher aus fehlender Praxis kann ich nicht sagen. Dies wird unter anderem deutlich an den schlecht recherchierten und daher fehlerhaften und unvollständigen Auswertungen und Schlussfolgerungen.

Lassen sich die praktischen Arbeiten einwandfrei durchführen, ohne die Schüler zu unterfordern, wirkt sich dies positiv auf Motivation und Lernhaltung aus, genau wie auf die Disziplin und das Arbeitsklima im Klassensaal.

Das Augenmerk auf einen begrenzten Arbeitsaufwand für die Lehrkraft zu haben, finde ich dahingehend besonders begründet, dass in unserer schnelllebigen Zeit die Doppelbelastung Beruf und Familie immer größer zu werden scheint, sodass in der Gesellschaft immer häufiger körperliche und psyschiche Auswirkungen einer permanenten Stressbelastung zu Tage treten.

Dass zahlreiche Lehrkräfte sich direkt oder indirekt davon betroffen fühlen, oder sich zumindest für diese Thematik interessieren, zeigt sich durch die vom „ifen" angebotenen Formationen zu den Themen Burnout und dessen Vorbeugung. Das große Interesse der schulischen Berufsgruppen,

wird zum einen belegt durch den Umstand, dass die Fortbildungen zu den Themen Burnout, MBSR (mindfulness based stress reduction)/ Achtsamkeit allesamt sehr gut besucht sind (maximale Teilnehmerzahl wird meist noch vor dem Ablaufen der Anmeldezeit erreicht), und zum andern durch eine steigende Anzahl der zu diesen Themen angebotenen Formationen (in diesem Jahr 41 Fortbildungen, welche sich ausschließlich an die Gesundheit des Personals richten).
Aus Rücksicht und Respekt vor sich selbst finde ich es daher gerechtfertigt den Arbeitsaufwand für den „praktischen“ Unterricht in Grenzen zu halten.

6. Schlussfolgerung

Ziel dieser Arbeit ist, durch das Zur-Verfügung-Stellen der von mir ausgearbeiteten Unterrichtsunterlagen für ausgewählte praktische sowie angeleitete Arbeiten, unter anderem den Berufsanfängern die Scheu vor dem praktischen Arbeiten zu nehmen. Dieses lässt sich eher über organisatorisch einfachere, als über aufwendige, Experimentierformen verwirklichen.
Entspricht der Input der Lehrer nämlich nicht dem Output der Schüler, weil die Vorbereitung für die „praktischen" Unterricht aufwendiger sind, das Schülerinteresse eher gering ist, und/ oder der Wissenszuwachs gegenüber rein theoretischem Unterricht nicht wirklich größer ist, kann dies sich negativ auf die Lehrereinstellung zum praktischen Unterricht auswirken.
Werden dann noch Abgabetermine für Protokolle und Zeichnungen nicht eingehalten, bzw. diese erst gar nicht abgegeben, ist es nachvollziehbar, dass die Freude und Bereitschaft mancher Lehrkraft „praktischen" Unterricht zu halten sinkt.
Führt man nun jedoch einfache praktische Arbeiten durch, stehen Aufwand des Lehrers und Nutzen für den Schüler eher in einem vernünftigen Verhältnis zueinander.

Aus meiner Sicht sind alle in dieser Arbeit zusammengestellten praktischen Unterrichtseinheiten einfach in Punkto Planung und Durchführung. Zum einen, weil sich der Aufwand bei der Planung für die Lehrkraft in Grenzen hält und zum anderen, weil die Schüler sich bei der Durchführung mit Begeisterung auf das Unterrichtsgeschehen einlassen.
Letzteres führe ich im Speziellen darauf zurück, dass die hier zusammengetragenen Aufgaben die Jugendlichen weder über- noch unterfordert. Die Schüler eignen sich dabei im Binom oder in Kleingruppen weitestgehend selbstständig relevantes Wissen an, weil die praktischen und angeleiteten Arbeiten eine Herausforderung darstellen, welche die Lernenden selbstständig und erfolgreich meistern können und somit Kompetenz erleben. Hierdurch besteht die Möglichkeit die Motivation fürs Lerngeschehen zu steigern.

