Travail de Candidature

Nutzung eines außerschulischen Lernortes zur Bildung von Nachhaltigkeit im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts am Beispiel des ökologischen Parks des Campus Merten

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und alle fremden Quellen und Hilfsmittel als solche kenntlich gemacht habe.

Um eine flüssige Lektüre des Texts zu ermöglichen, wurde die männliche Wortform benutzt, um sowohl Personen weiblichen als auch männlichen Geschlechts zu bezeichnen.

Alle Schüleraussagen, die im Text vorkommen, wurden wortwörtlich wiedergegeben und ohne grammatikalische oder orthographische Fehler zu korrigieren.

Ort, Datum **Unterschrift**

Lynn Folscheid

Candidate au Lycée Technique Mathias Adam à Lamadelaine

Spécialité: Biologie

Patron de recherche: Francis Schartz

Nutzung eines außerschulischen Lernortes zur Bildung von Nachhaltigkeit im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts am Beispiel des ökologischen Parks des Campus Merten

Années académiques 2011 - 2016

Nordstadlycée	Années académiques 2011 – 2013
Lycée Technique Mathias Adam	Années académiques 2013 - 2016

Zusammenfassung

Ausgangspunkt dieser Arbeit war die Eröffnung des ökologischen Parks des Campus Merten in Diekirch im Mai 2011. Um die neue Einrichtung optimal zu nutzen, sollte eine Arbeitsmappe mit Arbeitsblättern erstellt werden, die von allen Lehrpersonen die den Lehrgarten mit Schülern besuchen wollen, eingesetzt werden könnte. Hauptziel war es, den Schülern die Natur und das Thema Ökologie näherzubringen.

Im Laufe der Zeit wurde die Bildung zur nachhaltigen Entwicklung der Mittelpunkt dieser Arbeit. Der ökologische Park und die ausgearbeiteten Arbeitsblätter sollen es den Schülern nun ermöglichen sich neue Wertvorstellungen anzueignen und sich ihrer Handlungsmöglichkeiten bewusst zu werden, um sich im Alltag so zu verhalten wie es dem Leitbild für eine nachhaltige Entwicklung enstpricht. Um ihr Umweltbewusstsein und ihre Handlungsbereitschaft zu fördern, habe ich schülerzentrierte und praxisorientierte Unterrichtseinheiten ausgearbeitet, die zudem das vernetzte Denken der Jugendlichen trainieren sollen. Ich erhoffe mir, dass sie lernen das erworbene Wissen und Können in neuen und komplexeren Situationen umzusetzen. Im Laufe der verschiedenen Projekte wurden gezielte Schlüsselkompetenzen trainiert, die im Vorfeld definiert wurden.

Im Rahmen dieser Arbeit werden sechs Projekte beschrieben, die ich in den Schuljahren 2011/2012 und 2012/2013 auf verschiedenenen Klassenstufen durchgeführt habe. Für jedes Projekt gehe ich auf die Erstellung der Arbeitsblätter, sowie die Vorbereitung und Umsetzung der Unterrichtseinheit ein. Nach einer gründlichen Analyse des Ablaufs, der ausgefüllten Arbeitsblätter und der Auswertung von Schülerrückmeldungen, mache ich für jedes Projekt Verbesserungsvorschläge. Das Produkt dieser Arbeit ist eine Arbeitsmappe, die sowohl theoretische, als auch praktische Unterrichtseinheiten für Schüler unterschiedlichen Alters enthält. In der Arbeitsmappe befinden sich die überarbeiteten Arbeitsblätter der beschriebenen Projekte, sowie weitere Arbeitsblätter die mit Klassen im ökologischen Park angewandt werden können. Die Verlegung des Unterrichts an einen außerschulischen Lernort bietet Möglichkeiten den Jugendlichen Respekt und Liebe zur Natur zu vermitteln, die man im Klassenraum nicht findet. So sollen die Themen Naturschutz und Nachhaltigkeit für die Jugendlichen zu einer Selbstverständlichkeit werden.

Danksagungen

Folgenden Personen, die mir ihre Hilfe und Ratschläge angeboten haben, möchte ich besonders danken:

- Herrn Francis Schartz, meinem „patron du travail de Candidature“, der mich die ganze Zeit über begleitet, und mir zahlreiche Ratschläge gegeben hat.

- Frau Muriel Jung, die meine Arbeitsblätter getestet und mich bei den Bestimmungen der Pflanzen unterstützt hat.

- Herrn Lex Kilburg, der mir bei den Bestimmungen der Bäume und Sträucher geholfen hat.

- Frau Laura Van den Kerchove, für ihre Mitwirkung bei dem Projekt über die Nutzung der Kräuter in den Hochbeeten.

- Den Mitarbeitern aus dem Nordstadlycée die mir bei den diversen Projekten geholfen haben und mir ihre Unterstützung in den letzten Jahren zukommen ließen.

- Frau Anne Weis, für ihre wertvolle Hilfe bei der Erstellung der Arbeitsmappe und ihre Zeit und Geduld die sie mir dabei geschenkt hat.

- Frau Laurence Miller, für ihre zahlreichen Verbesserungsvorschläge für den vorliegenden Text.

- Herrn Thierry Helminger, für seine Ratschläge bei der Bestimmung der Pflanzen.

- Meinen Schülern für ihre tatkräftige Mitarbeit und ihre Bereitschaft mir bei meinen Projekten als „Versuchskaninchen“ zur Verfügung zu stehen.

- Meiner Familie und meinen Freunden, die mich unterstützt und mir zur Seite gestanden haben.

“Ziel der Umweltbildung ist es, Menschen zu einem verantwortungsbewussten und schonenden Handeln gegenüber der Natur zu motivieren und zu qualifizieren und damit eine wichtige Grundlage für eine nachhaltige Enwicklung zu schaffen.”[1]

[1]Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 128

Inhaltsverzeichnis

I. EINLEITUNG 11

1. Problemstellung 11

1.1. Bildung für nachhaltige Entwicklung 11

1.2. Bildung außerhalb des Klassenraums 13

2. Zielsetzung 13

3. Umweltinteresse und Naturverständnis 14

4. Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung 17

4.1. Der Begriff der Nachhaltigkeit 17

4.2. Die Geschichte der Nachhaltigkeit 18

4.3. Vom Weltgipfel von Rio zur Agenda 2030 20

5. Umwelterziehung und Bildung zur nachhaltigen Entwicklung 22

5.1. Bedeutung von Naturerlebnissen 22

5.2. Von der Umwelterziehung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung 25

5.3. Bildung für nachhaltige Entwicklung im Biologieunterricht 27

5.4. Umwelterziehung in Luxemburg 28

6. Theoretische Begründung zur Nutzung eines außerschulischen Lernortes 30

6.1. Definition und Qualitätsmerkmale außerschulischer Lernorte 30

6.2. Argumente für die Nutzung außerschulischer Lernorte 31

7. Methoden zum Lernen an außerschulischen Lernorten 35

7.1. Auswahl der Methoden 35

7.2. Anwendung von Gruppenarbeiten 36

7.3. Interdisziplinarität 37

7.4. Verwendung von Arbeitsblättern 38

II. PÄDAGOGISCH –DIDAKTISCHE VORBEREITUNG DER UNTERRICHTSEINHEITEN 39

1. Die Auswahl der Klassen 39

2. Angestrebte Lernziele und Kompetenzen 40

3. Vorbereitung des außerschulischen Unterrichts 45

III. DER ÖKOLOGISCHE PARK DES CAMPUS MERTEN 47

1. Allgemeines 47

2. Der Schluchtwald 53

3. Die Hochbeete 55

4. Der Teich 57

5. Die Streuobstwiese 59

6. Das Bienenhäuschen 60
7. Sträucher neben dem Bienenhäuschen 62
IV. ÜBERSICHT ÜBER DIE PROJEKTE 67
V. PROJEKT 1: Einführung in das Thema Nachhaltigkeit 69
1. Einleitung 69
2. Anvisierte Kompetenzen 71
3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten 72
3.1. Vergleich von Baumwollfasern und Synthesefasern 73
3.2. Woher und Wohin? Aus dem Lebenzyklus von Sneakern. 82
3.3. Abschluss der Unterrichtseinheiten: Arbeitsblatt „Nachhhaltigkeit“ 92
4. Feedback der Schüler (Anhänge 5.4.a. – 5.4.c) 96
5. Auswertung der Unterrichtseinheiten und Verbesserungsvorschläge 97
Vergleich von Baumwollfasern und Synthesefasern 99
Aus dem Lebenszyklus von Sneakern 104
VI. PROJEKT 2: Untersuchungen des Biotops Teich 109
1. Einleitung 109
2. Anvisierte Kompetenzen 112
3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten 115
3.1. Bestimmung der Gewässergüte des Teiches 115
3.2. Physikalische und chemische Untersuchungen des Teichs 125
4. Feedback der Schüler (Anänge 6.3.a. und 6.3.b.) 142
5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge 144
VII. PROJEKT 3: Untersuchungen des Biotops Wald 151
Oder: Der Waldboden und seine Rolle im Wasserkreislauf 151
1. Einleitung 151
2. Anvisierte Kompetenzen 154
3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten 156
3.1. Einführung in die Ökologie 156
3.2. Der Weg des Wassers durch den Wald 167
4. Feedback der Schüler (Anhänge 7.3.a. und 7.3.b.) 178
5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge 180
5.1. Unterrichtseinheit „Einführung in die Ökologie“ oder „Die Eigenschaften des Waldbodens“ (Anhang 7.1.d.) 183
5.2. Unterrichtseinheit „Der Weg des Wassers durch den Wald“ 187

(Anhang 7.2.d.) 187
VIII. PROJEKT 4: Bestimmung der Pflanzen im ökologischen Park 193
1. Einleitung 193
2. Anvisierte Kompetenzen 194
3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten 196
3.1. Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheit 196
3.2. Erstellung der Arbeitsblätter 198
3.3. Die Umsetzung der Unterrichtseinheit (Anhang 8.e. und 8.f.) 199
4. Feedback der Schüler (Anhänge 8.h. und 8.i.) 203
5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge 204
(Anhang 8.g.) 204
IX. PROJEKT 5: Schutz des Grundwassers 211
1. Einleitung 211
2. Anvisierte Kompetenzen 213
3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten 215
3.1. Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheit 215
3.2. Erstellung der Arbeitsblätter (Anhang 9.a.) 217
3.3. Die Umsetzung der Unterrichtseinheit (Anhänge 9.b. und 9.c.) 218
4. Feedback der Schüler (Anhänge 9.e. und 9.f.) 227
5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge (Anhang 9.d.) 228
X. PROJEKT 6: Nutzung der Kräuter in den Hochbeeten 233
1. Einleitung 233
2. Anvisierte Kompetenzen 236
3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten 237
3.1. Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheit 237
3.2. Erstellung der Arbeitsblätter (Anhang 10.a.) 239
3.3. Umsetzung der Unterrichtseinheit 240
4. Feedback der Schüler (Anhänge 10.b. und 10.c.) 244
5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge 245
XI. SCHLUSSFOLGERUNG 249
XII. LITERATURVERZEICHNIS 259
XIII. ANHANG 265

I. EINLEITUNG

1. Problemstellung

1.1. Bildung für nachhaltige Entwicklung

Die Gletscherschmelze, der Anstieg der Meeresspiegel und die damit einhergehenden Überschwemmungen, die Versauerung der Ozeane, sowie die Ausbreitung der Dürrezonen stellen Themen dar, die aus den alltäglichen Nachrichten nicht mehr wegzudenken sind. Dennoch weigern sich immer noch viele Menschen oder sogar ganze Nationen unseren Einfluss auf die globale Erwärmung als Realität anzuerkennen.
"High Tech, Low Carb, neuseeländische Kiwis im Winter – der Wohlstand wird zelebriert, importiert, perpetuiert. Zwischen 1950 und 2000 hat sich die Weltwirtschaft verzehnfacht. Nie war die Menschheit reicher. Die Belastbarkeit der natürlichen Umwelt durch Emissionen und Abfall wird zunehmend als begrenzt wahrgenommen. Die Gefährdung der langfristigen Verfügbarkeit von sauberem Trinkwasser, die Verschmutzung der Ozeane, der dramatische Verlust an Biodiversität und die Gefährdung von Böden und ihrer Fruchtbarkeit sind wesentliche Probleme von globalem Ausmaß. Als übergreifendes Thema beantsprucht die Klimaproblematik weltweit seit den 1980er Jahren politische, wissenschaftliche und öffentliche Aufmerksamkeit."[2]

Obwohl nach dem Weltgipfel in Rio (1992) und der Agenda 21 (siehe S. 20) enorme Fortschritte erzielt wurden, leben wir immer noch in einer Welt der Ungleichheiten. Milliarden Menschen leben nach wie vor in Armut. Zwischen den Ländern, aber auch in den Ländern und zwischen den Geschlechtern bestehen enorme Unterschiede der Chancen, des Reichtums und der Macht. Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit und seine nachteiligen Auswirkungen, wie zum Beispiel zunehmende Naturkatastrophen, erschweren es den betroffenen Ländern, die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung zu erreichen. Die hohe Arbeitslosigkeit, eskalierende Konflikte, gewalttätiger Extremismus, Terrorismus und damit zusammenhängende humanitäre Krisen und die Vertreibung von Menschen drohen einen

[2] Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. (2. Auflage); Campus Verlag

Großteil der in den letzten Jahrzehnten erzielten Entwicklungsfortschritte zunichtezumachen.[3]

Es ist von größter Bedeutung in den Köpfen der Menschen andere Wertvorstellungen hervorzurufen und somit ihr Verhalten und ihre Lebensweise zu ändern. Wo also besser beginnen, als bei den Jugendlichen, die die nächste Generation darstellen und die Probleme in der Welt angehen müssen. Es erscheint logisch, ihnen das Basiswissen, die Wertvorstellungen und die Handlungsmöglichkeiten zu übermitteln, um ihr Verhalten gegenüber zukünftiger Generationen positiv zu beeinflussen und so denen, die nach uns kommen, ein besseres Leben zu ermöglichen. Ein Leben, das auf eine intakte Umwelt, eine nachhaltige Wirtschaft und eine soziale Gleichberechtigung aufgebaut ist. Die Übermittlung von Respekt spielt dabei eine große Rolle: Respekt gegenüber anderen, ob sie nun dieser oder der nächsten Generation angehören; aber auch Respekt gegenüber Unterschieden und Diversität, vor der Natur und den Ressourcen der Erde.

Ökologische Kenntnisse sind eine notwendige Vorraussetzung für das Verständnis von Umweltproblemen. Sie ermöglichen es, Folgen menschlicher Eingriffe in Ökosysteme eher abzuschätzen und zu verstehen; sie stellen eine wesentliche, fachliche Grundlage für nachaltige Bewirtschaftung, für Umweltschutz und Umweltbildung dar.
Das Thema "Ökologie" war in der vergangenen Jahrzehnten immer wieder mal im "Horaires et programmes" vertreten oder abwesend. Dies spiegelt oft die gesellschaftliche und politische Situation der jeweiligen Zeit wider. Selbst wenn es vom Lehrplan vorgeschrieben ist, handelt es sich um ein Kapitel dem häufig nicht genug Aufmerksamkeit gewidmet wird. Dies geschieht nicht unbedingt willentlich, aber oft wird dieses Kapitel erst am Schluss des Schuljahres behandelt und aufgrund des sowieso engen Zeitplans hat die Lehrperson so nicht mehr genug Zeit um die Schüler eingehend für die Umweltprobleme zu sensibilisieren.

[3] Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung – Abschlussdokument der Vereinten Nationen (2015). S.5

1.2. Bildung außerhalb des Klassenraums

Schon im 17. Jahrhundert forderte COMENIUS : "D*ie Menschen müssen soviel wie möglich ihre Weisheit nicht aus Büchern schöpfen, sondern aus Himmel und Erde, aus Eichen und Buchen, d.h. sie müssen die Dinge selbst kennen und erforschen und nicht nur fremde Beobachtungen und Zeugnisse darüber*".[4] Durch die Nutzung des ökologischen Parks sollen die Schüler, dank dem direkten Kontakt mit den Organismen, Freude und Interesse an der Natur bekommen und somit eine verantwortungsvolle Haltung gegenüber der Natur und den Lebewesen einnehmen. Ziel ist es, die Jugendlichen nicht nur kognitiv zu fördern, sondern sie auch auf einer affektiven Ebene anzusprechen. Zudem werden durch solche Exkursionen in die Natur alle Sinne angesprochen, was zu einem bessern Lernverständnis führt.

2. Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, eine Arbeitsmappe mit Arbeitsblättern zu erstellen die für alle zugängig ist, die mit einer Klasse den ökologischen Park des Campus Merten nutzen wollen. Sie enthält theoretische und praktische Unterrichtseinheiten für Schüler unterschiedlichen Alters und versteht sich als Beitrag des naturwissenschaftlichen Unterrichts zur Bildung für Nachhaltigkeit, so, wie sie in der nationalen Strategie Luxemburgs für Bildung für Nachhaltigkeit "apprendre le développement durable - agir pour l'avenir" definiert wurde.[5] Ursprünglich lautete der Titel der Arbeit "Erstellen eines didaktischen Konzepts zur Nutzung des ökologischen Parks des Campus Merten". Im Laufe der Zeit trat jedoch die Bildung zur nachhaltigen Entwicklung in den Mittelpunkt des Projekts (siehe auch Seite **Error! Bookmark not defined.**).
Die Mappe umschließt die diversen Ökosysteme des Schulgartens und trainiert durch spezifische Lerninhalte verschiedene Kompetenzen der Schüler. Die verschiedenen

[4] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.96
[5] Apprendre le développement durable – agir pour l'avenir; Stratégie nationale d'éducation pour un développement durable

Unterrichtseinheiten sollen den Schülern Umweltwissen vermitteln, sodass ihr Umweltbewusstsein gefördert wird und sie zu einem umweltschonenden Handeln angeregt werden.
Zur Durchführung der Projekte standen mir Klassen des unteren Zyklus zur Verfügung, weshalb es nicht mein primäres Ziel war, den Schülern das vollständige Konzept der Nachhaltigkeit mit den damit verbundenen Zusammenhängen zu vermitteln. Es ging mir eher darum, dass die Schüler die für die Umsetzung der Agenda 21 notwendigen Schlüsselqualifikationen erwerben konnten. "*Wenn die Schüler an Verständnis- und Entscheidungsprozessen teilhaben sollen, müssen sie bestimmte Fähigkeiten üben: sich eigenständig Informationen anzueignen, sie zu bewerten, mit anderen zu kommunizieren, zu kooperieren, zu planen und letztlich zu gestalten."* Diese in der Schule entwickelten und geübten Schlüsselqualifikationen können dann im Rahmen größerer Projekte Anwendung finden.[6]

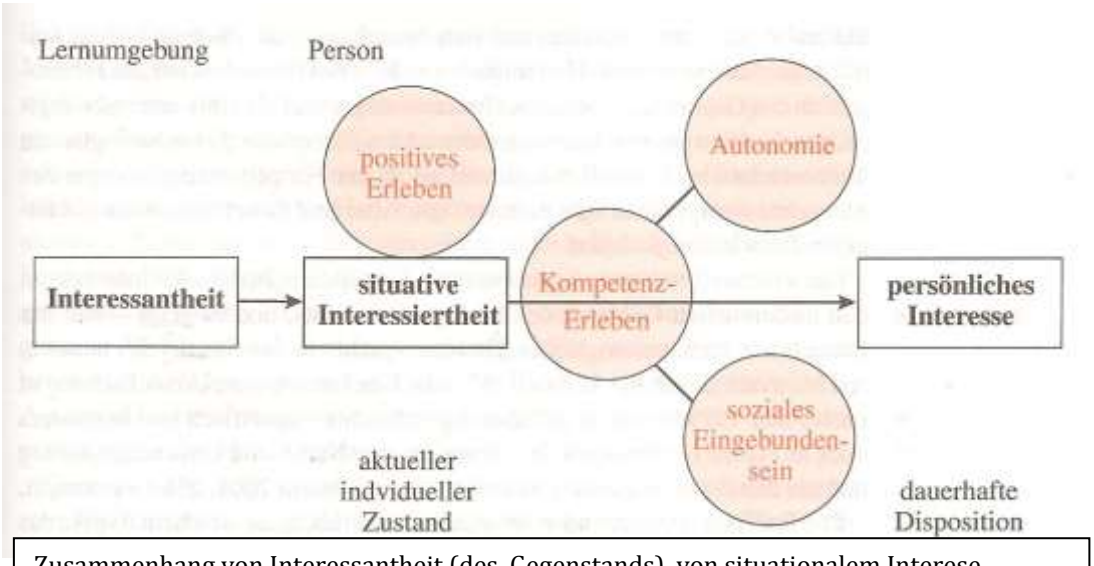
3. Umweltinteresse und Naturverständnis

Das "Umweltinteresse" ist schon im dritten Schuljahr höher als das Interesse an anderen Gebieten des Biologieunterrichts, und es gerät nicht "*in den Strudel des pubertärenden Motivationsabfalls*", wie das Interesse an Humanbiologie.[7] Dieses natürliche Interesse der Kinder muss genutzt und gefördert werden, damit sie die Natur als schützenswert erachten und somit dazu beitragen die Umwelt für folgende Generationen zu erhalten.

Das Interesse an Umweltschutz ist nach Finke (1998) zudem "*aufallend geschlechtsunspezifisch und besonders stark an eigene Erfahrungen der Lernenden von Natur- und Umweltzerstörung und die damit verbundenen Emotionen geknüpft*".[8]
Interesse bezeichnet nach Andreas Krapp (1993) "*solche Person-Gegenstands-Relationen, die für das Individuum von herausgehobener Bedeutung sind und mit (positiven) emotionalen und wertbezogenen Valenzen verbunden sind*". Weiterhin

[6] Unterricht Biologie – Heft 261 Nachhaltigkeit; Friedrich Verlag; S. 11
[7] Nach Löwe 1987; Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 164
[8] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 164

bezeichnet er Interesse als eine "*auf Selbsbestimmung beruhende motivationale Komponente des intentionalen Lernens*".[9] In diesem Sinne ist es wichtig, das Interesse der Schüler zu wecken, um ihre Motivation, bei einem bestimmten Thema ihr Bestes zu geben, zu steigern. Wie kann man jedoch Interesse wecken, wie die Motivation steigern? Gegenstände in unserer Umgebung, mit denen wir interagieren sind für jeden unterschiedlich bedeutsam, unterschiedlich interessant und schaffen dadurch ein "*situationales Interesse*". Die Aufgabe der Fachdidaktik ist "*zwischen der Interessantheit einer Situation oder eines Gegenstandes und der Interessiertheit einer Person Verbindungen herzustellen: Man kann durch Anreizbedingungen in einer bestimmten Lernsituation bei den Lernenden ein situationeles Interesse erzeugen, damit Interessehandlungen provozieren und so erfolgreich zur Entstehung von individuellen Interessen beitragen. Zur dauerhaften Ausbildung einer Disposition bedarf es weiterer Faktoren, wie Kompetenzerleben, soziales Eingebundenesein und Erleben einer Autonomie"*.[10]



Zusammenhang von Interessantheit (des Gegenstands), von situationalem Interese (Interessiertheit) und Ausbildung von dispositionalem Interesse (nach Kattmann 2000b)[11]

Im Rahmen dieser Arbeit wird versucht, das Interesse der Schüler durch Trainieren von Kompetenzen, Arbeit in Gruppen, selbstständigem Arbeiten und nicht zuletzt durch den Anreiz eines naturnahen Unterrichts zu steigern.

[9] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 162
[10] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 162
[11] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 163

Um den Schülern die richtigen Anreize zu geben, ist es zunächst wichtig zu wissen, wie die Jugendlichen zu Beginn die Lebewesen und ihre Umwelt wahrnehmen.

Ulrich Kattmann (1993) unterscheidet 7 Weisen, die Natur zu verstehen:[12]

1. *Die **benötigte** Natur (Lebensgrundlage des Menschen)*
2. *Die **geliebte** Natur (artgerechter Umgang mit Pflanzen und Tieren, Pflege der Landschaft)*
3. *Die **verehrte** Natur (religiös-kultische Naturbegegnung)*
4. *Die **erlebte** Natur (emotionale, einfühlsame Wahrnehmung)*
5. *Die **beherrschte** Natur (Umgestaltung zur Nutzung)*
6. *Die **bedrohte** Natur (Naturzerstörung als Ökokrise)*
7. *Die **gelebte** Natur (Natur als Lebenszusammenhang, der Mensch ist in die Natur eingeschlossen, er ist zugleich Teil und Gegenüber der Natur)*

Marjan Margadant-van Arcken (1995) untersuchte die Vorstellungen niederländischer Jugendlicher zu den Begriffen Natur und Umwelt. Sie unterscheidet verschiedene "Naturbilder" die verschiedene Komponenten enthalten, die Jugendliche mit der Natur assoziieren. So spricht sie von einem "beschränkten" Naturbild (unberührte Natur, ohne Einfluss des Menschen), einem "ausgesprochenem romantischen Naturbild (idyllische Natur) und einem "umfassenden" Naturbild (biotische und abiotische Natur, Mensch eingeschlossen). Während das Wort "Natur" also eher positive, naturnahe Gefühle hervorruft, scheinen die Jugendlichen mit dem Wort "Umwelt" eher negative Aspekte zu verbinden. Dieses steht für sie gleichbedeutend für **Umweltprobleme**.[13]

[12] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 134
[13] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 135

4. Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung

4.1. Der Begriff der Nachhaltigkeit

Der Begriff "Nachhaltigkeit" tauchte erstmals Anfang des 18. Jahrhunderts in der Forstwirtschaft unter der Zielsetzung auf, ökonomische Erwägungen mit dem Faktor Natur in Einklang zu bringen. Vielfach wird die Abhandlung "Sylvicultura Oeconomica" von Carl von Carlowitz aus dem Jahr 1713 als erstmalige Erwähnung genannt. Er forderte eine beständige und nachhaltende Nutzung des Waldes. Diese "kluge" Art der Waldbewirtschaftung ist eine anschauliche Metapher zur Erklärung des Nachhaltigkeitsbildes: Bäume, die abgeholzt werden, müssen nachgepflanzt werden, um die Ressourcenbasis, und damit die wirtschaftliche Basis nicht zu erschöpfen.
Nachhaltige Entwicklung bezeichnet einen Prozess gesellschaftlicher Veränderung, während der Begriff der Nachhaltigkeit das Ende eines solchen Prozesses, also einen Zustand beschreibt.
Nach der heute überwiegend akzeptierten Definition ist nachhaltige Entwicklung dann realisiert , wenn sie "*die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können*".[14]

Nachhaltigkeit bedeutet also, dass wir uns so verhalten sollen, dass wir unser Wohlbefinden erhalten können und dabei ein gutes Leben führen können, aber auch das gleiche Wohlergehen der kommenden Generationen gesichert ist. Es besteht zudem ein klarer Zusammenhang zwischen nachhaltiger Entwicklung und Bekämpfung der Armut, so dass ein nachhaltiges Handeln nur dann erfüllt ist, wenn alle Völker der Erde den gleichen Wohlstand erreichen können.

Sämtliche Diskussionen zur nachhaltigen Entwicklung sind von einem Doppelverständnis geprägt: "*Zum einen geht es um eine - eher statische - Erhaltung von natürlichen und kulturellen Ressourcen im Interesse zukünftiger Generationen. Zum anderen steht - dynamisch - die nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft im Mittelpunkt,*

[14] Nach Hauff (1987); Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. (2. Auflage); Campus Verlag. S.11

mit der Betonung auf dem Entwicklungsgedanken zur Verbesserung der Situation vieler heute lebender Menschen."[15]

4.2. Die Geschichte der Nachhaltigkeit

Angesichts der negativen Folgen des technischen Fortschritts in den Industriestaaten fand gegen Ende der 1960er und Anfang der 1970er der unbekümmerte Fortschrittoptimismus ein Ende. Die Abhängigkeit der Menschheit von den natürlichen Grundlagen der Erde wurde ins Bewusstsein gerückt und die Wahrnehmung der natürlichen Umwelt veränderte sich radikal.

Die Umweltbelastungen durch Luftschadstoffe oder im Bereich der Gewässerverschmutzungen trugen dazu bei, dass Politik und Medien anfingen Umweltaspekte ernster zu nehmen. In Stockholm wurde 1972 auf der ersten großen Unweltkonferenz der UN das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) gegründet. Diese Konferenz stellte die Weichen für eine internationale Politik, die erst später zum Begriff einer "nachhaltigen Entwicklung" fand. Gleichwohl ist Stockholm als die eigentliche "Wiege" dieses Begriffes und dieser Entwicklung anzusehen.[16] Die immer deutlicher erkennbaren gewaltigen Probleme der Enwicklungsländer, wie wirtschaftliche Unterentwicklung, Staatsverschuldung, Armut, mangelnde medizinische Versorgung und katastrophale hygienische Bedingungen, Hunger, korrupte oder didaktorische politische Systeme und die zunehmende Abkopplung von der Entwicklung in den Industrieländern, führten in den 70er Jahren zu einer Fülle von Aktivitäten.

Der Bericht "*Grenzen des Wachstums*" des *Club of Rome* (Meadows et al. 1973) erregte großes Aufsehen als er auf die globale Bedrohung unserer Lebensgrundlagen durch das Bevölkerungswachstum, die Industrialisierung, die Ausbeutung von natürlichen Rohstoffen und die Umweltweltverschmutzung aufmerksam machte. Die Verfasser des Berichts kamen zum Ergebnis, dass " *eine Fortschreitung der damals aktuellen Trends im*

[15] Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. (2. Auflage); Campus Verlag. S.11 - 12
[16] Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. (2. Auflage); Campus Verlag. S.21

Laufe der nächsten hundert Jahre zu einem ökologischen Kollaps und in der Folge zu einem katastrophalen, wirtschaftlichen Niedergang führen müsse".[17] Dieser Bericht hatte entscheidenden Einfluss darauf, dass intensiver über die Zusammenhänge zwischen gesellschaftlichen Produktions- und Lebensstilen, Wirtschaftswachstum und der Verfügbakeit bzw Endlichkeit von Ressourcen nachgedacht wurde. Im Jahre 1980 wurde ein Bericht "Global 2000" an den US- Präsidenten Carter addressiert. Dieser thematisiert die Ressourcen- und Bevölkerungsproblematik und ihre wechselseitige Verknüpfung.

Zunehmend setzte sich die Erkenntnis durch, dass "*die von den Industriestatten praktizierten Produktions- und Lebensstile aus verschiedenen Gründen nicht langfristig auf die übrige Welt - das heißt auf rund 80% der Weltbevölkerung übertragbar seien. Daran anknüpfend wurde von den Industristaaten angesichts ihrer dominierdenden Verantwortung für ökologische und soziökonomische Probleme auch die Hauptlast bei deren Lösung zugewiesen (Brandt an Palme Report).*" [18]

Nach Meadows Bericht entwickelte die Ökonomie vieler Länder sich bestens, andererseits häuften sich wirtschaftliche, ökologische und soziale Probleme als unliebsame Begleiterscheinungen. 1983 gründeten die Vereinten Nationen deshalb die "Weltkommission für Umwelt und Entwicklung" (World Commission on Environment and Development WCED). Sie verfasste den "Brundtland-Bericht" der nachhaltige Entwicklung wie folgt definiert: "*Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die gewährleistet, dass künftige Generationen nicht schlechter gestellt sind, ihr Bedürfnisse zu befriedigen, als gegenwärtige lebende*". Der Brundtland Bericht brachte den Begriff nachhaltige Entwicklung erstmals als globales Leitbild der Entwicklung einer breiten Öffentlichkeit nahe.[19]

Im Mittelpunkt der Debatten stand lange Zeit die Erschöpfbarkeit der Ressourcen - sowohl die erneuerbaren Ressourcen wie Wald- und Fischbestände, als auch die nicht erneuerbaren Ressourcen wie Erdöl und Kohle. In den 1980er Jahren rückte die **Senkenproblematik** stärker in den Blick: "*Die natürliche Umwelt spielt für den Menschen nicht nur als Rohstofflager und Ressourcenquelle eine wesentliche Rolle, sondern auch als "Deponie" (Senke) für Abfälle und Emissionen. Aufnahme- und*

[17] Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. (2. Auflage); Campus Verlag. S.21
[18] Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. (2. Auflage); Campus Verlag. S.23
[19] Pufé, I. (2012). Nachhaltigkeit; UVK Lucius. S.36

Verarbeitungskapazitäten der Umweltmedien Boden, Luft und Wasser sowie der Ökosysteme für Abfälle und Schadstoffemissionen sind jedoch begrenzt".[20]

4.3. Vom Weltgipfel von Rio zur Agenda 2030

Die Idee einer nachhaltigen Entwicklung gewann an Popularität als 1992 in Rio de Janeiro die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED) abgehalten wurde, auch unter dem Begriff **Erdgipfel** bekannt. Der Begriff der Nachhaltigkeit erfuhr eine deutliche Ausdehnung seiner Bedeutung. Ökologische, soziale und ökonomische Aspekte der Nachhaltigkeit wurden gezielt miteinander verknüpft um einen weltweiten Gleichgewichtsstand zu erreichen.
In Rio wurden verschiedene Dokumente unterzeichnet, unter anderem die Agenda 21. Es handelt sich um ein Aktionsprogramm für Ziele, Maßnahmen und Instrumente zur Umsetzung des Leitbilds, in dem unterschiedliche Schwerpunkte für Industrie und Entwicklungsländer gesetzt werden. Das Recht auf nachhaltige Entwicklung wurde zum Beispiel erstmals verankert und stellt nur einen der 27 Grundsätze der Rio-Deklaration dar. Weiter wurden das Vorsorge- und das Verursacherprinzip als Leitprinzipien anerkannt. Als unerlässliche Vorraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung werden unter anderem die Bekämpfung der Armut, eine angemessene Bevölkerungspolitik, Verringerung und Abbau nicht nachhaltiger Konsum- und Produktionsweisen sowie die umfassende Einbeziehung der Bevölkerung in politische Entscheidungsprozesse genannt.[21]

Zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele wurde eine Reihe von Folgeaktivitäten vereinbart. In diesem sogenannten Rio - Folgeprozess soll das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung auf verschiedenen Ebenen in Politik und gesellschaftlichen Handeln umgesetzt werden. Hierzu gehörte eine Serie von UN-Konferenzen, die sich direkt oder indirekt mit nachhaltiger Entwicklung beschäftigen, wie beispielsweise die Weltbevölkerungskonferenz 1994 in Kairo und der Weltsozialgipfel 1995 in Kopenhagen.

[20] Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. (2. Auflage); Campus Verlag. S.22
[21] Grunwald, A., Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. (2. Auflage); Campus Verlag. S.26

2002 fand, wie in Rio vereinbart, der Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg statt. Dort wurde ein Aktionsplan verabschiedet, um grundlegende Probleme der Menschheit zu lösen und die Erde schonender zu bewirtschaften als bisher. Dazu wurden neue Ziele und Umsetzungsprogramme für Umweltschutz und Armutsbekämpfung weltweit beschlossen ("*World Summet*" 2002).
Ein weiterer großer Meilenstein der Nachhaltigkeitsbewegung auf globaler Ebene war das Jahr 2012 mit einem erneuten Weltgipfel in Rio. Das Abschlussdokument "the future we want" beinhaltet unter anderem folgende Punkte:

- Kampf gegen die Armut
- Anerkennung und Bestätigung der Rio Richtlinien und bereits bestehender Umwelt-/Nachhaltigkeitsstrategien
- Ein institutioneller Rahmen der nachhaltigen Entwicklung, also die Einbindung des Leitbilds in die politischen Systeme der UN-Mitgliedsstaaten und auf internationaler Ebene

Die Vereinbarung der Millenium-Entwicklungsziele ist nun beinahe 15 Jahre her und auf einigen Gebieten wurden beträchtliche Fortschritte erzielt. Diese sind jedoch ungleichmäßig verteilt, insbesondere in Afrika, den am wenigsten entwickelten Ländern, den Binnenentwicklungsländern und den kleinen Inselentwicklungsländern. Diese sind wie immer noch im Rückstand, zum Beispiel was die Gesundheit von Müttern, Neugeborenen und Kindern und die reproduktive Gesundheit angeht.[22]

Am 25. September 2015 fand in New York ein erneutes Gipfeltreffen der Vereinten Nationen statt. Hier wurden 17 neue Ziele für nachhaltige Entwicklung ausgearbeitet, welche am 21. Oktober in Luxemburg verkündet wurden. Diese 17 neuen Ziele und die dazugehörigen 169 Zielvorgaben sind am 1. Januar 2016 in Kraft getreten und sollen die Entscheidungen der Vereinten Nationen in den nächsten 15 Jahren lenken.

Die neue Agenda baut auf den Millenium-Entwicklungszielen auf und soll vollenden, was diese nicht erreicht haben, indem sie sich besonders auf die am wenigsten

[22] Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung – Abschlussdokument der Vereinten Nationen (2015). S.6

entwickelten Ländern konzentrieren soll. Die Reichweite des neuen Programms geht jedoch weiter über die Millenniums-Entwicklungsziele hinaus :"*Neben den nach wie vor geltenden Entwicklungsprioritäten wie Armutsbeseitigung, Gesundheit, Bildung sowie Ernährungssicherheit und Ernährung gibt die Agenda ein breites Spektrum wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Ziele vor und verheißt friedlichere und inklusivere Gesellschaften. Sie legt außerdem, was besonders wichtig ist, die Mittel zur Umsetzung der Agenda fest.*"[23]

Dabei wird jedes Land versuchen die Agenda auf regionaler und globaler Ebene umzusetzen. Jedes Land sieht sich dabei besonderen Herausforderungen gegenüber und muss bei der Umsetzung auf die nationalen Hintergründe und Kapazitäten eingehen.

"Die schwächsten Länder und insbesondere die afrikanischen Länder, die am wenigsten entwickelten Länder, die Binnenentwicklungsländer und die kleinen Inselentwicklungsländer verdienen besondere Aufmerksamkeit, ebenso wie die Länder in Konfliktsituationen und Postkonfliktländer." [24]

Die 17 Ziele und Vorgaben werden in den kommenden 15 Jahren die Maßnahmen in den Bereichen bestimmen, die für die Menscheit und den Planeten von größter Bedeutung sind: Menschheit, Planet, Wohlstand, Frieden, Partenariat (17 Ziele: siehe Anhang 1).