Gut geplanter und durchgeführter „praktischer" Unterricht bereitet somit den Lernenden und der der Lehrkraft Freude. Letzterer im Speziellen dadurch, dass die Mühe bei der Planung im Vorfeld durch begeisterte Schüler belohnt wird. Teils zeigen einige Schüler sogar Dankbarkeit gegenüber dem Lehrer für dessen Einsatz bei Unterrichtsplanung.

Befragt man die Schüler, gefallen ihnen die Arbeiten mit dem Mikroskop, die Sektion von Organen, sowie die Freilandexkursionen am besten. Das Schreiben von Protokollen empfinden sie als zu mühsam.

Die an die Lehrkraft gerichteten Unterrichtsunterlagen (PDF-Format), sowie die PowerPoint Präsentationen mit den im Unterricht eingesetzten Bildern, die angefertigten Arbeitsblätter (WORD und PDF-Format), sowie deren Musterlösung (PDF-Format) werde ich in elektronischer Form an sämtliche Lyzeen des Landes, welche 10PS- Klassen führen senden, mit der Bitte (Anhang 70) die Unterlagen an das jeweilig betroffene Lehrpersonal weiter zu leiten.
Zuvor werde ich jedoch noch aus allen Arbeitsblättern das LNB-Zeichen entfernen, welches ich bei all meinen Prüfungen und Dokumenten die ich benote einfüge, um diesen einen offiziellen Charakter zu verleihen.

Ich erhoffe mir, dass die hier zusammengestellten Unterrichtsunterlagen sowohl jungem, wie erfahrenem Lehrpersonal als Anregung für ihre Unterrichtsvorbereitung dienen und sie diese somit entlasten.

7. Literaturverzeichnis

Pädagogische Literatur - Bücher

BERCK, Karl-Heinz, *Biologiedidaktik – Grundlagen und Methoden*. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim (2005)

ESCHENHAGEN, Dieter, KATTMANN, Ulrich & RODI, Dieter, *Fachdidaktik Biologie.* Aulis Verlag Deubner, Köln (2008)

GRAF, Erwin, Fachgerechte Denk- und Arbeitsweisen für den Biologieunterricht. In GRAF, Erwin (Hrsg.), *Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis* (120-130). Auer Verlag, Donauwörth (2004)

GROPENGIEßER, Harald, HARMS, Ute, KATTMANN, Ulrich (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie*. Aulis Verlag in der Stark Verlagsgesellschaft, Hallbergmoos (2013)

HAMMANN, Marcus, *Experimentieren*. In SPÖRHASE, Ulrike & Ruppert Wolfgang (Hrsg.), *Biologie Methodik – Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S.102-106). Cornelsen Schulverlag GmbH, Berlin (2014)

HESSE M. (2000, S.194), Zitiert in:
KÖHLER, Karlheinz, *Welche fachgemäßen Arbeitsweisen werden. Im Biologieunterricht eingesetzt?* In SPÖRHASE-EICHMANN, Ulrike & RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.), *Biologie Didaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S.146-159). Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG., Berlin (2010)

KERSCHENSTEINER, Georg, *Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichtes*. Springer Fachmedien, Wiesbaden (1928)

KILLERMANN, Wilhelm, HIERING, Peter & STAROSTA, Bernhard, *Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik*. Auer Verlag, Donauwörth (2011)

KLAUTKE, Siegfried, Ist das Experimentieren im Biologieunterricht noch zeitgemäß? Herrn Kollegen Prof. Dr. Wilhelm Killermann zur Emeritierung gewidmet. In *Der Mathematische Und Naturwissenschaftliche Unterricht,* 50/6 (S. 323-329). Bonn, Dümmer (01.09.1997)