5. Umwelterziehung und Bildung zur nachhaltigen Entwicklung

5.1. Bedeutung von Naturerlebnissen

Eine wichtige Aufgabe der Umweltbildung ist die Klärung der Schlüsselbegriffe "Natur, Mensch und Umwelt". Die jeweils zugrunde liegenden "Naturbilder" haben einen wesentlichen Einfluss auf die Art der Auseinandersetzung mit Natur und Umwelt.[25]

Mehrere Untersuchungen zeigen, dass Jugendliche die Natur oft "im Gleichgewicht" und den Menschen außerhalb der Natur stehend und als "Störenfried" ansehen. Dies

[23] Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung – Abschlussdokument der Vereinten Nationen (2015). S.6

[24] Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung – Abschlussdokument der Vereinten Nationen (2015). S.7

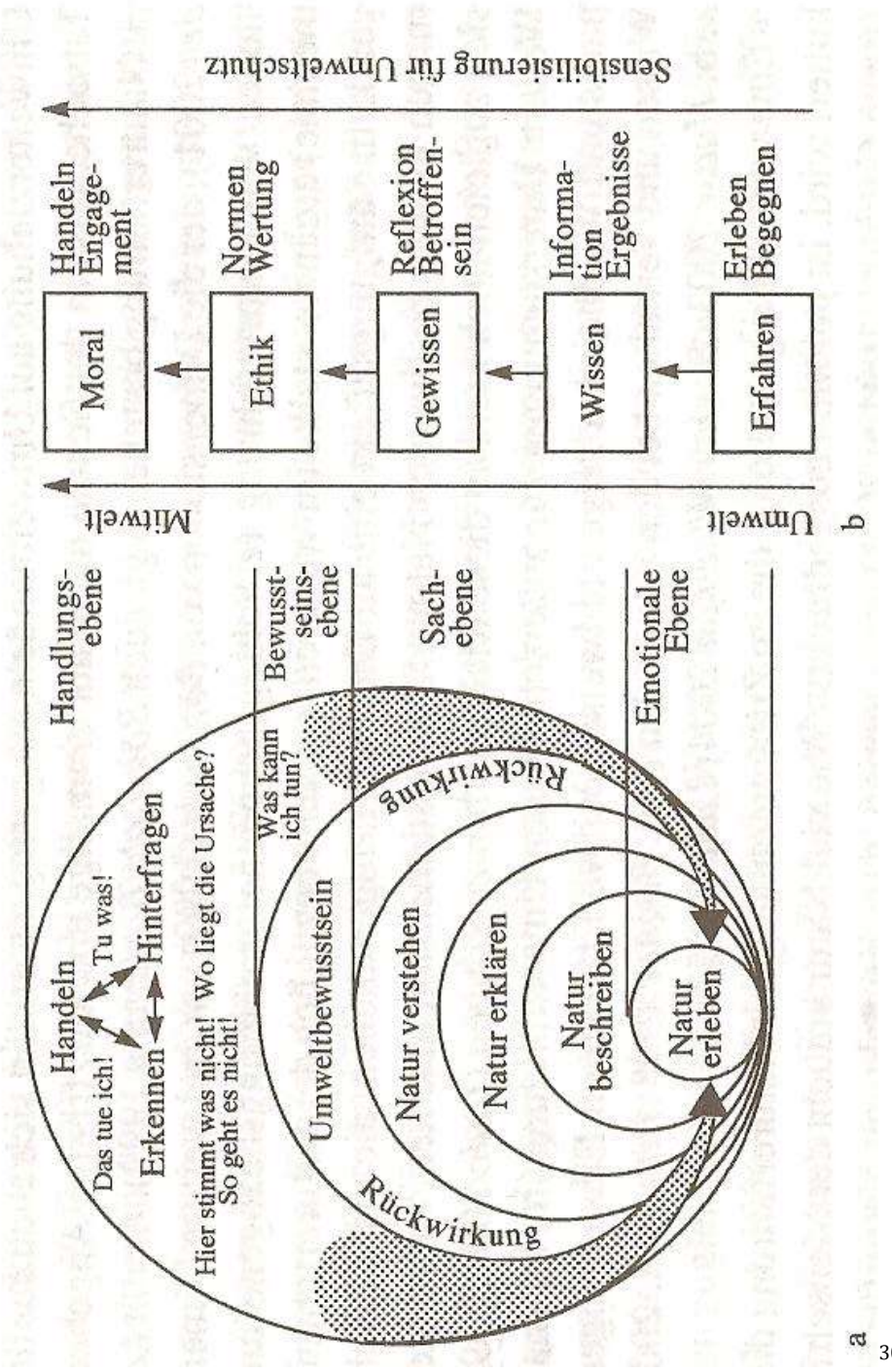
[25] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 136

kann jedoch dazu führen, dass die Schüler seine gestaltende Rolle nicht erkennen und so könnten sie es als besser ansehen, wenn der Mensch sich nicht in das Naturgeschehen einmischen würde. Dabei könnten sie jedoch übersehen, dass der Mensch sehr wohl auch positive Einflüsse auf die Natur nehmen kann. Kulturlandschaften die vom Menschen geschaffen wurden, könnten zudem als weniger schützenswert angesehen werden als die "reine Natur".[26]
Anzustreben wäre jedoch *"ein ökologisches Naturverständnis, welches den Menschen in seiner Doppelrolle als Teil und Gegenüber der Natur erkennt"* (Sander 2002). Nach dem Credo "*Nur was ich schätze, bin ich auch bereit zu schützen* " wird der **Naturerfahrung** eine große Relevanz für Umwelthandeln zugesprochen. Die Betonung der Naturbegegnung ist auch nach Susanne Bögeholz (1999) sinnvoll, da deren "*affektive Bedeutung für die Motivierung von Umwelthandeln doppelt so hoch ist wie durch Umweltprobleme*".[27] Rolf Langeheine und Jürgen Lehmann (1986) konstatieren, "*dass direkte Naturefahrung in der Kindheit unmittelbaren Einfluss auf das Umwelthandeln von Erwachsenen ausüben".*[28]

Karl-Heinz Berck und Rainer Klee (1992) zeigen, dass Menschen die in verschiedenen Naturschutz-Gruppen aktiv sind, nicht nur ein größeres Interesse an der Natur haben, sondern auch eher im Umweltschutzbereich tätig sind, als Menschen die nicht aktiv in Gruppen sind. Sie entwickelten ein "Siebenschrittemodell: von der Faszination zum Handeln":[29]

1. ***Erlebnisse*** mit Tieren und Pflanzen führen zu Faszination
2. ***Faszination*** fördert kognitive und emotionale Befriedigung
3. ***Befriedigung*** regt zu weiterer Beschäftigung an
4. ***Beschäftigung*** lässt positive Einstellung entstehen
5. ***Positive*** *Einstellung* fördert vertiefte Beschäftigung
6. ***Vertiefte*** *Beschäftigung* lässt Interesse entstehen
7. ***Interesse*** führt zu internalisierten Normen
8. ***Internalisierte*** Normen bewirken Naturschutz-Handeln

[26] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 136
[27] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 140
[28] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 139
[29] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 138



a) Ebenen der Naturbegegnung (nach Janßen 1988)
b) Stufen der Umwelterziehung (nach Klautke/Köhler 1991)

[30] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 139

Die Naturerlebnisse bilden also die Fundamente eines Naturschutz-Handelns und somit auch die der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Denn nachhaltige Entwicklung bedeutet einerseits, dass die Menschen Gestaltungsmaßnahmen für die Zukunft ergreifen müssen, jedoch auch, die Jugendlichen darauf aufmerksam zu machen, dass der Mensch von diesen Maßnahmen abhängig ist, da er direkt vom Zustand der Natur abhängig ist.

5.2. Von der Umwelterziehung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung

Der Ausgangspunkt bildet die Naturlehre. Carl von Linné, als Vater und Vorläufer der Ökologie schrieb im Rahmen seiner oeconomia naturae um 1750: "E*s müsse gelingen, die Abläufe der Ökonomie mit den großen, unwandelbaren, gottgegebenen Kreisläufen der oeconomia naturae zu synchronisieren.*" Die Ökonomie dürfe nicht wider die Natur handeln, sondern müsse dieser folgen und mit den Ressourcen haushalten. Ökologie bedeutet "die Haushaltung der Natur" (aus dem griech. Oikos: Haus, Haushalt).[31]

Mitte des 19. Jahrhunderts schienen die Ziele und Vorgehensweise von Ökologie und Ökonomie inkompatibel. "*Die Zyklen der Natur traten zurück gegenüber der Dynamik des Kapitalismus, der Gebrauchswert hinter den Tauschwert*", nannte es Grober (2010). Damit wurde die Idee der Nachhaltigkeit auf Eis gelegt, bis 100 Jahre später die wissenschaftlichen Disziplinen Ökologie und Nachhaltigkeit wieder aufgegriffen wurden.[32]

Die Ökologiebewegungen der 1970er Jahre gelten als Ursprung der Umweltbildung, auch noch "Umwelterziehung" genannt. Bis zu diesem Zeitpunkt war der klassische **Naturschutzgedanke** vorherrschend, der den Schutz bedrohter Tiere und Pflanzen zum Ziel hatte. Tier- und Pflanzenschutz bedeutet jedoch auch deren Lebensräume zu schützen, so entstand die Idee eines **Biotopenschutzes**. In bestimmtem Lebensräumen leben verschiedene Lebewesen, Pflanzen und Tiere. Sie sind mehr oder weniger voneinander abhängig, z.B. durch Nahrungsketten, aber auch abhängig von nicht lebenden Faktoren wie Licht, Luft, Temperatur, Mineralstoffen, Wasser. Man betrachtet die Lebensgemeinschaften in bestimmten Lebensräumen als Systeme, die Ökosysteme.

[31] Pufé, I. (2012). Nachhaltigkeit; UVK Lucius. S.30
[32] Pufé, I. (2012). Nachhaltigkeit; UVK Lucius. S.31

Die Wissenschaft die die Ökosysteme erforscht, also die **Ökologie**, wurde so zum Inhalt der Umwelterziehung.

Nach der UNO - Konferenz in Stockholm wurde das internationale Naturschutzjahr eingeleitet. 1975 folgte eine weitere Tagung zur Umwelterziehung in Belgrad. 1977 beschloss die UNESCO- Konferenz in Tiflis eine programmatische Erklärung zur Umwelterziehung mit den "41 Empfehlungen von Tiflis". Nach diesen Empfehlungen sollte Umwelterziehung Bewusststein und Sensibilität gegenüber der gesamten Umwelt erzeugen. Es wird großen Wert auf ein interdisziplinares Vorgehen gelegt.[33]

Da der Mensch abhängig von den biotischen und abiotischen Faktoren der Umwelt ist, sind auch wir Teil des großen Systems Erde. Einereits ist unser Überleben an die Bedingungen in diesem System geknüpft, andererseits verändert unsere Lebensweise verschiedene Faktoren des Systems, wie zum Beispiel die Temperatur der Erde oder die chemische Zusammensetzung unserer Gewässer. Auch andere Lebewesen leiden unter diesen veränderten Bedingungen, Lebewesen die wiederum für unsere Ernährung, also unser Überleben wichtig sind. Das Bewusstsein, dass wir nicht nur andere Lebewesen und ihre Lebensräume schützen müssen, sondern auch unsere eigene Umwelt führt zu einem neuen Gedanken: **dem Umweltschutz**.

In den 70er und 80er Jahren wurden zahlreiche Impulse zur "**Institutionalisierung** der Umwelterziehung" in nord- und mitteleuropäischen Industrieländern gesetzt. Erste Lehrpläne zur Umwelterziehung wurden formuliert, die Umwelterziehung wurde als Unterrichtsprinzip eingeführt. Umweltthemen sollten in die Lehrpläne integriert werden und in die Schulbücher aufgenommen werden. Es wurde auf die Umwelterziehung gesetzt, um die Umweltkrise wesentlich zu beeinflussen, da man auf die Veränderungen jedes Einzelnen setzte und so politische Veränderungen durch pädagogische Prozesse bewirken wollte. [34]

In den 90er Jahren wurde der Begriff „Umwelterziehung" weitgehend durch den Terminus „Umweltbildung" ersetzt. Die internationale Diskussion über Umwelt und nachhaltige Entwicklung erreichte 1992 ihren Höhepunkt auf dem Erdgipfel 1992 in Rio. Gerard de Haan (2001) betont, "*dass der Nachhaltigkeitsdiskurs – im Gegensatz zur "klassischen" Umweltbildung, die auf den Bedrohungsszenarien der 60er bis 80er Jahre des*

[33] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 128
[34] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 129

20. Jahrhunderts basierte – mehr auf der Vorstellung aufbaut, mit Modernisierungen im Bereich der Ökonomie, der Technik, des Sozialen und Mentalen ein humanes Leben für alle in einer intakten Umwelt zu realisieren. Die Verbindung von Ökonomie, Ökologie und Sozialem stehe daher an erster Stelle".[35]

In den letzten Jahrzenten hat sich in Europa die schulische Umweltbildung also grundlegend verändert. Die klassische Umweltbildung hat sich unter dem Einfluss der Umweltpolitik neu ausgerichtet, bis hin zu einer **Bildung für nachhaltige Entwicklung.**

5.3. Bildung für nachhaltige Entwicklung im Biologieunterricht

Vorwiegend in nord- und mitteleuropäischen Industrieländern wurden in den 70er Umweltthemen in die Lehrpläne und Schulbücher integriert, vor allem in den sogenannten Trägerfächern Biologie, Geographie und Sachunterricht. Dietmer Bolscho, Günter Eulefeld und Hansjörg Seybold definierten die Möglichkeiten der Umwelterziehung wie folgt: "*Umwelterziehung führt nicht unmittelbar zur Sanierung eines Flusses, sie ändert nicht das Konsumenten-Produzenten-Verhältnis. Aber sie thematisiert diese Probleme, sie untersucht, vergleicht, stellt in Frage, sucht die Alternativen. Sie begleitet Denken und Handeln, wirkt durch ihre ständige Gegenwart, sie ist weniger mit der Feststellung und Verbreitung einzelner Fakten befasst als mit der Einbeziehung der Menschen in den Prozess des Umganges mit der Umwelt*".[36] Dies ist also das Konzept einer problem- und handlungsorientierten Umwelterziehung. Der Einzelne sollte somit fähig sein unter Einbeziehung ökologischer Gesetzmäßigkeiten zu handeln, also eine "ökologische Handlungskompetenz" zu entwickeln.

Auch wenn es zum Thema Umweltbildung einige Meinungsverschiedenenheiten gab, ging es allen um ein gemeinsames Ziel: Einstellungs- und Verhaltensveränderungen bei Jugendlichen zu bewirken und Betroffenheit auszulösen über "*eine Handlungsorientierung des Lernens, über Situations- und Erfahrungsbezug und über interdisziplinär-problemorientiertes Lernen*".[37]

[35] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 130
[36] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 129
[37] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 129

In der Regel stehen bei der Behandlung des Themas Nachhaltigkeit im Biologieunterricht die ökologischen Aspekte im Vordergrund, z.B.: die Umweltfaktoren, die Nahrungsnetze und Stoffkreisläufe. Diese klassischen Themen liefern die biologischen Grundlagen für das Verständnis des Nachhaltigkeitskonzepts. Bei seiner Behandlung im Unterricht sollten jedoch folgende Aspekte berücksichtigt werden:[38]

1. *Das Konzept der Nachhaltigkeit wird nur dann richtig verstanden, wenn es gelingt einen Zusammenhang zwischen den ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten herzustellen*. Erst auf höheren Klassen kann man die Art von abstraktem Denken erwarten, um die Vernetzungen im Nachhaltigkeitskonzept zu begreifen.
2. *Da die Nachhaltigkeitsidee wie auch alle Nachhaltigkeitsziele und –regeln auf Wertentscheidungen basieren und letztere stark kulturabhängig sind, ist die Einbeziehung der globalen Dimension und die Berücksichtigung der kulturellen Vielfalt auf der Erde unabdingbar.* Die Verbindung zwischen regionalen Fragen und der globalen Ebene sind bereits im Grundschulalter möglich.

5.4. Umwelterziehung in Luxemburg

Bereits Ende der sechziger Jahre wuchs in der Gesellschaft das Umweltbewusstein, mit der Folge dass 1970 das erste europäische Jahr der Natur einberufen wurde. Im Januar 1971 wurde eine Spezialausgabe des "Courrier de l'Éducation nationale" veröffentlicht, in der der damalige Bildungsminister Jean Dupong auf die Verpflichtung der Regierung hinwies, die Umwelterziehung zu verbessern. Das Lehrpersonal sah sich neuen Herausforderungen gegenüber, nämlich die Kinder und Jugendlichen über Umweltprobleme aufzuklären und sie an ökologische Themen heranzuführen.

Um dem Lehrpersonal die Möglichkeit zu bieten sich hinsichtlich der neuen Herausforderungen weiterzubilden, wurde 1975 unter der Leitung von Francis Schartz

[38] Unterricht Biologie – Heft 261 Nachhaltigkeit; Friedrich Verlag; S. 11

das Jugend- und Ökologiezentrum in Hollenfels gegründet. Seine ursprüngliche Mission war es Aktivitäten zu Bildungs-, Fortbildung-, sowie Freizeitzwecken zu organisieren.[39] Neben den Weiterbildungsseminaren und den speziell angepassten Aktivitäten für sehr heterogene Schülerzielgruppen, hat sich das Zentrum auf die Bildung zur nachhaltigen Entwicklung spezialisiert. In den letzten Jahren (von 2007-2014) ist ein deutlicher Anstieg der Teilnehmer, die Fortbildungsangebote im Centre SNJ Hollenfels wahrnahmen, zu beobachten.[40] Durch die ökologischen und politischen Entwicklungen steigt das Interesse an Bildungsangeboten für nachhaltige Entwicklung.

Im Rahmen der Dekade der Bildung für nachhaltige Entwicklung, werden alle Mitgliedsstaaten angehalten eine nationale Strategie zur Integration der Bildung für nachhaltige Entwicklung ihres Bildungssystems auszuarbeiten und dies sowohl in schulischen wie in außerschulischen Bereichen. Die nationale Strategie Luxemburgs der Bildung für nachhaltige Entwicklung wurde am 8. Oktober 2012 offiziell vorgestellt. Bildung für nachhaltige Entwicklung hat als Ziel, den Bürger von morgen dazu zu befähigen, einen aktiven Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft in einem globalisierten Umfeld zu leisten.[41]

Eine Studie der Universität Luxemburgs (2008) zeigt, dass ein erhöhtes Interesse der Studenten an allem, was Nachhaltigkeit betrifft, besteht. Es zeigt sich jedoch ein Mangel an vernetztem Denken und auf der Ebene des Verständnisses der sozialen und politischen Impakte. Bei der Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen werden von den Jugendlichen z.B. oft nur die ökologischen Aspekte berücksichtigt, manchmal auch die ökonomischen. Selten ziehen sie jedoch die drei Aspekte (Ökonomie, Ökologie, Soziales) der Nachhaltigkeit in Betracht.[42] Ein wichtiger Aspekt der Bildung für nachhaltige Entwicklung besteht also darin, den Schülern das Wissen und die Kompetenzen zu vermitteln, die nötig sind, um die Zukunft des Planeten nachhaltig zu sichern. Es geht darum die Wertvorstellungen und ihr Verhalten gegenüber der Umwelt positiv zu beeinflussen.

[39] http://hollenfels.snj.lu/historique-du-centre-hollenfels
[40] Weis, A. (2015). Travail de Candidature: Ein Schulkonzept zur Förderung der Biodiversität und dessen Einbindung in den naturwissenschaftlichen Unterricht am Beispiel des LTMA. S.36
[41] Apprendre le développement durable – agir pour l'avenir; Stratégie nationale d'éducation pour un développement durable
[42] Nachhaltige Entwicklung aus der Sicht von Jugendlichen – Studie der Universität Luxemburgs (2008)

Umwelterziehung stellt einen wesentlichen Teil der Gesamterziehung dar, da sie die Ausbildung von Kenntnissen (kognitive Dimension), Fähigkeiten und Fertigkeiten (pragmatische Dimension) und Einstellungen und Verhaltensweisen (affektive Dimension) mit einschließt.[43]

6. Theoretische Begründung zur Nutzung eines außerschulischen Lernortes

6.1. Definition und Qualitätsmerkmale außerschulischer Lernorte

Unterricht an außerschulischen Lernorten sind nach Esser (1980): *"Alle Unternehmungen des biologischen Arbeitsunterrichts, die gezielt und planmäßig die originale Begegnung mit der biologischen Umwelt suchen."*[44]

Auch wenn außerschulische Lernorte im eigentlichen Sinne Lebensräume wie Wald, Gewässer, Hecke, Wiese, sowie von Menschen geschaffene Einrichtungen wie z.B. botanische Gärten sind, kann man im weitgefassten Sinn auch die jenigen Lernorte als außerschulisch bezeichnen, die noch auf dem Schulgelände liegen, aber ein Verlassen des Klassenzimmers notwendig machen, wie zum Beispiel Schulgärten. Nach Müller/Müller (2003): "*Eine sinnvolle Gestaltung des Schulgeländes ermöglicht es, den Unterricht auf kurzem Weg ins Freie zu verlegen und ökologische, wie auch zoologische und botanische Lehrgänge anschaulischer zu gestalten*". [45]

Im Rahmen dieser Arbeit waren keine ganztägigen Exkursionen nötig, da der ökologische Park direkt neben der Schule liegt. Es handelt sich hierbei also eher um einzelne Unterrichtsgänge. Ein Unterrichtsgang nach Killermann ist "*eine Form der biologischen Exkursion, die wowohl von der zur Verfügung stehenden Zeit als auch von den Zielen her begrenzt ist. Unterrichtsgänge sind in der Regel ein- bis zweistündig, sie beschränken sich meist auf die Umgebung der Schule und auf einen bestimmten*

[43] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 130
[44] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.95
[45] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 405

Themenschwerpunkt. Sie sind als Bestandteil des laufenden Biologieunterrichts zu betrachten."[46] Ein naturnaher Garten auf dem Schulgelände ist zeitsparender als pädagogische Ausflüge im schulfernen Freiland und bietet die Möglichkeit den Unterricht öfters ins Freie zu verlagern.

Damit Lernorte die an sie gestellten Ansprüche genügen können, müssen sie bestimmte Qualitätsmerkmale aufweisen:[47]

- Sie sollten für ausgewählte biologische Lerninhalte repräsentativ und exemplarisch sein.
- Sie sollten es den Schülern ermöglichen autonom Kenntnisse zu erwerben und Fertigkeiten zu tranieren.
- Es ist von Vorteil, wenn sie ohne größeren organisatorischen Aufwand erreichbar sind.
- Sie sollten die Schüler zum Beobachten, Erkunden und zum problemorientierten Nachdenken anregen.

6.2. Argumente für die Nutzung außerschulischer Lernorte

Der Aufbau einer emotionalen Bindung der Schüler zur Umwelt ist von großer Bedeutung. Um dies zu fördern, sollte Lernen möglichst lebensnah gestaltet werden und nicht nur an einen festen Ort gebunden sein. "*Die Nutzung verschiedener Lernorte im Unterrichtsgeschehen hat das Ziel, die Schule gegenüber der realen Welt zu öffnen und so ein lebens-weltbezogenes Lernen zu ermöglichen, das Schüler im Kontext der Sache als wichtig und bedeutsam erscheint.*"[48]

"Mit der Arbeit im Schulgarten werden kognitive, affektive und psychomotorische Ziele verbunden. Entsprechend können Schüler wichtige Kompetenzen erwerben".[49] Affektive und psychomotorische Unterrichtsziele werden im üblichen Unterricht häufig

[46] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.95
[47] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.95
[48] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.93
[49] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 404

zugunsten der kognitiven vernachlässigt. Bei der Schulgartenarbeit können jedoch alle drei Lernzieldimensionen berücksichtigt und weitreichende Kompetenzen erworben werden. Die Arbeit im Schulgarten fördert die Zusammenarbeit der Schüler, Konflikte müssen gemeinsam gelöst werden. Handlungsorientierte Lernformen bieten sich im Rahmen der Schulgartenarbeit an.

Ein wesentlicher Aspekt des außerschulischen Unterrichts ist die Begegnung der Lernenden mit Lebewesen und biologischen Phänomenen. Jugendliche haben in einem Schulgarten die Möglichkeit, die Natur mit allen Sinnen zu erfahren und zu erkunden. Diese vielseitigen Eindrücke hinterlassen dabei Spuren im Fühlen, Denken und Handeln und können über die reine Vermittlung fachlicher Kenntnisse hinaus ein lebendiges Bewusstein für den Wert der Natur hervorrufen.[50] Die Begegnung mit der Natur fördert ein *mehrkanaliges Lernen*, alle Sinne werden gleichzeitig angesprochen und neben der kognitiven wird auch die affektive Ebene mit in die Lernerfahrung einbezogen. So kann eine emotionale Beziehung zur Natur aufgebaut werden, was eine verantwortungsvolle Haltung gegenüber der Umwelt fördert. "*Unterricht außerhalb des Schulgebäudes verhilft zu mehr Lebensnähe und damit zu Primärerfahrungen. Darauf beruhendes Wissen prägt sich stärker ein als verbal und medial vermitteltes Wissen aus zweiter Hand (Sekundärerfahrungen) da es in ein asoziatives Umfeld eingebettet ist, wodurch sich sein Bedeutungsgehalt erhöht.*" (Pfligersdorffer 1988; Starosta 1991).[51] Naturnahe Erfahrungen sind somit Primärerfahrungen die der Schüler leichter und besser im Gedächtnis behält als beim Unterricht im Klassenraum. Dies ist ein wesentlicher Einflussfaktor für "umweltgerechtes Verhalten".

"*Außerschulische Lernorte helfen, den formalisierten Umgang der Schule mit den Lernenden aufzubrechen zugunsten von mehr Lebenshähe, konkreter Praxis und Ganzheitlichkeit. Darüber hinaus geben sie Anlass zu einem Lernen in anderen Lern- , Sozial- und Interaktionsformen als im Klassenzimmer und bieten Gelegenheit für eigenaktives, schülerzentriertes Lernen*".[52] Während im Klassenzimmer häufig nur abgepflückte Pflanzenteile und präparierte Tiere gezeigt werden können, kann man die

[50] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 421
[51] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.97
[52] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.94

Lebewesen draußen im natürlichen Zustand beobachten. "*Im Freiland können so die Namen und die morphologischen Merkmale der Organismen mit ihren charakteristischen Verhaltensweisen und Lebensräumen verknüpft werden. Dadurch wird nicht nur die Motivation der Schüler zum Beobachten und Bestimmen gefördert, sondern auch durch Einsicht die Zusammenhänge das Behalten erleichtert.*"[53]

Auch Starosta (1991) meint: "*Das Erleben von Natur und im Freiland fördert 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.*"[54]

Die Schüler können die Lebewesen in ihren natürlichen Lebensräumen beobachten und können so Zusammenhänge besser erkennen, wie zum Beispiel anatomische oder physiologische Anpassungen an den Lebensraum oder das gemeinsame Vorkommen verschiedener Arten bei bestimmten Lebensbedingungen. So lernen sie, dass Lebewesen niemals isoliert sind, können phänologische Rythmen wahrnehmen und begreifen ökologische Zusammenhänge leichter. Zudem können sie die hohe Biodiversität in den kleinsten Lebensräumen selbst beobachten und durch die wiederholten Begegnung mit einer bestimmten Art wird die Einprägung gefördert, sodass sie diese Art an ähnlichen Standorten leichter wiedererkennen. Dies führt wiederum zu einer besseren Kenntnis der einheimischen Arten, was den Vorteil mit sich bringt, dass die Lebewesen, die nun benannt werden können, mehr wertgeschätzt werden. Dies sind wichtige Voraussetzungen für die Sensibilisierung der Schüler gegenüber einer nachhaltigen Denkweise.[55]

Neben der Beobachtung der Lebewesen in ihrem natürlichen Lebensraum können die Schüler auch die Einwirkung der "Außenwelt" auf den Schulgarten, und somit die Auswirkungen die das Handeln der Menschen auf die Natur haben könnte, besser begreifen. Sie lernen die Natur und ihre Lebewesen besser kennen und wertschätzen und werden so zu einem verantwortungsvollen Handeln angeregt.

[53] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 426
[54] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.97
[55] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.98

Vor allem vegetationskundliche Untersuchungen lassen konkrete Rückschlüsse auf die herrschenden Umweltbedingungen zu. Bei diesen Exkursionen geht es darum, die Lernenden für Probleme des Landschafts- und Naturschutzes zu sensibilisieren und einen verantwortlichen Umgang mit Natur und Umwelt zu fördern.[56]

Die Ausführung praktischer Tätigkeiten (Sammeln, Vergleichen, Ordnen, Beobachten, Untersuchen, Bestimmen) und einfacher ökologischer Feldarbeitstechniken (Licht- und Temperaturmessungen,Wasser- und Bodenuntersuchungen) findet in einem authentischen Lernumfeld statt, was den Forderungen nach situiertem Lernen entgegenkommt und den Erwerb von bedeutungshaltigem, anwendbaren Wissen begünstigt.[57]

Nicht zuletzt bedeutet die Arbeit an außerschulischen Lernorten einen Wechsel der üblichen Lehr-Sozialform. Da die Schüler in Gruppen arbeiten und sich selbstständig Wissen aneignen können, werden soziale Kompetenzen und das Gemeinschaftserleben gefördert. Dies begünstigt eine schülerzentrierte, handlungsorientierte Lernform. "*Die relativ offenen Sozialformen des außerschulischen Unterrichts bieten besondere Chancen des Kennenlernens und der Zusammenarbeit, so dass der Unterricht zu einem Gemeinschaftserlebnis werden kann, das die Basis für eine fruchtbare Weiterarbeit im Klassenzimmer darstellt.*"[58]

Im Allgemeinen werden in den empirischen Studien die positiven Effekte von außerschulischem Unterricht auf Wissensvermittlung und auf die affektive Dimension (Interesse am Unterricht, soziales Gruppenverhalten, Einstellungen zum Naturschutz) bestätigt. Neben den Vorteilen, die ein außerschulischer Lernort bringen kann, sollte jedoch die Abstimmung mit dem Unterricht im Klassenraum möglichst eng sein. Im Klassenraum sollte in die Grundkenntnisse eingeführt werden, im Freilandunterricht sollten diese dann durch sinnliches Erleben, Erkundungen und Untersuchungen vertieft und erweitert werden. Eine Festigungsphase im Klassenraum sollte sich anschließen. [59]

[56] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 427
[57] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.98
[58] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 421
[59] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 429

7. Methoden zum Lernen an außerschulischen Lernorten

7.1. Auswahl der Methoden

Lernen an außerschulischen Lernorten bietet den Schülern wertvolle Erfahrungen, die im Klassenraum nicht möglich sind. Dabei werden *selbst gesteuerte Lernprozesse in einer offenen, authentischen Lernumgebung* vorgezogen, *die das Lernen am originalen Objekt zum Ziel hat.* Man spricht vom *selbst gesteuertem Lernen,* wenn möglichst viele Steuerungskomponenten des Lernens beim Schüler liegen.[60] In welchem Umfang diese Art von Lernen möglich ist, hängt von den Zielsetzungen des Lehrgangs und den Erkundungsmöglichkeiten am Lernort ab. Die Lehrperson muss sich an diesen Bedingungen orientieren um ein angebrachtes Verhältnis zwischen Selbst- und Fremdsteuerung zu schaffen.

"*Die im außerschulischen Unterricht angezeigten Lernformen sind das entdeckende und das problemlösende Lernen. Dazu müssen die in der Natur anzutreffenden Phänomene von der Lehrkraft in Fragen gefasst werden, damit sie für die Schüler/Innen zu lebendigen Problemen werden, deren Bearbeitung Schülerinnen und Schülern lohnenswert erscheint*"[61]

Die Lernformen die man im außerschulischen Unterricht antrifft, eignen sich größtenteils auch für die Bildung für nachhaltige Entwicklung. Die Attraktivität der Lernprozesse hängt dabei zu einem großen Teil von den gewählten Methoden ab, die abwechslungsreich und phantasievoll sein sollten. Alle Methoden, die die Schüler dazu anregen sich selbstständig Wissen anzueignen, ihre Kreativität fördern, ihr kritisches Denken anregen und ihre soziale Kompetenzen entwickeln, sind für den Unterricht zur Bildung zur nachhaltigen Entwicklung geeignet. [62]

Zur Auswahl der Methoden sind folgende Kriterien besonders wichtig:

[60] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S. 99

[61] Nach Aebli (1985). Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.100

[62] Apprendre le développement durable – agir pour l'avenir; Stratégie nationale d'éducation pour un développement durable. p. 11

- Sie sollen den Schülern die Möglichkeit bieten komplexe Zusammenhänge wahrzunehmen, zu verstehen und wiederzugeben.
- Sie sollen die Schüler dazu anregen Gruppendiskussionen zu führen, die Meinungen anderer Gruppenmitglieder zu akzeptieren, die Argumente zusammenzutragen und festzuhalten.
- Sie sollen die Schüler lehren weitblickend zu überlegen: Sie sollen sich vorstellen können, welchen möglichen Einfluss heutige Entscheidungen und Handlungen auf die Zukunft der Menschheit und des Planeten, haben können.

7.2. Anwendung von Gruppenarbeiten

Gruppenarbeiten sind im Allgemeinen schülerzentriert, wodurch sie sich besonders gut für Freilandexkursionen eignen. Sie fördern die Selbsttätigkeit und die Selbstständigkeit der Schüler und erlauben ihnen ein individuelles Arbeitstempo, bieten ihnen Möglichkeiten zur Kooperation und fördern soziale Verhaltensweisen. *Die vorgesehenen Lerninhalte sollen problem- und handlungsorientiert erarbeitet werden; entdeckendes Lernen ist gefragt, gegenseitiges Helfen und Anregen erwünscht. Dabei kann das individuelle Arbeitstempo besser als im Klassenunterricht berücksichtigt werden, Leistungsbereitschaft, Motivation und Interesse für das Fach werden auf diese Weise gefördert*. Die Gruppenarbeiten im Freiland können arbeitsgleich oder arbeitsteilend durchgeführt werden.[63] Ich habe für meine Unterrichtsgänge größtenteils die arbeitsgleiche Gruppenarbeit gewählt, da hier eher gewährleistet wird, dass am Ende alle Schüler die gleiche Lernerfahrung machten und die gleichen Möglichkeiten hatten die Lernziele zu erreichen. Bei Materialmangel bietet sich bei dieser Lernform die Arbeit an mehreren Stationen an, wie ich das zB bei den chemischen Analysen des Teichs versucht habe.

Im Zentrum des Stationenlernens steht nicht die Wissensvermittlung, sondern die Wissensaneignung. Dies entspricht der Lerntheorie des Konstruktivismus, nach der

[63] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.200

Lernen nicht bedeutet, Wissen einfach zu übernehmen, sondern auf Grundlage vorhandener Erfahrungen Vorstellungen und Begriffe zu bilden.[64]
Bei dem Stationenlernen wird der Lerninhalt in Teilthemen an verschiedenen Stationen aufgeteilt, die üblicherweise nicht aufeinander aufbauen, sodass die Reihenfolge der Bearbeitung nicht festgelegt ist. Bei der Gestaltung der Stationen werden verschiedene Arbeitsweisen, die Benutzung unterschiedlicher Sinne, unterschiedliche Interessen und Fähigkeiten der Schüler berücksichtigt.

7.3. Interdisziplinarität

Die komplexen Problemstellungen der Umweltbildung können nicht mit isoliertem Fachwissen angegangen werden. Die Komplexität der Umweltphänomene fordert ein fundiertes Verständnis, das nur durch fächerübergreifendes Lernen erreicht werden kann. Die verschiedenen Fächer sollten dabei jedoch keinesfalls konkurrieren, sondern sollten eine geschlossene Einheit bilden, um eine positive Aufgeschlossenheit für das Thema Umwelt zu erreichen.
"Ein Unterricht jedoch, der darauf abzielt, die Umwelt mit ihren Erscheinungsformen, Gesetzmäßigkeiten und Problemen zu untersuchen, um die Handlungsbereitschaft der Schüler zu erweitern, wird sich nur schwer in einem Schulfach realiseieren lassen, das an den Strukturen der Fachdisziplin ausgerichtet ist und Lebensituationen sowie die natürlichen, technischen und sozialen Gegebenheiten in der Umwelt der Schüler außer acht lässt. Hier ist die Gefahr groß, dass die Schüler nicht lernen, das erworbene Wissen auf außerschulische Lebensituationen anzuwenden" (Menesini, 1978).[65]

Der Unterricht zur Bildung für nachhaltige Entwicklung fordert eine fächerübergreifende Angehensweise, da Nachhaltigkeit selbst bedeutet, dass man Probleme aus drei Blickwinkeln betrachten soll: Wirtschaft, Sozialem und Umwelt. Nachhaltigkeit bedeutet die Umwelt zu bewahren, eine soziale Gerechtigkeit zu

[64] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.206
[65] Wolff, M.(2011).Travail de Candidature - Einige praktische Anschauungsbeispiele für die Durchführung von Bildungsprojekten für eine nachhaltige Entwicklung in der Natur-, Kultur- und Urbanlandschaft in und um die Gemeinde Diekirch

unterstützen und politische Partizipation zu gewährleisten. Die Interdisziplinarität geht also klar aus der Definition hervor.

7.4. Verwendung von Arbeitsblättern

Ein wichtiges Arbeitsmedium während den verschiedenen Projekten dieser Arbeit sind die Arbeitsblätter. Da das Ziel der Arbeit ist, eine Arbeitsmappe zu erstellen, die von allen genutzt werden kann, musste ich zunächst alle Arbeitsblätter vorbereiten, um ihre Umsetzbarkeit anschließend im Freiland zu testen. Der Hauptzweck der Nutzung von Arbeitsblättern ist das Sichern des Gelernten. Typisch für Arbeitsblätter ist ein hoher Anteil an Abbildungen und Texten. Die Schüler müssen dabei Skizzen vervollständigen und beschriften, Lückentexte ergänzen, Zahlenmaterial eintragen, usw. Die didaktische Funktion von Arbeitsblättern geht jedoch über die Sicherung hinaus und umfasst zusätzliche Informationen, Übungen und Lernerfolgskontrollen. Abbildungen und Sachtexte können als Informationsmaterial dienen, themenspezifische Aufgaben zur Übung und zur Überprüfung des Lernerfolgs integriert werden.[66]

[66] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.180

II. PÄDAGOGISCH –DIDAKTISCHE VORBEREITUNG DER UNTERRICHTSEINHEITEN

1. Die Auswahl der Klassen

Der Nordstadlycée gehört zu den Schulen die mit dem PROCI (Projet-Pilote cycle inférieur) arbeiten. Das heißt unter anderem, dass die Schüler nicht wie üblich nach der 7e je nach Fähigkeiten in zwei Gruppen unterteilt werden (8e théorique oder 8e polyvalente), sondern oft bis auf 9e zusammen auf einer Klasse bleiben. Dies bringt mit sich, dass man auf diesen Klassen große Unterschiede zwischen den Fähigkeiten der einzelnen Schüler feststellen kann.

Die verschiedenen Projekte ziehen sich über die 2 Schuljahre 2011 – 2012 und 2012 – 2013. Folgende Klassen wurden dazu ausgewählt:

Enseignement Secondaire:
7 SAL (2011 – 2012)
6 SAL (2012 – 2013)

Enseignement Secondaire Technique:
9 STP1 (2012 – 2013)
9 STP4 (2012 – 2013)

Mit der 7 SAL (die im September 2012 zur 6 SAL wurde) habe ich mehrere Projekte im ökologischen Park durchgeführt, wovon in dieser Arbeit 3 näher beschrieben werden. Auf 7e haben wir die Bäume und Sträucher im Park anhand der Knospen und Zweige bestimmt. Am Ende des Schuljahres sammelten wir einige Kräuter aus den Hochbeeten und fertigten daraus Wundbalsam und Tee. Auf 6e behandelten wir das Grundwasser und dessen Schutz. Es handelte sich um eine 7e Secondaire mit 17 Schülern, wovon 8 einer ALLETT angehörten (Allemand langue étrangère) und verstärkt Schwierigkeiten in der deutschen Sprache hatten. Die Klasse zählte 5 Jungen und 12 Mädchen und es handelte sich im Allgemeinen um sehr liebenswerte Schüler, die während des Unterrichts und der Praktika gut mitarbeiteten, nur leider nicht immer die schriftlichen

Arbeiten gewissenhaft erledigten. Auf 6e kamen einige Schüler hinzu und nun zählte die Klasse 23 Schüler,davon 9 Jungen und 14 Mädchen. Die größere Anzahl an Schülern führte zu einer erhöhten Unruhe, wodurch manchmal die Konzentration der Schüler litt.

Mit der 9STP1 führte ich 2 Projekte durch: Die Einführung in die Nachhaltigkeit (Thema Baumwollfasern vs Synthesefasern) und die Untersuchungen im Ökosystem Teich. Die 9STP1 - Klasse hatte im Allgemeinen etwas stärkere Schüler, die eher auf eine 9TE orientiert werden könnten. Daher habe ich mit dieser Klasse die Behandlung der Textilien gewählt, da die Texte etwas länger und schwieriger waren. Es befanden sich 20 Schüler in der Klasse, 14 Jungen und 6 Mädchen. Die Klasse arbeitete bei allen Projekten recht motiviert mit.