KLIPPERT, Heinz, *Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen – Bausteine für den Fachunterricht.* Beltz Verlag, Weinheim und Basel (2007)

KÖHLER, Karlheinz, Nach welchen Prinzipien kann Biologieunterricht gestaltet werden? In SPÖRHASE-EICHMANN, Ulrike & RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.), *Biologie Didaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S.124-145). Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG., Berlin (2010)

MEISERT, Anke, Wie kann Biologieunterricht geplant werden? In SPÖRHASE-EICHMANN, Ulrike & RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.), *Biologie Didaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S.241-274). Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG., Berlin (2010)

MEYER, Hilbert, Unterrichtsmethoden – I-Theorieband. Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG., Berlin (2009)

MEYER, Hilbert (1987). Experimentelles Arbeiten im Biologieunterricht. Zit. in: KLAUTKE, Siegfried, *Ist das Experimentieren im Biologieunterricht noch zeitgemäß?* In *Der Mathematische Und Naturwissenschaftliche Unterricht,* 50/6 (S. 323-329). Bonn, Dümmer (01.09.1997)

OTTENI, Martin, Betrachten und Interpretieren. In SPÖRHASE, Ulrike & RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.), *Biologie Methodik – Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S.87-89). Cornelsen Schulverlag GmbH, Berlin (2014a)

OTTENI, Matin, Untersuchen. In SPÖRHASE, Ulrike & RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.), *Biologie Methodik – Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S.95-98). Cornelsen Schulverlag GmbH, Berlin (2014b)

SCHMIEMANN, Philipp, Gruppenpuzzle. In SPÖRHASE, Ulrike & RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.), *Biologie Methodik – Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (S.205-209). Cornelsen Schulverlag GmbH, Berlin (2014)

RUPPERT, Wolfgang, Welches Interesse haben Schüler an biologischen Themen. In SPÖRHASE-EICHMANN, Ulrike & RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.), *Biologie Didaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (S.107-123). Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG., Berlin (2010)

Lehr- , Schul- und Fachbücher

Arbeitsblätter Biologie - Zellbiologie und Einzeller. Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2008)

BEIER, Maria, WOLTER, Jörg, *Klausuren* in *Markl BIOLOGIE Oberstufe - Lehrerbuch*. Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2010)

Bio EDIT 7-10 - Biologie heute – Lehrerhandbuch für den Sekundarbereich I – Elektronischer Gesamtband. Schroedel Verlag GmbH, Hannover (1998)

Biologie 2/3. Cornelsen Verlag, Berlin (1995)

Biologie heute SII Arbeitsheft – Cytologie, Entwicklungsbiologie, Stoffwechselphysiologie. Schroedel Verlag, Hannover (2003)

CAMPBELL, Neil, REECE, Jane & al*., Biologie. 8.aktualisierte Auflage*. Pearson Studium, imprint der Pearson Education Deutschland GmbH, München (2009)

Duden Basiswissen Schule – Biologie 5. bis 10. Klasse. Duden Schulbuchverlag, Berlin (2011)

ECKBRECHT, Detlef, *NATURA. Biologie für Gymnasien – Oberstufe Aufgabensammlung.* Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2005)

ECKBRECHT, Hanna, ECKBRECHT, Detlef & KLUGE, Siegfried, *PRISMA. Biologie SI - Experimentesammlung.* Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2007)

ECKBRECHT, Hanna, KLUGE, Siegfried, *NATURA. Biologie für Gymnasien - Experimentesammlung Sekundarstufe II.* Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2008)

GROPENGIEßER, Harald, *Biologie Unterrichten* in *Markl BIOLOGIE Oberstufe - Lehrerbuch*. Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2010)

GRÜMME, Tobias, KRULL, Hans-Peter, KÜTTNER, Ralf & NOLTE, Matthias, *Markl BIOLOGIE Oberstufe – Arbeitsbuch.* Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2010)