Mit der 9STP4 behandelte ich ebenfalls zwei Projekte: Die Einführung in die Nachhaltigkeit (Thema Herstellung und Entsorgung von Sneakers) und die Untersuchungen im Biotop Wald. Die Klasse hat eher ein 9PO – Niveau. Für sie habe ich das Thema Sneaker gewählt, da hier die Texte etwas kürzer sind. Es befanden sich 15 Schüler in der Klasse, 12 Jungen und 3 Mädchen. Es handelte sich im Allgemeinen um eine etwas weniger motivierte Klasse, vor allem was das Ausfüllen der Arbeitsblätter anbelangte.

Fast alle Projekte wurden während den Praktika-Stunden durchgeführt. Das sind für die 7e und 6e eine Stunde pro Woche und für die 9e zwei Unterrichtsstunden. Dies hatte den Vorteil, dass immer nur die Hälfte der Klasse anwesend war, was die Betreuung der einzelnen Schüler während der Praktika erleichtert.

2. Angestrebte Lernziele und Kompetenzen

Unterrichtsziele beschreiben das angestrebte Ergebnis einer Lehr-Lernsituation. Sie sind also ein wesentliches Element didaktischer Planung und finden sich auch im “Horaires et Programmes” wieder. Da es bei jedem Lernziel jedoch eine reiche Vielfalt an Themen gibt, die man ansprechen kann, gilt es, im Vorfeld genau zu definieren, was

die Schüler nach der Unterrichtseinheit wissen und können sollen. Übergeordnetes Ziel der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung ist es, die Jugendlichen so zu erziehen, dass sie einen nachhaltigen Lebensstil einschlagen.

Dazu gehört, Lernenden dabei zu helfen, sich eine ganze Reihe von Schlüsselkompetenzen anzueignen, die unabdingbar für nachhaltiges Handeln sind, wie auch sich neue Werte anzueignen. Ein fächerübergreifender, situationsbezogener und handlungsorientierter Unterricht hilft ihnen dabei Lösungsansätze für ein umweltgerechtes Verhalten zu erkennen und sich aktiv an der Lösung der Umweltprobleme zu beteiligen. Entdeckende und ganzheitliche Lernaktivitäten an außerschulischen Lernorten sollen sich positiv auf die Handlungsbereitschaft und die Motivation der Schüler auswirken.

Laut de Haan (2001) sollten die Schüler vor allem Kompetenzen erwerben, die es erlauben "*zukünftig Produktion, Konsum, Wohnen und Freizeit, Kommunikation und Soziales so zu gestalten, dass diese sowohl den Kriterien der Nachhaltigkeit genügen, wie auch den individuellen Bedürfnissen nach einem befriedigendem Leben".*[67]

Die Idee der Kompetenzentwicklung ist es, Basiskompetenzen zu entwickleln die den Schülern erlauben ihr Wissen und ihr Können in neuen und komplexeren Situationen umzusetzen. Diese Herangehensweise bildet die Basis für das reformierte Schulwesen: **Wissen, Können, Wollen**. Alles in allem handelt es sich um Kompetenzen, die sowohl im Bereich des Wissens und der Werte (Haltungen), als auch des aktiven Tuns angesiedelt sind: [68]

- **Wissen**: Fähigkeit sich Wissen anzueignen und interdisziplinare Kenntnisse in einer vernetzten Denkweise zusammenzufügen.

- **Werten**: Fähigkeit sich gewisse Wertvorstellungen anzueignen und dabei eine allgemeine interkulturelle Akzeptanz und Toleranz gegenüber Verschiedenheit zu entwickeln.

- **Handeln**: Fähigkeiten zum kooperativen und kreativen Handeln.

[67] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 130
[68] Apprendre le développement durable – agir pour l'avenir; Stratégie nationale d'éducation pour un développement durable. p. 11

Bildung für nachhaltige Entwicklung soll also unter anderem Schüler dazu befähigen:

- vorausschauend zu überlegen und dementsprechend zu handeln,

- sich mit anderen abzusprechen und dementsprechend umsichtig zu handeln,

- sich in einer interdisziplinaren Handlungsweise einzufinden,

- aktiv an Entscheidungsprozessen teilzunehmen,

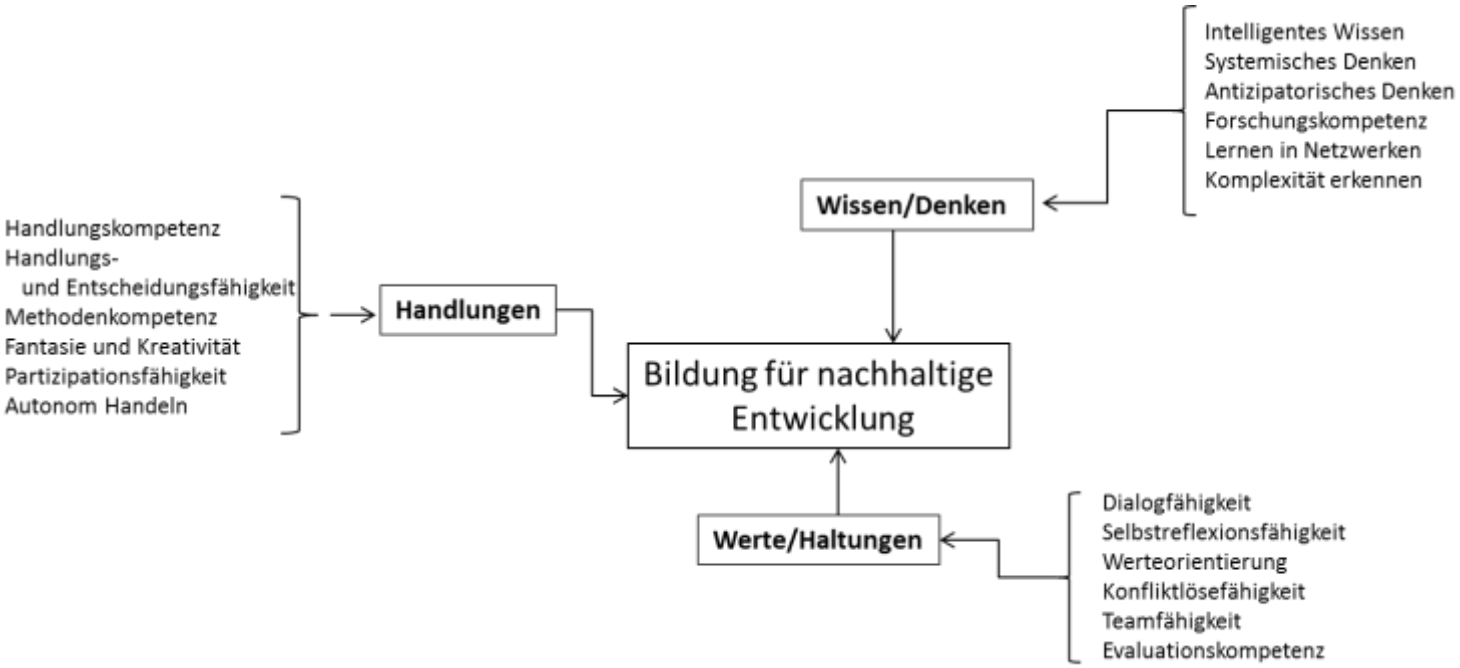
- sich selbst und andere motivieren zu können,

- eine reflexive Haltung gegenüber seinen eigenen und anderen Vorstellungen zu haben,

- verschiedenartige Sichtweisen in Betracht zu ziehen und Empathie gegenüber anderen zu empfinden und zu zeigen,

- sich selbst als Weltbürger sehen zu können.

Diese Kompetenzen erscheinen jedoch sehr allgemein und sind von daher schwer zu kontrollieren. Für diese Arbeit basiere ich mich daher auf bestimmte Schlüsselqualifikationen die nach **Unterricht Biologie Heft 261** (S.10) als grundlegend für die Bildung nachhaltiger Entwicklung angesehen werden. Diese Schlüsselqualifikationen teile ich den Teilbereichen Wissen/Werten/Handeln zu. Dies erlaubt es mir im Verlauf der Arbeit zu bestimmen welche Schlüsselqualifikationen von den Schülern angeeignet werden und welche Kompetenzen somit trainiert werden.



Die zu erreichenden **Schlüsselqualifikationen** werden nachfolgend erklärt (siehe auch Anhang 2)

WISSEN/DENKEN	
Intelligentes Wissen	Problembezogen, Alternativen abwägen, Risiken kalkulieren
Systemisches (vernetztes) Denken	Wechselwirkungen und Dynamiken wahrnehmen
Antizipatorisches (zukunftsgerichtetes) Denken	Mögliche Konsequenzen und Nebenwirkungen erfassen
Forschungskompetenz	entdeckendes, forschend-entwickelndes Lernen
Lernen in Netzwerken	unterschiedliche Lernorte, Informationsquellen und Kontakte nutzen können
Wahrnehmung von Komplexität	Phänomene und Probleme multiperspektivisch wahrnehmen

WERTEN	
Dialogfähigkeit	Sich auf andere Sichtweisen einlassen, andere motivieren können aktiv zu werden
Selbstreflexionsfähigkeit	Persönliche Interessen reflektieren und artikulieren können
Werteorientierung	Dem eigenen Leben und Handeln Sinn und ethischen Halt geben können
Konfliktlösefähigkeit (Mediationskompetenz)	Argumentativ etwas aushandeln können
Teamfähigkeit	In wechselnden Rollen an Lösungen mitwirken, gemeinsam mit anderen planen und handeln
Evaluationskompetenz	Arbeitsprozesse prozess- und ergebnisortientiert aus- und bewerten
HANDELN	
Handlungskompetenzen	Praktische Fähigkeiten und Fertigkeiten besitzen
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit	In uneindeutigen Situationen und theoretischen Planungen handlungsfähig sein
Methodenkompetenz	Informations- und Datenerhebung, -auswertung, -aufbearbeitung, -analyse
Fantasie und Kreativität	Lokale Erfahrungen in Beziehung zu globalen Entwicklungen setzen, verschiedene Methoden und Kompetenzen konstruktiv beim Problemlösen anwenden
Partizipationsfähigkeit	Bereitschaft sich an Projekten und Programmen mitgestaltend zu beteiligen
Autonomes Handeln	Ziele und Aufgaben selbstständig bearbeiten und Ergebnisse präsentieren

Neben diesen globalen Kompetenzen, die die Schüler sich aneignen sollen, um einen nachhaltigen Lebenstil führen zu können, werden während den Unterrichtsgängen eine ganze Reihe von disziplinären und transversalen Kompetenzen trainiert, auf die während den Beschreibungen der einzelnen Projekte näher eingegangen wird. Natürlich kann nicht jede Unterrichtseinheit zur Entwicklung all dieser Kompetenzen beitragen. Jedoch sollen die verschiedenen Fächer während der gesamten Schulzeit ihren Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung leisten.

3. Vorbereitung des außerschulischen Unterrichts

Unterricht an einem außerschulischen Lernort bedarf immer einer besonders sorgfältigen Vorbereitung von Seiten der Lehrkraft. Die Vorbereitungsphase ist bei außerschulischem Unterricht oft besonders zeitaufwendig und arbeitsintensiv. Es gibt zusätzliche Unsicherheitsfaktoren, wobei vor allem die Witterungsverhältnisse zu bedenken sind.

Zunächst muss die Lehrkraft sich einen Überblick über die Möglichkeiten verschaffen, die der Lernort für den Biologieunterricht bietet. Sie sollte sich im Vorfeld mit dem Exkursionsort bekannt machen, um Schwierigkeiten vorhersehen zu können und die von den Schülern zu beantwortenden Fragen vorbereiten zu können. Nur eine gute Kenntnis des außerschulischen Lernortes kann zudem zu einer Einschränkung auf wenige Unterrichtsthemen führen. Die Fülle an Informationen, die bei Freilandexkursionen oft anzutreffen sind, führt gerne zu einer Verwirrung der Schüler und viele Themen werden nur oberflächlich behandelt. Die Lehrkraft sollte sich also bei der Vorbeitung an der Frage orientieren "Was wollen wir erkunden und wie wollen wir dabei vorgehen?", um so die Lernziele und die Vorgehensweise auf den Exkursionsort abzustimmen. Die Ausrüstung muss bestimmt und das notwendige Arbeitsmaterial beschafft werden. [69]

Um zu verhindern, dass der Unterrichtsgang nur ein unterhaltsamer Ausflug wird, müssen die Arbeitsanweisungen an die Schüler vorher gut geplant und präzise sein. Am

[69] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.100

besten ist es auch, vorher deutliche Regeln festzulegen: Was erlaubt ist, was sie mitbringen müssen, unter welcher Form die Schüler ihr erworbenes Wissen dokumentieren.

Das Aufsuchen eines außerschulischen Lernortes sollte generell "*in eine Unterrichtseinheit eingebettet sein und unter einem Leitgedanken stehen*".[70] Die Lernziele sollten den Schülern also bereits im Vorfeld bekannt gemacht werden. Zudem sind Lernprozesse außerhalb des Schulgebäudes erfolgreicher, wenn die Schüler "*bereits im Klassenraum in das Thema eingeführt und mit den erforderlichen Arbeitstechniken vertraut gemacht werden, die es dann am Lernort anzuwenden und zu vertiefen gilt*"[71] Dabei müssen sich der theoretische Unterricht im Klassenraum und der praktische Teil im Freiland gegenseitig ergänzen. [72]

Die Arbeit vor Ort besteht vor allem aus folgenden Schritten:[73]

- Bekannt machen mit dem Lernort
- Wiederholung des Arbeitsplans, Festlegung des Zeitrahmens
- Demonstration unbekannter Arbeitstechniken , Klärung von Nachfragen
- Projektdurchführung (Beobachten, Beschreiben, Protokollieren, Kartieren, Befragen, Fotografieren)
- Ergebnissammlung, Vergleiche, Ergänzung, Deutung
- Auswertung

Die Auswertung besteht vor allem darin, zu versuchen die Ergebnisse auf die gestellten Untersuchungsfragen zu beziehen sowie weiterführende Fragen auszuarbeiten. Die Beobachtungen und Resultate, sowie die Untersuchung von gesammelten Objekten sollten in den Ablauf des Unterrichts eingefügt und in größere Zusammenhänge gestellt werden. Bedauerlicherweise gibt es keine genauen Untersuchungen darüber ob die erhofften Lernziele auch erreicht werden.

[70] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.100
[71] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.100
[72] Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B. (2011). Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik. (14. Auflage); Auer Verlag. S.100
[73] Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D. (2006). Fachdidaktik Biologie.(7. Auflage); Aulis Verlag Deubner. S. 423

III. DER ÖKOLOGISCHE PARK DES CAMPUS MERTEN

1. Allgemeines

Der ökologische Park des Campus Merten wurde am 11. Mai 2011 eröffnet. Das allgemeine Ziel der Anlage ist, die Schüler in direkten Kontakt mit der Natur zu bringen, um sie auf aktuelle Themen, wie Umweltschutz und Nachhaltigkeit aufmerksam zu machen. Zudem können Teile des Parks für spezifische didaktische Zwecke genutzt werden, indem man gelegentlich vom klassischen Unterricht im Klassensaal abweicht, was das Interesse der Schüler für verschiedene Themen, und somit ihre Motivation, steigert. Das Gelände des Parks ist etwa 210 Meter lang und 33 Meter breit (Plan des Geländes: siehe Anhang 3.a.).

Seit dem 25. Oktober 2012 ist der Nordstad-Lycée zudem Teil des UNESCO – Projektschulen – Netzwerks. Hierzu hat der ökologische Park seinen Teil beigetragen, da er die Schüler dazu anregen soll respektvoll mit der Natur umzugehen und er die Bildung zur nachhaltigen Entwicklung fördert.[74] Der Nordstad–Lycée ist außerdem im "*Recueil des acteurs de l'éducation au développement durable au Luxembourg*", der 2012 vom "*Ministère de l'éducation nationale*" veröffentlicht wurde.[75]

Im ökologischen Park befinden sich unter anderem ein künstlich angelegter Teich, ein Bienenhäuschen mit angrenzender Blütenwiese, eine Streuobstwiese und eine Reihe von einheimischen Bäumen und Sträuchern die sich gut für Bestimmungsübungen eignen. Der Park grenzt an einen Schluchtwald an.

Seit 2016 ist der Nordstad–Lycée im Besitz des "*Qualitéitslabel vun der SuperDrecksKëscht",* mit dem Firmen (bzw. Schulen) für die umweltgerechte Handhabung ihrer Abfälle ausgezeichnet werden.[76] Dazu wurde ein neues Häuschen am westlichen Ende des ökologischen Parks hinter dem NOSL errichtet, das die

[74] http://www.nosl.lu/new/projets/unesco/
[75] Comité interministériel de l'éducation au développement durable.(2012). Recueil des acteurs de l'éducation au développement durable au Luxembourg; MEN. S 36
[76] http://www.sdk.lu/index.php/lu/reckkonsum/ecologesch-gestioun-vum-offall-am-betrib/label-no-iso-14025

gesonderten Abfälle sicher verwahrt. Auf dem Häuschen befinden sich Photovoltaik-Zellen, die die elektrische Versorgung im Inneren gewährleisten.

Häuschen für die Abfälle der *SuperDrecksKëscht*

Zwischen diesem Häuschen und dem Bienenhäuschen befindet sich ein kleiner Schulgarten, in dem - zusammen mit den Schülern - verschiedene Nutzpflanzen angesiedelt werden können. Für die Schüler ist es ein Erfolgserlebnis zu sehen, wie "ihre" Pflanzen unter ihrer Pflege gedeihen. Neben dem Schulgarten stehen weitere Bänke für die Arbeitenden zur Verfügung.

Schulgarten 16/9/2016

Der ökologische Park soll sich so naturnah wie möglich entwickeln und somit sollen die äußeren Einwirkungen begrenzt werden. Äußere Einflüsse lassen sich jedoch natürlich nicht völlig vermeiden wenn man die Anlage für pädagogische Zwecke nutzen will. So werden zum Beispiel die Sträucher jährlich etwas zurückgeschnitten, damit sie den Weg und die anderen Pflanzen nicht überwuchern. Auch das Gras kann nicht unkontrolliert wachsen gelassen werden, da die verschiedenen Teile des Parks sonst schwer zugänglich werden. Deshalb wurde, während den Versammlungen der Arbeitsgruppe die sich um die Verwaltung des Parks kümmert, ein "Mähplan" (siehe Anhang 2.c.) ausgearbeitet. Dieser bestimmt welche Streifen im Park regelmäßig gemäht werden, während das restliche Gras länger wachsen gelassen wird (siehe Foto unten). Die Strategie des *"Fauchage tardif"* wird in Luxemburg immer häufiger angewandt. Sie dient dazu, die Biodiversität zu erhöhen und die Lebensräume vieler Tiere zumindest solange zu erhalten, bis sie sich erfolgreich fortpflanzen konnten.[77]

[77] http://www.abp.public.lu/projets/realises/2012/biodiversite/fauchage_tardif/index.html

"Mähstreifen" 16/9/2016

Im Jahr 2013 wurde, einige Meter nördlich des Teichs, eine Trockenmauer gebaut. Im gleichen Jahr wurde am östlichen Ende des Parks (hinter dem Teich) ein Lebensbaum errichtet, der verschiedene Nistmöglichkeiten für Tiere bietet. Im Schuljahr 2015/2016 wurden hier zusätzlich Insektenhotels angebracht, die, unter der Leitung von Guy Kneip (Lehrer des NOSL), mit den Schülern angefertigt wurden. Alle diese Strategien sollen helfen, mehr Arten im ökologischen Park anzusiedeln und den Schülern demonstrieren, wie man so die Biodiversität erhöhen kann.

Lebensbaum 15/10/2016

Insektenhotel am Bienenhäuschen
15/10/2016

Lebensraum Trockenmauer
15/10/2016

2. Der Schluchtwald

Zu den Pflanzen im Wald gehören unter anderem: Vogelkirsche, Haselstrauch und schwarzer Holunder. Im Rahmen dieser Arbeit wird hauptsächlich der Boden des Waldes behandelt und die Rolle des Waldes bei der Bildung des Grundwassers. Auf die Geologie und die Eigenschaften eines Schluchtwaldes gehe ich dabei nicht ein. Unter Schluchtwäldern versteht man Wälder, "*die in Schluchten gelegen sind. Schluchten stellen mit ihren steilen Wänden einen typischen Standort dar, der sich durch besonders geröll- und steindurchsetzte, etwas instabile Böden auszeichnet*."[78] Da man in solchen Wäldern oft typische Lebensgemeinschaften findet, wäre es interessant diese in einem anderen Projekt näher zu untersuchen. Dies ist jedoch nicht das Ziel dieser Arbeit.

Es bietet sich an, mit den Schülern auch das Ökosystem Wald näher zu untersuchen, zum Beispiel um einheimische Bäume und Sträucher zu bestimmen, die abiotischen Faktoren im Wald zu messen und die Wechselbeziehungen zwischen den Lebewesen im Wald zu untersuchen.

Die vordere Baumreihe, die den Waldrand bildet, habe ich mit in die Bestimmungsübungen einbezogen (Plan der Pflanzen für Bestimmungsübungen im ökologischen Park des Campus Merten – Anhang 3.a.)

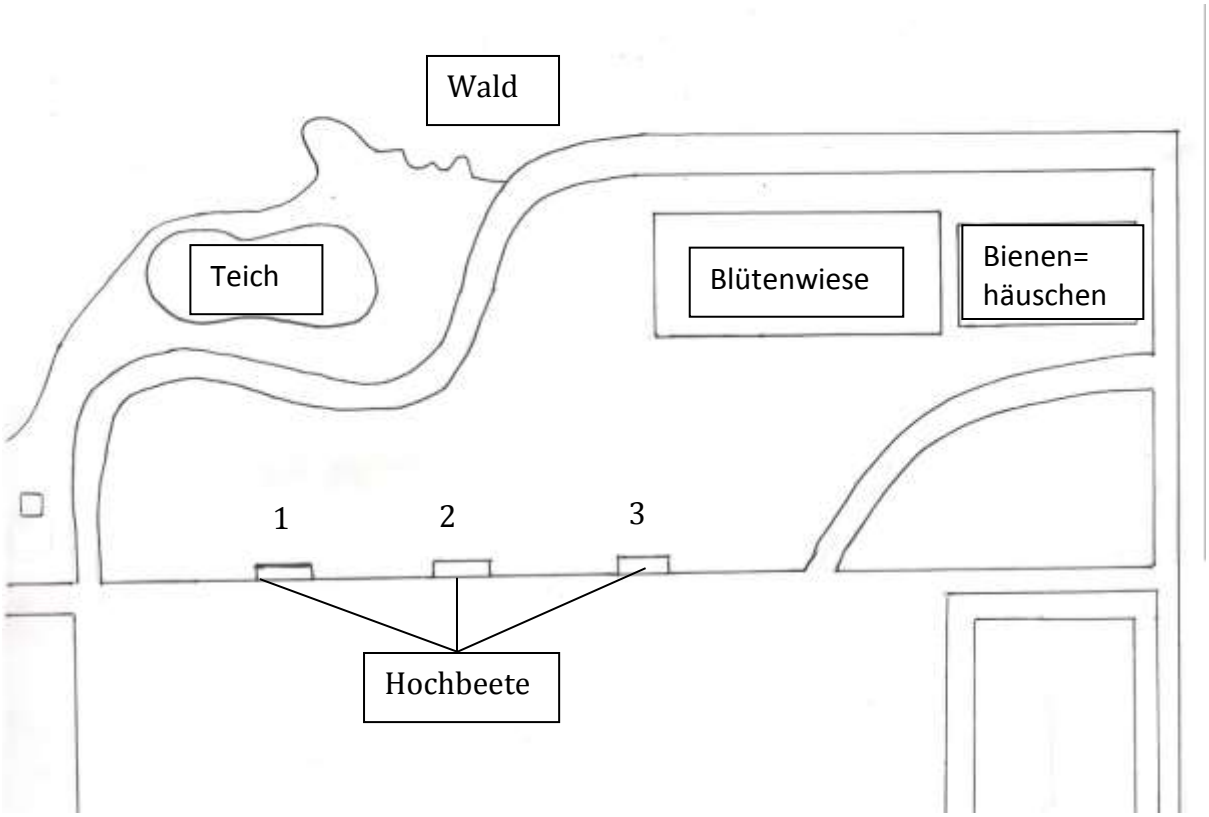
[78] https://de.wikipedia.org/wiki/Schluchtwald

Schluchtwald im Winter
1/2/2012

Waldrand im Sommer
26/7/2016

3. Die Hochbeete

Es befinden sich einige Hochbeete am Rande des Parks, in denen vor allem Küchenkräuter für die Hotelschule gepflanzt wurden. Die Schüler können bei der Pflege der Hochbeete und der Kultivierung der Kräuter helfen und somit ihr ökologisches Bewusststein besser entwickeln. Im Rahmen dieser Arbeit nutzte ich einige Pflanzen der Kräuterbeete zur Anfertigung eines Wundbalsams und zum Anmischen eines Kräutertees. Allerdings hat sich seit der Durchführung des Projekts viel in den Hochbeeten getan, sodass man mittlerweile nicht mehr die gleichen Pflanzenpopulationen findet.



Aktuell befinden sich folgende Pflanzen in den Hochbeeten (Stand Juli 2016):

Erstes Hochbeet (1):

Deutscher Name	Lateinischer Name
Echter Sellerie	*Apium graveolens*
Lauch	*Allium porrum*
Große Kapuzinerkresse	*Tropaeolum majus*

Zweites Hochbeet (2)

Deutscher Name	Lateinischer Name
Rotblättriger Sauerampfer	*Rumex sanguineus*
Salbei	*Salvia*
Echter Lorbeer	*Laurus nobilis*
Thymiane (verschiedene Arten)	*Thymus*
Zitronenmelisse	*Melissa officinalis*
Schnittlauch	*Allium schoenoprasum*
Liebstöckel	*Levisticum officinale*
Pfefferminze	*Mentha piperita*

Drittes Hochbeet (3):

Deutscher Name	Lateinischer Name
Zucchini	*Cucurbita pepo*

4. Der Teich

Der Teich auf dem Gelände ist etwa 20 Meter lang und bis zu 11 Meter breit. Die tiefste Stelle des Teiches liegt bei etwa 1,4 Metern.

Die Vegetation des Teiches besteht unter anderem aus einer weißen Seerose und der kanadischen Wasserpest. Es sind noch weitere Uferpflanzen angesiedelt worden, die die Entwicklung von Wasserorganismen fördern sollen. Somit kann man mit den Schülern die chemische und biologische Gewässergüte des Teiches bestimmen. Sie werden auf das empfindliche Gleichgewicht eines stehenden Gewässers aufmerksam gemacht und gewinnen die Erkenntnis, dass ein Zusammenhang zwischen den abiotischen Faktoren und der Entwicklung der Wasserorganismen besteht.

Um den Teich herum wurde eine Umzäunung errichtet, um die Sicherheit der Schüler zu gewährleisten die ihre Pausen im Park verbringen wollen.

Teich 5/6/2012

Teich 26/7/2016

Der Wasserpegel des Teichs kann, bei Bedarf, durch eine installierte Wasserzufuhr erhöht werden. Diese wird jedoch nur während den Sommermonaten, in denen viel Wasser verdunstet, in Gebrauch genommen. Im Allgemeinen bleibt der Teich nur den natürlichen Einflüssen ausgesetzt sodass er sich möglichst naturnah entwickeln kann, so wie es dem ökologischen Konzept des Parks entspricht.

5. Die Streuobstwiese

Ein Obstgarten mit 30 Obstbäumen, unter denen sich mehrere Apfelbaumarten befinden, grenzt an die östliche Seite des Parks an. Hier wurden Bänke zur Verfügung gestellt, falls man den Unterricht ins Freie verlegen möchte. Außerdem wurde 2013 eine Wetterstation errichtet.

Im Rahmen dieser Arbeit habe ich kein Projekt in der Streuobstwiese durchgeführt. Bestimmungsübungen sind hier schwieriger, weil es sich um sehr spezifische Arten von Obstbäumen handelt. Es kann jedoch zum Beispiel Obst eingesammelt werden, um Saft

daraus zu pressen.[79] Man kann die Streuobstwiese auch nutzen, um den Schülern die Relevanz von Artenschutz und Biodiversität zu vermitteln. Im Anhang befindet sich ein Plan der 30 Obstbäume, die man in der Streuobstwiese vorfinden kann, sowie eine Liste mit den Namen (siehe Plan und Liste der Obstbäume in der Streuobstwiese – Anhänge 2.a. und 2.b.)

Streuobstwiese mit Wetterstation
16/9/2016

6. Das Bienenhäuschen

Das Bienenhäuschen habe ich nicht in diese Arbeit mit einbezogen, da es bereits Arbeitsvorschläge für diese Art von Unterrichtsgestaltung gibt.[80] Das Bienenhäuschen wird seit Frühjahr 2012 von Bienenkolonien bewohnt und zur Zeit befinden sich hier 6 Kolonien. Im Gebäude befindet sich ein kleiner Raum, der von den Bienen durch eine Vitrine getrennt ist. So hat man die Möglichkeit, zusammen mit den Schülern die Bienen zu beobachten und ihr Verhalten zu erklären. Des weiteren findet man hier Material, das

[79] Die Herstellung von Apfelsäften wurde bereits im Rahmen verschiedener "Travail de Candidature" getestet, zum Beispiel von Anne Weis (Lamadelaine) oder Max Wolff (Diekirch)
[80] Forman, M. (2010), Travail de Candidature: Imkerei: Die Biene als Unterrichtsobjekt

man im Park nutzen kann, wie zum Beispiel verschiedene Modelle und Stereolupen. Der Nordstad-Lycée ist außerdem im Besitz eines Teils der Austellung über Bienen des “Naturmusée”. Diese kann die Kenntnisse, die die Schüler dank der direkten Beobachung der Bienen gewinnen, vervollständigen und vertiefen. Der von den Bienen gewonnene Honig wird seit 2014 geschleudert und abgefüllt, und kann in den drei Schulen des Campus Merten erworben werden.

Vor dem Bienenhäuschen - in der Fluglinie der Bienen - befindet sich eine Blumenwiese, damit die Bienen die Möglichkeit haben, Nektar von diversen Pflanzen zu sammeln. Direkt vor dem Ausgang wurden allerdings einige Rotbuchen gepflanzt, um den Flug der Bienen nach oben abzulenken, damit sie sich einereits besser verteilen, andererseits aber auch um zu verhindern, dass Schüler in der direkten Fluglinie stehen könnten.

Im Jahr 2012 wurde eine Wetterstation auf dem Dach des Bienenhäuschens angebracht.

Bienenhäuschen 5/6/2012

Bienenhäuschen 16/9/2016

7. Sträucher neben dem Bienenhäuschen

Es wurden ebenfalls einige einheimische Bäume und Sträucher neben dem Nordstad-Lycée angepflanzt, um mit den Schülern Bestimmungsübungen durchführen zu können, aber auch um die Entwicklung dieser Pflanzenarten an lebenden Exemplaren zu untersuchen. Zu den angesiedelten Pflanzen gehören Haselstrauch, Hainbuche und Feldahorn. Ein Plan der Pflanzen die man hier vorfindet, befindet sich im Anhang (siehe Anhang 3).

Sträucher 1/2/2012

Sträucher 16/2/2012

Sträucher 4/7/2012

Sträucher 26/6/2013

Sträucher 26/7/2016

Sträucher 16/9/2016

Sträucher 15/10/2016

Auf den Bildern kann man die Evolution der einheimischen Sträucher, die hier Anfangs 2011 gepflanzt wurden, sehr gut erkennen. Mittlerweile hat man keinen Zugang mehr zu den mittleren Pflanzen, da die Sträucher am Rand zu breit geworden sind: Besonders die Haselsträucher der vorderen und zweiten Reihe tragen dazu bei, dass die Räume zwischen den Pflanzen zugewachsen sind. An vielen Stellen überwuchern die Haselsträucher der zweiten Reihe sogar die anderen Pflanzen der ersten Reihe. Im Oktober 2016 wurde die zweite Reihe jedoch etwas zurückgeschnitten, sodass die Anordnung der ersten Reihe, zumindest für den Moment, etwas klarer wird.

IV. ÜBERSICHT ÜBER DIE PROJEKTE

Folgende Themen werden auf den unterschiedlichen Klassen behandelt:

1) Einführung in das Thema Nachhaltigkeit (9STP1 + 9STP4)

- Die Nutzung für Baumwolle zur Herstellung von Textilien im Vergleich zur Nutzung von synthetischen Fasern

8.4.2013 + 15.4.2013

- Herstellung und Entsorgung von Sneakers

16.4.2013 + 23.4.2013

2) Untersuchungen des Biotops Teich (9STP1)

a) Bestimmung der Gewässergüte des Teichs **4.6.2013 + 11.6.2013**
b) Physikalische und chemische Untersuchungen des Teichs **24.6.2013 + 1.7.2013**

3) Untersuchungen des Biotops Wald (9STP4)

a) Einführung in die Ökologie **4.6.2013 + 11.6.2013**
b) Der Weg des Wassers durch den Wald **18.6.2013 + 25.6.2013**

4) Bestimmung der Pflanzen im ökologischen Park (7SAL) **15.2.2012**

5) Schutz des Grundwassers (6SAL) **5.6.2013 + 12.6.2013**

6) Nutzung der Kräuter in den Hochbeeten (7SAL) **9.7.2012**

V. PROJEKT 1: Einführung in das Thema Nachhaltigkeit

1. Einleitung

Um den Schülern das Konzept der Nachhhaltigkeit näherzubringen habe ich zwei Themen herausgesucht die für Jugendliche gut greifbar und verständlich sind:

- Die Nutzung für Baumwolle zur Herstellung von Textilien im Vergleich zur Nutzung von synthetischen Fasern
- Herstellung und Entsorgung von Sneakern

Kleidung gehört nicht nur zu den elementaren menschlichen Bedürfnissen, sondern ist auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor, der global ökologische und soziale Probleme verursacht. Bei der Herstellung billiger Wegwerftextilien werden Menschen und Umwelt in Drittwelt- und Schwellenländern ausgebeutet. Bei der Auswahl unserer Kleidung achten wir jedoch meistens eher auf den Preis oder auf die aktuellen Modeerscheinungen als auf die verarbeiteten Materialien. Nur einige kritische Kunden suchen sich ihre Garderobe nach dem Trend „gesunde Kleidung" aus. Sie achten darauf, dass Kleidung umweltschonend und sozialverträglich hergestellt wurde und frei von gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffen ist. Doch solche Informationen können den Etiketten leider nicht entnommen werden. Letztere geben höchstens Auskunft darüber, aus welchen Fasern ein Kleidungsstück besteht (Baumwolle, Leinen, Seide, Wolle, Viskose,....).

Wer umwelt- und gesundheitsvertägliche Kleidung kaufen will, greift eher zu Naturtextilien. Von den weltweit produzierten Textilien bestehen 47 % aus dem natürlichen Rohstoff Baumwolle. Doch die Symbole für Naturfasern sind keine Ökosiegel: Der Kunde erfährt weder wo die Kleidung produziert wurde, noch welche Chemikalien darin enthalten sind. Im 18. und 19. Jahrhundert wurden Sklaven in den amerikanischen Südstaaten dazu gezwungen, in den Baumwollfeldern zu arbeiten. Heute wird viel Chemie dazu eingesetzt, um von der Saat zum fertigen T-shirt zu gelangen. Man will immerhin den Erwartungen der Konsumenten gerecht werden und einen wirtschaftlichen Gewinn erzielen. Baumwolle als "Ökofaser" zu bezeichnen ist daher nicht ganz bedenkenlos. Das Färben belastet zum Beispiel die Umwelt durch

Schwermetalle und große Mengen Abwasser. Die Bleichmittel, mit denen der Naturfarbton entfernt wird, steht im Verdacht krebserregend zu sein. Manche Menschen reagieren allergisch auf die Zusätze, die den Tragekomfort verbessern sollen. Lange Transportwege belasten zudem die Umwelt durch den damit verbundenen hohen CO_2- Ausstoß.[81]

In den Teenagern ist der Wunsch nach Selbstständigkeit stark ausgeprägt: Sie wollen mehr und mehr ihre Kleidung selbst aussuchen, Mode gewinnt bei der Kaufentscheidung an Stellenwert. Weniger wichtig sind den Jugendlichen jedoch die Schildchen in den Seitennähten oder im Kragenrand. Die Frage nach den Materialien die genutzt werden, muss erst in ihren Fragehorizont gerückt werden. Ist das Material gesundheitlich unbedenklich und angenehm zu tragen? Ist es naturverträglich - von der Rohstoffgewinnung über die Verarbeitung bis zum Recycling? Wer sagt denn, dass synthetisch produzierte Kleidung umweltschädigender ist als die Naturfaser? Bei der Beantwortung dieser Fragen müssen Herstellungsprozesse, individuelle Ansprüche an die Eigenschaften und die Funktionalität des Produkts, sowie die Belastungen der Umwelt nach der Nutzung der Kleidung berücksichtigt werden. Bei der Darstellung der Textilproduktion-Kette geht es also nicht nur um die Natur der Faser, sondern auch um ökologische und soziale Zusammenhänge.

Für die Einführung in das Thema Nachhaltigkeit habe ich zwei 9STP-Klassen gewählt. Das Konzept des Nachhaltigkeitsdreiecks erfordert ein vernetztes Denken, das ab der 9e weit genug entwickelt sein müsste. Im Schuljahr 2012/2013, in dem das Projekt durchgeführt wurde, stand das Kapitel Ökologie und das Thema Nachhaltigkeit auf dem Lehrplan der 9e (siehe Anhang 11.a.). Für das Schuljahr 2015/2016 wurde der Lehrplan geändert, sodass nun dieses Kapitel nicht mehr behandelt werden muss. Allerdings denke ich, dass es immer noch vertretbar ist, das Thema Nachhaltigkeit im Praktikum zu behandeln. Die Werte und Kompetenzen die ein nachhaltiges Verhalten auszeichnen, erlernen sich nicht innerhalb einer einzelnen Unterrichtseinheit sondern sollten regelmäßig, über die verschiedenen Schuljahre hinweg, trainiert werden. Nur so kann man hoffen, dass die „Erwachsenen“, die die Schule verlassen, ein nachhaltiges Handeln als selbstverständlich ansehen.

[81] Unterricht Biologie – Heft 261 Nachhaltigkeit; Friedrich Verlag; S. 20

Die Unterrichtseinheit bietet sich auch auf der 5e an, da hier die Nachhaltigkeit fakultativ behandelt werden kann (siehe Anhang 11.c.). Da hier nur eine Unterrichtseinheit pro Woche zur Verfügung steht, müssten die Arbeitsblätter etwas gekürzt werden, oder teilweise als Hausaufgabe aufgegeben werden.

Die Dokumente für dieses Projekt stammen aus den Unterricht Biologie Heften 261 + 370. [82][83]

2. Anvisierte Kompetenzen

Ich erhoffe mir, dass folgende Schlüsselqualifikationen (zum Vergleich siehe Anhang 2) mit diesem Projekt entwickelt werden können:

WISSEN/DENKEN	
Intelligentes Wissen	Globale Kenntnisse über die Produktion von Textilien/Sneakern gewinnen; Vor- und Nachteile verschiedener Alternativen abwägen.
Systemisches (vernetztes) Denken	Wechselwirkungen in der Produktion der Textilien/Sneakern wahrnehmen: Verändert man ein Glied in der Produktionskette, hat das Aufwirkungen auf das Endprodukt (Preis, Qualität,..) aber auch die Umstände der Personen die mit einbezogen sind (Arbeiter, Verkäufer, ...).
Antizipatorisches (zukunftsgerichtetes) Denken	Die Textilindustrie ist durch unsere Kaufentscheidungen beeinflussbar.

[82] Unterricht Biologie – Heft 261 Nachhaltigkeit; Friedrich Verlag; S. 22,23,26
[83] Unterricht Biologie – Heft 370 Alltagsgestaltung mit Zukunft; Friedrich Verlag; S. 20-21

WISSEN/DENKEN	
Wahrnehmung von Komplexität	Diese Kompetenz wird hier besonders trainiert, da wir keine direkte Schlussfolgerung ziehen welche Textilien/Sneaker schlussendlich besser sind, sondern hervorheben, dass die Situation viel komplexer ist als sie scheint und es bei jedem Produktionsweg Vor- und Nachteile gibt
WERTEN	
Dialogfähigkeit	Kaufkriterien sind unterschiedlich je nach Verbraucher; Sichtweise argumentativ erläutern können und somit andere bei ihren Einkaufkriterien beeinflussen.
Selbstreflexionsfähigkeit	Persönliche Kaufkriterien kritisch untersuchen und erläutern.
Werteorientierung	Persönliche Kaufkriterien überdenken nachdem neue Kenntnisse gewonnen wurden: Wird das Kaufverhalten an neue Erkenntnisse angepasst oder beibehalten?
Konfliktlösefähigkeit (Mediationskompetenz)	Diskussionen unter den Schülern sollen angeregt werden; Argumente sollen formuliert werden, ohne dabei die Meinungen der anderen zu untergraben.
HANDELN	
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit	Persönliche Entscheidungskriterien können überdacht und das Kaufverhalten so neu definiert werden.
Autonomes Handeln	Selbsständige Bearbeitung der gestellten Aufgaben und Präsentation der Antworten.

3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten

Der allgemeine Ablauf der Projekte ist auf beiden Klassen der Gleiche: Nach einer kurzen Einführung und einer Umfrage, um zu bestimmen was die Schüler bereits kennen, werden die Schüler in Gruppen eingeteilt. Dies soll den späteren Disukssionsfluss fördern, da die Gruppen sich gegenseitig ihr Thema erklären müssen.

Ich habe hier die Gruppen selbst bestimmt, da ich im Laufe des Schuljahres die Gelegenheit hatte, die Schüler besser kennenzulernen und sie so zusammensetzen konnte, dass die stärkeren Schüler den schwächeren bei dem Text etwas zu Hilfe gehen konnten. Außerdem bietet dies die Möglichkeit, den einzelnen Gruppen, je nach Schwierigkeitsgrad, die Texte besser zuzuteilen. Bei etwas homogeneren Klassen kann man den Schülern die Gruppeneinteilung aber natürlich auch selbst überlassen.

Nachdem die Gruppen die Texte individuell bearbeitet haben, erfolgt eine „mise en commun" bei der jede Gruppe ihr Thema und die bearbeiteteten Fragen vorstellt. Am Ende wird dann das Arbeitsblatt „Nachhaltigkeit" gemeinsam behandelt. Dieses dient dazu von den spezifischen Themen der Textil- und Sneakerproduktion zu dem allgemeinen und sehr aktuellen Thema „Nachhaltigkeit" zu gelangen.

3.1. Vergleich von Baumwollfasern und Synthesefasern

3.1.1. Erstellung der Arbeitsblätter

Die Schüler sollen exemplarisch an Baumwoll- und Synthesefasern den Weg der Kleidung, vom Rohstoff bis zur Entsorgung, verfolgen und dabei die Anbau-, Produktions-, Verarbeitungs- und Fertigungsschritte kennenlernen.

Beurteilt werden Schonung der Ressourcen, Energieverbrauch, Umweltverträglchkeit, Herstellung und Entsorgung, Arbeitsbedingungen sowie Trage- und Pflegeeigenschaften.

Im Anhang befinden sich die Originalversionen aller Arbeitsblätter, sowie die überarbeiteten Versionen. Außerdem wurden jeweils zwei ausgefüllte Schülerbeispiele hinzugefügt (siehe Anhänge 5.1.a. – 5.1.l)

a) Arbeitsblatt „Baumwolle 1“ (Anhang 5.1.a.)

Nach einer kurzen Vorstellung der Pflanze wird erklärt, wie die Baumwollfasern gewonnen werden. Die Nachbehandlung des Baumwollgarns soll die Schüler bereits auf Probleme bei der Produktion aufmerksam machen.

Die Jugendlichen sollen anschließend auf einige Fragen antworten, die ihnen helfen sollen, den Text besser zu analysieren und vorzustellen. Zunächst sollen sie die Vor- und Nachteile der Handernte hervorheben. Zuletzt sollen die Schüler die Vor- und Nachteile der Baumwollfaser allgemein ausarbeiten.

b) Arbeitsblatt „Baumwolle 2“ (Anhang 5.1.e.)

Dieser Arbeitsteil zielt darauf, den Jugendlichen den Anbau und Ertrag der Baumwolle zu erklären. Zunächst wird dazu die Anbaufläche beschrieben: Die Schüler sollen erkären, wie die Produktivität gesteigert werden kann, ohne die Anbaufläche zu vergrößern. Dies ist auf künstliche Bewässerung, gezielte Düngung und massiven Pestizideinsatz sowie auf die Züchtung ertragreicher Sorten zurückzuführen.

Bei der Frage woran es liegen könnte, dass ein Land wie Israel einen höheren Ertrag erzielt als Uganda, sind die Hintergrundkenntnisse der Schüler gefragt. Israel ist reicher als Uganda und hat somit mehr Geld zur Verfügung für Forschung für bessere Bewässerungsanlagen, Düngungsmöglichkeiten, usw.

Anschließend beschäftigt diese Gruppe sich etwas näher mit den Vor- und Nachteilen der Schädlingsbekämpfung. Die Schüler sollen die ökologischen Konsequenzen überdenken. Ebenfalls sollen sie sich mit den Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit auseinandersetzen.

c) Arbeitsblatt „Kleidung aus Polyesterfasern“ (Anhang 5.1.i.)

Auch die Verwendung von Synthesefasern wird kritisch betrachtet. Dank der Chemie kann man sie genau auf die Bedürfnisse und Ansprüche des Verbrauchers zuschneiden.

Ihre Produktion ist vom Klima und den damit verbundenen Ernteschwankungen unabghängig und kann relativ flexibel an den Bedarf angepasst werden.

Produziert werden sie aus fossilen Rohstoffen: Erdöl und Kohle, also Ressourcen die erschöpfbar sind. Die Entsorgung dieser haltbaren Fasern bereitet außerdem Probleme, da sie biologisch nicht abbaubar sind. An diesem letzten Problem wird ständig gearbeitet um die Zersetzbarkeit der Stoffe zu verbessern.

3.1.2. Geplanter Ablauf der Unterrichtseinheit

Die Doppelstunde beginnt mit einer Einleitung bei der die Kleidung als wichtiger Wirtschaftsfaktor vorgestellt wird. Die Schüler sollen sich überlegen nach welchen Kriterien sie Kleider kaufen. (5 min)

Anschließend werden die Jugendlichen nach den Textilien gefragt, die sie bereits kennen. Fallen ihnen nicht alle von selbst ein, kann man sie auffordern sich die Schilder in den Kleidern ihrer Mitschüler anzusehen. Welche Textilien gibt es? Achten die Schüler beim Kauf der Kleidung auf diese Schilder? (2 min)

Dann werden die Schüler in Zweiergruppen eingeteilt. Die Unterlagen mit den Basisinformationen zu den ausgewählten Fasern werden den Gruppen zugeteilt. Sie haben 30 Minuten Zeit, die Texte zu lesen und die Fragen zu beantworten. Jede Gruppe stellt dann ihr Thema vor (5-10 min pro Thema). Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Vor- und Nachteile der drei Fasern grob bilanziert und bestenfalls kommt eine Diskussion in der Klasse auf, welche der drei Fasern denn nun „gewonnen“ hat. (5-10 min)

Ich habe mich hier dazu entschieden die Schüler nur zu zweit arbeiten zu lassen, um dann mehreren Gruppen den gleichen Text zu geben. Erstens wollte ich somit vermeiden, dass nur zwei Schüler arbeiten, während der Rest abschreibt (was bei größeren Arbeitsgruppen ein Risiko darstellt). Zweitens gibt es bei den Fragen oft nicht nur eine Antwortmöglichkeit und ich wollte verschiedene Meinungen der Schüler dazu hören.

Dank der gewonnenen Informationen können die Schüler nun dazu beitragen das Arbeitsblatt zum Thema Nachhaltigkeit auszufüllen. Dazu mache ich ein Brainstorming von etwa 5 min bei dem ich das Wort „Natur“ an die Tafel schreibe. Nun erwarte ich von den Schülern, dass sie mir Faktoren nennen, die auf die Natur einwirken, aber auch, wie wir von der Natur profitieren können. Als Abschluss der Unterrichtseinheit wird der Abschnitt „Die Agenda 21 und die drei Säulen der Nachhaltigkeit“ gelesen und den Schülern wird das Nachhaltigkeitsdreieck vorgestellt. (10-15 min)

3.1.3. Umsetzung der Unterrichtseinheit

Als Kriterien, nach denen die Schüler Kleidung kaufen, nannten sie zunächst Größe, Tragekomfort und Preis. Den Jungen war es außerdem wichtig, dass man nicht zu sehr in der Kleidung schwitzte. Nachdem ich sie erneut aufforderte ehrlich zu sein, nannten sie außerdem Marke, Mode („stylisch“) und Farben. Weitere Anforderungen waren „wetterbeständig“ und „geschlechtsangepasst“. Alle Schüler kannten bereits Baumwolle, Seide und Wolle als mögliche Textilien und alle außer vier Schüler hatten schon von Polyester und Elasthan gehört. Leinen wurde auch von einigen Schülern genannt. Auf den Schildchen fanden sie außerdem Polyacryl, Polyamid und Viskose. Alle Schüler, mit Ausnahme von einer Schülerin mit einer Wolleallergie, gaben zu, beim Kauf der Kleidung nicht sonderlich auf die Schildchen zu achten.

a) Arbeitsblatt „Baumwolle 1“ (Anhänge 5.1.b. und 5.1.c.)

Gestellte Fragen:
1) Welche Vor- bzw. Nachteile bringt die Handernte mit sich?
2) Welche Vor- bzw. Nachteile bringt die Maschinenernte mit sich?
3) Findet Argumente die vor, bzw dagegen sprechen Kleidung aus Baumwolle herzustellen.

Die ersten beiden Fragen über die Vor- und Nachteile der Hand- bzw. Maschinenernte wurden recht gut von den Schülern beantwortet. Wie aus dem Text hervorgeht, ist die Handernte zwar aufwendiger, führt aber zu qualitativ besserer Ware als die Maschinenernte, da nicht alle Kapseln in einer Baumwollpflanze gleichzeitig reifen. Somit ist die Baumwolle nach der Handernte kaum mit Kapselresten. Die Maschinenernte hat natürlich den Vorteil, dass innerhalb kurzer Zeit eine große Fläche abgeerntet werden kann. Es fällt mir auf, dass die Schüler zu den Vorteilen der Handernte außerdem immer den Umstand zählen, dass bei der Maschinenernte weniger Arbeitskräfte notwendig sind. Natürlich ist dies ein Vorteil für den Baumwollproduzenten, der so die Produktionskosten niedriger halten kann. Es erscheint mir jedoch wichtig, die Schüler hier darauf aufmerksam zu machen, dass dieser Umstand auch als Nachteil betrachtet werden kann, nämlich seitens der Arbeitnehmer und somit auch der allgemeinen Wirtschaftssituation. Bei der Handernte werden somit sehr viele Arbeiter benötigt, die während dieser Zeit ihr Geld verdienen können und andernfalls die Anzahl der Arbeitslosen erhöhen.

Die Schüler konnten nicht viele Argumente für Kleidung aus Baumwolle nennen. Eine Gruppe führte vor, dass man die Baumwolle durch verschiedene Nachbehandlungen, wie zum Beispiel mit Natronlauge oder Bleichmittel, besser den Ansprüchen der Käufer anpassen kann.

Das wichtigste Argument, nämlich dass es sich dabei um eine Naturfaser handelt, hat keine Gruppe erwähnt. An dieser Stelle war den Schülern noch nicht bewusst, dass dieser Umstand relevant ist, da sie nur die Baumwolle behandelten. Beim späteren Vergleich der beiden Fasern muss dieser Unterschied jedoch unbedingt hervorgehoben werden.

Man kann den Schülern auch noch vor Augen führen, dass es eine sehr vielfältige Faser ist, immerhin bestehen viele Gegenstände die wir tagtäglich benutzen häufig aus Baumwolle (Handtücher, Waschlappen, Küchentücher, Tischdecken, usw). Am Rande kann hervorgehoben werden, dass die Baumwollfaser ein wichtiger Öllieferant ist.

Zu den Nachteilen fiel den Schülern mehr ein:

- *„Verwendung von Kunstharzen und anderen chemischen Stoffen, die belastend für Umwelt und Gesundheit sind."*
- *„Gewässerbelastung durch Natronlauge, Neutralisierungsmittel und Chlor aus Bleichmitteln."*
- *„Verwendung von Allergenen, wie zum Beispiel Formaldehyd und Farbstoffen"*
- *„Hoher Wasserverbrauch"*

Was die Jugendlichen oft selbst nicht bedenken und worauf man sie trotzdem aufmerksam machen muss, ist die Belastung **der Umwelt** durch den Anbau der Baumwollpflanze. Die Pflanze hat eine lange Reifezeit, in der viel mit Dünger und Pestiziden gearbeitet wird. Außerdem werden enorme Anbauflächen benötigt, um unsereren Bedarf an Baumwolle zu decken. Dieser Umstand muss unbedingt bedacht werden, da diese Anbauflächen nicht für essbare Pflanzen zur Verfügung stehen.

b) Arbeitsblatt „Baumwolle 2" (Anhänge 5.1.f. und 5.1.g.)

Gestellte Fragen:

1) Welchen Einfluss hat die Schädlingsbekämpfung auf das ökologische Gleichgewicht der Nahrungskette?
2) Beschreibe den Teufelskreis der durch den Einsatz der Pestizide entstand.
3) Wie kommt es, dass der Einsatz der Pestizide sich auf die Gesundheit der Menschen auswirken kann?
4) Wie könnte man die Vergiftung der Menschen in den angrenzenden Siedlungen reduzieren? Warum wird es dennoch oft nicht getan?

Die erste Frage wurde von 2 Gruppen richtig beantwortet, die dritte hat sie ausgelassen oder übersehen. Die zweite Frage ist etwas schwerer zu beantworten, da die Antwort nicht direkt im Text zu finden ist. Die drei Gruppen haben aber gute Antworten

präsentiert, wobei zwei gut verstanden hatten, dass Uganda, das ärmer als Israel ist, sich keine großen Investitionen in Forschung, Düngung und Bewässerungsanlagen leisten kann.

Ich glaube die dritte Frage hat die Schüler etwas verwirrt, weil sie nicht in direktem Zusammenhang mit der Baumwolle steht. Eine Gruppe hat sehr gut geantwortet: „*Weil die Schädlinge starben und es somit weniger* (davon) *gaben, hatten die Tiere die sich von ihnen ernährten nicht mehr genügend zu fressen.*"

Andere Gruppen antworteten jedoch völlig vom Thema abweichend: *„Man kann schlimme Krankheiten bekommen wie Hepatitis, Tuberkulose, Speisenröhrenkrebs, Magen-Darmerkrankungen. Lebenszeit ist auf 38-42 Jahre begrenzt".* Dies zeigt, dass die Schüler nicht wussten was bei der Frage erwartet wurde und somit einen beliebigen Teil vom Text abschrieben. Ich beabsichtigte mit dieser Frage, dass sich die Schüler bewusst werden, dass der Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft weitläufige Konsequenzen haben kann. Ich werde versuchen, die Fragen etwas anders zu formulieren (siehe Verbesserungsvorschläge Seite 97).

Der Teufelskreis, der durch den Einsatz von Pestiziden entsteht, scheint im Allgemeinen gut von den Schülern begriffen worden zu sein.

Auf die fünfte Frage „Wie kommt es, dass der Einsatz der Pestizide sich auf die Gesundheit des Menschen auswirken kann" hat keine Gruppe vollständig geantwortet. Es ist den Jugendlichen durchaus bewusst, dass die Pestizide die Umwelt belasten und vom Körper schlecht abgebaut werden. Sie stellen jedoch nicht die nötige Verbindung zwischen der Belastung der Umwelt und der Aufnahme in unseren Körper her: Die Giftstoffe, die sich in der Nahrungskette anreichern werden letztendlich vom Menschen mit der Nahrung aufgenommen. Auch diese Frage ist nicht sehr klar gestellt und ich werde sie neu formulieren (siehe Verbesserungsvorschläge Seite 97).

Die letzte Frage wurde nur von einer Gruppe beantwortet und zwar wie folgt: „*Man könnte Wasserleitungen in die Erde legen, die das Giftwasser nicht eindringen lassen und so das Trinkwasser sauber halten für die Siedlungen im Umfeld der Plantagen.*" Obwohl die Idee an sich überlegt und originell ist, vermeidet eine solche Strategie natürlich nicht, dass Trinkwasserquellen durch die Düngung mit Flugzeugen verseucht werden.

c) Arbeitsblatt „Kleidung aus Polyesterfasern“ (Anhänge 5.1.j und 5.1.k.)

Gestellte Fragen:

1) Welche Vorteile hat die Nutzung von Synthesefasern im Vergleich zu Naturfasern?
2) Welche Nachteile hat die Nutzung von Synthesefasern im Vergleich zu Naturfasern?
3) “Kleidungstücke aus Chemiefasern haben zudem eine doppelt so hohe “Lebenserwartung” wie Bekleidung aus Naturfasern”

   Warum kann diese Eigenschaft der Synthesefasern auch zum Nachteil werden?

- *„Synthesefasern können nach Maß hergestellt werden (auf die Bedürfnisse des Verbrauchers angepasst werden).“*
- *„Sie sind pflegeleicht.“*
- *„Sie sind reißfest.“*
- *„Sie behalten ihre Form z.B. nach dem Waschen.“*
- *„Sie trocknen leicht.“*
- *„Sie halten lange.“*
- *„Sie haben eine lange Lebensdauer.“*
- *„Ihre Produktion ist klimaunabhängig.“*
- *„Ihre Produktion benötigt weniger Wasser und Energie als die der Naturfaser.“*
- *„Sie sind billiger im Einkauf.“*

Damit haben sie die wichtigsten Punkte gut aus dem Text herausgesucht. Man kann noch hinzufügen, dass auf eine erhöhte Nachfrage schnell reagiert werden kann indem die Produktion spontan erhöht wird.

Auch bei den Nachteilen haben die Schüler gute Arbeit geleistet. Folgende Nachteile wurden aufgezählt:

- *„Die Produktion der Polyesterfasern belastet die Umwelt: Förderung und Transport des Rohöls bergen zum Beispiel die Gefahr, Meer und Böden zu verschmutzen.“*
- *„Das Tragen von Polyester kann Allergien auslösen wegen chemischen Inhaltsstoffen (zum Beispiel Farbstoffe).“*
- *„Die Ölreserven werden aufgebraucht.“*

Nicht alle Gruppen haben auf die letzte Frage geantwortet, warum die hohe Lebenserwartung der Polyesterfasern auch zum Nachteil werden kann. Die meisten haben jedoch richtig überlegt, dass die Kleidung auf der Mülldeponie nicht abgebaut werden kann.

3.1.4. Nachbearbeitung der Arbeitsblätter

Im Allgemeinen war ich zufrieden mit der Arbeit der Gruppen. Die Texte schienen verstanden worden zu sein und die Fragen wurden gewissenhaft beantwortet. Die Schüler haben nur etwas länger gebraucht, um die Texte zu lesen, als ich vorgesehen hatte. Dies lies mir etwas weniger Zeit für die Nachbearbeitung der Texte. Die verschiedenen Gruppen hätten es bevorzugt nur ihre Antworten vorzulesen ohne das Thema ihres Arbeitsblattes zu erläutern. Aus Erfahrung weiß ich, dass eine mündliche kurze Zusammenfassung eines gelesenen Textes ihnen sehr schwer fällt. Daher half ich ihnen, ihr Thema kurz vorzustellen. Nachdem alle ihre Antworten vorgelesen hatten, kamen keine weiteren Fragen auf und so forderte ich die Schüler auf, sich zu überlegen welche Textilgruppe, ihrer Meinung nach, denn letztlich „besser“ wäre. Ein Schüler nannte die Naturfaser, weil ihre Produktion umweltfreundlicher sei. Eine Schülerin fand es von Vorteil, dass Polyester billiger ist. Eine richtige Diskussion kam leider nicht auf, aber eine Schülerin sagte schließlich, dass es schwierig sei, sich zu entscheiden, weil beide Vor- und Nachteile hätten.

Ich bestätigte, dies sei völlig richtig und man müsse sich bewusst sein, dass man Äpfel mit Birnen vergleiche: So lassen sich zum Bespiel unmenschliche Arbeitsbedingungen nicht gegen einen hohen Tragekomfort aufwiegen.

Der Vergleich der verschiedenen Fasern kennt also keinen eindeutigen Sieger. Den Schülern soll jedoch klar sein, dass eine höhere Aufwendigkeit bei der Produktion auf einen höheren Verkaufspreis zielt und der Verbraucher (also wir) letztlich bereit sein muss, diesen zu zahlen.

3.2. Woher und Wohin? Aus dem Lebenzyklus von Sneakern.

3.2.1. Erstellung der Arbeitsblätter

Das Ziel dieser Unterrichtseinheit ist es, die Schüler dazu zu bringen sich Schuhe in Zukunft nach anderen Kriterien auszusuchen als nach dem Design. Wo kommen unsere Sneaker her, wo werden die Ausgangsmaterialien hergestellt? Wer hat wo und unter welchen Bedingungen daran gearbeitet und verdient? Was passiert mit ausgedienten Sneakern?

Die Arbeitsblätter stellen Personen vor, deren Arbeit in Zusammenhang mit den Sneakern steht.

a) Arbeitsblatt 1 : Auftrag und Produktion (Anhang 5.2.a.)

Ein Hersteller nimmt Stellung zu den globalisierten Produktionsabläufen.
Der Text trennt die Firmensitze und die Produktionstätte der Sneaker. Die Schüler sollen diejeweilgen Länder auf der Weltkarte rot beziehungsweise blau umkreisen. Sie sollen außerdem die Vor- und Nachteile dieser Trennung von Planung und Herstellung erläutern. Der Text erwähnt die „Niedriglohnländer". Wenn die Schüler diesen Begriff bis dahin noch nicht gehört haben, ist es wichtig, darauf einzugehen.
Die Beziehungen zwischen Auftraggeber und Besitzer der Schuhfabrik, sowie die Umstände der Produktion, werden erläutert.

Die Arbeiter werden pro produziertem Schuhpaar bezahlt; sie werden also nicht pro Stunde bezahlt. Sie stehen somit unter Druck, soviele Schuhe wie möglich in einer kurzen Zeit herzustellen. „Aufpasser" üben dabei zusätzlichen Druck aus, da sie kontrollieren, ob die Qualität unseren Standards entspricht. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass diese Qualitätsprüfung an sich nichts Negatives ist, jedoch der Umstand zu kritisieren ist, dass Arbeiter keinen Lohn auf ihre produzierte Ware erhalten, wenn sie den Qualitätsanforderungen nicht genügt. Jeder Arbeiter steht also

unter Druck seine Schuhe schnell herzustellen, muss jedoch zusätzlich darauf achten, sorgfältig genug zu arbeiten, damit sein Produkt angenommen wird.
Die Vertäge mit dem Besitzer einer Schuhfabrik werden für eine Saison geschlossen. Die Fabriken und somit die Arbeiter können sich nie sicher sein, ob sie in der nächsten Saison noch Arbeit haben.

b) Arbeitsblatt 2: Arbeit in einer Schuhfabrik (Anhang 5.2.e.)

Eine Arbeiterin berichtet über ihre Tätigkeit in einem Sweat-Shop in Indonesien. Sie beschreibt die Bedingungen, unter denen die jungen Frauen zwischen 18 und 25 arbeiten müssen. So arbeiten sie 10 Stunden am Tag und dies 6 Tage pro Woche in überfüllten Hallen. Einmal im Jahr bekommen sie Urlaub, während dem sie dann in ihre Heimat fahren können. Ein Lohn von 150 € im Monat erscheint dabei höchst unzulänglich. Sie bekommen zwar eine Unterkunft gestellt, leben jedoch zu sechst in einem Zimmer. Außerdem gefährden die Arbeiterinnen ihre Gesundheit, da sie tagtäglich den Dämpfen der Chemikalien, die sie bei der Produktion einsetzen müssen, ausgesetzt sind. Überstunden werden kurzfristig angekündigt und die Arbeiterinnen werden ständig über Kameras überwacht. Dabei stehen die Frauen zusätzlich unter Druck, da sie Geld für ihre Familien brauchen, jedoch nie sicher sein können, wie lange sie ihre Arbeitststelle noch haben. Ihre geringe Schulausbildung macht es außerdem schwierig anderweitig Arbeit zu finden. Gewerkschaften, die ihre Interessen vertreten könnten, gibt es nicht.

c) Arbeitsblatt 3: Entsorgen oder Reparieren (Anhang 5.2.i.)

Ein Vertreter der Schuhmacher-Innung kritisiert die zunehmenden Schadstoffbelastungen beim Entsorgen von gebrauchten Sneakern. Diese sind ein Materialmix aus gefährlichen Stoffen, wie zum Beispiel das stark allergene Dimethylfumarat (DMF), das die Sneaker bei den langen Transportwegen vor Schimmel schützen soll. Was mit diesen Inhaltsstoffen passiert, wenn die Schuhe einfach in der Müllverbrennung landen, ist noch recht unerforscht. Den Schülern soll verdeutlicht

werden, dass man letztendlich spart, wenn man zu Beginn etwas mehr Geld in den Kauf von Schuhen investiert. Auf diese Weise lohnt sich die Investition in eine Reparatur und man hat länger etwas von dem Produkt.

d) Arbeitsblatt 4: Recycling (Anhang 5.2.m.)

Eine Repräsentantin einer Schuhrecycling Firma äußert sich über das Einsammeln und den Verkauf von Altschuhen. Bevor man gebrauchte Schuhe einfach entsorgt, sollte man sich fragen, ob sie nicht noch gebraucht werden können. Die Recyclingfirma sammelt gebrauchte Schuhe ein, wobei kontrolliert wird ob sie noch gut erhalten oder schon sehr verschlissen sind. Letztere werden zerkleinert und zum Beispiel als Dämmschutzmaterial wiederverwertet. Gut erhaltene Schuhe werden in arme Länder weitergegeben oder an Secondhandläden, die sie dann weiterverkaufen können. Dies kurbelt die Wirtschaft an und erlaubt Leuten, die weniger Geld ausgeben können, gute Schuhe zu einem günstigen Preis zu erwerben.
Schuhe sind ein Grundbedürfnis, sie schützen vor Verletzungen, Wind und Regen. In den Drittweltländern gibt es jedoch Millionen von Menschen, die sich keine leisten können. Man könnte die gesammelten Schuhe natürlich an die armen Menschen verschenken. Dadurch, dass sie jedoch an Marktfrauen verkauft werden, wird der Arbeitsmarkt und die Wirtschaft in diesen Ländern angekurbelt.

3.2.2. Geplanter Ablauf der Unterrichtseinheit

Der Einstieg in das Unterrichtsgeschehen erfolgt dank einer Umfrage unter den Schülern. Dabei sollen keine Statistiken angelegt werden. Die Fragen dienen lediglich dazu, die Schüler in das Thema einzuführen und ihnen bewusst zu machen, dass dieses Beispiel einer Produktionskette sie direkt betrifft. Folgende Fragen wurden gestellt:

- Wer trägt heute Sneaker?
- Wer besitzt wieviele Paare?

- Gibt es eine Lieblingsmarke?
- Wie oft kauft ihr neue Paare?
- Welche Gründe spielen eine Rolle bei der Kaufentscheidung?
- Woher kommen die Sneaker in sehr vielen Fällen?

Diese Einleitung sollte nicht mehr als 10 Minuten einnehmen.
Anschließend werden die Schüler in 4 Gruppen eingeteilt, jede Gruppe soll einen Text und die anschließenden Fragen bearbeiten. Nach etwa 30 – 35 Minuten sollte dann jede Gruppe ihr Thema kurz vorstellen und erläutern, was sie auf die verschiedenen Fragen geantwortet haben. Optimal wäre es, wenn anschließend die ganze Klasse an einer Diskussion teilnähme. Hierzu steht der Großteil der zweiten Unterrichtsstunde zur Verfügung.
In den letzten 15 Minuten kann dann das abschließende Arbeitsblatt über Nachhaltigkeit behandelt werden.

3.2.3. Umsetzung der Unterrichtseinheit

Die Umfrage zu Beginn der Stunde ergab folgendes:

- Zwölf von Fünfzehn Schülern trugen an dem Tag Sneakers. Dieser Umstand schien die Schüler selbst zu überraschen. Sie waren sich wohl nicht bewusst, dass das Thema der Unterrichtseinheit so lebensnah ist.
- Die Schüler besaßen im Durchschnitt 2 Paar Sneaker.
- Die Schüler nannten vor allem die gängigsten Marken: AllStar, Van's, Adidas, Nike, ...
- Die Jugendlichen dieser Klasse kaufen im Durchschnitt ein Paar Sneaker im Jahr.
- Folgende Kriterien spielen eine Rolle bei ihrer Kaufentscheidung: Farbe, Form, Material, Durchlüftung, Qualität, Bequemheit, Preis, Marke, Mode.
- Häufig steht auf Sneakern „Made in China".

a) Arbeitsblatt 1 : Auftrag und Produktion (Anhänge 5.2.b. und 5.2.c.)

Dieser Text war recht schwer für die Schüler. Ich glaube aber, dass dies hauptsächlich auf die Probleme mit der deutschen Sprache zurückzuführen ist. Teilweise schrieben sie einfach einen Teil des Texts ab, ohne dass er in Zusammenhang mit der gestellten Frage stand. Einige Gruppen haben jedoch zufriedenstellende Antworten gegeben, auch wenn sie sich nicht immer gut ausdrücken konnten. Wenn auch die Antworten nicht immer bei der entsprechenden Frage stehen, so scheint die Grundidee jedoch klar zu sein.

Gestellte Fragen:

1) Umkreise die Länder in denen die Sneaker-Hersteller ihre Firmensitze haben auf der Weltkarte mit einem roten Stift.
2) Umkreise die wichtigsten sechs Produktionsländer auf der Weltkarte mit einem blauen Stift
3) Warum werden die Schuhe nicht dort hergestellt, wo die Firmensitze sind? Was sind die Vorteile bzw die Nachteile, die Ware in diesen Ländern zu produzieren?
4) Wie werden die Produktionsbedingungen in den Fabriken dargestellt?

Die Schüler umkreisen die richtigen Länder mit den richtigen Farben, wenn ihnen auch nicht immer bewusst ist, welche Inseln oder Kontinentteile zu den entsprechenden Ländern gehören.

Zu den Vorteilen werden gezählt:

- *„In den Produktionsländern sind die Löhne der Arbeiter billiger als in Deutschland oder der USA.“*
- *„Die Transportkosten können gering gehalten werden“* (der Schüler meint wohl, wenn die Produktionsstätte und der Firmensitz im selben Land liegen würden).
- *„Die Vorteile sind, dass alles billiger ist.“*

Als Nachteil wird genannt:

- *„Die Nachteile sind, dass sie den Arbeitern mehr bezahlen müssen und somit müssen sie die Preise für die Ware erhöhen“* (das Argument ist ganz richtig, nur wiederum für den Fall wo die Produktionsstätte und der Firmensitz im selben Land liegen).

In Ländern wie China oder Indonesien sind die Löhne viel niedriger, daher auch heißen sie „Niedriglohnländer“. Da viele Menschen ohne diese Konzerne völlig arbeitslos wären, sind sie leicht auszubeuten und arbeiten für ein sehr geringes Entgeld. Dies erlaubt eine Massenproduktion der Ware und verbilligt die Produktionskosten im Vergleich zu der gleichen Produktion in einem Industrieland wie Deutschland. Die Transportkosten um die Ware dann zum Verbraucher zu bringen, fallen dabei für den Hersteller kaum ins Gewicht.
Es erscheint mir wichtig hier deutlich darauf einzugehen, dass dadurch, dass die Arbeiter einen so geringen Lohn erhalten, die Produktionskosten im Allgemeinen gering gehalten werden können, sodass der Käufer letztlich weniger zahlt. Die Schüler sollen begreifen, dass sie durch ihre Kaufentscheidung Einfluss auf die Gesamtsituation nehmen können.

Über die Umstände in den Fabriken schreiben die Schüler unter anderem:

- *„In den Fabriken achten „Aufpasser“ darauf, das in Qualität gearbeitet wird.“*
- *„Die Arbeiter werden pro produziertem Schuhpaar bezahlt.“*
- *„Es muss alles in einer guten Qualität sein, wenn etwas nicht so ist wie es sein soll, wird man entlassen.“*
- *„Es gibt keine Lieferverträge, also kann es passieren, dass bei der nächsten Saison keine Lieferung* (also keine produzierten Schuhe) *benötigt wird.“*

b) Arbeitsblatt 2: Arbeit in einer Schuhfabrik (Anhänge 5.2.f. und 5.2.g.)

Gestellte Fragen:

1) Beschreibe die Arbeitszeiten in den Fabriken. Ist die Entlohung den Arbeitszeiten angepasst? Begründe!
2) Inwiefern kann die Arbeit in der Fabrik gesundheitsgefährdend werden?
3) Beschreibe die allgemeinen Arbeitsbedingungen in den Fabriken
4) Welche Umstände üben einen zusätzlichen Druck auf die Frauen aus?

Der zweite Text „Arbeit in einer Schuhfabrik" schien den Schülern weniger Probleme zu bereiten und die Fragen wurden im Allgemeinen zufriedenstellender beantwortet.
Bei der Frage, ob die Entlohnung den Arbeitszeiten angepasst ist, schreiben die Schüler unter anderem:

- *„Nein, weil sie sehr viel arbeiten und körperliche Schäden davontragen und trotzdem nur wenig Geld bekommen."*
- *„In 10 Stunden haben sie nur eine halbe Stunde Pause, sie erhalten zu wenig Geld für diese 10 Stunden täglich."*
- *„Eine halbe Stunde Pause ist nicht genug."*
- *„Die Frauen arbeiten von 7 -17 Uhr, 6 Tage die Woche. Die Entlohnung ist viel zu niedrig, denn sie arbeiten in schlechten Bedingungen."*

Die Schüler erklären den Umstand, dass die Arbeit in den Fabriken gesundheitsgefährdend sein kann folgendermaßen:

- *„Sie ist gefährlich wegen den giftigen Stoffen in der Fabrik."*
- *„Die Arbeitskräfte bekommen Kopfschmerzen wegen dem Geruch der Klebstoffe und Farben."*
- *„Wegen der Giftstoffe im Kleber und in den Farbstoffen."*

Die allgemeinen Arbeitsbedingungen werden wie folgt beschrieben:

- *„Die Arbeitsbedingungen sind sehr schlecht, die Leute müssen auf einem engen Raum arbeiten mit teilweis gefährlichen und schädlichen Stoffen."*
- *„Sie sind schlecht, es ist eng, sie müssen schnell arbeiten und haben fast keine Pause."*
- *„Der Chef entscheidet ob sie Überstunden machen müssen."*
- *„Sie werden mit Kameras beobachtet."*

Zusätzlicher Druck wird laut den Schülern dadurch ausgedrückt, dass :

- *„Die Umstände dass sie nicht gebildet sind und keinen anderen Job bekommen und weil sie das Geld brauchen."*
- *„Da manchmal ganze Abteilungen aufgelöst werden, müssen sie mit dem Druck leben, dass sie jeden Tag gefeuert werden können und dann stehen sie ohne Lohn da."*

Ich fügte noch hinzu, dass die Frauen auch nach Arbeitsende auf engstem Raum zusammenleben müssen. Außerdem gibt es keine Arbeitergewerkschaft, die ihre Interessen verteidigt und die Frauen wissen, dass ihre Familien von ihnen abhängig sind, was noch zusätzlich Druck auf sie ausübt.

Ich bin recht zufrieden mit diesen Antworten und ich denke, dass die Schüler den Kern des Textes verstanden haben. Die Antworten der letzten beiden Fragen wurden teilweise verwechselt, da die Fragen ähnlich gestellt sind. An sich finde ich diesen Umstand nicht schlimm, da die Grundidee verstanden wurde. Trotzdem habe ich die Fragen etwas umformuliert, um es den Schülern zu erlauben, eine klare Antwort zu geben (siehe Verbesserungsvorschläge Seite 97).

c) Arbeitsblatt 3: Entsorgen oder Reparieren (Anhänge 5.2.j. und 5.2.k.)

Gestellte Fragen:

1) Warum kann es problematisch werden, wenn Schuhe einfach weggeworfen werden?
2) Was bedeutet DMF? Warum wird es eingesetzt? Warum ist der Stoff mittlerweile verboten?
3) Wie könnte man dazu beitragen, dass weniger Schuhe im Müll landen?

Ich schätzte das dritte Arbeitsblatt als recht einfach ein. Daher teilte ich es Schülern zu, die etwas schwächer waren. Die Antworten sind alle leicht im Text wiederzufinden.
Schuhe sind ein Materialmix aus gefährlichen Stoffen: Dispersionsfarben, Weichmacher und Ausrüstungschemikalien, wie zum Beispiel Dimethylfumarat (DMF), sind oft enthalten. Keiner weiß genau, was mit diesen Inhaltsstoffen passiert, wenn die Schuhe in der Mülldeponie verbrannt werden. Daher sollten sie nie einfach in den Hausmüll geworfen werden.
Mit Ausnahme einer Gruppe haben alle die Antwort im Text gefunden. Bei der letzten Gruppe hege ich den Verdacht, dass die falsche Antwort daher kommt, dass sie keine Lust hatten, den Text genau durchzulesen.

Dimethylfumarat ist ein Allergen und steht im Verdacht krebserregend zu sein. Früher wurde es oft benutzt, um die Schuhe gegen Schimmel zu schützen, wenn sie auf dem langen Transportweg feucht wurden. Seit 2009 ist der Gebrauch in der EU verboten, trotzdem kann man immer noch Schuhe finden in denen es benutzt wurde.
Diese Frage wurde von allen Gruppen einwandfrei beantwortet.

Die letzte Frage ist mir besonders wichtig, da sie die Schüler direkt anspricht. Auch wenn sie die Antwort im Text finden können, erhoffe ich mir, dass sie sie zum Nachdenken anregt. Letztlich spart man, wenn man etwas mehr in die Schuhe investiert und sie somit länger tragen kann. Wenn man mehr auf Verarbeitung, Material und Passform achtet, als auf den Preis, lohnt sich nämlich auch eine fachgerechte Reparatur um die Lebensdauer der Schuhe zu verlängern. Auch diese Frage wurde von allen Gruppen gut ausgearbeitet.

Allerdings scheint den Schülern kaum bewusst zu sein, dass man Schuhe reparieren kann. Die meisten von ihnen waren noch nie beim Schuster. Als ich sie fragte, warum denn, ihrer Meinung nach, diese Dienstleistung von den meisten nicht mehr wahrgenommen wird, antworteten sie prompt, dass Mode, Design und ein günstiger Preis wichtiger sind.

d) Arbeitsblatt 4: Recycling (Anhänge 5.2.n. und 5.2.o)

Auch der vierte Text wurde gut von den Gruppen bearbeitet. Alle Schüler hatten auch schon von Schuh- (und Kleider) Sammelaktionen gehört und wussten, dass man Schuhe im Recycling-Center abgeben kann.