HÖLL-STÜBER, Eva & DACHROTH, Sabine, *Gesundheit – Krankheit, Ein Balanceakt*. Verlag Handwerk un Technik GmbH, Hamburg (2004)

HORST, Bickel et al., *NATURA – Biologie für Gymnasien. 7. – 10.Schuljahr*. Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2009)

KLEINERT, Reiner, Struktur und Funktion spezialisierter Zellen. In *Unterricht Biologie, Struktur und Funktion,* 232, (S.27-31) Erhard Friedrich Verlag, Seelze (1998)

KÜTTNER, Ralf & NOLTE, Matthias, *Markl BIOLOGIE Oberstufe - Experimentebuch*. Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2011)

MARKL, Jürgen (Hrsg.), *Markl BIOLOGIE Oberstufe*. Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart (2010)

REIFFERS, Christiane, GREVIS, Michel, *Dossier de l'animateur 10: Wald-Meister, Kinder und Jugendliche entdecken den Wald durch Walderlebnisspiele*. Imprimerie Faber (2013)

SCHOPPMEYER, Maria-Anna, *Anatomie und Physiologie – Kurzlehrbuch für Pflegeberufe*. Uraban&Fischer Verlag, Imprint der Elsevier GmbH, München (2012)

SCHWEDT, Georg, *Experimente mit Supermarktprodukten – Eine chemische Warenkunde*. WILEY-VCH Verlag GmbH] Co. KGaA, Weinheim (2009)

WEBER, Ulrich (Hrsg.), *Biologie Oberstufe, Gesamtband*. Cornelsen Verlag, Berlin (2010)

WEBER, Ulrich (Hrsg.), *Handbuch für den Unterricht. Biologie Oberstufe, Gesamtband*. Cornelsen Verlag, Berlin (2005)

WYNN, Kapit & LAWRENCE M., Elson, *Anatomie-Malatlas.* Arcis Verlag, München (1989)

Dokumente – diverse Unterlagen

BIEWER Christiane, *Les travaux pratiques en biologie au cycle supérieur.* Arbeitsunterlagen, Formation Continue (2014)

HOLSTERMANN Nina, *Interesse von Schülerinnen und Schülern an biologischen Themen: Zur Bedeutung von hands-on Erfahrungen und emotionalem Erleben.* Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades. (2009), URL: https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AD65-8/holstermann.pdf?sequence=1 [15.8.18]

NEDOMANSKY, Martina, *Naturwissenschaftliches Arbeiten in Biologie Kurzfassung.* Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung, Purkendorf (2007), URL: https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/d/db/732_Kurzfassung_Nedomansky.pdf [01.10.18]

LIND, G., KROß, A. & MAYER, J., *Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht*. (1998), URL: http://blk.mat.uni-bayreuth.de/material/db/1/modul2.doc [15.8.18]

ROEMER Simone, *Praktisches Arbeiten im Biologieunterricht: Eine Zusammenstellung ausgewählter Beispiele für die Klassen 7e – 6e und 7e – 8e*. Travail de candidature (2008)

SALENTINY Jos, *Enseignement et Apprentissage – Initiation à l'enseignement de l'approche scientifique en biologie.* Unterrichtsunterlagen, Formation Disciplinaire Biologie (2011)

SCHARFENBERG Franz-Josef, *Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse.* Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades. (2005), URL: http://www.pflanzenphysiologie.uni-bayreuth.de/didaktik-bio/en/pub/html/31120diss_Scharfenberg.pdf [15.8.18]

SCHMIT Frank, *Enseignement et Apprentissage*. Unterrichtsunterlagen, Formation Transversale (2011)

ZANGERLÉ Gilbert, *Unité Travaux pratiques. Praktësch Biologie – TP: Zeechnungen, Rapport, Aarbechtsbllieder, ….* Unterrichtsunterlagen, Formation Disciplinaire Biologie (2011)

Internetseiten (Letzte Einsicht am 1. Oktober 2018)