3.2.4. Nachbearbeitung der Arbeitsblätter

Bei der 9STP4 handelte es sich um eine Klasse die oft schwer zu motivieren war. Daher war ich positiv überrascht, dass die Texte doch relativ gewissenhaft gelesen und die Fragen beantwortet worden sind. Das erste Arbeitsblatt bereitete den Schülern die meisten Schwierigkeiten, da dieser Text wohl am schwersten zu verstehen war.
Nachdem jede Gruppe ihre Antworten vorgelesen hatten, kamen jedoch leider kaum weitere Diskussionen auf.
Aus den Texten über die Produktionsbedingungen geht klar hervor, dass die Arbeitsbedingungen der Näherinnen sehr schlecht sind. Den Schülern sollte am Anschluss an die Arbeitsblätter auf jeden Fall bewusst gemacht werden, dass eine solche Verfahrensweise den Schuh billiger macht und es letztlich diese Schuhe sind, die am liebsten gekauft werden.

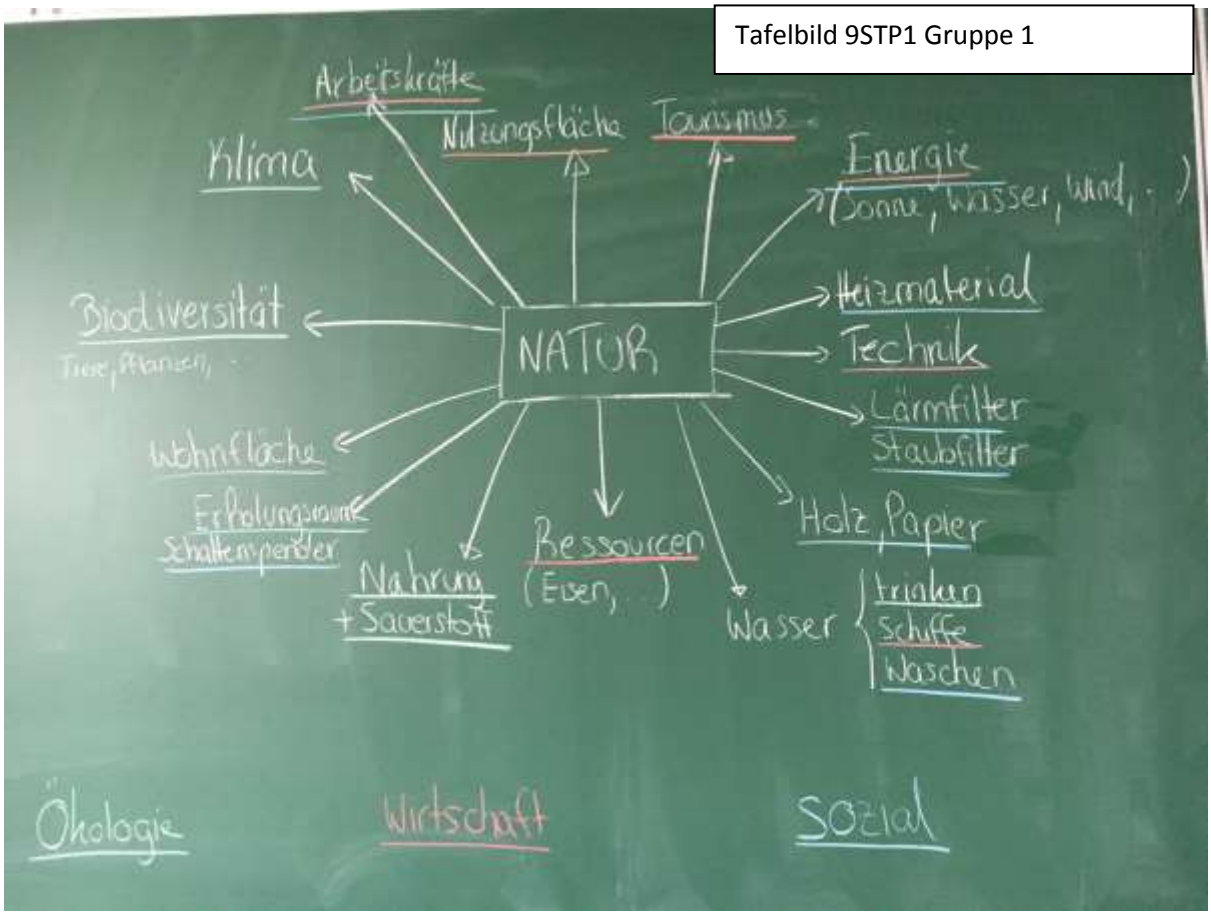
3.3. Abschluss der Unterrichtseinheiten: Arbeitsblatt „Nachhhaltigkeit“´
(Anhänge 5.3.a. und 5.3.c.)

Dieses Arbeitsblatt habe ich am Ende der Unterrichtseinheiten gemeinsam mit den Klassen ausgefüllt. Nachdem sie sich während des Unterrichts Wissen über ein spezifisches Thema angeeignet hatten, konnte ich ihnen das globale Konzept der Nachhaltigkeit vorstellen. Ungefähr die Hälfte der Schüler hatte den Begriff „Nachhaltigkeit“ schon gehört, meistens in den Medien (Z.B. Nachhaltigkeitsministerium) oder im Naturwissenschaftsunterricht. Als ich sie fragte, ob sie den wüssten, was das Wort heiße, konnten mir drei Schüler der einen Klasse, und einer der anderen Klasse, den einen oder anderen Begriff nennen (Umwelt, Dreieck, Wald). Niemand konnte jedoch genau erklären um was es sich handelt.

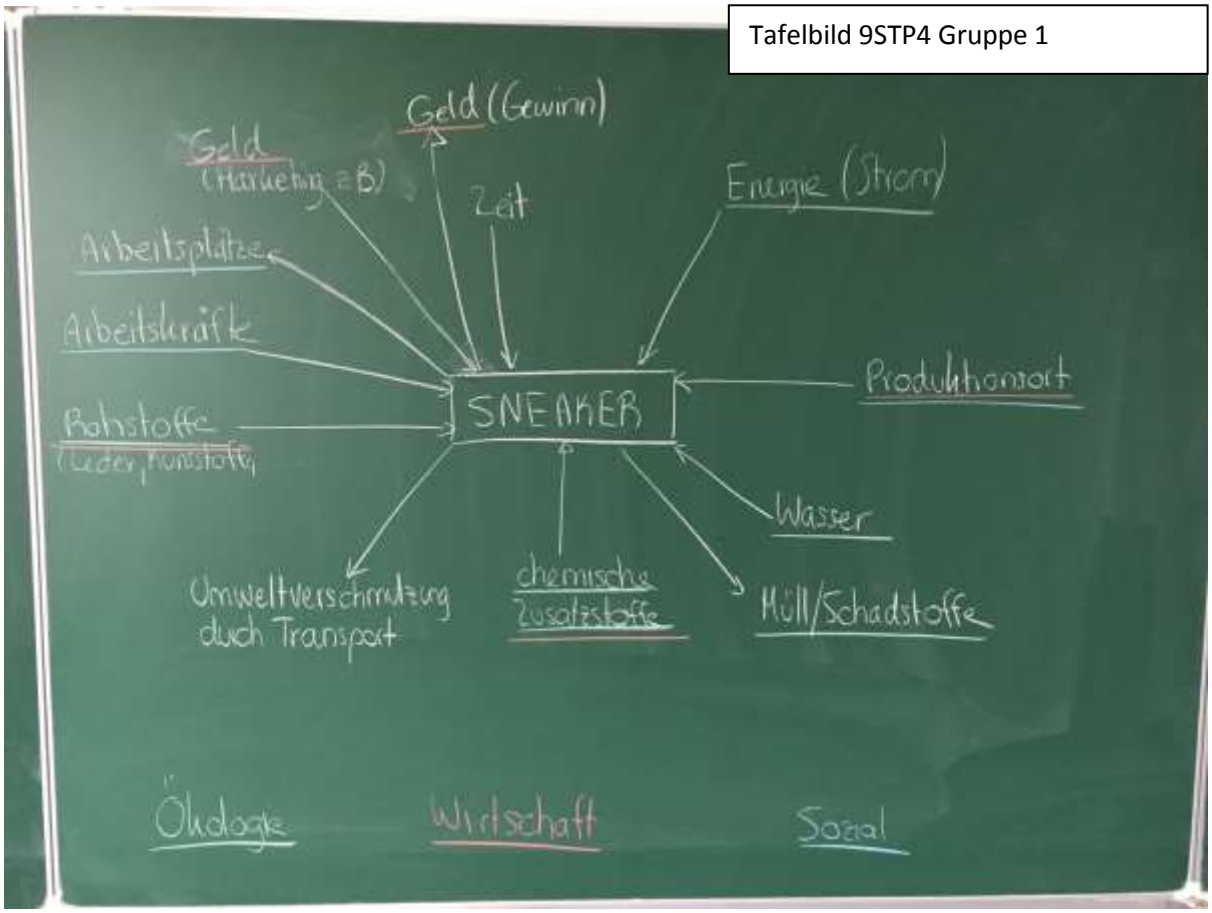
Zunächst wird eine Mindmap erstellt. Bei der Klasse, die das Thema „Textilien“ behandelte, schrieb ich das Wort „Natur“ an die Tafel. Nun sollten die Schüler überlegen, welche Einflüsse der Mensch auf die Natur haben kann und auf welche Weise wir die Natur nutzen, beziehungsweise ausnutzen.
Die Klasse die das Thema „Sneaker“ behandelte, bekam die gleiche Aufgabe, nur dieses Mal schrieb ich das Wort „Sneaker“ an die Tafel. Hier sollen die Schüler überlegen, welche Faktoren in die Produktion der Sneaker einfließen, beziehungsweise, welche Konsequenzen daraus entstehen. Man kann hier auch den Begriff *„ökologischer Rucksack*“ einführen. Dieser symbolisiert den Natur- und Energieverbrauch, der in die Rohstoffgewinnung, die Herstellung, die Verpackung, den Transport, den Gebrauch und die Entsorgung eines Produkts investiert wurde.[84]

Bei der Erstellung der Mindmap gaben die Schüler zahlreiche gute Beiträge. Ich half ihnen bei der Formulierung ihrer Ideen und versuchte sie am Ende mit Fragen in die richtige Richtung zu lenken. Am Ende fügte ich noch den Begriff „Staubfilter“ hinzu, um den Schülern zu verdeutlichen, dass die Pflanzen viele von den Abgasen, die wir produzieren, abfangen und somit für uns mitleiden.

[84] Unterricht Biologie – Heft 370 Alltagsgestaltung mit Zukunft; Friedrich Verlag; S. 23



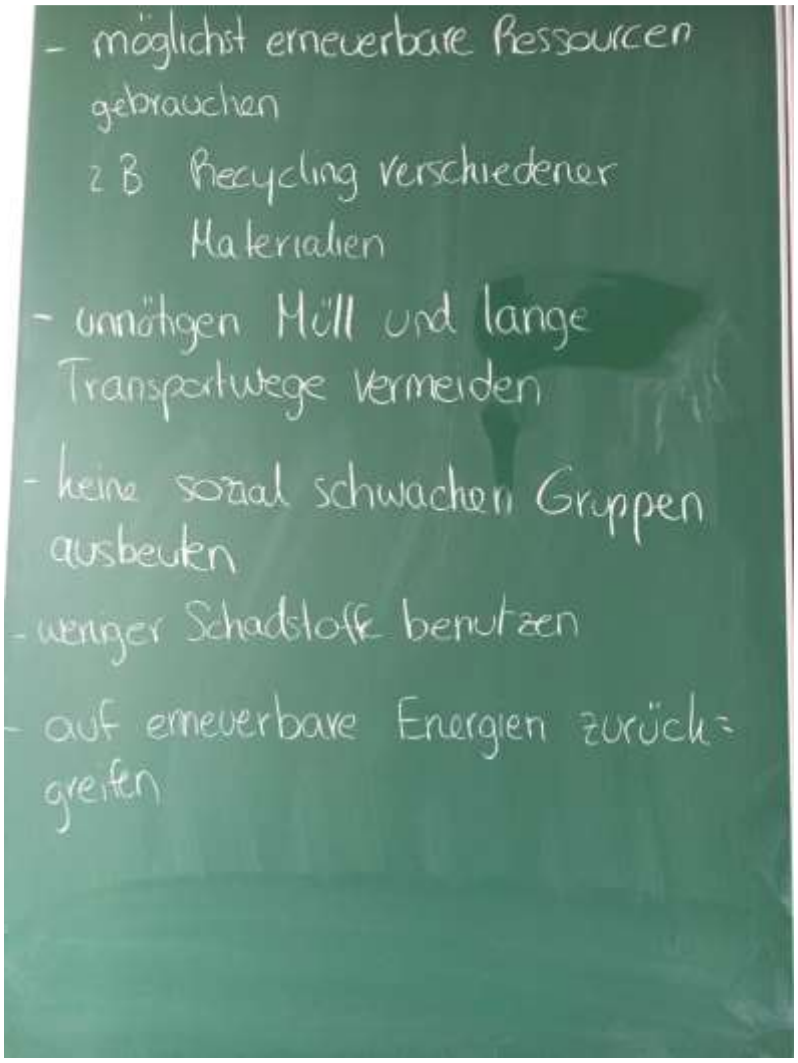
Bei den Sneakern vervollständigte ich die Mindmap um die Ressource Wasser, da die Schüler nicht darauf kamen, dass die Produktion von Sneakern Wasser benötigt. Außerdem machte ich sie darauf aufmerksam, dass auch ein Produktionsort, das heißt eine Fabrik nötig ist, an dem die Arbeit verrichtet werden kann.



Nachdem die Mindmap vollständig war, konnten die Schüler sie auf ihr Arbeitsblatt abschreiben. Anschließend wurde der Text „Die Agenda 21 und die drei Säulen der Nachhaltigkeit“ gelesen und ich schrieb den Grundumsatz für die Nachhaltigkeit an die Tafel. Zum Schluss rief ich den Schülern nochmal die behandelten Themen ins Gedächtnis und bat sie zu überlegen, welche Aspekte sie darin wiederfanden, um das Nachhaltigkeitsdreieck auf dem Arbeitsblatt zu vervollständigen. Der wirtschaftliche Aspekt war ihnen sofort klar und nachdem ich sie daran erinnerte, dass in den Texten auch von Arbeitskräften die Rede ist, nannte einer den Begriff „*Menschlichkeit*“. Zufrieden mit dieser Antwort erklärte ich ihnen, dass man allgemein den Begriff „sozial“ nutze. Mehrere Schüler sagten außerdem aus, dass die Natur eine Rolle spiele, womit ich auch das Wort „ökologisch“ hinzufügen konnte. Zum Abschluss wendeten wir die drei Apsekte der Nachhaltigkeit an der Mindmap auf der Tafel an. So konnten die Schüler erkennen, das auch hier keine klare Abtrennung möglich ist und mehrere Natureinflüsse zwei oder sogar alle drei Aspekte abdeckten.

Bei der Klasse, die das Thema „Sneaker behandelte, stellte ich am Ende dieses Arbeitsblattes eine Zusatzfrage: „*Überlegt euch worauf man achten sollte um bei der Herstellung und dem Gebrauch von Sneakern die Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung zu erfüllen*."

Ich habe die Ideen der Schüler umformuliert und an die Tafel notiert:



Der Zeitplan ging bei der 9STP4 (Sneaker) recht gut auf, bei der 9STP1 (Textilien) wurde am Ende die Zeit knapp, sodass das Arbeitsblatt „Nachhaltigkeit" schneller behandelt werden musste. Die Schüler benötigten etwas mehr Zeit beim Durcharbeiten der Texte als erwartet.

4. Feedback der Schüler (Anhänge 5.4.a. – 5.4.c)

Um die Unterrichtseinheiten auf ihre Tauglichkeit hin zu prüfen, wollte ich die Meinungen der Schüler einholen. So konnte ich Verbesserungsansätze besser ausfindig machen und die Arbeitsblätter dementsprechend anpassen. Um die Meinung der Schüler einzuholen, habe ich am Ende der Unterrichtseinheiten Fragebögen verteilt. So konnten sie die Projekte anonym bewerten. (Meiner Erfahrung nach sind die Schüler ehrlicher und weniger zurückhaltend mit ihrer Meinung wenn sie keinen Namen auf die Fragebögen schreiben müssen.)

Einsereits sollten sie bei fünf Aussagen jeweils beurteilen, inwiefern sie auf sie zutreffen (gar nicht, eher nicht, eher, sehr zutreffend). Hinzu kommt, dass ich herausfinden wollte, welchen Einfluss die Projekte auf die Kaufkriterien der Schüler für Textilien/Sneaker hatten. Außerdem konnten sie schriftlich festhalten, was ihnen gefallen und was ihnen nicht gefallen hat. Letztendlich wurden sie auch nach Verbesserungsvorschlägen befragt.

Von der 9STP1 gaben dreizehn von zwanzig Schülern an, dass das Thema sie interessiert hat. Sechszehn hatten den Eindruck einen globalen Eindruck in die Produktion von Textilien gewonnen zu haben. Siebzehn Schüler gaben an, dass sie sich bereits vor der Unterrichtseinheit bewusst waren, dass sie selbst eine aktive Rolle im Naturschutz spielen können. Ebenfalls siebzehn glaubten nach der Unterrichtseinheit daran, dass sie mit ihrer Kaufentscheidung in der Produktionskette der Textilien etwas bewirken können. Nur zwölf Schüler gaben an, verstanden zu haben, was der Begriff „Nachhaltigkeit“ bedeutet. Ich denke, das könnte vielleicht daran liegen, dass bei dieser Klasse die Zeit an Ende der Unterrichtseinheit recht knapp war und das Arbeitsblatt so sehr schnell behandelt wurde (siehe Verbesserungsvorschläge Seite 97).

Bei der Frage, auf welche Kriterien die Schüler bisher ihre Kaufentscheidungen basiert hatten, kamen im Allgemeinen dieselben Antworten wie bei der mündlichen Befragung am Anfang der Unterrichtseinheit: Mode, Preis, Farbe, Tragekomfort, Stil, Größe, usw.

Vierzehn Schüler behaupteten von nun an auch auf andere Kriterien zu achten, wobei drei davon nicht angaben welche. Sieben Schüler schrieben sie würden von nun an

besser auf „*die Schildchen*“ achten, sechs schrieben „*das Material*“ oder „*der Stoff, aus dem sie gemacht sind*“. Ein Schüler gab an, von nun an darauf zu achten, ob sie „*nachhaltig produziert wären*“. Ein Schüler schrieb er würde darauf achten, dass sie keine Giftstoffe enthalten.

Was den Schülern im Allgemeinen an der Unterrichtseinheit gefallen hat war, „*dass man diskutiert hat*“, „*dass man nicht Falsches sagen konnte*“, „*dass man seine Meinung sagen konnte*“ und „*dass das Thema aktuell ist*“.

Weniger gefallen hat den Schülern „*der viele Text*“. Zwei Schüler schlugen vor, weniger Text wäre besser. Viele Schüler gaben bei den letzten drei Fragen überhaupt nichts an.

Bei der 9STP4 fielen die Antworten im Allgemeinen negativer aus: So fanden nur 6 von 15 Schülern das Thema interessant. Allerdings haben 12 Schüler verstanden, was „Nachhaltigkeit“ bedeutet. Bei dieser Klasse blieb mir am Ende der Unterrichtseinheit mehr Zeit, das Thema ausgiebig zu erklären. Auch gaben nur sechs Schüler an, dass sie von nun an auf andere Kriterien achten würden, wobei einer schrieb, er würde nun teure Schuhe kaufen und sie zum Schuster bringen. Zwei Schüler gaben an, nun darauf achten zu wollen, „*dass keine Arbeiter ausgebeutet werden*“. Drei Schüler wollten „*keine Schuhe mehr in die Mülltonne werfen*“, was zwar nicht direkt die Kaufentscheidung betrifft, jedoch an sich ein guter Vorsatz ist.

Bei den Fragen was ihnen besonders gut oder gar nicht gefallen hat, gab die Klasse keine oder ähnliche Antworten wie die 9STP1. Ein Schüler befand „*das viele Reden*“ als negativer Punkt und zwei Schüler empfanden „*dass man etwas über die Herstellung von Sneakern gelernt hat*“ als positiv.

5. Auswertung der Unterrichtseinheiten und Verbesserungsvorschläge

Folgende Tabelle zeigt, welche von den anvisierten Kompetenzen meiner Meinung nach tatsächlich entwickelt wurden. Ich basiere diese Behauptung einerseits auf die Verbesserung der Arbeitsblätter der Schüler, andererseits auf ihr persönliches

Feedback. Natürlich kann ich dies nicht für jeden einzelnen Schüler behaupten. Ich denke aber, dass dies für den Großteil der Klasse gilt (siehe S. 71 zum Vergleich).

	Entwickelt	Nicht entwickelt
Wissen/Denken:		
Intelligentes Wissen	X	
Systemisches/Vernetztes Denken	X	
Antizipatorisches Denken	X	
Wahrnehmung von Komplexität	X	
Werten:		
Selbstreflexionsfähigkeit	X	
Dialogfähigkeit	X	
Werteorientierung	X	
Konfliktlösefähigkeit	X	
Handeln:		
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit	X	
Autonomes Handeln	X	

Angesichts der Schülerkommentare und meinen eigenen Einschätzungen zufolge bin ich im Allgemeinen zufrieden mit dem Ablauf der Unterrichtseinheiten. Besonders bei der 9STP1 schienen die Schüler interessiert und haben gut zum Ablauf des Unterrichts beigetragen. Die Schüler der 9STP4 waren im Großen und Ganzen keine sehr motivierte Klasse, besonders wenn es darum ging, einen Text durchzugehen. Daher war ich nicht verwundert, dass sie das Thema nicht sonderlich interessierte. Trotzdem hatte ich den Eindruck, dass sie die Aussagen der Texte im Allgemeinen verstanden hatten, und auch den Begriff „Nachhaltigkeit“ begriffen zu haben schienen.

Es ging mir nicht darum, dass jeder Schüler mir genau die Produktionskette von Sneakern, bzw. von Textilien rezitieren konnte. Vielmehr war das Ziel, dass die Jugendlichen ihr Konsumverhalten insgesamt kritisch hinterfragen, individuelle

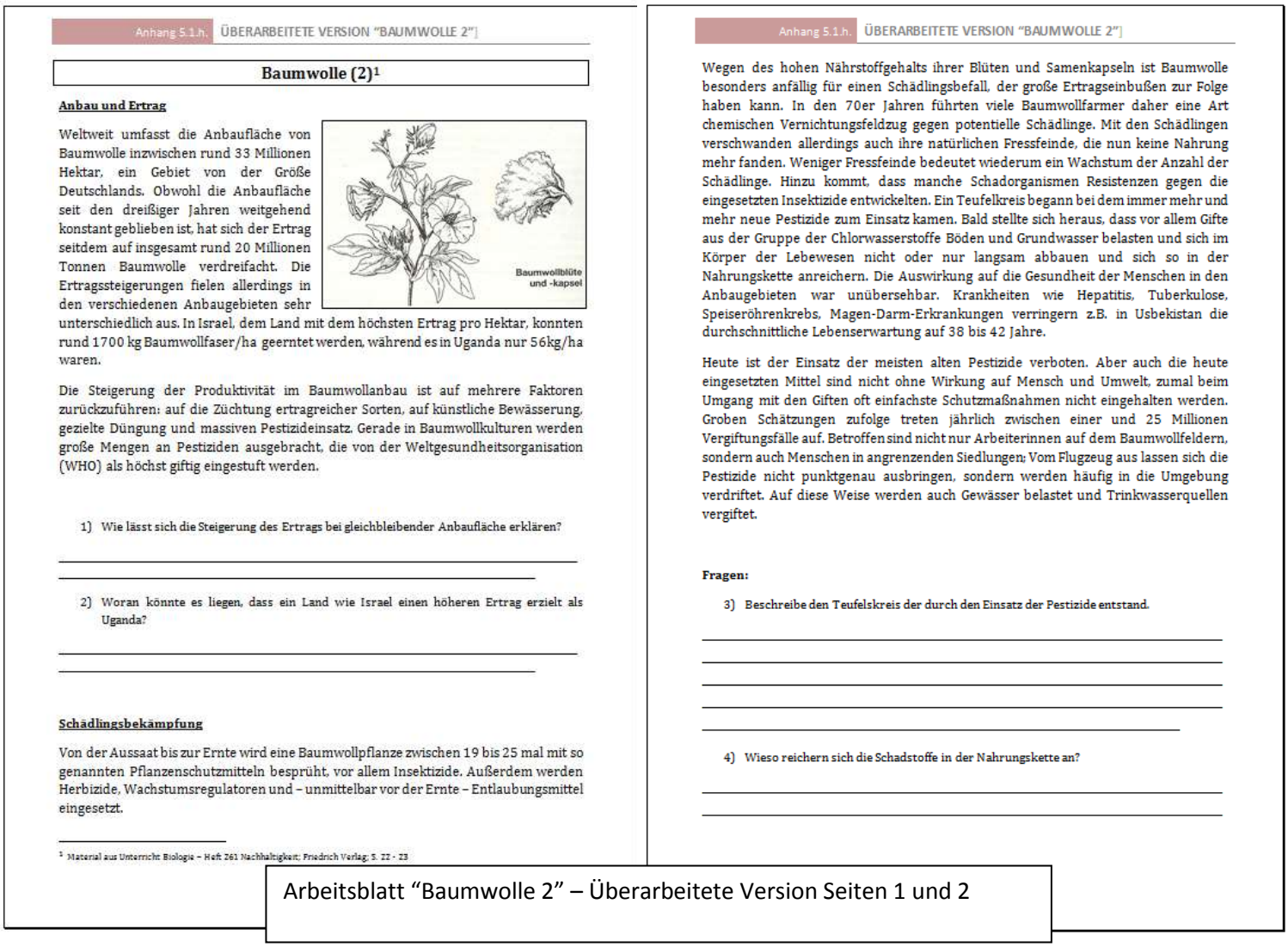
Kaufentscheidungen bewusster treffen und globale Vernetzungen mitbedenken. Wünschenswert wäre natürlich eine Reduzierung der Kleiderzahl, längere Tragezeiten oder eine Weitergabe z.B. über Secondhandläden. Dies kann jedoch nicht direkt am Anschluss der Unterrichtseinheit überprüft werden. Eine Möglichkeit wäre, die Schüler nach einem Jahr zu ihrem Kaufverhalten zu befragen. Leider war das in diesem Fall nicht möglich, da die meisten 9e - Schüler nach dem Schuljahr das Gebäude verließen.

Vergleich von Baumwollfasern und Synthesefasern

Was den Schülern allgemein Probleme bereitet hat, ist die Vorstellung ihres Textes vor der Klasse. Jugendliche in dem Alter haben oft Schwierigkeiten etwas mündlich kurz zusammenzufassen. Hinzu kommt, dass viele von ihnen sich in der deutschen Sprache nicht sehr sicher fühlten, so dass sie oft sofort auf das Vorlesen ihrer Antworten zurückgriffen, bevor sie den anderen erläuterten, wovon ihr Text handelte. Ich habe festgestellt, dass es am Besten funktioniert wenn man ihnen ein Gerüst aus kleinen Fragen aufbaut. „Um welches Textil geht es im Text?“ „Woraus wird das Textil hergestellt“, usw. Die Schüler fühlten sich sicherer, wenn ich die Fragen stellte und sie die Antworten liefern konnten, anstatt von sich aus frei zu sprechen. Außerdem fällt es ihnen schwer, ihre Sichtweise klar mit Argumenten zu erklären. Besonders bei Themen bei denen sie das Gefühl haben, sich nicht gut genug auszukennen um ihren Standpunkt zu verteidigen. Sobald man ihnen eine andere Sichtweise zeigt, denken sie, sie hätten mit der ihren falsch gelegen. Von daher finde ich es wichtig, ihnen immer wieder zu verdeutlichen, dass es hier kein „richtig“ oder „falsch“ gibt, sondern es darum geht zu lernen, dass alles aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden kann, und dies die Situation sehr komplex macht. Außerdem sollen die Schüler begreifen, dass es oft einfache Lösungen gibt, an die sich aus finanziellen Gründen häufig nicht gehalten wird, damit der Verbraucher letztlich weniger zahlen muss. Zum Beispiel könnte man die Vergiftungen der Menschen die in den, an die Felder angrenzenden, Siedlungen wohnen, vermeiden, wenn man die Pestizide nicht mit dem Flugzeug verteilen würde. Dies ist jedoch die einfachste und billigste Methode und ist dadurch schwer abzuschaffen.

Ich habe festgestellt, dass die Schüler manchmal Probleme haben, die Vor- und Nachteile eines Produkts oder einer Vorgehensweise richtig hervorzuheben. Ich glaube, dies lässt sich dadurch erklären, dass es vom Standpunkt abhängt, ob es ein Vorteil oder ein Nachteil ist. Wie zum Beispiel bei der Frage nach den Vor- und Nachteilen der Handernte von Baumwolle: Bei der Handernte werden mehr Arbeitskräfte benötigt, was sicher ein Nachteil für den Produzenten, jedoch ein Vorteil für die Arbeiter ist (siehe Anhang 5.1.d.). Damit die Schüler von vornherein besser auf dieses Problem vorbereitet sind, könnte man vielleicht im Vorfeld mit ihnen durchgehen, was ein Vorteil und was ein Nachteil ist, und das, was für den einen ein Vorteil ist, für den anderen ein Nachteil sein kann.

Beim Arbeitsblatt **„Baumwolle 2“** (Anhang 5.1.h.) habe ich die ersten beiden Fragen etwas hervorgehoben, da sie von einigen Schülern übersehen wurden, ehe ich sie darauf aufmerksam machte. Außerdem habe ich die Fragen von 1 nach 7 durchnummeriert.



Anhang 5.1.h. ÜBERARBEITETE VERSION "BAUMWOLLE 2"]

Baumwolle (2)[1]

Anbau und Ertrag

Weltweit umfasst die Anbaufläche von Baumwolle inzwischen rund 33 Millionen Hektar, ein Gebiet von der Größe Deutschlands. Obwohl die Anbaufläche seit den dreißiger Jahren weitgehend konstant geblieben ist, hat sich der Ertrag seitdem auf insgesamt rund 20 Millionen Tonnen Baumwolle verdreifacht. Die Ertragssteigerungen fielen allerdings in den verschiedenen Anbaugebieten sehr unterschiedlich aus. In Israel, dem Land mit dem höchsten Ertrag pro Hektar, konnten rund 1700 kg Baumwollfaser/ha geerntet werden, während es in Uganda nur 56kg/ha waren.

Baumwollblüte und -kapsel

Die Steigerung der Produktivität im Baumwollanbau ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen: auf die Züchtung ertragreicher Sorten, auf künstliche Bewässerung, gezielte Düngung und massiven Pestizideinsatz. Gerade in Baumwollkulturen werden große Mengen an Pestiziden ausgebracht, die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als höchst giftig eingestuft werden.

1) Wie lässt sich die Steigerung des Ertrags bei gleichbleibender Anbaufläche erklären?

2) Woran könnte es liegen, dass ein Land wie Israel einen höheren Ertrag erzielt als Uganda?

Schädlingsbekämpfung

Von der Aussaat bis zur Ernte wird eine Baumwollpflanze zwischen 19 bis 25 mal mit so genannten Pflanzenschutzmitteln besprüht, vor allem Insektizide. Außerdem werden Herbizide, Wachstumsregulatoren und – unmittelbar vor der Ernte – Entlaubungsmittel eingesetzt.

[1] Material aus Unterricht Biologie – Heft 261 Nachhaltigkeit; Friedrich Verlag; S. 22 - 23

Anhang 5.1.h. ÜBERARBEITETE VERSION "BAUMWOLLE 2"]

Wegen des hohen Nährstoffgehalts ihrer Blüten und Samenkapseln ist Baumwolle besonders anfällig für einen Schädlingsbefall, der große Ertragseinbußen zur Folge haben kann. In den 70er Jahren führten viele Baumwollfarmer daher eine Art chemischen Vernichtungsfeldzug gegen potentielle Schädlinge. Mit den Schädlingen verschwanden allerdings auch ihre natürlichen Fressfeinde, die nun keine Nahrung mehr fanden. Weniger Fressfeinde bedeutet wiederum ein Wachstum der Anzahl der Schädlinge. Hinzu kommt, dass manche Schadorganismen Resistenzen gegen die eingesetzten Insektizide entwickelten. Ein Teufelkreis begann bei dem immer mehr und mehr neue Pestizide zum Einsatz kamen. Bald stellte sich heraus, dass vor allem Gifte aus der Gruppe der Chlorwasserstoffe Böden und Grundwasser belasten und sich im Körper der Lebewesen nicht oder nur langsam abbauen und sich so in der Nahrungskette anreichern. Die Auswirkung auf die Gesundheit der Menschen in den Anbaugebieten war unübersehbar. Krankheiten wie Hepatitis, Tuberkulose, Speiseröhrenkrebs, Magen-Darm-Erkrankungen verringern z.B. in Usbekistan die durchschnittliche Lebenserwartung auf 38 bis 42 Jahre.

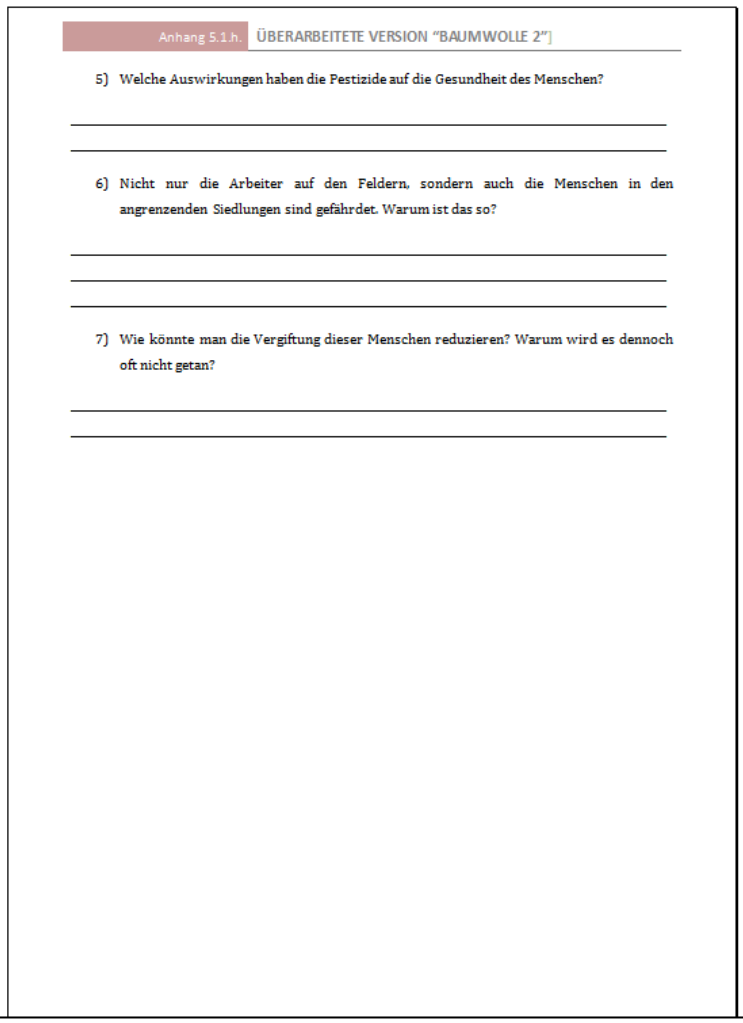
Heute ist der Einsatz der meisten alten Pestizide verboten. Aber auch die heute eingesetzten Mittel sind nicht ohne Wirkung auf Mensch und Umwelt, zumal beim Umgang mit den Giften oft einfachste Schutzmaßnahmen nicht eingehalten werden. Groben Schätzungen zufolge treten jährlich zwischen einer und 25 Millionen Vergiftungsfälle auf. Betroffen sind nicht nur Arbeiterinnen auf dem Baumwollfeldern, sondern auch Menschen in angrenzenden Siedlungen; Vom Flugzeug aus lassen sich die Pestizide nicht punktgenau ausbringen, sondern werden häufig in die Umgebung verdriftet. Auf diese Weise werden auch Gewässer belastet und Trinkwasserquellen vergiftet.

Fragen:

3) Beschreibe den Teufelskreis der durch den Einsatz der Pestizide entstand.

4) Wieso reichern sich die Schadstoffe in der Nahrungskette an?

Arbeitsblatt “Baumwolle 2” – Überarbeitete Version Seiten 1 und 2



Anhang 5.1.h. ÜBERARBEITETE VERSION "BAUMWOLLE 2"]

5) Welche Auswirkungen haben die Pestizide auf die Gesundheit des Menschen?

6) Nicht nur die Arbeiter auf den Feldern, sondern auch die Menschen in den angrenzenden Siedlungen sind gefährdet. Warum ist das so?

7) Wie könnte man die Vergiftung dieser Menschen reduzieren? Warum wird es dennoch oft nicht getan?

Arbeitsblatt "Baumwolle 2" – Überarbeitete Version Seite 3

Eine Passage im Text ändere ich etwas um, um sie den Schülern in Zukunft, wie ich hoffe, etwas verständlicher zu gestalten:

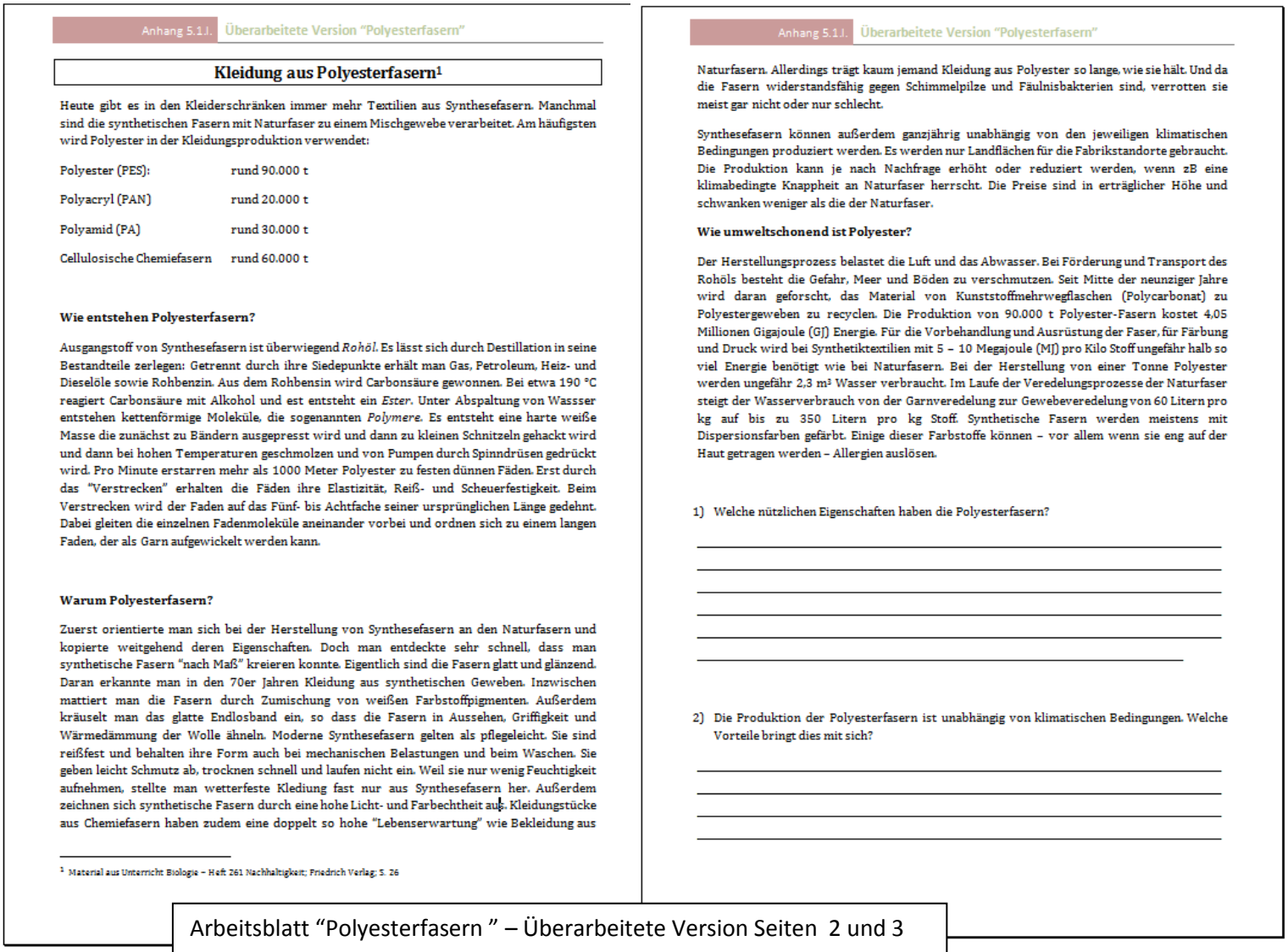
„Mit den Schädlingen wurde allerdings auch die Populationen ihrer natürlichen Fressfeinde dezimiert. Manche Schadorganismen entwickelten Resistenzen gegen die eingesetzten Insektizide. Immer mehr und mehr neue Pestizide kamen zum Einsatz. Ein Teufelskreis begann" wurde umgeändert in:

„Mit den Schädlingen verschwanden allerdings auch ihre natürlichen Fressfeinde, die nun keine Nahrung mehr fanden. Weniger Fressfeinde bedeutet wiederum ein Wachstum der Anzahl der Schädlinge. Hinzu kommt, dass manche Schadorganismen Resistenzen gegen

die eingesetzten Insektizide entwickelten. Ein Teufelkreis begann bei dem immer mehr und mehr neue Pestizide zum Einsatz kamen.“

Auch die Fragen 3 bis 7 habe ich etwas umgeändert, so dass die Schüler die entsprechenden Informationen vielleicht besser wiederfinden. Ich habe mit dem Gedanken gespielt, den Teil über die Dezimierung der Fressfeinde von Schädlingen, und die damit verbundene Frage, wegzulassen. Allerdings denke ich, dass es wichtig ist, hervorzuheben, dass der Einsatz von Pestiziden häufig zu einer Reduzierung der Biodiversität führen kann, was ein ebenfalls sehr aktuelles Thema darstellt.