Blutgewebe
https://www.spektrum.de/lexikon/biochemie/blutgruppenantigene/867
Blut - Differenzialblutbild
http://www.phywe.fr/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchsanleitungen/P5921500/d/p5921500d.pdf
Blut - Färbung nach Pappenheim
http://binder-ventil.de/wp-content/uploads/2014/12/pappenheimfaerbung.pdf
Edumedia Animation „von der Pflanze zum Chloroplast“
http://www.edumedia-sciences.com/de/media/327-von-der-pflanze-zum-chloroplast
Fettgewebe
https://de.wikipedia.org/wiki/Fettgewebe
https://de.wikipedia.org/wiki/Adipozyt
http://fensterbanktomaten.de/fettgewebe-teil-1/
http://www.unifr.ch/anatomy/elearning/de/bindegewebe/einteilung/fett/d-fett.php
Knorpelgewebe
http://www.histonet2000.de/praeparat.php?pzid=005_016#
https://flexikon.doccheck.com/de/Gelenkknorpel
http://www.unifr.ch/anatomy/elearning/de/stuetzgewebe/knorpel/ezm_knorpel/d-ezm_knorpel.php
Lernziele (Wikipedia) https://de.wikipedia.org/wiki/Lernziel
Lernziele formulieren
https://tu-dresden.de/mz/ressourcen/dateien/services/e_learning/didaktische-handreichung-formulierung-von-lernzielen-aus-dem-projekt-seco?lang=de
Mikroskopie - Auflösungsvermögen
https://de.wikipedia.org/wiki/Auflösungsvermögen
Mikroskopie - Bewertungsgitter
https://www.babelsberger-filmgymnasium.de/attachment/module/8286/Beispiel%20und%20Bewertung%20Mikroskopische%20Zeichnung.pdf

Mikroskopie - Gesichtsfeld

https://www.duden.de/rechtschreibung/Gesichtsfeld

Mikrokopie - Umgang mit dem Mikroskop

https://www.didaktik-biowissenschaften.de/Mikroskopie-fuer-den-Biologieunterricht_relEndversion.pdf

Sektion Schweineherz

http://www4.ac-nancy-metz.fr/svt/enseign/svt/innov/compeda/agreg02/Brecourt/anatomie.htm

Sicherheit im Biologieunterricht (Gefahrenstoffeinstufung und Entsorgungsempfehlung)

http://www.gefahrstoffe-schule-bw.de/site/pbs-bw-new/get/documents/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Projekte/Gefahrstoffe-Schule-BW/Handbuch%20Sicherheit%20im%20Biologieunterricht.pdf

http://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/mathematisch-naturwissenschaftliche-faecher/biologie/service_lehrkraft/sicherheitbio/index.html