Der Text **„Kleidung aus Polyesterfasern“** (Anhang 5.1.l.) war der längste der drei Texte und, obwohl die Schüler die Fragen recht gut beantwortet haben, musste diese Gruppe die Antworten aus verschiedenen Teilen des Textes zusammensetzen und benötigte so die meiste Zeit. Somit blieb mir am Ende der Stunde nicht mehr genügend Zeit, das Arbeitsblatt „Nachhaltigkeit“ gewissenhaft zu bearbeiten. Aus diesem Grund habe ich versucht, den Text etwas zu kürzen, da viele Informationen zwar nicht direkt unwichtig sind, jedoch auch nicht unbedingt für die Fragen relevant waren. Außerdem habe ich die Abschnitte leicht umgestellt und eine Überschrift geändert. Zuletzt habe ich die Fragen leicht umgeändert, so dass es den Schülern hoffentlich klarer scheint, wo sie die entsprechende Antwort im Text finden.



Anhang 5.1.1. Überarbeitete Version "Polyesterfasern"

Kleidung aus Polyesterfasern[1]

Heute gibt es in den Kleiderschränken immer mehr Textilien aus Synthesefasern. Manchmal sind die synthetischen Fasern mit Naturfaser zu einem Mischgewebe verarbeitet. Am häufigsten wird Polyester in der Kleidungsproduktion verwendet:

Polyester (PES):	rund 90.000 t
Polyacryl (PAN)	rund 20.000 t
Polyamid (PA)	rund 30.000 t
Cellulosische Chemiefasern	rund 60.000 t

Wie entstehen Polyesterfasern?

Ausgangstoff von Synthesefasern ist überwiegend *Rohöl*. Es lässt sich durch Destillation in seine Bestandteile zerlegen: Getrennt durch ihre Siedepunkte erhält man Gas, Petroleum, Heiz- und Dieselöle sowie Rohbenzin. Aus dem Rohbensin wird Carbonsäure gewonnen. Bei etwa 190 °C reagiert Carbonsäure mit Alkohol und est entsteht ein *Ester*. Unter Abspaltung von Wassser entstehen kettenförmige Moleküle, die sogenannten *Polymere*. Es entsteht eine harte weiße Masse die zunächst zu Bändern ausgepresst wird und dann zu kleinen Schnitzeln gehackt wird und dann bei hohen Temperaturen geschmolzen und von Pumpen durch Spinndrüsen gedrückt wird. Pro Minute erstarren mehr als 1000 Meter Polyester zu festen dünnen Fäden. Erst durch das "Verstrecken" erhalten die Fäden ihre Elastizität, Reiß- und Scheuerfestigkeit. Beim Verstrecken wird der Faden auf das Fünf- bis Achtfache seiner ursprünglichen Länge gedehnt. Dabei gleiten die einzelnen Fadenmoleküle aneinander vorbei und ordnen sich zu einem langen Faden, der als Garn aufgewickelt werden kann.

Warum Polyesterfasern?

Zuerst orientierte man sich bei der Herstellung von Synthesefasern an den Naturfasern und kopierte weitgehend deren Eigenschaften. Doch man entdeckte sehr schnell, dass man synthetische Fasern "nach Maß" kreieren konnte. Eigentlich sind die Fasern glatt und glänzend. Daran erkannte man in den 70er Jahren Kleidung aus synthetischen Geweben. Inzwischen mattiert man die Fasern durch Zumischung von weißen Farbstoffpigmenten. Außerdem kräuselt man das glatte Endlosband ein, so dass die Fasern in Aussehen, Griffigkeit und Wärmedämmung der Wolle ähneln. Moderne Synthesefasern gelten als pflegeleicht. Sie sind reißfest und behalten ihre Form auch bei mechanischen Belastungen und beim Waschen. Sie geben leicht Schmutz ab, trocknen schnell und laufen nicht ein. Weil sie nur wenig Feuchtigkeit aufnehmen, stellte man wetterfeste Klediung fast nur aus Synthesefasern her. Außerdem zeichnen sich synthetische Fasern durch eine hohe Licht- und Farbechtheit aus. Kleidungstücke aus Chemiefasern haben zudem eine doppelt so hohe "Lebenserwartung" wie Bekleidung aus

[1] Material aus Unterricht Biologie – Heft 261 Nachhaltigkeit; Friedrich Verlag; S. 26

Anhang 5.1.1. Überarbeitete Version "Polyesterfasern"

Naturfasern. Allerdings trägt kaum jemand Kleidung aus Polyester so lange, wie sie hält. Und da die Fasern widerstandsfähig gegen Schimmelpilze und Fäulnisbakterien sind, verrotten sie meist gar nicht oder nur schlecht.

Synthesefasern können außerdem ganzjährig unabhängig von den jeweiligen klimatischen Bedingungen produziert werden. Es werden nur Landflächen für die Fabrikstandorte gebraucht. Die Produktion kann je nach Nachfrage erhöht oder reduziert werden, wenn zB eine klimabedingte Knappheit an Naturfaser herrscht. Die Preise sind in erträglicher Höhe und schwanken weniger als die der Naturfaser.

Wie umweltschonend ist Polyester?

Der Herstellungsprozess belastet die Luft und das Abwasser. Bei Förderung und Transport des Rohöls besteht die Gefahr, Meer und Böden zu verschmutzen. Seit Mitte der neunziger Jahre wird daran geforscht, das Material von Kunststoffmehrwegflaschen (Polycarbonat) zu Polyestergeweben zu recyclen. Die Produktion von 90.000 t Polyester-Fasern kostet 4,05 Millionen Gigajoule (GJ) Energie. Für die Vorbehandlung und Ausrüstung der Faser, für Färbung und Druck wird bei Synthetiktextilien mit 5 – 10 Megajoule (MJ) pro Kilo Stoff ungefähr halb so viel Energie benötigt wie bei Naturfasern. Bei der Herstellung von einer Tonne Polyester werden ungefähr 2,3 m³ Wasser verbraucht. Im Laufe der Veredelungsprozesse der Naturfaser steigt der Wasserverbrauch von der Garnveredelung zur Gewebeveredelung von 60 Litern pro kg auf bis zu 350 Litern pro kg Stoff. Synthetische Fasern werden meistens mit Dispersionsfarben gefärbt. Einige dieser Farbstoffe können – vor allem wenn sie eng auf der Haut getragen werden – Allergien auslösen.

1) Welche nützlichen Eigenschaften haben die Polyesterfasern?

2) Die Produktion der Polyesterfasern ist unabhängig von klimatischen Bedingungen. Welche Vorteile bringt dies mit sich?

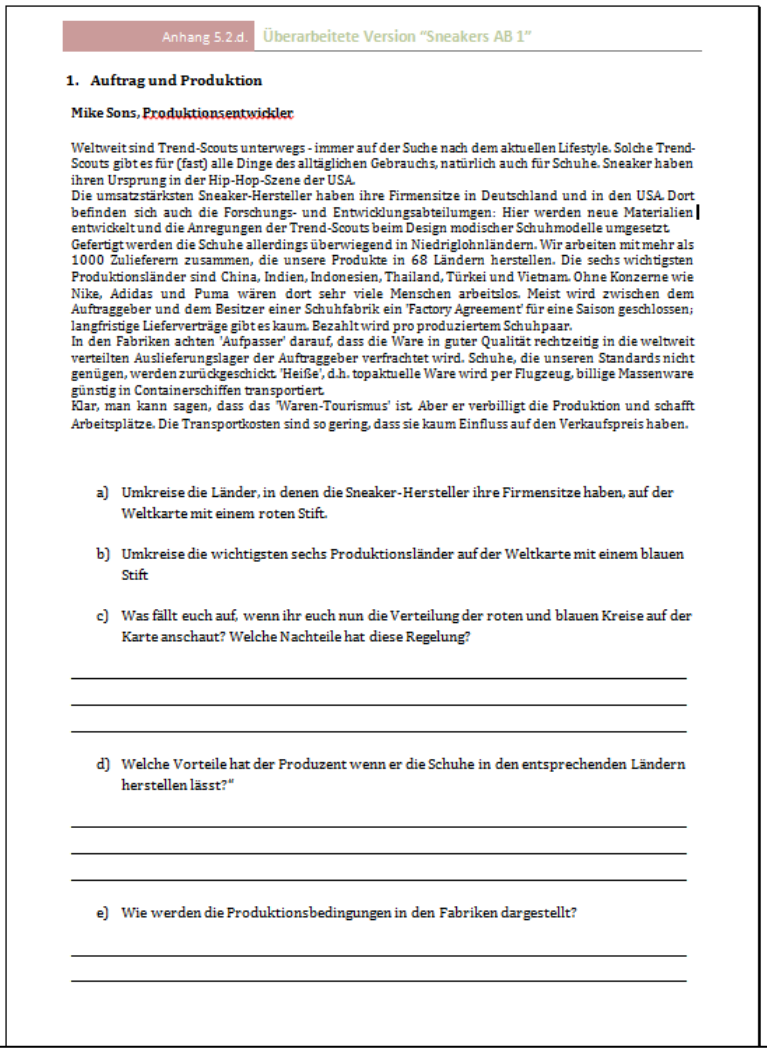
Arbeitsblatt "Polyesterfasern " – Überarbeitete Version Seiten 2 und 3

Anstelle von „*Welche Vorteile hat die Nutzung von Synthesefasern im Vergleich zu Naturfasern*" lautet die erste Frage nun: „*Welche nützlichen Eigenschaften haben die Polyesterfasern?*" Somit bezieht sich die Frage gezielter auf die Eigenschaften und nicht mehr auf die Herstellung.

Die Preise der Polyesterfasern schwanken weniger stark wie die der Naturfasern. Dies ist zum Großteil dadurch bedingt, dass die Produktion der Synthesefasern unabhängig von klimatischen Bedingungen ist. So kann die Produktion ohne große Umstände an steigende Nachfrage angepasst werden. Auf diesen Vorteil soll die zweite Frage die Schüler nun aufmerksam machen.

Aus dem Lebenszyklus von Sneakern

Auf dem Arbeitsblatt **„Auftrag und Produktion“** (Anhang 5.2.d.) sollten die Schüler auf einer Karte die Länder in denen die Firmen ihrer Sitz haben rot umkreisen und die Produktionsländer blau. Dies wird an sich gut von den Schülern gelöst und ich könnte mir vorstellen, dass diese Aufgabe ihnen hilft sich der geographischen Distanz zwischen Planung und Produktion der Sneaker, bewusst zu werden. Ich habe jedoch beschlossen, die Fragen etwas umzustellen, um diesen Umstand noch mehr hervorzuheben. Die dritte Frage *„Warum werden die Schuhe nicht dort hergestellt, wo die Firmensitze sind?“* stellt die Schüler vor vollendete Tatsachen. Daher ändere ich sie um in: *„Was fällt euch auf, wenn ihr euch nun die Verteilung der roten und blauen Kreise auf der Karte anschaut? Welche Nachteile hat diese Regelung?*“



Anhang 5.2.d. Überarbeitete Version “Sneakers AB 1”

1. Auftrag und Produktion

Mike Sons, Produktionsentwickler

Weltweit sind Trend-Scouts unterwegs - immer auf der Suche nach dem aktuellen Lifestyle. Solche Trend-Scouts gibt es für (fast) alle Dinge des alltäglichen Gebrauchs, natürlich auch für Schuhe. Sneaker haben ihren Ursprung in der Hip-Hop-Szene der USA.
Die umsatzstärksten Sneaker-Hersteller haben ihre Firmensitze in Deutschland und in den USA. Dort befinden sich auch die Forschungs- und Entwicklungsabteilumgen: Hier werden neue Materialien entwickelt und die Anregungen der Trend-Scouts beim Design modischer Schuhmodelle umgesetzt.
Gefertigt werden die Schuhe allerdings überwiegend in Niedriglohnländern. Wir arbeiten mit mehr als 1000 Zulieferern zusammen, die unsere Produkte in 68 Ländern herstellen. Die sechs wichtigsten Produktionsländer sind China, Indien, Indonesien, Thailand, Türkei und Vietnam. Ohne Konzerne wie Nike, Adidas und Puma wären dort sehr viele Menschen arbeitslos. Meist wird zwischen dem Auftraggeber und dem Besitzer einer Schuhfabrik ein 'Factory Agreement' für eine Saison geschlossen; langfristige Lieferverträge gibt es kaum. Bezahlt wird pro produziertem Schuhpaar.
In den Fabriken achten 'Aufpasser' darauf, dass die Ware in guter Qualität rechtzeitig in die weltweit verteilten Auslieferungslager der Auftraggeber verfrachtet wird. Schuhe, die unseren Standards nicht genügen, werden zurückgeschickt. 'Heiße', d.h. topaktuelle Ware wird per Flugzeug, billige Massenware günstig in Containerschiffen transportiert.
Klar, man kann sagen, dass das 'Waren-Tourismus' ist. Aber er verbilligt die Produktion und schafft Arbeitsplätze. Die Transportkosten sind so gering, dass sie kaum Einfluss auf den Verkaufspreis haben.

a) Umkreise die Länder, in denen die Sneaker-Hersteller ihre Firmensitze haben, auf der Weltkarte mit einem roten Stift.

b) Umkreise die wichtigsten sechs Produktionsländer auf der Weltkarte mit einem blauen Stift

c) Was fällt euch auf, wenn ihr euch nun die Verteilung der roten und blauen Kreise auf der Karte anschaut? Welche Nachteile hat diese Regelung?

d) Welche Vorteile hat der Produzent wenn er die Schuhe in den entsprechenden Ländern herstellen lässt?“

e) Wie werden die Produktionsbedingungen in den Fabriken dargestellt?

Arbeitsblatt “Auftrag und Produktion” – Überarbeitete Version Seite 1

Bei der nächsten Frage sollen die Schüler dann auf die Vorteile eingehen: *„Welche Vorteile hat der Produzent wenn er die Schuhe in den entsprechenden Ländern herstellen lässt?“*

Die Schüler sollten gegebenenfalls darauf aufmerksam gemacht werden, dass der Produktentwickler zwar auf die Transport“**kosten**“ eingeht, die für **ihn** gering bleiben, jedoch nicht auf die Verschmutzung der Umwelt, die bei dem Transport durch Flugzeug und Schiff unumgänglich ist.

Die letzten beiden Fragen des Arbeitsblatts „**Arbeit in einer Schuhfabrik**“ (Anhang 5.2.h.) habe ich auch etwas geändert. Sie lauteten vorher: „*Beschreibe die allgemeinen Arbeitsbedingungen in den Fabriken“* und *„Welche Umstände üben einen zusätzlichen Druck auf die Frauen aus?“*

Ich habe dies umformuliert in: „*Unter welchen Bedingungen müssen die Frauen in den Fabriken arbeiten“* und *„Warum können die Frauen es sich dennoch nicht leisten zu kündigen?“*

Auf dem Arbeitsblatt **„Entsorgen oder Reparieren“**(Anhang 5.2.l) wollte ich noch eine schriftliche Frage hinzufügen, die ich während des Projekts nur mündlich gestellt habe: *„Woher kommt es, dass so viele Schuhe im Müll landen, obwohl es Alternativen dazu gibt?“* Diese Frage soll die Schüler zum Nachdenken anregen, dass die Prioritäten bei den meisten unter uns nicht auf dem Naturschutz liegen, sondern ihnen Preis, Mode und Design wichtiger sind. Da sich die anderen Fragen dieses Arbeitsblatts nur auf den Text beziehen, bietet diese Frage den Schülern außerdem eine Möglichkeit, sich selbst auszudrücken.

Auf den Arbeitsblättern „**Nachhaltigkeit**“(Anhang 5.3.c. und 5.3.d.) habe ich eine kurze Erwähnung der Agenda 2030 hinzugefügt, um auf die Aktualität des Themas aufmerksam zu machen. Außerdem habe ich, für die Erstellung der Mindmap, auf der Version für das Thema Textilien den Teil weggelassen der die Schüler dazu auffordert sich zu überlegen welche Einflüsse wir auf die Natur haben. An dieser Stelle nennen die Schüler hauptsächlich „Weisen auf welche wir die Natur (aus)nutzen“ und hier liegt, wie ich finde, der Schwerpunkt. Dies bietet eine gute Grundlage für die Überleitung zur Agenda 21 und die drei Säulen der Nachhaltigkeit (siehe Anhänge 5.3.c. und 5.3.d.).

Anhang 5.3.c. Überarbeitete Version Arbeitsblatt "Nachhaltigkeit" - Textilien

Nachhaltigkeit

Überlegt euch anhand des Beispiels der Textilien, auf welche Weise wir die Natur (aus)nutzen.

Natur

Die Agenda 21 und die drei Säulen der Nachhaltigkeit

Der Mensch greift in Atem beraubender Weise in den ökologischen Haushalt ein. In wenigen Jahrzehnten hat sich so die Vegetation der Kontinente verändert: Wälder verschwinden, Wüsten breiten sich aus. Die Atmosphäre wird dramatisch mit Kohlenstoffdioxid und anderen klimawirksamen Gasen angereichert. Schadstoffe belasten Wasser und Boden. Für uns, sowie für andere Lebewesen werden die Bedingungen immer schlechter. Ein Großteil der Menscheit lebt in bitterster Armut, während rund 20 Prozent der Weltbevölkerung 80% der Ressourcen beanspruchen. Diese Ressourcen sind jedoch erschöpfbar, was zukünftige Generationen vor ein Problem stellt. Es ist offensichtlich, dass unsere derzeitige Wirtschaftsweise aus naturgesetzlichen Gründen nicht beibehalten werden kann.

Das Leitprinzip der **Nachhaltigkeit** kommt ursprünglich aus der Forstwirtschaft. Angesichts starker Abholzungen der Wälder und der Sorge darum, dass sich die Wälder nicht mehr erholen können, wurde folgender Grundumsatz aufgestellt:

Natürlich sollte jeder einzelne sich an dem Leitprinzip der Nachhaltigkeit orientieren, die Probleme können jedoch nur durch internationale Zusammenarbeit gelöst werden. Zu diesem Zweck fand eine Reihe größerer Konferenzen statt. Hervorzuheben ist der **Gipfel von Rio de Janeiro 1992**, auf dem die **Agenda 21**, ein erdpolitisches Aktionsprogramm zur nachhaltigen Entwicklung verabschiedet wurde. Danach soll die ökonomische Entwicklung unter den Vorbehalt ökologischer und sozialer Vertäglichkeit gestellt werden. Daraus ergibt sich das **Nachhaltigkeitsdreieck**, das gesellschaftliches Handeln in drei Dimensionen unterscheidet:

Am 25. September 2015 fand in New York ein erneutes Gipfeltreffen der Vereinten Nationen statt. Hier wurden 17 neue Ziele für nachhaltige Entwicklung ausgearbeitet. Die neue **Agenda 2030** baut auf der Agenda 21 auf und soll vollenden, was diese nicht erreicht hat.

Arbeitsblatt "Nachhaltigkeit" Textilien – Überarbeitete Version

Letztendlich denke ich, dass sich an diesen beiden Themen gut herausarbeiten lässt, was Nachhaltigkeit im Lebensalltag bedeutet. Jeder Einzelne kann durch eine bewusste Kaufentscheidung dazu beitragen, dass die Ressourcen geschont werden und damit zukünftigen Generationen ebenfalls zur Verfügung stehen. Die Aussagen, die die "Sneaker – Klasse" bei der letzten Frage ihres Nachhaltigkeits - Arbeitsblattes lieferten, zeigen, dass die Schüler zumindest verstanden haben, worauf man bei der Herstellung von Sneakern achten sollte, um im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu handeln. Es lässt sich natürlich nicht überprüfen, ob sie nun tatsächlich beim Kauf ihrer Schuhe auf diese Kriterien achten, zumindest sind sie sich jedoch der Problematik bewusst geworden.

Vor allem aber müssen den Jugendlichen Möglichkeiten vor Augen geführt werden, wie sie Produkte erkennen, die nachhaltig produziert und verkauft werden.

Hieraus könnte eine weitere Unterrichtseinheit entstehen, während der die Schüler aufgefordert werden, sich über Ökosiegel wie z.B. „*Bio*“ oder „FairTrade“ zu informieren. Es gibt außerdem einige interessante Internetseiten über ökologisch nachhaltig hergestellte und fair gehandelte Produkte: www.oeko-fair.de, www.gepa.de und www.transfair.org. Sehr aktuell sind auch die „NoWaste“-Geschäfte, in die man selbst die Behälter mitnimmt, in die die Lebensmittel verpackt werden. So werden sehr viele Verpackungen gespart und Müll vermieden. In Luxemburg wird das erste Verpackungsfreie Geschäft im November 2016 eröffnet (www.ouni.lu).

Da das Ziel dieses Projekts jedoch ist, zu zeigen, wie man einen außerschulischen Schulort zur Bildung von Nachhaltigkeit nutzen kann, gehe ich hier nicht weiter auf nachhaltige Produkte ein, sondern konzentriere mich etwas mehr auf den ökologischen Aspekt des Nachhaltigkeitsdreiecks.

VI. PROJEKT 2: Untersuchungen des Biotops Teich

1. Einleitung

Wasser ist nicht nur Ursprung und Grundlage allen Lebens, sondern auch für Haushalt, Industrie und Landwirtschaft des Menschen unabdinglich. Dass die Verschmutzung der Gewässer durch den Menschen eine Gefahr für Pflanzen und Tiere darstellt, ist allgemein bekannt und ein fortwährend aktuelles Thema. Daher bietet es sich an, es im Naturwissenschaftsunterricht durchzunehmen, besonders wenn man die Möglichkeit hat, einen Teich in der Nähe der Schule zu untersuchen. Das Thema bietet sich außerdem für einen interdisziplinaren Unterricht an, da es eine wichtige Rolle in vielen natürlichen Prozessen spielt, aber auch unabdinglich für die Industrie des Menschen ist. Gewässer können von einem biologischen, chemischen und physikalischen Standpunkt betrachtet werden, aber auch in der Geographie werden sie untersucht. Auch für die Ingenieurwissenschaften spielen sie eine Rolle für Wasserleitsysteme, Bewässerungsanlagen, Abwasseraufarbeitungstechniken und vieles mehr.

Mit Wasser kommen wir täglich in Berührung. Wir trinken es und bereiten unsere Nahrung damit zu. Wasser ist also Nahrungsmittel, Reinigungsmittel und Heilmittel. In der Natur begegnen wir es in Flüssen, Bächen und Seen, oder aber in Form von Wolken, Regen, Nebel, Schnee und Tau. Es ist Lebensraum für Pflanzen und Tiere und ein wichtiger Bestandteil der Lebewesen selbst. Es dient als Transportmittel und in der Industrie wird es zur Energieerzeugung oder als Kühlmittel genutzt. In der Landwirtschaft dient Wasser zur Bewässerung und viele Menschen nutzen es zur Erholung und Freizeitgestaltung.

Ein Stillgewässerökosystem zeichnet sich durch bestimmte physikalische und chemische Eigenschaften aus. In stehenden Gewässern ist das Leben vom Licht abhängig. Wieviel Licht ins Wasser eindringt hängt unter anderem von den im Wasser gelösten Substanzen und suspendierten Partikeln ab, sowie von der Menge des Phytoplanktons. Die ökologische Bedeutung physikalischer und chemischer

Eigenschaften zeigt sich an besonderen Anpassungen oder Nutzungen durch die Organismen.[85]

Durch Einleiten von Schadstoffen aus Industrie, Haushalten und Landwirtschaftsbetrieben wirkt der Mensch negativ auf die Qualität von Gewässern ein. Die Lebensgemeinschaften der Gewässer können dadurch empfindlich gestört werden.

Der umzäunte Teich
(26/7/2016)

Dieses Projekt setzt sich aus zwei Unterrichtseinheiten von jeweils 100 Minuten zusammen. Ziel des Projekts ist es, denn Schülern bewusst zu machen, dass das Abwasser, das inHaushalten produziert wird, die Gewässer verschmutzt, und somit den Lebensraum für viele Organismen unbrauchbar macht.

Die erste Unterrichtseinheit behandelt die Gewässergüte des Teichs. Nachdem die Schüler ein kurze Einführung in die Nahrungsbeziehungen eines Teichs erhalten haben, sollen sie einige Organismen aus dem Teich einfangen und sie bestimmen, um am Ende Rückschlüsse auf die Gewässergüte ziehen zu können.

[85] Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S.42

Die zweite Unterrichtseinheit besteht aus chemischen und physikalischen Analysen des Teichwassers, aber auch aus verschiedenen selbst produzierten “Abwassern”. Die Schüler sollen sich überlegen woher die Schadstoffe kommen, die in Flüssen, Seen oder Teichen gefunden werden. Außerdem sollen sie anhand von Informationen auf dem Arbeitsblatt herausfinden, welche Konsequenzen dies auf einen Teich und seine Lebewesen haben kann. Dazu führen sie chemische Analysen mit jeweils zwei Proben durch: Mit Teichwasser und ihrem jeweiligen “Abwasser” und können später die beiden Wasserproben vergleichen. Außerdem sollen die Schüler das Teichwasser physikalisch untersuchen um Farbe, Trübung, Geruch, sowie Schaumbildung des Wassers zu ermitteln.

Die beiden Unterrichtseinheiten des Projekts sind klar miteinander verbunden. So sollen die Schüler sich zunächst bewusst werden, welche Lebewesen in einem Teich anzutreffen sind und wie sie voneinander abhängig sind. Anschließend sollen sie die Verbindung zwischen Abwasservermeidung und dem Schutz des untersuchten Biotops und der darin lebenden Organismen herstellen.

Dieses Projekt ist eigentlich dazu gedacht, im Freien durchgeführt zu werden. Somit haben die Schüler direkten Zugang zum Teich. Außerdem wirkt Freilandarbeit sich meist positv auf die Motivation der Schüler aus. Leider können solche Unterrichtsgänge auch noch so gut geplant sein, auf das Wetter hat man leider keinen Einfluss (siehe auch Seite 45). Bei der ersten Gruppe war das Wetter unbeständig und, da ich nicht das Risiko eingehen wollte mitten in den Tests von Regen überrrascht zu werden, zog ich es vor, die Analysen in den Klassenraum zu verlegen.

Ich führte diese Unterrichtseinheiten mit der 9STP1 durch. Einerseits beinhaltete der Lehrplan (2012/2013) der 9e unter anderem die Themen Nachhaltigkeit und Umwelterziehung, andererseits hielt ich diese Klasse für stark genug, um die Vernetzungen der chemischen Analysen des Wassers zu begreifen. Das Kapitel Ökologie wurde mittlerweile vom Lehrplan der 9e genommen. Im Rahmen der Elemente und chemischen Verbindungen könnte man die chemischen Analysen der Teichs jedoch immer noch im Praktikum durchführen (siehe Anhang 11.d.).

Die Behandlung dieser Unterrichtseinheit bietet sich auch auf der 10PS im Rahmen des Fachs “Biologie générale” an. Hier kann man, laut Lehrplan, “*Die Charakterisierung eines*

Ökosystems nach Wahl" durchführen und auch die Nahrungsbeziehungen zwischen Lebewesen behandeln (siehe Anhang 11.e.).

Auf der 6e steht das Thema Wasser auf dem Lehrplan (Wasser als Lebensraum, wirbellose Tiere der Gewässer, Schutz von Gewässern – siehe Anhang 11.b.). Hier müsste man die Unterrichtseinheit jedoch etwas kürzen, da nur eine Praktikumsstunde zur Verfügung steht. Auf der 5e bietet sich die Behandlung dieses Themas noch etwas besser an, da die Schüler Chemie als Fach haben und das Thema Nachhaltigkeit auf dem Lehrplan steht. Hier sind jedoch keine Praktika vorgesehen (siehe Anhang 11.c.).

2. Anvisierte Kompetenzen

Folgende Kompetenzen sollen mit diesem Projekt entwickelt werden:

(zum Vergleich siehe Anhang 2)

WISSEN/DENKEN	
Intelligentes Wissen	Übersicht über chemische und physikalische Eigenschaften eines Gewässers soll gewonnen werden und das Gleichgewicht zwischen biotischen und abiotischen Faktoren des Gewässers erkannt werden.
Systemisches (vernetztes) Denken	Wechselwirkungen und Dynamiken im Ökosystem Teich wahrnehmen, z.B. den Begriff "Nahrungskette" verstehen und die Konsequenzen verschiedener Umwelteinflüsse darauf vorhersehen.
Antizipatorisches (zukunftsgerichtetes) Denken	Konsequenzen des eigenen, alltäglichen Handelns auf Gewässerökosysteme vorraussehen und Verhalten folglich ggf anpassen.
Forschungskompetenz	Wasserqualität des Teiches erforschen, dank chemischer und biologischer Analysen.

WISSEN/DENKEN	
Lernen in Netzwerken	Untersuchungen finden größtenteils im ökologischen Park statt; Nutzung verschiedener Dokumente (zum Beispiel Bestimmungsschlüssel), zur Bestimmung der eingesammelten Lebewesen.
Wahrnehmung von Komplexität	Komplexes Zusammenspiel der biotischen und abiotischen Faktoren im Teich verstehen; Eingreifen des Menschen in dieses Gleichgewicht erkennen
WERTEN	
Werteorientierung	Relevanz des eigenen Handelns auf das Gleichgewicht der Gewässerökosysteme erkennen; Positiven Einfluss nehmen durch Überwachung der eigenen Abwasserproduktion.
Teamfähigkeit	Gruppenarbeiten fördern diese Komepetenz, da Vorgehensweise, Aufgabenverteilung und Organisation innerhalb der Gruppe abgesprochen werden müssen; Zusammenarbeit zwischen den Gruppen durch Zusammenfügen aller Resultate, damit eine globale Schlussfolgerung gezogen werden kann.
Evaluationskompetenz	Einsammeln und Bestimmen von Wasserlebewesen, sowie Entnahme und Analysen von Wasserproben und anschliessende Auswertung der Resultate.

HANDELN	
Handlungskompetenzen	Sanfte Entfernung der Lebewesen aus ihrem Biotop, um sie später ungeschädigt wieder auszusetzen (Artenschutz); Verantwortung dafür übernehmen was ins Wasser gelangt, um das empfindliche Gleichgewicht des Gewässers nicht zu stören.
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit	Anpassung an verschiedene Umweltfaktoren bei Freilandarbeit (zum Beispiel schlechtes Wetter, schlechte Sicht, rutschiger Boden, ...); Uneindeutige Resultate müssen analysiert werden und es muss entschieden werden, welche Schlussfolgerung gezogen werden kann (z.B. Farbvergleich bei den chemischen Analysen); Persönliche Entscheidungen treffen in Bezug auf das zukünftige Verhalten bei der Abwasserproduktion.
Methodenkompetenz	Entnahme von Wasserproben, Durchführung und Auswertung der chemischen Analysen, Entnahme und sanfte Behandlung der Lebewesen, Bestimmungsübungen, Interpretierung der Messresultate und Ziehen einer Schlussfolgerung.
Fantasie und Kreativität	Erkenntnis dass Handlungen und Entscheidungen jedes Einzelnen eine Rolle in der globalen Entwicklung der Ökosysteme spielen
Autonomes Handeln	Selbstständiges Arbeiten während der Unterrichtseinheiten und Präsentation ihrer Ergebnisse in Form von Tabellen.

3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten

3.1. Bestimmung der Gewässergüte des Teiches

3.1.1. Erstellung der Arbeitsblätter *(Anhang 6.1.a.)*

Die globale Idee des Projekts ist es, den Schülern begreiflich zu machen, dass das Handeln und die Entscheidungen jedes Einzelnen im Haushalt einen Einfluss auf das ökologische Gleichgewicht der Gewässer haben können. Dazu erscheint es mir zunächst wichtig, dass die Schüler einen Einblick in dieses empfindliche Gleichgewicht bekommen, oder zumindest in einen Teil davon.

Aus diesem Grund gehe ich auf den Arbeitsblättern zunächst auf die Nahrungsbeziehungen im Teich ein. Anhand einer Abbildung sollen die Schüler erklären, was man unter dem Begriff "Nahrungskette" versteht.

Bei vorangegangenen Projekten habe ich versucht, die Schüler selbst nach einer Definition für "Produzenten" suchen zu lassen. Dies fällt den Schülern des technischen Sekundarunterrichts jedoch schwer. Obwohl es ihnen klar ist, dass sie etwas "produzieren", kommen sie jedoch nicht darauf was es ist, da sie die Fotosysnthese nicht im Gedächtnis haben. Damit bietet sich natürlich die Gelegenheit, dieses Konzept zu wiederholen. Ich wollte jedoch, dass die Schüler die Arbeitsblätter so autonom wie möglich ausfüllen können. Somit habe ich dieses Mal die Definition geliefert und die Schüler mussten anhand der Definition und des Bildes herausfinden, um welche Lebewesen es sich handelte.

Auf den Arbeitsblättern werden anschließend die Begriffe "Konsumenten" und "Nahrungsnetze" vorgestellt. Ein Bild zeigt das Besipiel eines Nahrungsnetzes in einem Gewässerökosystem. Die Schüler sollen diesem Bild Informationen entnehmen um auf die Fragen zu antworten. Die dritte Frage kommt dann nochmal auf das Konzept der "Produzenten" zurück.

Zum Anschluss an den theoretischen Teil, kommt an dieser Stelle der praktische Teil der Unterrichtseinheit. Nach einer Einleitung über Wasserqualität und biologischer

Gewässergütebestimmung, wird das Material aufgezählt mit denen die Schüler arbeiten werden. Außerdem wird genau erklärt wie die Jugendlichen vorgehen sollen, um die Organismen zu entnehmen und zu bestimmen.

Zur Bestimmung der Wasserorganismen bekommen die Schüler einen Bestimmungsschlüssel ausgeteilt (siehe Anhang 6.1.e.). Außerdem haben sie folgende Bestimmungsbücher zur Verfügung:

- Süßwassertiere – ein ökologisches Bestimmungsbuch – Klett Verlag
- Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher – Kosmos Naturführer

Die Tabelle zur Bestimmung der Gewässergüte habe ich zusammengesetzt, indem ich mich auf verschiedene Tabellen basiert habe. [86+87]

Am Ende sollen drei Fragen der Überprüfung dienen, ob die Schüler die Zusammenhänge zwischen Umweltschutz und ökologischem Gleichgewicht verstanden haben.

3.1.2. Geplanter Ablauf der Unterrichtseinheit

Zu Beginn der Unterrichtseinheit erläutere ich den Schülern das Ziel des Projekts und weise sie darauf hin, dass die beiden folgenden Unterrichtseinheiten zusammengehören. Um das vernetzte Denken der Schüler zu fördern, kann es nichts schaden, dies mehrmals im Laufe des Projekts zu wiederholen, denn die Schüler haben, besonders während Praktika, die Neigung mit einem Thema abzuschließen, wenn die Unterrichtseinheit abgeschlossen ist. Dann erkläre ich den Schülern, dass sie während des Großteils des Projekts autonom arbeiten müssen und sich selbst organisieren müssen um sicherzugehen, dass sie die Erhebung der Daten bis zum Ende der Unterrichtseinheit abschließen. Die schriftlichen Fragen können sie zwischendurch oder am Ende beantworten.

86 Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S.43
87 Philipp, E., Starke, A. (2010). GRÜNE REIHE Materialien SII – Ökologie. Schroedel Verlag). S.116

Da das Wetter im Juni noch recht unbeständig ist, entschied ich mich dafür die Schüler den Großteil der Untersuchungen im Klassenraum durchführen zu lassen. Ich wollte das Gelingen des Projekts nicht davon abhängig machen, inmitten des Praktikums abzubrechen und die Lupen und Mikroskope umzuräumen. Hat man jedoch die Möglichkeit diese Geräte mit nach draußen zu nehmen und erlaubt es das Wetter, so rate ich auf jeden Fall dazu die Bestimmungen ebenfalls im Freien durchzuführen. Für die Schüler ist es motivierender und es erlaubt ihnen das Medium, das sie untersuchen während der ganzen Unterrichtseinheit vor Augen zu haben. Außerdem hat es für die Lebewesen den Vorteil, dass sie nach kurzer Zeit wieder in ihren Lebensraum zurück können.

Ich lasse die Schüler die Organismen während der ersten Hälfte der Unterrichtseinheit einfangen und in Behältern mit in den Klassenraum nehmen. Dort sollen dann die Bestimmungen der Lebewesen stattfinden. Dazu werden den Schülern Bestimmungsschlüssel und Bestimmungsbücher; Mikroksope, Lupen und anderes Untersuchungsmaterial zur Verfügung gestellt. Da die Schüler keine neuen Organismen einsammeln können, wenn sie die in ihrem Behälter alle bestimmt haben, weise ich sie an, untereinander die Behälter zu tauschen. Dies gibt ihnen auch die Möglichkeit, die Ergebnisse ihrer Bestimmungen untereinander abzugleichen und zu kontrollieren. Während die Schüler arbeiten, hat die Lehrperson die Möglichkeit, zwischen den Gruppen hin und her zu gehen und ihnen bei den Bestimmungen zu helfen, sowie die Resultate zu überprüfen.