8. Anhang

Anhang 1	Unterrichtsunterlagen zum Thema „Praktisches Arbeiten – Einführung“
Anhang 2	AB Praktisches Arbeiten – Einführung
Anhang 3	Informationsbrief an die Erziehungsberechtigten
Anhang 4	Praktisches Arbeiten – Einführung – Tafelbild
Anhang 5	Unterrichtsunterlagen zum Thema „Einführung in die Mikroskopie“
Anhang 6	AB Einführung in die Mikroskopie
Anhang 6‘	AB Einführung in die Mikroskopie – Musterlösung
Anhang 7	Einführung in die Mikroskopie – Tafelbild
Anhang 8	Mikroskopie Test (Variante 1)
Anhang 8‘	Mikroskopie Test (Variante 1) – Musterlösung
Anhang 8‘‘	Mikroskopie Test (Variante 1) – Schülerbeispiel
Anhang 9	Mikroskopie Test (Variante 2)
Anhang 9‘	Mikroskopie Test (Variante 2) – Musterlösung
Anhang 9‘‘	Mikroskopie Test (Variante 2) – Schülerbeispiel
Anhang 10	Mikroskopie Test (Variante 3)
Anhang 10‘	Mikroskopie Test (Variante 3) – Musterlösung
Anhang 10‘‘	Mikroskopie Test (Variante 3) – Schülerbeispiel
Anhang 11	Unterrichtsunterlagen zum Thema „Mikroskopie – Tier- und Pflanzenzellen im Vergleich“
Anhang 12	AB Mundschleimhautzellen (Variante 1)
Anhang 12‘	AB Mundschleimhautzellen (Variante 1) – Musterlösung
Anhang 12‘‘	AB Mundschleimhautzellen (Variante 1) – Schülerbeispiel
Anhang 13	AB Mundschleimhautzellen (Variante 2)
Anhang 13‘	AB Mundschleimhautzellen (Variante 2) – Musterlösung
Anhang 13‘‘	AB Mundschleimhautzellen (Variante 2) – Schülerbeispiel
Anhang 14	Mundschleimhautzellen – Schülerpräparat
Anhang 15	AB Zwiebelhaut (Variante 1)
Anhang 15‘	AB Zwiebelhaut (Variante 1) – Musterlösung
Anhang 15‘‘	AB Zwiebelhaut (Variante 1) – Schülerbeispiel
Anhang 16	AB Zwiebelhaut (Variante 2)
Anhang 16‘	AB Zwiebelhaut (Variante 2) – Musterlösung
Anhang 16‘‘	AB Zwiebelhaut (Variante 2) – Schülerbeispiel
Anhang 17	Zwiebelhautzellen – Schülerpräparate

Anhang 18 AB Wasserpest (Variante 1)
Anhang 18‘ AB Wasserpest (Variante 1) – Schülerbeispiel
Anhang 19 AB Wasserpest (Variante 2)
Anhang 19‘ AB Wasserpest (Variante 2) – Schülerbeispiel
Anhang 20 Wasserpestzellen – Schülerpräparat
Anhang 21 AB Leukoplasten
Anhang 21‘ AB Leukoplasten – Musterlösung
Anhang 21‘‘ AB Leukoplasten – Schülerbeispiel
Anhang 22 Verbesserung der naturwissenschaftlichen Zeichnungen „Mundschleimhautzellen“ und „Zwiebelhautzellen“ an der Tafel - Tafelbild
Anhang 23 Unterrichtsunterlagen zum Thema „Mikroskopie - Tiergewebe“
Anhang 24 AB Verschiedene Gewebetypen beim Schweinefuß
Anhang 24‘ AB Verschiedene Gewebetypen beim Schweinefuß – Musterlösung
Anhang 24‘‘ AB Verschiedene Gewebetypen beim Schweinefuß – Schülerbeispiel
Anhang 25 Unterrichtsunterlagen zum Thema „Blutgewebe und Blutgruppenbestimmung“
Anhang 26 AB Blutausstrich und Blutgruppenbestimmung – Angepasste Version
Anhang 26‘ AB Blutausstrich und Blutgruppenbestimmung – Musterlösung
Anhang 26‘‘ AB Blutausstrich – Schülerbeispiel
Anhang 26‘‘‘ AB Blutgruppenbestimmung – Schülerbeispiel
Anhang 27 Musterlösung vom AB Blutzellen (Färbung nach Pappenheim)
Anhang 27‘ AB Blutzellen (Färbung nach Pappenheim) – Schülerbeispiel
Anhang 28 Foto eines Schülerpräparates – Methylenblaufärbung
Anhang 28‘ Fotos diverser Schülerpräparate – Färbung nach Pappenheim
Anhang 29 Unterrichtsunterlagen zum Thema „Pflanzengewebe – Aufbau eines Laubblattes“
Anhang 30 AB Pflanzengewebe – Aufbau eines Laubblattes
Anhang 30‘ AB Pflanzengewebe – Aufbau eines Laubblattes – Musterlösung
Anhang 30‘‘ AB Pflanzengewebe – Aufbau eines Laubblattes – Schülerbeispiel
Anhang 31 Foto vom Fertigpräparat vom Querschnitt des Laubblattes
Anhang 31‘ Fotos von diversen Schülerpräparaten von der unteren Lauchepidermis
Anhang 32 Verbesserung – Tafelbild
Anhang 33 Unterrichtsunterlagen zum Thema „Analyse von TEM-Aufnahmen“
Anhang 34 AB Interpretation von zwei unterschiedlichen transmissionselektronenmikroskopischen Aufnahmen – Angepasste Version

Anhang 34‘ AB Interpretation von zwei unterschiedlichen transmissionselektronenmikroskopischen Aufnahmen – Musterlösung
Anhang 34‘‘ AB Interpretation von zwei unterschiedlichen transmissionselektronenmikroskopischen Aufnahmen – Schülerbeispiel
Anhang 35 Unterrichtsunterlagen zum Thema „Sektion eines Schweineherzens“
Anhang 36 AB Sektion des Schweineherzens (praktische Arbeit) – überarbeitete Version
Anhang 36‘ AB Sektion des Schweineherzens (praktische Arbeit) – überarbeitete Version – Musterlösung
Anhang 36‘‘ AB Sektion des Schweineherzens (praktische Arbeit) – Schülerbeispiel
Anhang 37 AB Sektion des Schweineherzens (theoretische Arbeit) – überarbeitete Version
Anhang 37‘ AB Sektion des Schweineherzens (theoretische Arbeit) – überarbeitete Version – Musterlösung
Anhang 37‘‘ AB Sektion des Schweineherzens (theoretische Arbeit) – Schülerbeispiel
Anhang 38 Unterrichtsunterlagen zum Thema „Stofftransport: Diffusion und Osmose“
Anhang 39 AB „Stofftransport: Diffusion und Osmose“
Anhang 39‘ AB „Stofftransport: Diffusion und Osmose“ – Musterlösung
Anhang 39‘‘ AB „Stofftransport: Diffusion und Osmose“ – Schülerbeispiel
Anhang 40 Fotos zum TP „Stofftransport: Diffusion und Osmose“
Anhang 41 AB Osmose
Anhang 41‘ AB Osmose – Musterlösung
Anhang 41‘‘ AB Osmose – Schülerbeispiel
Anhang 42 Fotos zum TP „Osmose“
Anhang 43 AB Plasmolyse – Deplasmolyse
Anhang 43‘ AB Plasmolyse – Deplasmolyse – Musterlösung
Anhang 43‘‘ AB Plasmolyse – Deplasmolyse – Schülerbeispiele
Anhang 44 Fotos zum TP „Plasmolyse – Deplasmolyse“
Anhang 45 Unterrichtsunterlagen zum Thema „Nachweisreaktionen von Nährstoffen in Lebensmitteln“
Anhang 46 AB Nachweisreaktionen von Nährstoffen in Lebensmitteln – überarbeitete Version
Anhang 46‘ AB Nachweisreaktionen von Nährstoffen in Lebensmitteln – überarbeitete Version – Musterlösung
Anhang 46‘‘ AB Nachweisreaktionen von Nährstoffen in Lebensmitteln – Schülerbeispiel
Anhang 47 Nährstoffnachweis in der Milch H.A. – Musterlösung