Am Ende soll eine Gruppe für jeden Behälter die Liste der gefundenen Lebewesen auf die Tafel schreiben und in römischen Zahlen die Anzahl der entsprechenden Organismen daneben notieren. Die anderen Gruppen müssen nun nur noch die Liste um die Arten vervollständigen, die sie zusätzlich finden, bzw. Striche hinzufügen, falls sie mehr Lebewesen einer Art finden als die Gruppe davor. Meine zeitliche Planung sieht folgendermaßen aus:

- Einleitung und Vorstellung des Materials: 10 Minuten
- Einfangen der Organismen: 20 Minuten
- Wechsel zwischen Klassenraum und Lernort: 10 Minuten (2x5 Minuten)

- Bestimmung der Organismen : 40 Minuten
- Eintragen der bestimmten Lebewesen in eine Tabelle auf der Tafel, sowie Abschreiben auf das Arbeitsblatt : 10 Minuten
- Abbau und Reinigung des Materials, Rückführung der Lebewesen in ihren Lebensraum: 10 Minuten

3.1.3. Umsetzung der Unterrichtsteinheit (Anhang 6.1.b. und 6.1.c.)

Auf den Arbeitsblättern ist für die Schüler zwar das Material aufgelistet und die Durchführung der Organismenentnahme beschrieben, doch hielt ich es für wichtig am Anfang trotzdem kurz darauf einzugehen. Ich stellte ihnen die verschiedenen Arbeitsmaterialien vor und legte jeweils für jeden Gegenstand einen Verantwortlichen fest, der dafür zuständig war, ihn unversehrt wieder mit nach oben in den Klassenraum zu nehmen. Dann erläuterte ich nochmal kurz wie sie vorgehen mussten.
Ich ging während dieser Einleitung ebenfalls auf die Behandlung der eingesammelten Organismen ein. Ich erklärte ihnen, dass diese Lebewesen uns helfen werden, den Teich auf unserem Gelände kennenzulernen und dass das Überleben dieses Ökosystems auch davon abhängt wie es die Klassen, die es untersuchen, behandeln. Sie sollten also sehr gut darauf achten, die Tiere und Pflanzen die sie einsammelten nicht zu beschädigen oder zu verletzen. Am Ende unserer Untersuchungen würden wir die Tiere wieder in ihren Lebensraum aussetzen, sodass sie nach der Erholung von dem Schock der Gefangennahme wieder ruhig weiterleben können.

Bei der ersten Gruppe von zehn Schülern ging der Zeitplan nicht ganz auf, da die Schüler etwas länger brauchten um genug Organismen einzufangen. Da sie jedoch motiviert bei der Arbeit waren und damit ihnen trotzdem genug Zeit zur Bestimmung blieb, bot ich an, die Lebewesen später selbst wieder auszusetzen und das restliche Material zu reinigen.
Die zweite Gruppe hatte den Dreh schneller raus und der Zeitplan konnte eingehalten werden, sodass am Ende drei Schüler losgeschickt werden konnten, um die Lebewesen wieder in ihren Lebensraum zu entlassen, während die Restlichen das Material

wegräumten. Die meisten Schüler gaben ihre Unterlagen am Ende der Unterrichtseinheit ab. Einige hatten jedoch noch nicht alle Fragen beantwortet und bekamen von mir die Erlaubnis am nächsten Tag abzugeben.
Sehr zufrieden war ich mit der Aufteilung beim Transport des Materials: Jeder Schüler übernahm auch bei der Rückkehr zum Klassenraum wieder Verantwortung für das ihm zugeteilte Gerät.

Einfangen der Organismen

Die Fragen über die Nahrungsbeziehungen (siehe nächste Seite) wurden allgemein zufriedenstellend beantwortet. Was mir besonders gefiel, war, dass die Schüler versuchten in ihren Worten zu antworten, anstatt dass sie eine Definition abschrieben oder wiedergaben. Manche Schüler nannten als Produzenten die Algen, da diese auf dem Bild abgebildet waren. Mehrere verallgemeinerten dies jedoch und nannten die Wasserpflanzen oder Pflanzen als Gruppe von Produzenten.
Bei der letzten Frage "*Welche Aufgabe erfüllen u.a. die Algen und die Wasserpflanzen*?" nannten zwar nicht alle Schüler den Begriff "Produzenten" (was ich erwartet hatte, da dieser Begriff am Anfang definiert wird); die Allermeisten schienen jedoch begriffen zu haben, dass sie die Ernährungsgrundlage der anderen Lebewesen darstellen.

Viele Schüler tun sich schwer mit Bestimmungsübungen und Bestimmungen von Wirbellosen und Wasserorganismen. Ich selbst bin auch kein Experte auf diesem Gebiet. Ich habe daher so gut wie möglich versucht die Ergebnisse der Schüler zu kontrollieren, wobei ich manche Tiere von vornherein auschließen konnte, weil man sie in dieser Art von Gewässer nicht oder kaum findet. Auch was die Anzahl der jeweiligen Organismen angeht, waren sich die Gruppen nicht immer einig; so zählte eine Gruppe zum Beispiel 4 Fische, eine andere 5.

NOSL Ökosystem Teich

Bestimmung der Gewässergüte des Teiches

Der Teich gehört zu den **Stillgewässern**, die keine oder eine deutlich langsamere Strömung haben als Fließgewässer. Die wichtigsten Typen der stehenden Gewässer sind: Teich, Weiher, See und Tümpel. Ein Teich ist ein vom Menschen angelegtes, künstlich aufgestautes Gewässer.

In einem Gewässer wie zum Beispiel dem Teich leben eine Vielfalt von Organismen die alle mehr oder weniger voneinander abhängig sind.

1. **Die Nahrungsbeziehungen im Teich**

Die folgende Abbildung stellt eine **Nahrungskette** in einem Gewässer dar. Wasserorganismen sind durch Nahrungsketten miteinander verbunden.

Was versteht man deiner Meinung nach unter dem Begriff "Nahrungskette"?

_____

_____

_____

_____

Die Organismen am Anfang der Nahrungskette werden auch noch **Produzenten** genannt, da sie, dank der **Fotosynthese**, die organischen Stoffe produzieren die die Lebewesen zum überleben brauchen.

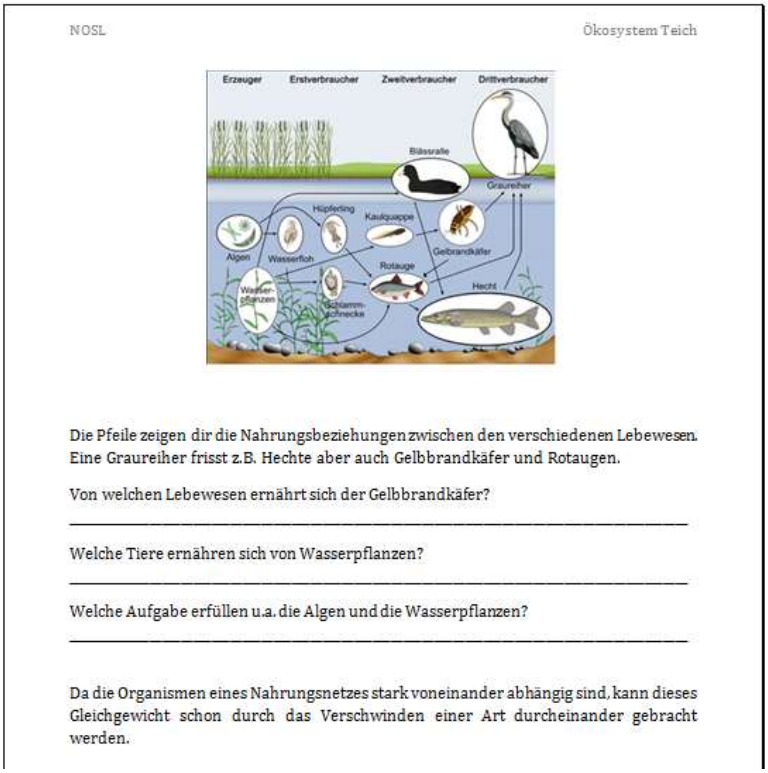
Um welche Lebewesen handelt es sich bei den Produzenten?

_____

_____

Die Tiere die sich von den Produzenten ernähren nennt man **Konsumenten.**

Die Lebewesen ernähren sich in der Regel jedoch nicht nur von einer Organismenart. Dem Hecht dienen z.B. neben der Rotfeder auch andere Fische und Frösche als Nahrung. Zwischen den Lebewesen bestehen also vielfältige Nahrungsbeziehungen, sie bilden **Nahrungsnetze**.



NOSL Ökosystem Teich

Die Pfeile zeigen dir die Nahrungsbeziehungen zwischen den verschiedenen Lebewesen. Eine Graureiher frisst z.B. Hechte aber auch Gelbbrandkäfer und Rotaugen.

Von welchen Lebewesen ernährt sich der Gelbbrandkäfer?

_____

Welche Tiere ernähren sich von Wasserpflanzen?

_____

Welche Aufgabe erfüllen u.a. die Algen und die Wasserpflanzen?

_____

Da die Organismen eines Nahrungsnetzes stark voneinander abhängig sind, kann dieses Gleichgewicht schon durch das Verschwinden einer Art durcheinander gebracht werden.

Arbeitsblätter über Gewässergüte – Originalversion Seite 1 und 2

Dazu kommt, das nicht alle Gruppen die Zeit hatten, alle Behälter zu untersuchen. Außerdem widmete nicht jede Gruppe jedem Behälter die gleiche Zeit oder die gleiche Aufmerksamkeit. Da ich hier aber keine qualitative Studie über das Teichwasser

durchführen will, stelle ich keinen Vergleich zwischen den Gruppen auf. Ich halte in folgender Tabelle allgemein fest, was die Schüler gemeinsam herausgefunden haben. Es ging bei diesem Projekt, wie bereits erläutert, eher darum, dass die Schüler die Vorgehensweise der Gewässergütebestimmung verstehen und, dass die untersuchten Lebewesen voneinander abhängig sind.

Komplette Liste der Organismen des Teichs im ökologischen Park des Campus Merten, die am 10.06.2013 gesammelt wurden:

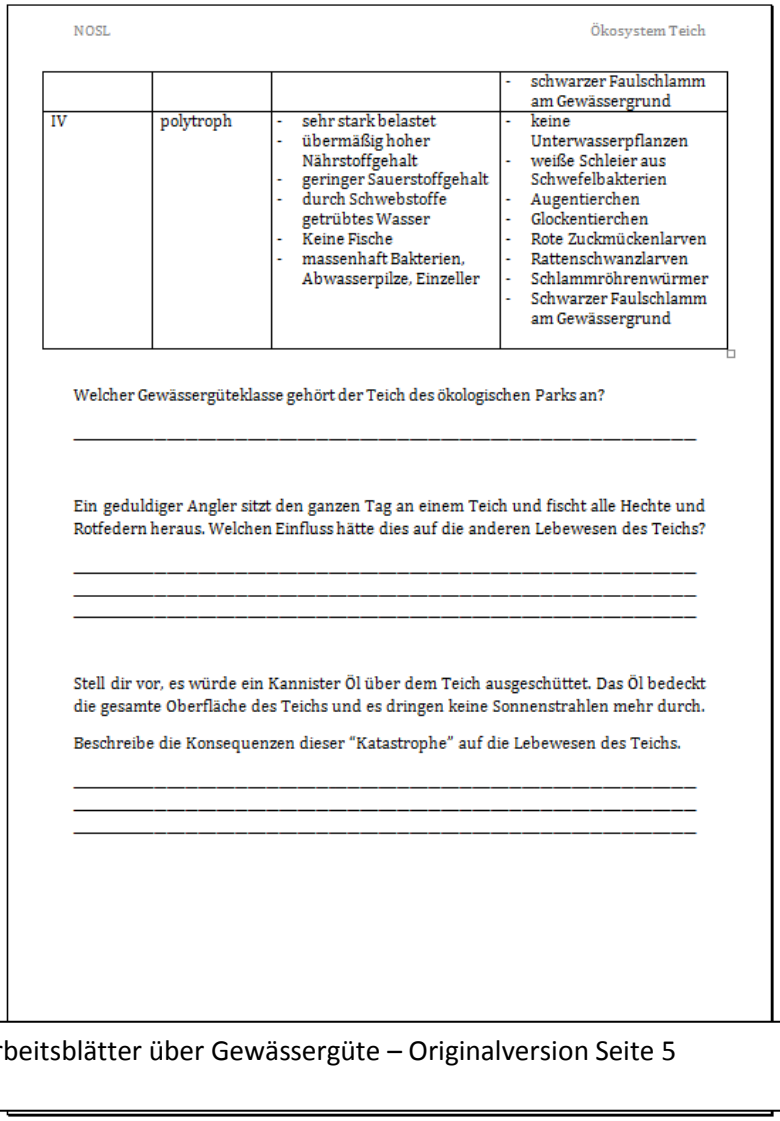
Organismenart	**Anzahl**
Schwanzlurch (Bergmolch?)	1
Fisch (Stichling)	5
Kaulquappen	9
Algen	Viele
Wasserläufer	5
Teichläufer	2
Rückenschwimmer	10
Rückenschwimmerlarven	1
Schwimmkäferlarve	1
Steinfliegenlarve	3
Lidmückenlarve	1
Kleinlibellenlarve	1
Großlibellenlarve	1
Kriebelmückenlarve	2
Schlammschnecke	1
Tellerschnecke	1
Schnauzenschnecke	1
Strudelwurm	1

Bestimmung der Organismen

Schwanzlurch

Nach dieser Tabelle würde ich den Teich einer Güteklasse I zuteilen (siehe Anhang 6.1.d. Seite 351). Dies würde auch auf die Charakterisierung passen: große Sichttiefe, klar, geringer Nährstoffgehalt, sauerstoffreich, minimal verschmutzt. Allerdings wurden viele Organismen nur in sehr geringer Anzahl gefunden. Man müsste die Lebewesen des Teichs viel gründlicher untersuchen, um diese Schlussfolgerung zu bestätigen. Allerdings würde dies auch mehr Zeit in Anspruch nehmen und ist auf dieser Klassenstufe nicht sinnvoll. Mit einer höheren Klasse einer wissenschaftlichen Sektion (wie eine C-Klasse oder eine 10PS) wäre eine solche wissenschaftliche Untersuchung interessanter.
Die Güteklasse II schließe ich eher durch Abwesenheit verschiedener Organismen aus, als durch die Anwesenheit anderer, da man teilweise die gleichen Larven findet wie bei einer Güteklasse I. So haben wir zum Beispiel wenig Unterwasserpflanzen sehen können, sowie keine Schwämme oder Napfschnecken. Einige Schüler haben jedoch den Teich der Güteklasse II zugeteilt. Ich habe dies in jedem Fall gelten lassen, da die Resultate keinesfalls eindeutig sind.

Bei den letzten beiden Fragen erkennt man die Schüler, die ihre Arbeitsblätter mit nach Hause genommen haben, da mehrere die gleiche Antwort gaben.
Bei der Frage, welchen Einfluss das Überfischen des Hechts und der Rotfeder auf die anderen Lebewesen des Teichs hätte, antworten viele Schüler, dass mehr Schlammschnecken und Hüpferlinge vorhanden wären. Nur einige denken jedoch daran, dass auch der Graureiher weniger zu fressen hätte.



NOSL Ökosystem Teich

			- schwarzer Faulschlamm am Gewässergrund
IV	polytroph	- sehr stark belastet - übermäßig hoher Nährstoffgehalt - geringer Sauerstoffgehalt - durch Schwebstoffe getrübtes Wasser - Keine Fische - massenhaft Bakterien, Abwasserpilze, Einzeller	- keine Unterwasserpflanzen - weiße Schleier aus Schwefelbakterien - Augentierchen - Glockentierchen - Rote Zuckmückenlarven - Rattenschwanzlarven - Schlammröhrenwürmer - Schwarzer Faulschlamm am Gewässergrund

Welcher Gewässergüteklasse gehört der Teich des ökologischen Parks an?

_____

Ein geduldiger Angler sitzt den ganzen Tag an einem Teich und fischt alle Hechte und Rotfedern heraus. Welchen Einfluss hätte dies auf die anderen Lebewesen des Teichs?

_____
_____
_____

Stell dir vor, es würde ein Kannister Öl über dem Teich ausgeschüttet. Das Öl bedeckt die gesamte Oberfläche des Teichs und es dringen keine Sonnenstrahlen mehr durch.

Beschreibe die Konsequenzen dieser "Katastrophe" auf die Lebewesen des Teichs.

_____
_____
_____

Arbeitsblätter über Gewässergüte – Originalversion Seite 5

Bei der letzten Frage sollen die Schüler überlegen, welchen Einfluss eine Ölkata strophe auf die Lebewesen im Teich hat. Nur wenige Schüler setzen das neu erworbene Wissen richtig ein, um auf die Frage zu antworten, nämlich, dass die Produzenten nicht mehr genug Licht haben, um Fotosynthese zu betreiben und das Nahrungsnetz somit zusammenbrechen würde. Allerdings würde ich nicht behaupten, das dies der Beweis ist, dass die Schüler die Informationen über die Produzenten und die Nahrungsnetze nicht verstanden haben. Alle Gruppen haben sich während des Praktikums viel Mühe gegeben und motiviert und mit vollem Körpereinsatz Lebewesen gesammelt. Auch die Bestimmungen wurden seriös durchgeführt, obwohl dies viele Schüler nicht sonderlich spannend finden. Ich denke, dass am Ende die Konzentration einfach nachgelassen hat und die Schüler die Arbeit schnell abschließen wollten.

Voller Körpereinsatz beim Einsammeln der Organismen

3.2. Physikalische und chemische Untersuchungen des Teichs

3.2.1. Erstellung der Arbeitsblätter *(Anhang 6.2.a.)*

Der erste Teil des Praktikums besteht darin, die chemischen Analysen durchzuführen und zu analysieren. Der zweite Teil konzentriert sich auf die physikalischen Analysen. Für die Durchführung der chemischen Analysen mussten die Schüler die Anweisungen befolgen die dem Koffer beigelegt waren. Gemessen werden: Ammonium-, Nitrat-, Nitrit-, Phosphat- und Sauerstoffgehalt, sowie pH-Wert und Gesamthärte.

Bei der Erstellung der Arbeitsblätter habe ich mich größtenteils auf zwei Werke basiert, die interessante Versuche, Auswertungstabellen und weiterführende Erklärungen enthielten:

- NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser; Cornelsen Verlag
- GRÜNE REIHE Materialien SII – Ökologie; Schroedel Verlag

Nitrat, Nitrit und Ammoniak stammen in einem Gewässer hauptsächlich von der Fixierung des Elementaren Stickstoffs aus der Luft und der Zersetzung von organischen Stoffen (z.B. Proteine) im Wasser.

Nitrat-, Nitrit und Ammoniak sind stickstoffreiche Verbindungen. Stickstoff ist allgemein beim Pflanzenwachstum einer der limitierenden Faktoren, weshalb auch Stickstoffdünger auf Feldern und Sonderkulturen (Wein- und Reisanbau) angewandt wird. Somit ist auch das Algenwachstum in einem Gewässer vom Stickstoffgehalt abhängig. Die Pflanzen benötigen Stickstoff um überlebenswichtige organische Bausteine, wie z.B. Aminosäuren, zu bilden.

Stickstoff kann über verschiedene Wege ins Wasser gelangen. Einerseits kann er durch Lebewesen oder abgestorbene Teile von Lebewesen im Wasser deponiert werden, z.B.: durch Blätter die auf die Wasseroberfläche fallen. Dabei werden diese organischen Stoffe im Wasser von Bakterien und anderen Mikroorganismen zersetzt, wobei die Stickstoffverbindungen freigesetzt werden. Bestimmte Bakterien können den elementaren Stickstoff aus der Luft fixieren (Stickstofffixierer). Wenn sich das Gewässer in der Nähe von landwirtschaftlich genutzten Flächen befindet, kann es sein, dass das Nitrat aus Düngemitteln durch Bodenauswaschungen ins Wasser gespült wird. In einer Umgebung mit hohem Kalksteinvorkommen kann es auch passieren, dass aus dem Kalkstein Nitrat ausgewaschen wird. Letztlich kann der Stickstoff über Niederschläge (Regen oder Schnee) ins Wasser gelangen.

Phosphate stellen den begrenzenden Wachstumsfaktor für Pflanzen dar und sind normalerweise in Gewässern nur in geringen Konzentrationen vorhanden. Ein hoher Gehalt an Phosphaten führt zu einer Massenentwicklung von Algen. Wenn diese Absterben sinken sie auf den Gewässergrund, wo sie zersetzt werden. Die zersetzenden Bakterien brauchen hierzu große Mengen an Sauerstoff, was zu einem Sauerstoffmangel am Gewässergrund führt und eine Eutrophierung des Gewässers beschleunigt.

Die Sauerstoffversorgung ist der Schlüsselfaktor für die Atmung und den aeroben bakteriellen Stoffabbau. Die geringe Löslichkeit für Sauerstoff im Wasser bei sommerlichen Temperaturen fällt mit dem erhöhtem Sauerstoffverbrauch zusammen. Dies trägt weiter zu dem Sauerstoffschwund am Gewässergrund bei. So kann, insbesondere im Sommer, der Sauerstoff zu einem limitierenden Fakor werden, denn

nur ein kleiner Teil des gesamten Wasserkörpers hat unmittelbaren Kontakt zur Atomsphäre und durch die Atmung der Organismen werden große Sauerstoffmengen verbraucht.

Die Sichttiefe ist in Gewässern unterschiedlich, da sie von der Eigenfarbe und der Trübung abhängt. Sie gibt einen ersten Hinweis auf den Gehalt an Kleinlebewesen und mineralischen Schwebstoffen, wie Ton- oder Humusteilchen. Gelb-grünliche Trübungen werden durch Algen und Humusstoffe hervorgerufen, grauschwarze Färbungen zeigen Faulstoffe an und rötlich-braune Tönungen geben Hinweise auf das Vorhandensein von Eisenverbindungen. Trübungen können durch Plankton, organische Stoffe oder mineralische Bestandteile hervorgerufen werden. Durch starke Trübungen kann weniger Licht in das Wasser eindringen, die Fotosyntheseleistung wird vermindert, was wiederum bedeutet, dass weniger Sauerstoff in die Tiefen des Gewässers gelangen kann.[88]
Die Tiere, und bei Dunkelheit auch die Pflanzen, verbrauchen den im Wasser gelösten Sauerstoff zur Atmung und scheiden dafür eine äquivalente Menge Kohlenstoffdioxid aus. Weil die Pflanzen ihre Photosynthese bei Dunkelheit einstellen, steigt der Kohlenstoffdioxidgehalt nachts an, während der Sauerstoffgehalt abnimmt. Die Zunahme von Kohlenstoffdioxid (CO_2) verringert jedoch auch den pH-Wert des Wassers. So findet man in den frühen Morgenstunden den niedrigsten pH-Wert und den geringsten Sauerstoffgehalt. Die höchsten Werte findet man dagegen bei Sonnenuntergang.
Zu den physikalischen Unteruchungen gehörten: Messen der Temperatur, Bestimmung von Farbe, Trübung, Geruch, sowie Kontrollieren der Schaumbildung.

Ich habe die Erfahrung gemacht, dass Schüler auf einer 9e oft noch große Probleme mit dem vernetzten Denken haben. Deshalb habe ich zunächst einige kürzere, präzisere Fragen gestellt, ehe ich auf die komplexeren Ideen einging.

Zunächst sollen die Schüler mithilfe der Tabellen die Wasserqualität einschätzen. Anschließend sollen sie anhand der Resultate feststellen, welche Abwasser einen Einfluss auf welche Messungen haben und den mitgelieferten Informationen

[88] Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S. 36

entnehmen, was die Folgen für die Natur sein könnten. Bei Frage 8 sollen die Jugendlichen nun versuchen, die gesammelten Informationen aus den zwei vergangenen Unterrichtseinheiten zusammenzusetzen und sich überlegen, welchen Einfluss verschmutzte Abwasser im Allgemeinen haben können. Bei Frage 9 sollen sie ihr neu gewonnenes Wissen nun dazu nutzen, eine allgemeine Schlussfolgerung über ihr Verhalten bei der Abwasserproduktion zu ziehen.

3.2.2. Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheit

Die chemischen Analysen des Teichs habe ich bereits im Schuljahr 2011/2012 mehrfach durchgeführt. Ich entnahm jeden Monat ab November 2011 bis Juli 2012 eine Teichprobe um die chemischen Analysen selbst durchzuführen und führte die Analysen mit einer Klasse im April 2012 zweimal durch. Um Wasserproben von verschiedenen Stellen des Teiches untereinander vergleichen zu können, teilte ich die Schüler in mehrere Zweiergruppen ein und wies jeder Gruppe eine bestimmte Stelle zu, wo die Wasserentnahme stattfinden sollte. Durch den Vergleich mehrerer Messungen an verschiedenen Orten oder zu verschiedenen Zeiten wollte ich sehen ob man Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung erkennen könnte. Ich konnte festellen, dass die Nitrat- und Ammoniumwerte, sowie der pH-Wert leicht anstiegen, als das Wasser zum Sommer hin wärmer wurde. Im Großen und Ganzen konnte ich allerdings keine signifikativen jahreszeitlichen Schwankungen feststellen und auch die Wasserproben, die an verschiedenen Orten entnommen wurden, wiesen keine relevanten Unterschiede auf. Nur die Nitratwerte stiegen ab Juni leicht an. Da die Jahreszeit und der Ort der Wasserentnahme keine große Rolle für die chemischen Analysen dieses Teiches zu spielen schienen, ließ ich die Analyse dieser Faktoren im Jahr 2013 weg.

Am 17.06.2013 führte ich die chemischen Analysen selbst noch einmal durch, um eine Referenz zu erhalten. Die Lufttemperatur betrug an dem Tag 28°C, die Wassertemperatur 25° C. Die Sichttiefe lag bei 12 cm, der Himmel war wolkenfrei und es war windstill. Es herrschten 50% Luftfeuchtigkeit.

Analyse Lehrer	Teich	Waschlauge	Düngerlösung	Duschwasser	Säurelösung	Salzwasser
Ammoniumgehalt NH^{4+} (mg/l)	≤0,05	0,2	0,2	≤0,05	≤0,05	≤0,05
Nitratgehalt NO_3^- (mg/l)	10	25	50	10	10	10
Nitritgehalt NO_2^- (mg/l)	≤0,02	≤0,02	0,5	≤0,02	≤0,02	≤0,02
Phosphatgehalt PO_4^{3-} (mg/l)	0	1,2	1,2	0	0	0
pH -Wert	7,5	8,5	6,5	6,5	5	7,5
Gesamthärte (°dH)	7	5	9	8	7	8
Sauerstoffgehalt (mg/l)	8	8,4	8,3	8,1	8,3	8,3

- Der Nitratgehalt im Oberflächenwasser von Gewässern liegt oft unter 10 mg/l, seltener zwischen 10 und 50 mg/l. Unser Teich hat einen Nitratgehalt von 10 mg/l, welcher also relativ hoch ist. Eine Hauptquelle der Nitratbelastung kann die Auswaschung von Düngemitteln aus landwirtschaftlich genutzten Böden sein. Da es sich aber um einen ökologischen Park handelt, wurde meines Wissens nicht gedüngt, schon gar nicht in der Nähe des Teiches. Aber auch über den Regen gelangt Nitrat in die Gewässer. Ansonsten scheint das Gewässer aber unbelastet zu sein.

- Waschlauge: Die Ammonium-, Nitrat- und Phosphatwerte sind angestiegen, die Nitritwerte blieben gleich. Waschmittel können Spuren von diesen Mineralstoffen enthalten, auch wenn dies mittlerweile immer weniger der Fall sein dürfte. Die Entwicklung phosphatfreier Waschmittel war ein wichtiger Schritt zur Entlastung der Umwelt durch Herabsetzen des Phosphatgehaltes in den häuslichen Abwassern.
  Der pH-Wert ist ebenfalls leicht angestiegen, was bei Zugabe einer Lauge zu erwarten ist.
  Die Gesamthärte ist bei der Waschlauge niedriger, da das Waschmittel enthärtende Mittel enthält.
  Der Sauerstoffgehalt ist leicht angestiegen, vielleicht deshalb, weil ich die Lauge gerührt habe, nachdem ich das Waschmittel hinzugefügt hatte. Durch die Bewegung der Wasseroberfläche kann mehr Sauerstoff im Wasser gelöst werden.

- Düngerlösung: Die Ammonium-, Nitrat-, Nitrit- und Phosphatwerte sind angestiegen. In Düngemitteln findet man diese Mineralstoffe in großen Mengen, da sie Wachstumsfaktoren für die Pflanzen darstellen. Bei geringem Sauerstoffgehalt werden vermehrt Nitrate in Nitrite umgewandelt. Da Nitrite giftig sind, können sie Organismen, vor allem empflindliche Fischarten, schädigen.
  Die Gesamthärte ist ebenfalls angestiegen und der pH-Wert ist gesunken. Dies lässt sich vielleicht durch die Erhöhung des Ammoniumgehalts erklären, da das Ammonium mikrobiell oxidiert wird, wobei Protone entstehen, die den pH-Wert senken.

- Duschwasser: Der pH-Wert ist leicht gesunken Dies lässt sich dadurch erklären, dass ich eine pH-neutrale Seife (pH 5,5) getestet habe.

- Säurelösung: Der pH-Wert ist wie erwartet gesunken.

- Salzwasser: Die Gesamthärte ist um 1°dH[89] gestiegen, ansonsten haben sich die Werte nicht geändert.

3.2.3. Geplanter Ablauf der Unterrichtseinheit

Das Ziel der Unterrichtseinheit erläutere ich zu Anfang der Unterrichtsstunde im Klassensaal. Auch die Benutzung des Wasseranalyse-Koffers sowie des restlichen Materials erkläre ich zu diesem Moment, da die Schüler im Klassenraum weniger abgelenkt sind als in der freien Natur, wo sie oft schon in andere Beobachtungen vertieft sind.

Die Schüler werden in 5 Gruppen eingeteilt. Zwei Schüler pro Gruppe sind bei solchen Arbeiten ideal, da sie einander helfen können, ohne dass jedoch ein Schüler nur zuschaut, was oft bei Dreiergruppen der Fall ist. Hat man jedoch größere oder kleinere Klassen, kann man die Gruppen vergrößern oder verkleinern. Alternativ kann man, was ich vorziehen würde, ein Abwasser mehr oder weniger untersuchen. Für was man sich

[89] °dH = deutsche Härtegrade

entscheidet hängt natürlich von der Klasse, beziehungsweise dem zur Verfügung stehenden Material ab.

Zunächst einmal sollen die Schüler sich überlegen wodurch sie zuhause „Abwasser" produzieren. Dann bekommt jede Gruppe ein "Abwasser" zugeteilt, dass sie zunächst vorbereiten müssen. Die Vorgehensweise ist auf dem Arbeitsblatt beschrieben. Bei gutem Wetter lässt man die Schüler am Besten ihr jeweiliges "Abwasser" im Klassensaal vorbereiten und nimmt es dann mit nach draußen. So muss weniger Material transportiert werden. Bei schlechtem Wetter kann man zunächst das Teichwasser aus dem Teich entnehmen und die Abwasser anschließend im Klassensaal vorbereiten.

Bevor Wasser aus dem Teich entnommen wird, werden die Bedingungen, die im oder um den Teich herum herrschen, festgehalten: Datum und Uhrzeit werden notiert, Luft- und Wassertemperatur sowie Sichttiefe, Luftfeuchtigkeit und Windstärke werden gemessen. Außerdem sollen die Schüler sich aufschreiben, wie bewölkt der Himmel zu dem Moment war als die Proben entnommen wurden.

Da die Schule nur zwei Wasserlabor - Koffer besitzt ("AQUANAL® – Ökotest" von Riedel-de Haën®) ist es wichtig darauf zu achten, dass alle Schüler Gelegenheit bekommen die Tests durchzuführen. Im Jahr davor ließ ich jeweils zwei Gruppen mit dem chemischen Teil anfangen, während die anderen Gruppen bereits mit dem physikalischen beginnen konnten. Sobald ein Koffer wieder verfügbar wurde, konnte die nächste Gruppe mit den chemischen Untersuchungen beginnen. Der Nachteil hiervon ist jedoch, dass die letzten drei Gruppen solange in ihren Analysen blockiert waren bis ein Koffer frei wurde. Daher teile ich die chemischen Analysen in diesem Jahr in Stationen ein: Jede chemische Messung bildet eine Station. Es gibt also 2 x 7 Stationen. Ich lasse alle Schüler mit diesen Tests beginnen und gebe ihnen die Anweisung die physikalischen Untersuchungen am Ende durchzuführen, oder wenn sie zwischendurch darauf warten müssen, dass eine Station frei wird.

Die Auswertung der Ergebnisse, beziehungsweise die Antworten auf die Fragen sollen die Schüler während der Wartezeiten auf den Stationen ausarbeiten, sowie am Ende ihrer Untersuchungen. Um auf die Fragen zu antworten, brauchen die Schüler ein Gesamtbild der Resultate. Daher sollen sie die Ergebnisse ihrer chemischen Tests der Abwasser in eine Tabelle an der Tafel eintragen. Die Arbeitsblätter enthalten eine

entsprechende Tabelle, in welche die Schüler die Ergebnisse anschließend abschreiben können.

3.2.4. Umsetzung der Unterrichtseinheit (Anhänge 6.2.b und 6.2.c.)

Folgende Abwasserarten wurden von den Schülern genannt:
Spülwasser, Duschwasser, Putzwasser, Kochwasser, Toilettenwasser, Waschmaschinenwasser, Badewasser, Spülmaschinenwasser

a) Resultate der chemischen Untersuchungen

Die erste Gruppe führte die Untersuchungen am Montag, dem 24.6.2013 durch. Die Lufttemperatur betrug 20° C, die Wassertemperatur 17° C. Die Sichttiefe lag bei 5,5 cm, der Himmel war bewölkt bis stark bewölkt und die Windstärke betrug 2 km/h. Es herrschten 65 % Luftfeuchtigkeit.
Die zweite Gruppe war am 1.7.2013 dran. Die Lufttemperatur betrug 24,7° C, die Wassertemperatur 25° C. Die Sichttiefe lag bei 8 cm, der Himmel war nur leicht bewölkt und es war windstill. Es herrschten 53% Luftfeuchtigkeit.
Da bei der zweiten Gruppe sehr gute Wetterbedingungen herrschten, blieben wir für die gesamte Unterrichtseinheit im Freien. Bei der ersten Gruppe zog ich es vor, den analytischen Teil in den Klassenraum zu verlegen.

- **Resultate Teichwasser:**

Folgende Werte fanden die Schüler am <u>24.6.2013</u>

Analyse des <u>Teichwassers</u>	Gruppe Waschlauge	Gruppe Düngerlösung	Gruppe Duschwasser	Gruppe Säurelösung	Gruppe Salzwasser
Ammoniumgehalt NH^{4+} (mg/l)	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,05	0,2
Nitratgehalt NO_3^- (mg/l)	10	10	10	10	/
Nitritgehalt NO_2^- (mg/l)	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02
Phosphatgehalt PO_4^{3-} (mg/l)	0	0	0	0,5	0
pH -Wert	7,5	8,5	7	8	7,5
Gesamthärte (°dH)	/	11	/	3	5
Sauerstoffgehalt (mg/l)	14,4	25	13,5	10,5	10

Mit Ausnahme einiger Abweichungen stimmen die Werte der verschiedenen Gruppen miteinander überein. Die Abweichungen lassen sich zum Teil durch Fehler bei der Durchführung der chemischen Tests erklären (siehe auch S. b).
Bei einer Wassertemperatur von 17°C beträgt der Sauerstoffsättigungswert 9,37 mg/l. Die unterschiedlichen Werte beim Sauerstoffgehalt lassen sich auch dadurch erklären, dass die Tests nicht im Wasser selbst durchgeführt wurden. Das im Behälter gesammelte Wasser hat sich im Klassenzimmer langsam erhitzt und so nimmt der darin gelöste Sauerstoff ab. Je nachdem wie lange die Schüler gewartet haben, ehe sie diesen Test durchgeführt haben, können die Werte also variieren.

Ammonium-, Nitrat- und Phosphat-Ionen sind nur in Spuren nachzuweisen. Nach diesen Resultaten wäre das Gewässer also, chemisch gesehen, unbelastet.
Saubere Gewässer besitzen einen pH-Wert zwischen 6,0 und 8,0. Eine Gruppe fand einen Wert von 8,5. Ich glaube, dass es sich hierbei eher um einen Messfehler handelt.

Die Werte der Gesamthärte weichen stark voneinander ab. Zwei Gruppen haben keine Resultate eingetragen. Bei dem Test sollten die Tropfen an Reagenz gezählt werden die dem Wasser hinzufgefügt werden mussten, bis es sich entfärbt hätte. Ich glaube die

Schüler hatten Schwierigkeiten die Tropfen genau abzuzählen, beziehungsweise den richtigen Moment zu erwischen mit den Tropfen aufzuhören.

Schüler bei der Arbeit

Nachweis von Phosphat

Folgende Werte fanden die Schüler am 1.7.2013

Analyse des Teichwassers	Gruppe Waschlauge	Gruppe Düngerlösung	Gruppe Duschwasser	Gruppe Säurelösung	Gruppe Salzwasser
Ammoniumgehalt NH^{4+} (mg/l)	0,2	0,2	0,2	0,2	≤0,05
Nitratgehalt NO_3^- (mg/l)	25	25	10	10	0
Nitritgehalt NO_2^- (mg/l)	<0,02	0,5	<0,02	<0,02	<0,02
Phosphatgehalt PO_4^{3-} (mg/l)	0,5	0	0,5	0	0
pH –Wert	7,5	7,5	7	7	7
Gesamthärte (°dH)	8	6	/	7	/
Sauerstoffgehalt (mg/l)	9,7	8	8,9	8,2	9,6

Eine Woche später sind die Ammonium- und Nitratwerte stellenweise angestiegen.
Durch das schöne Wetter könnte das Algenwachstum, und somit auch die Algenzersetzung, zugenommen haben. Allerdings würde eine höhere Fotosyntheseaktivität auch mit einem pH-Anstieg einherkommen, da dem Wasser vermehrt CO_2 entzogen wird. Dies bestätigt sich hier nicht. Im Gegenteil, denn der pH-Wert scheint leicht gesunken zu sein. Zudem ist die Sichttiefe in der zweiten Woche tiefer als in der ersten Woche, was ebenfalls der Theorie eines Phytoplankton - Wachstums widerspricht. Der Unterschied in der Sichttiefe lässt sich wiederum auch dadurch erklären, dass in der zweiten Woche der Himmel weit mehr bewölkt war. Die Wolken verdunkeln das Gewässer und so erscheint die Sichttiefe geringer.
Bei einem Phosphatgehalt ab 0,1 mg/l gilt das Gewässer nach der Tabelle (Naturwissenschaften Biologie-Chemie-Physik: Wasser von Cornelsen)[90] als belastet. Der AQUANAL® – Ökotest"-Koffer von Riedel-de Haën® misst jedoch keinen Wert zwischen 0 und 0,5 mg/l, das heißt, dass die Gewässergüte nach diesen Ergebnissen von „unbelastet" sofort auf „stark belastet" springt. Um genauere Schlussfolgerungen über den Phosphatgehalt zu ziehen, müsste man also eine Möglichkeit haben genauere Messwerte zu erlangen, als es dieses Test-Kit erlaubt.

[90] Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S. 38

Nach den Härte-Test-Resultaten zu Urteilen, handelt es sich bei dem Teichwasser um weiches Wasser.

Bei 25 °C Wassertemperatur beträgt der Sauerstoffsättigungswert 8,11 mg/l. Die Werte, die die Schüler gefunden haben sind also durchaus realistisch, denn man findet einen leichten Sauerstoffüberschuss. Durch den Zufluss von „weichem“ Regenwasser, aber auch durch bestimmte Organismen (Schnecken), die dem Teich, für den Aufbau ihrer Gehäuse, Kalk entziehen, nimmt die Wasserhärte des Teichwassers meist im Laufe der Zeit ab.