Anhang 47‘ Nährstoffnachweis in der Milch H.A. – Schülerbeispiel 1
Anhang 47‘‘ Nährstoffnachweis in der Milch H.A. – Schülerbeispiel 2
Anhang 48 Fotos zum TP „Nachweisreaktionen von Nährstoffen in Lebensmitteln“
Anhang 49 Unterrichtsunterlagen zu dem Thema „Gruppenpuzzle zu den Themen „Zelle – Gewebe – Organismus“ und „Biotische Umweltfaktoren““
Anhang 50 AB Gruppenpuzzlemethode – Anleitung
Anhang 51 Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Prokaryoten – echte Bakterien
Anhang 51‘ Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Prokaryoten – echte Bakterien – Musterlösung
Anhang 51‘‘ Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Prokaryoten – echte Bakterien – Version vor der Überarbeitung
Anhang 52 Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Prokaryoten – Cyanobakterien + Archaeen/ Viren
Anhang 52‘ Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Prokaryoten – Cyanobakterien + Archaeen/ Viren – Musterlösung
Anhang 52‘‘ Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Prokaryoten – Cyanobakterien + Archaeen/ Viren – Version vor der Überarbeitung
Anhang 53 Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Eukaryoten – Einzeller
Anhang 53‘ Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Eukaryoten – Einzeller - Musterlösung
Anhang 53‘‘ Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Eukaryoten – Einzeller - Version vor der Überarbeitung
Anhang 54 Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Herkunft der Eukaryotzelle / Vom Einzeller zum Vielzeller
Anhang 54‘ Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Herkunft der Eukaryotzelle / Vom Einzeller zum Vielzeller - Musterlösung
Anhang 54‘‘ Thema „Zelle – Gewebe – Organismus“ – AB Herkunft der Eukaryotzelle / Vom Einzeller zum Vielzeller - Version vor der Überarbeitung
Anhang 55 Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Parasitismus
Anhang 55‘ Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Parasitismus – Musterlösung
Anhang 56 Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Symbiose
Anhang 56‘ Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Symbiose – Musterlösung

Anhang 56 Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Konkurrenz
Anhang 57‘ Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Konkurrenz – Musterlösung
Anhang 58 Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Räuber – Beute – Beziehung
Anhang 58‘ Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Räuber – Beute – Beziehung – Musterlösung
Anhang 59 Thema „Biotische Umweltfaktoren“ – AB Biotische Ökofaktoren im Überblick
Anhang 60 Unterrichtsunterlagen zum Thema „Freilandexkursion – Hollenfels“
Anhang 61 Exkursionsvorbereitung – Korrespondenz
Anhang 62 Exkursionsvorbereitung – Materialliste
Anhang 63 Exkursion Hollenfels – auszufüllender Bericht
Anhang 63‘ Exkursion Hollenfels – auszufüllender Bericht – Musterlösung
Anhang 63‘‘ Exkursion Hollenfels – auszufüllender Bericht – Schülerbeispiel
Anhang 64 Exkursion Hollenfels – Fragebogen zur Prüfungsvorbereitung
Anhang 64‘ Exkursion Hollenfels – Fragebogen zur Prüfungsvorbereitung – Musterlösung
Anhang 65 Exkursion Hollenfels – Prüfung (Variante 1)
Anhang 65‘ Exkursion Hollenfels – Prüfung (Variante 1) – Musterlösung
Anhang 65‘‘ Exkursion Hollenfels – Prüfung (Variante 1) – Schülerbeispiel
Anhang 66 Exkursion Hollenfels – Prüfung (Variante 2)
Anhang 66‘ Exkursion Hollenfels – Prüfung (Variante 2) – Musterlösung
Anhang 67 Dokumentanalyse „Spezialisten in der Krautschicht des Buchwaldes“
Anhang 67‘ Dokumentanalyse „Spezialisten in der Krautschicht des Buchwaldes“ – Musterlösung
Anhang 67‘‘ Dokumentanalyse „Spezialisten in der Krautschicht des Buchwaldes“ – Schülerbeispiel
Anhang 68 Dokumentanalyse „Frühblüher und der Umweltfaktor Licht“
Anhang 68‘ Dokumentanalyse „Frühblüher und der Umweltfaktor Licht“ – Musterlösung
Anhang 68‘‘ Dokumentanalyse „Frühblüher und der Umweltfaktor Licht“ – Schülerbeispiel
Anhang 69 Fotos der Freilandexkursionen „Écologie comparée Eau et Forêt“, „L’éco-pédagogie – les éco-jeux“, „L’écosystème de la forêt“ und „L’écosystème des eau“
Anhang 70 Brief mit der Bitte die zusammengestellten Arbeiten an das Fachpersonal weiterzuleiten