- ***Resultate Abwasser:***

Analyse des <u>Abwassers</u>	Gruppe Waschlauge	Gruppe Düngerlösung	Gruppe Duschwasser	Gruppe Säurelösung	Gruppe Salzwasser
Ammoniumgehalt NH^{4+} (mg/l)	0,2	0,2	≤0,05	0,2	≤0,05
Nitratgehalt NO_3^- (mg/l)	25	50	0	10	0
Nitritgehalt NO_2^- (mg/l)	≤0,02	0,5	≤0,02	≤0,02	≤0,02
Phosphatgehalt PO_4^{3-} (mg/l)	0,5	0,5-1,2	0,5	1,2	0,5
pH -Wert	6,5	6,5	6	6	7,5
Gesamthärte (°dH)	/	13	/	5	/
Sauerstoffgehalt (mg/l)	11,5	28	10,5	11,2	14

Analyse des <u>Abwassers</u>	Gruppe Waschlauge	Gruppe Düngerlösung	Gruppe Duschwasser	Gruppe Säurelösung	Gruppe Salzwasser
Ammoniumgehalt NH^{4+} (mg/l)	≤0,05	/	≤0,05	≤0,05	≤0,05
Nitratgehalt NO_3^- (mg/l)	10	25	10	25	10
Nitritgehalt NO_2^- (mg/l)	≤0,02	0,5	≤0,02	≤0,02	≤0,02
Phosphatgehalt PO_4^{3-} (mg/l)	1,2	1,2	0,5	/	0
pH -Wert	6,5	6,5	6	8,5	7,5
Gesamthärte (°dH)	7	8	/	/	/
Sauerstoffgehalt (mg/l)	9,3	9,5	8,3	9	9,6

- Waschlauge: Bei der ersten Gruppe sind die Ammonium-, Nitrat- und Phosphatwerte angestiegen, die Nitritwerte blieben gleich, was den Ergebnissen entspricht die ich am 17.6. gefunden habe.
  Der pH-Wert ist jedoch gesunken, was keinen Sinn ergibt, da die Waschlauge alkalisch ist. Hier scheint den Schülern ein Messfehler unterlaufen zu sein.
  Die Gesamthärte wurde bei dieser Gruppe, mit der Begründung sie hätten die Anweisungen nicht verstanden, nicht gemessen.
  Bei der zweiten Gruppe ist der Phosphatgehalt angestiegen. Hier ist der pH-Wert jedoch ebenfalls gesunken. Der Nitrat- und Ammoniumgehalt ist bei der zweiten Gruppe konstant geblieben: Der Nitratwert betrug bereits im Teichwasser 25 mg/l bei dieser Gruppe. Es könnte natürlich sein, dass das Abwasser hier eine noch stärkere Verfärbung ins Gelbe hatte als das Teichwasser, die Schüler es jedoch zweimal als 25 mg/l interpretierten.

- Düngerlösung: Die Ammonium-, Nitrat-, Nitrit- und Phosphatwerte sind angestiegen. Die Gesamthärte ist angestiegen und der pH-Wert ist gesunken. Diese Resultate stimmen mit den meinen überein.
  Bei der zweiten Gruppe fehlt der Ammoniumgehalt. Der Nitratgehalt ist sehr hoch, was er jedoch ebenfalls schon bei der Analyse des Teichwassers war. Der Phosphatgehalt ist angestiegen und der pH-Wert gesunken. Die Gesamthärte ist ebenfalls um 1°dH gestiegen.

- Duschwasser: Bei der ersten Gruppe scheint der Nitratgehalt gesunken zu sein. Der pH-Wert ist ebenfalls gesunken.
  Bei der zweiten Gruppe ist der Ammoniumgehalt gesunken und der pH-Wert ebenfalls. Die Gesamthärte wurde in beiden Fällen nicht gemessen.

- Säurelösung: Bei der ersten Gruppe sind Phosphatgehalt und Gesamthärte angestiegen. Der pH-Wert ist jedoch gesunken, wie es zu erwarten war.
  Bei der zweiten Gruppe fehlen einige Werte. Der pH-Wert ist angestiegen, was zeigt, dass entweder etwas am Gemisch des Abwassers nicht stimmte, oder ein Interpretationsfehler vorlag.

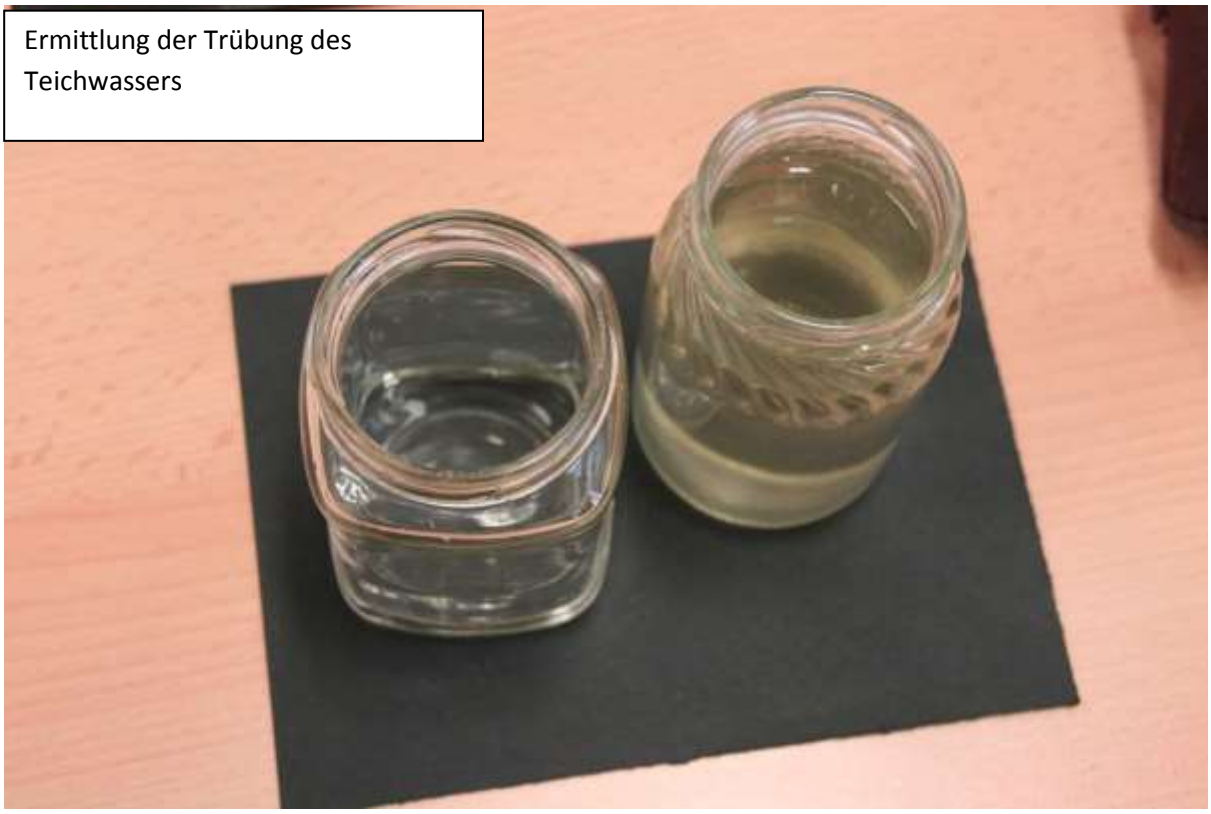
- Salzwasser: Bei der ersten Gruppe ist der Ammoniumgehalt gesunken und der Phosphatgehalt gestiegen. Es fehlen hier ebenfalls einige Messwerte. Bei der zweiten Gruppe ist nur der pH-Wert leicht angestiegen: Von 7 auf 7,5. Dies kann aber auf einen Ablesefehler zurückzuführen sein.

b) Resultate der physikalischen Untersuchungen

Im Allgemeinen schätzen die Schüler das Teichwasser im ökologischen Park des Campus Merten folgendermaßen ein:

- Die Farbe des Teichwassers ist gelbgrünlich, was darauf schließen lässt, dass es reich an Algen und Humusteilchen ist.
- Das Teichwasser ist schwach getrübt, einige sind sogar der Meinung es ist stark getrübt. Trübungen kommen durch Plankton und andere Schwebstoffe und vermindern die Fotosyntheseleistung.
- Das Teichwasser riecht muffig, was auf eine Massenentwicklung von bestimmten Bakterien (z.B. Cyanobakterien) schließen lässt.
- Nach dem Schütteln hat sich kein Schaum gebildet.

Ermittlung der Farbe des Teichwassers



Ermittlung der Trübung des Teichwassers

c) Allgemeiner Ablauf und Beantwortung der Fragen

Der größte Teil der Schüler dieser Klasse war sehr motiviert und führte die verschiedenen Untersuchungen gewissenhaft durch. Eine Gruppe alberte zuviel während der Praktikums herum und führte nicht alle chemischen Analysen durch. Einige andere Gruppen arbeiteten zu langsam und so hatten sie am Ende keine Zeit mehr alle Tests durchzuführen. Der allgemeine Ablauf mit den Stationen klappte jedoch gut. Die Stationen mit den Nitrat- und Ammoniumtests blieben manchmal zu lange besetzt, da hier die Wartezeit der chemischen Reaktionen länger ist. Da jedoch jeweils zwei Stationen für jeden Test zur Verfügung standen, hatten alle Schüler die Möglichkeit an die Reihe zu kommen.

Ich bin im Großen und Ganzen damit zufrieden, wie die Schüler die Arbeitsblätter ausgefüllt haben. Sie haben die mitgelieferten Tabellen und Informationen genutzt, um auf die Fragen zu antworten. Dazu mussten sie natürlich mit den Resultaten arbeiten, die die anderen Gruppen erzielt hatten. Ich versuchte den Jugendlichen bereits von Beginn der Stunde verständlich zu machen, dass jeder sorgfältig arbeiten musste, damit später niemand die anderen im Ablauf ihrer Arbeit hemmte. Obwohl die meisten Gruppen gewissenhaft gearbeitet haben, kann es immer wieder zu Messfehlern kommen, beziehungsweise zu einer Misinterpretation der Farbstreifen. Ich habe versucht, so viel wie möglich umherzugehen und die Schüler bei den Analysen zu unterstützen, jedoch ist es schwer jedes Resultat nochmal zu kontrollieren. Ich glaube aber, dass dies auch nicht unbedingt nötig ist, da es hier nicht darum geht, dass die Schüler die chemische Zusammensetzung des Teichswasser genau kennenlernen. Vielmehr geht es mir darum, ihre technischen Fertigkeiten zu schulen. Sie sollen begreifen, wie solche Analysen durchgeführt werden und was man daraus schlussfolgern kann. In einem globaleren Kontext geht es außerdem darum, dass die Schüler verstehen, dass die Abwasser, die wir im Alltag produzieren in unsere Gewässer gelangen können und ihre chemische Zusammensetzung somit verändern können, was einen direkten Einfluss auf die Lebewesen im Gewässer haben kann. Die Jugendlichen sollen ermutigt werden ihr Verhalten bei der Abwasserproduktion zu überdenken.
Eine Möglichkeit wäre natürlich, die Werte in der Tabelle, die auf die Tafel notiert werden, genau zu kontrollieren und Werte einzufüllen, die fehlen oder auszubessern,

wenn sie keinen Sinn ergeben. Mir gefällt diese Idee jedoch nicht besonders. Es geht darum, dass jede Gruppe einen Beitrag zu einem Projekt leisten kann und eine gewisse Verantwortung dabei trägt. Ich finde, indem man die Werte anschließend verändert, nimmt man den Schülern die Möglichkeit diesen Beitrag zu leisten und sich Teil des Ganzen zu fühlen.

Da ich aber sichergehen wollte, dass sie genug Zeit hatten sich mit den mitgelieferten Informationen und den Analysen auseinanderzusetzen, gab ich ihnen während der nächsten Unterrichtsstunde die Gelegenheit ihre Arbeitsblätter zu vervollständigen. Um die Brauchbarkeit meiner Arbeitsblätter realistisch auszuwerten, wollte ich dieses Mal nicht, dass die Schüler die Arbeitsblätter mit nach Hause nahmen und gegebenenfalls andere Hilfe (Eltern, Internet, Bücher) beanspruchten. Im Allgemeinen sehe ich aber kein Problem darin, den Schülern diese Gelegenheit zu bieten. Je mehr Mühe sie sich geben um zusätzliche Informationen zu erlangen und somit ein Gesamtbild bekommen, desto besser.

Bei den Fragen 8 und 9 müssen die Schüler ihr neu erworbenes Wissen einsetzen um zu antworten.

Einige Antworten auf Frage 8 *("Welche Folgen können verschmutzte Abwasser im Allgemeinen haben? Bedenkt bei eurer Antwort was ihr im letzten Praktikum über den Lebensraum Teich gelernt habt")* sind:

"*Die Ökosysteme Fluss, See und Meer werden belastet, wenn die Abwasser nicht genug gereinigt sind. Viele Tiere und Pflanzen sterben oder werden krank d.h. viele Tiere haben keine Nahrungskette mehr und verhungern*."

"*Das verschmutzte Abwasser gelangt ins Grundwasser unter der Erde, dieses verschmutzte Grundwasser ziehen Pflanzen ein und dann gehen sie nach und nach kaputt oder verändern sich. Wenn es in einen Teich gelangt werden Fische und Lebewesen krank oder sterben. Wenn z.B. Plankton/Algen sterben oder vermindern sterben die Tiere deren Nahrung dies ist, sterben diese sterben andere die diese als Nahrung hatten auch = Teufelksreis*"

Einige Antworten bei Frage 9 ("*Worauf sollte man bei der Produktion von Abwasser im Haushalt oder in der Industrie achten?*") sind:

"*Man soll darauf achten, so wenig wie möglich Abwasser zu produzieren und keine wichtigen Stoffe darin machen. Es soll nicht soviel Dreck und Gase ins Abwasser gemacht werden*."

"*Man sollte darauf achten, dass man im Haushalt oder in der Industrie keine Chemikalien, giftige Chemikalien oder Produkte mit dem Zeichen für Umweltgefährdung ins Abwasser gelangen (oder in die Natur gelangen).*"

Die Antworten auf diese Fragen zeigen im Allgemeinen, dass die Grundidee des Praktikums verstanden wurde, wenn auch nicht alle Schüler wussten, was bei Frage 8 erwartet wurde (siehe Verbesserungsvorschläge S. 144).

4. Feedback der Schüler (Anänge 6.3.a. und 6.3.b.)

Auch bei diesem Projekt teilte ich den Schülern einen Fragebogen aus, den sie anonym beantworten sollten.
Sechs von zwanzig Schülern fanden das Projekt sehr interessant, zehn fanden es interessant, und nur vier fanden es nicht interessant. Alle Schüler glaubten verstanden zu haben, wie die Tiere im Teich durch Nahrungsbeziehungen verbunden sind, sowie welche Rolle die Pflanzen als Produzenten spielen. Drei Schüler gaben an, nicht verstanden zu haben, warum regelmäßig chemische Analysen eines Gewässers durchgeführt werden müssen. Denselben drei Schülern war nicht klar, dass das Abwasser aus dem Haushalt das Gleichgewicht eines Teichs stören kann. Alle Schüler wiederum haben verstanden, wie im Alltag, zuhause oder in der Schule Abwasser produziert werden. Fünf Schüler gaben an, mit anderen Menschen über das Projekt gesprochen zu haben.

Neun Schüler gaben an, dass sie nun zuhause besser aufpassen, was ins Abwasser gelangt. Zwei davon nannten leider keine Beispiele. Andere schrieben sie hätten mit den Eltern über das benutzte Waschmittel gesprochen, sie würden nicht mehr mit Seife duschen oder sie würden auf die benutzten Putzmittel achten. Zwei Schüler antworteten, sie würden nun darauf achten, dass die Medikamente in die

‚*Superdreckskësch*t' kämen und nicht in den Abfluss. Eine Antwort lautet „*Ich habe versucht meine Mutter zu überreden, nicht mehr zu düngen*".

Bei der Frage, was den Schülern besonders gut gefallen hat, las ich unter anderem folgende Antworten:

- *„Es war schön, draußen zu arbeiten."*
- *„Die Arbeit am Teich."*
- *„Der Unterricht ergab einen Sinn."*
- *„Ich mochte die chemischen Analysen (wie in einem Labor).*"

Weniger gefallen hat den Schülern:

- *„Die Bestimmungsübungen."*
- *„Die vielen Tabellen."*
- *„Die Resultate auszuwerten war kompliziert."*
- *„Zuviel Theorie."*
- *„Wir konnten nicht die ganze Zeit draußen bleiben."*

Folgende Verbesserungsvorschläge kamen von den Schülern:

- *„Keine Bestimmunsgübungen machen."*
- *„Weniger Theorie."*
- *„Weniger Text lesen."*

Wie immer schrieben einige Schüler überhaupt nichts, oder das Gleiche wie ihre Kameraden.

5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge

Folgende Tabelle zeigt an, welche von den anvisierten Kompetenzen meiner Meinung nach tatsächlich entwickelt wurden (siehe Seite 112 zum Vergleich).

	Entwickelt	Nicht entwickelt
Wissen/Denken:		
Intelligentes Wissen	X	
Systemisches/Vernetztes	X	
Antizipatorisches Denken	X	
Forschungskompetenz	X	
Lernen in Netzwerken	X	
Wahrnehmung von Komplexität	X	
Werten:		
Werteorientierung	X	
Teamfähigkeit	X	
Evaluationskompetenz	X	
Handeln:		
Handlungskompetenz	X	
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit		X
Methodenkompetenz:	X	
Fantasie und Kreativität	X	
Autonomes Handeln	X	

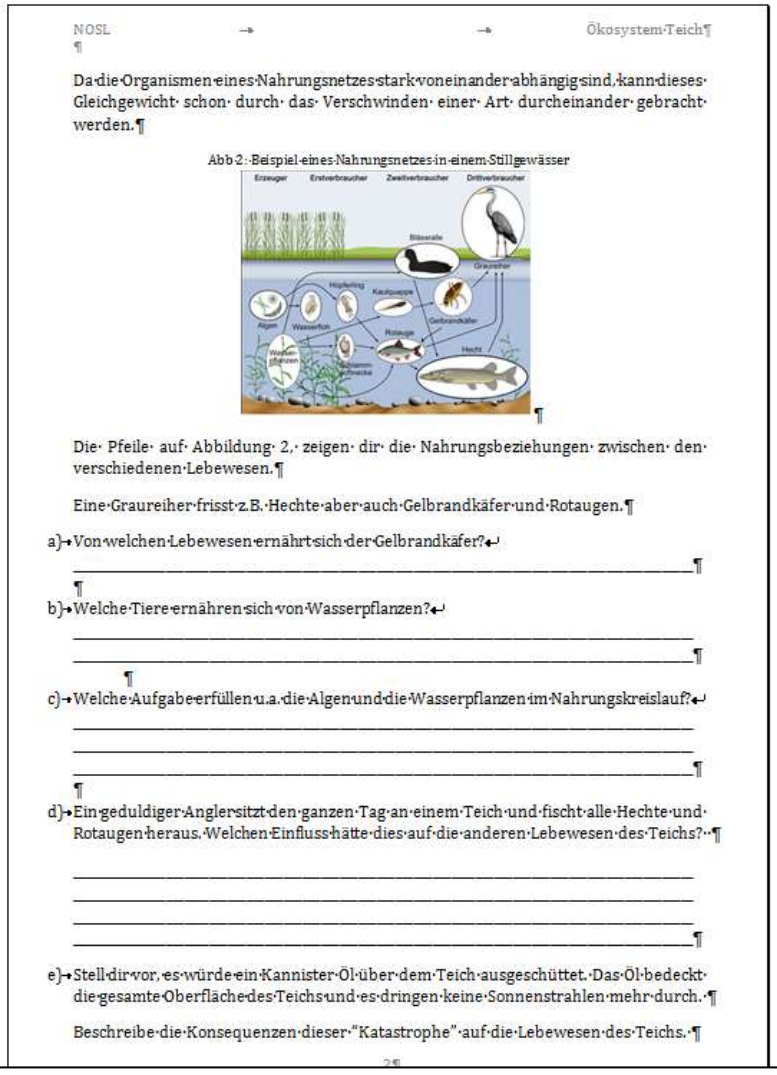
Was die Evaluationskompetenz angeht (Arbeitsprozesse prozess- und ergebnisortientiert aus- und bewerten), so haben die Schüler gewiss noch Schwierigkeiten bei den Bestimmungen und bei der Analyse der Messwerte. Ich denke jedoch, dass dieses Projekt die Kompetenz teilweise trainiert hat.

Die Schlüsselqualifikation "Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit" wurde nur teilweise entwickelt. Die Schüler haben zwar, während des Praktikums, gelernt kleinere

Entscheidungen hinsichtlich ihrer Analysen zu treffen, der Großteil der Schüler gibt jedoch an, ihr Verhalten bezüglich der Abwasserproduktion nicht verändert zu haben.

a) Bestimmung der Gewässergüte des Teichs (Anhang 6.1.d.)

Ich bin zufrieden mit dem Ablauf dieses Teils des Projekts. Die Schüler waren wirklich sehr engagiert, um die Organismen zu fangen und interessierten sich auch dafür, welche Lebewesen sie finden konnten; auch wenn sie sich mit den Bestimmungen schwer taten. An den Arbeitsblättern habe ich einige Änderungen vorgenommen, die der besseren Übersicht und Bearbeitung dienen sollen.



NOSL → → Ökosystem Teich

Da die Organismen eines Nahrungsnetzes stark voneinander abhängig sind, kann dieses Gleichgewicht schon durch das Verschwinden einer Art durcheinander gebracht werden.

Abb 2: Beispiel eines Nahrungsnetzes in einem Stillgewässer

Die Pfeile auf Abbildung 2, zeigen dir die Nahrungsbeziehungen zwischen den verschiedenen Lebewesen.

Eine Graureiher frisst z.B. Hechte aber auch Gelbrandkäfer und Rotaugen.

a) Von welchen Lebewesen ernährt sich der Gelbrandkäfer?

b) Welche Tiere ernähren sich von Wasserpflanzen?

c) Welche Aufgabe erfüllen u.a. die Algen und die Wasserpflanzen im Nahrungskreislauf?

d) Ein geduldiger Angler sitzt den ganzen Tag an einem Teich und fischt alle Hechte und Rotaugen heraus. Welchen Einfluss hätte dies auf die anderen Lebewesen des Teichs?

e) Stell dir vor, es würde ein Kannister Öl über dem Teich ausgeschüttet. Das Öl bedeckt die gesamte Oberfläche des Teichs und es dringen keine Sonnenstrahlen mehr durch.

Beschreibe die Konsequenzen dieser "Katastrophe" auf die Lebewesen des Teichs.

2

Arbeitsblätter über Gewässergüte – überarbeitete Version Seite 2

Die Fragen auf der letzten Seite über die Überfischung des Hechts und der Rotfeder, sowie über die "Ölkatastrophe" habe ich nach vorne hinter die Abbildung des Nahrungsgnetzes verschoben. Anfänglich wollte ich, dass die Schüler sich über diese abschließenden Fragen am Ende der Unterrichtseinheit Gedanken machen. Ich habe jedoch festgestellt, dass es den Schülern nach der praktischen Aktivität und den ganzen Bestimmungen schwer fiel sich auf diese theoretischen Fragen zu konzentrieren. Sie stehen jedoch in Verbindung mit den Produzenten und dem Nahrungsnetz. Von daher denke ich, dass diese beiden Fragen besser in diesen Teil der Arbeitsblätter passen. Außerdem habe ich diese fünf Fragen nun von a) nach e) nummeriert.

Damit die Frage c) ("*Welche Aufgabe erfüllen u.a. die Algen und die Wasserpflanzen?*") präziser wird, änderte ich sie um in: "Welche Aufgabe erfüllen u.a. die Algen und die Wasserpflanzen **im Nahrungskreislauf?**".

Bei der Frage d) lautete der Text ursprünlich "*Ein geduldiger Angler sitzt den ganzen Tag an einem Teich und fischt alle Hechte und* ***Rotfedern*** *heraus. Welchen Einfluss hätte dies auf die anderen Lebewesen des Teichs?*" Dies an sich wäre durchaus möglich, wie die Nahrungskette auf der ersten Seite ebenfalls zeigt. Allerdings referieren sich die Schüler bei der Beantwortung dieser Frage eher auf Abb. 2 (das Nahrungsnetz) auf Seite 2. Um sie also nicht unnötig irrezuführen, ändere ich die Rotfedern in der Frage in **Rotaugen** um.

Zuletzt habe ich den Titel der Arbeitsblätter umgeändert in "Bestimmung der **biologischen** Gewässergüte des Teichs", um etwas präziser zu sein.

Die Ausstattung des Nordstadlycée wurde außerdem um zwei weitere Wasseranalysekoffer erweitert, was es erlaubt, mehrere Gruppen gleichzeitig die chemischen Analysen durchführen zu lassen. Bei einer Klasse, die langsamer arbeitet, könnte man so sogar die chemischen und die physikalischen Analysen während zwei verschiedenen Unterrichtseinheiten durchnehmen.

b) Physikalische und chemische Untersuchungen des Teichs (Anhang 6.2.d.)

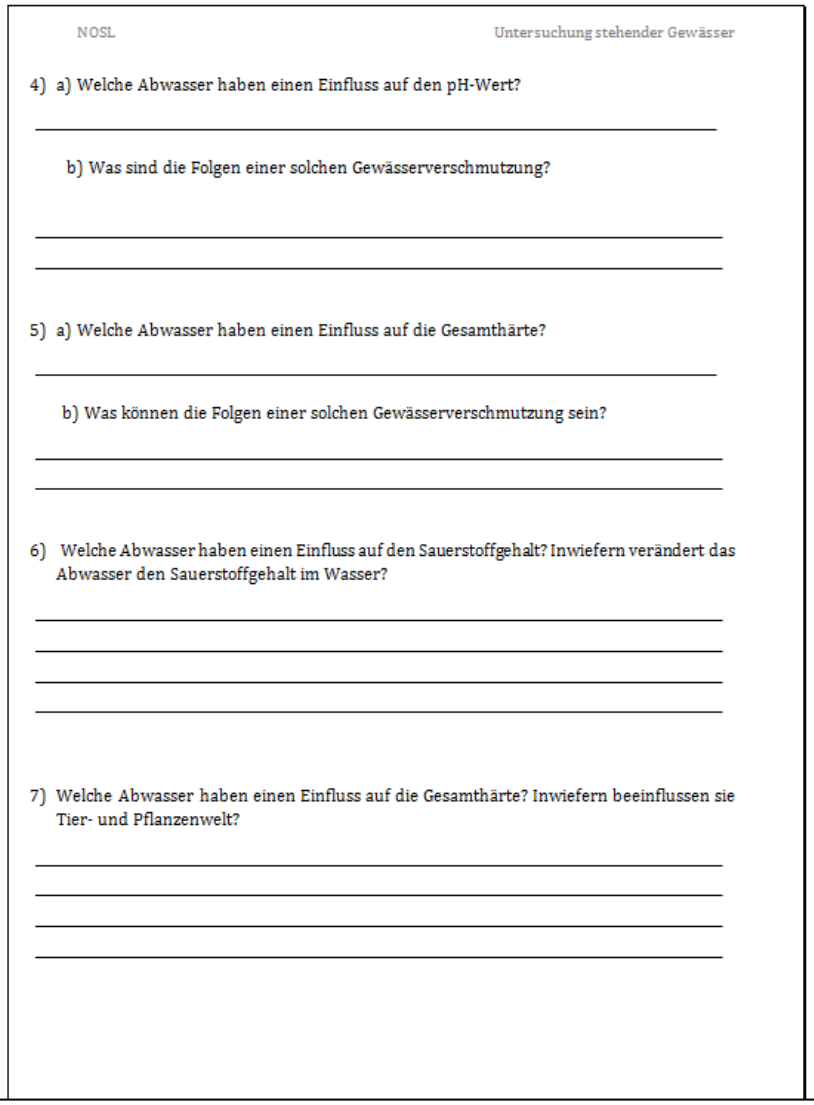
Die meisten Gruppen haben gewissenhaft an den chemischen Analysen gearbeitet, doch ergeben nicht alle Resultate einen Sinn. Es ist schwer, genau herauszufinden, worin das Problem lag. Es können zwischenzeitlich immer wieder kleinere Fehler passieren. Zum Beispiel kann bei der Produktion des Abwassers die Dosierung nicht stimmen. Es können Verwechslungen passieren, zum Beispiel, dass ein Reagenz in die falsche Probe gelangt. Beim Farbabgleich können Interpretationsfehler passieren oder beim Eintragen in die Tabelle Schreib- bzw. Ablesefehler. Nachträglich lässt sich leider nicht mehr genau feststellen, wo ein Fehler passiert ist. Außerdem ist es leicht für die Schüler einen Wert bei der Nachbargruppe abzuschreiben, wenn sie selbst kein Resultat erlangt haben.

Zudem ist es schwierig die Resultate zu 100 Prozent vorauszusagen, besonders bei den Teichproben. Es handelt sich bei diesem Teich um ein eher kleines Gewässer. Ein starker Regenfall an einem Tag verdünnt das Teichwasser, sodass die chemischen Analysen am Tag darauf anders ausfallen könnten als nach einigen trockenen Tagen.

Für die Arbeit mit den Schülern finde ich diesen Umstand jedoch nicht unbedingt als maßgebend. Natürlich ist es interessanter für die Schüler, wenn sie mit den Werten, die sie selbst durch ihre "Forschung" gefunden haben, eine sinnvolle Schlussfolgerung ziehen können. Ich denke aber, dass dies dank der einzelnen Tabellen möglich ist. Für die Interpretation hängen die einzelnen Werte nicht voneinander ab. Das bedeutet, die Schüler können auch mit falschen Werten zu einer Schlussfolgerung gelangen und den Rest der Arbeitsblätter ausfüllen. Bei der Verbesserung habe ich ebenfalls mehr Gewicht auf die Überlegungen, bzw. Antworten der Schüler gelegt, als auf die tatsächlichen Werte. Ich glaube, dass es für die Erreichung der Ziele dieses Projekts keine Rolle spielt, ob die Schüler nun glauben, der Teich sei belastet oder nicht belastet. Es geht darum, dass sie lernen, wie man solche Tests durchführt und sie einsehen, dass sie selbst, durch ihr Handeln im Alltag, einen Einfluss darauf nehmen können.

Dazu sei gesagt, dass die Resultate, die bei diesem Projekt gefunden wurden einen rein bildenden Wert haben und auf keinen Fall wissenschaftlichen Zwecken dienen sollen. Hierzu müsste man eine viel präzisere Studie über einen längeren Zeitraum durchführen.

Viele Gruppen hatten Probleme bei der Messung der Gesamthärte. Sie wurde oft einfach weggelassen oder es kamen sehr unterschiedliche Werte dabei heraus. Auch die Messung des Sauerstoffs lässt viel Spielraum für Interpretationen. Die Sauerstoffkonzentration in einem Gewässer unterliegt großen Schwankungen, da sie von Tageszeit, Jahreszeit, Temperatur, Wetter und vielen biotischen Faktoren im Wasser abhängt. Sauerstoffgehalt und Gesamthärte können also für das Teichwasser selbst interpretiert werden, bringen aber nichts bei der Analyse der Abwasser. Deshalb habe ich entschieden, die Messungen von Sauerstoff und Härte der Abwasser aus dem Projekt herauszunehmen. Es ist schade, um die praktische Arbeit, die damit verlorengeht, lässt den Schülern aber mehr Zeit für die Analyse und Interpretation der anderen Stoffe. Die Fragen 5 – 7 fallen folglich ebenfalls weg, was wiederum mehr Zeit für die restlichen Fragen lässt (Die Frage über die Gesamthärte wurde irrtümlich zweimal gestellt).



NOSL Untersuchung stehender Gewässer

4) a) Welche Abwasser haben einen Einfluss auf den pH-Wert?

b) Was sind die Folgen einer solchen Gewässerverschmutzung?

5) a) Welche Abwasser haben einen Einfluss auf die Gesamthärte?

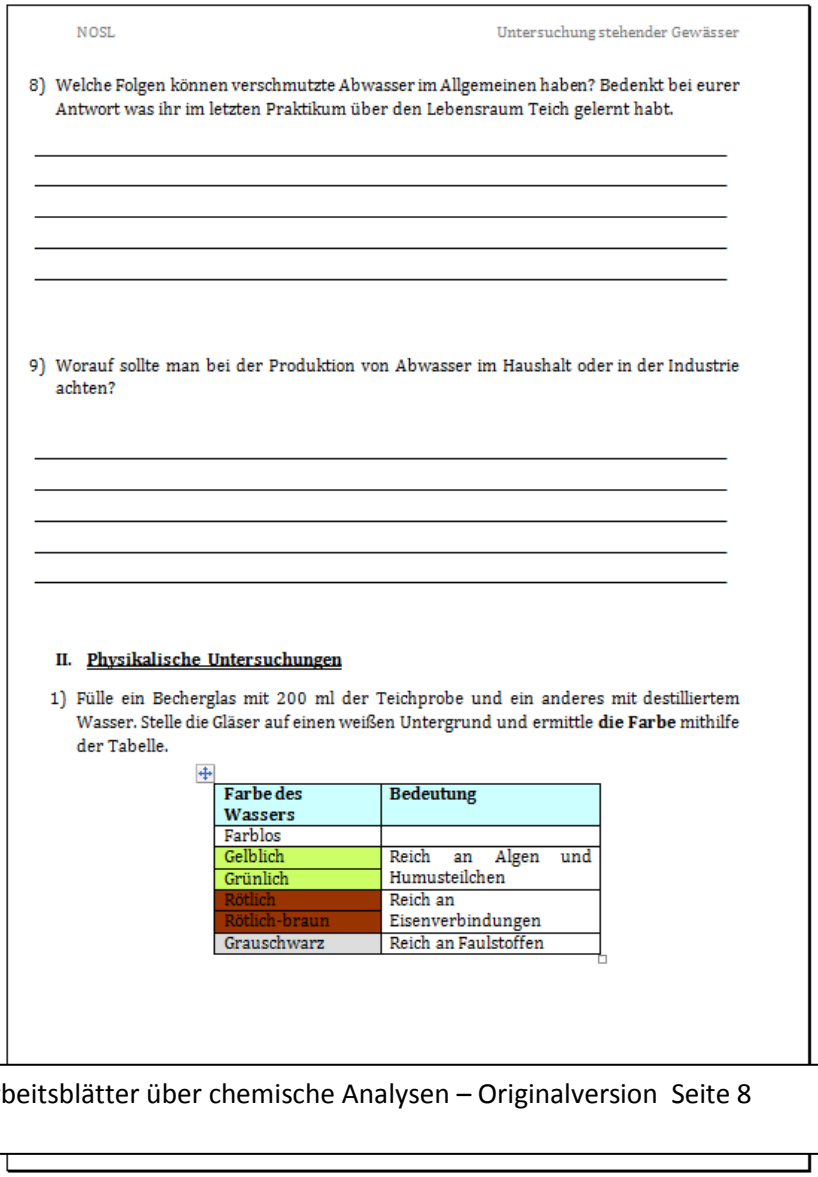
b) Was können die Folgen einer solchen Gewässerverschmutzung sein?

6) Welche Abwasser haben einen Einfluss auf den Sauerstoffgehalt? Inwiefern verändert das Abwasser den Sauerstoffgehalt im Wasser?

7) Welche Abwasser haben einen Einfluss auf die Gesamthärte? Inwiefern beeinflussen sie Tier- und Pflanzenwelt?

Das Salzwasser ist das einzige der untersuchten Abwasser, das keinen Einfluss auf die gemessenen chemischen Bestandteile des Teiches hat. Dies an sich ist natürlich schon eine relevante Feststellung. Allerdings könnte es die Schüler zu der falschen Schlussfolgerung führen, es wäre in Ordnung, Salzwasser in die Natur auszuschütten. Es wäre vielleicht interessant auf diesen Irrtum einzugehen, indem man nur kurz erwähnt, dass Salz in einem Lebensraum den darin lebenden Tieren Wasser entzieht. Das beste Beispiel ist dabei natürlich Meer. Erwähnenswert wäre auch, die Gefahr die vom Salzstreuen im Winter ausgeht. Noch interessanter wäre es natürlich den Chloridgehalt des Abwassers zu messen. Diese Möglichkeit hatte ich leider nicht, da mir zu dem Zeitpunkt kein Testkit für Chlorid zur Verfügung stand.

Hat man eine Klasse mit weniger Schülern, kann man das Salzwasser natürlich auch ganz weglassen. Hat man eine Klasse mit mehr Schülern, könnte man noch andere "Abwasser" testen, wie zum Beispiel Benzin im Wasser, Spülwasser (beziehungsweise Spülmaschinenwasser), Schmieröl im Wasser, usw.



NOSL Untersuchung stehender Gewässer

8) Welche Folgen können verschmutzte Abwasser im Allgemeinen haben? Bedenkt bei eurer Antwort was ihr im letzten Praktikum über den Lebensraum Teich gelernt habt.

9) Worauf sollte man bei der Produktion von Abwasser im Haushalt oder in der Industrie achten?

II. Physikalische Untersuchungen

1) Fülle ein Becherglas mit 200 ml der Teichprobe und ein anderes mit destilliertem Wasser. Stelle die Gläser auf einen weißen Untergrund und ermittle **die Farbe** mithilfe der Tabelle.

Farbe des Wassers	Bedeutung
Farblos	
Gelblich	Reich an Algen und Humusteilchen
Grünlich	
Rötlich	Reich an Eisenverbindungen
Rötlich-braun	
Grauschwarz	Reich an Faulstoffen

Arbeitsblätter über chemische Analysen – Originalversion Seite 8

Bei Frage 8) stellte ich fest, dass viele Schüler nicht recht wussten, worauf ich hinaus wollte, nämlich, dass verschmutzte Abwasser verschiedene Organismen aus dem Nahrungsnetz entfernen, sodass andere Lebewesen keine Nahrung mehr finden. Somit wird das Gleichgewicht des gesamten Ökosystems gestört. Deshalb formuliere ich die Frage um: "*Welche Folgen können verschmutzte Abwasser auf die Nahrungsbeziehungen im Teich haben?*"

Natürlich hätte ich mir gewünscht, dass mehr als 9 Schüler nun zuhause aufpassen, was ins Abwasser gelangt. Ich glaube aber, dass man, realistisch betrachtet, nicht erwarten kann, dass 20 Schüler ihr Verhalten durch ein solches, doch sehr kurzes, Projekt, von heute auf morgen ändern. Es soll dazu dienen, die Schüler auf einige Probleme aufmerksam zu machen, wie der Eingriff des Menschen in die Natur und die Rolle die jeder Einzelne spielen kann, um den Schaden zu reduzieren, den der Mensch anrichten kann.

VII. PROJEKT 3: Untersuchungen des Biotops Wald

Oder: Der Waldboden und seine Rolle im Wasserkreislauf

1. Einleitung

Wie alle Lebewesen, ist auch der Mensch auf Wasser angewiesen. Für viele Lebewesen stellt das Wasser einen Lebensraum dar, für andere dient es „bloß" als Reservoir, um die Wasserreserven im Körper aufzufüllen, oder vielleicht, um sich zu waschen. Anders als viele andere Lebewesen benötigen wir das Wasser jedoch nicht nur zum Trinken oder um uns zu waschen. Wir nutzen es als Transportmittel, als Kühlmittel, als Energiequelle und vielem mehr.

Wegen des ewigen Wasserkreislaufs verringert sich der Wasservorrat auf der Erde praktisch nicht. Einerseits wird das Wasserreservoir der Erde zwar von den Lebewesen, hauptsächlich dem Menschen, geleert; andererseits wird es durch Niederschläge (Regen, Nebel, Hagel, Reif, Tau und Schnee) wieder aufgefüllt. Außerdem entsteht bei der Verbrennung von Holz und anderen organischen Stoffen ebenfalls Wasser, wenn dies auch nur einen geringen Anteil des Gesamtvorrats an Wasser ausmacht. Für die Wasserversorgung des Menschen in Haushalt, Industrie und Landwirtschaft stehen als Süßwasser die Vorräte in Seen, Flüssen und im Grundwasser zur Verfügung. Wenn wir die Grundwasserreserven anzapfen, dürfen wir jedoch nicht vergessen, dass der Prozess der Rückführung in den Kreislauf einige Zeit dauert. Die Menschen verbrauchen gegenwärtig so viel Wasser, dass die weltweit verfügbare Wassermenge je Kopf der Bevölkerung seit 1970 um ein Drittel kleiner geworden ist.[91] Nach Schätzungen leiden derzeit 2 Milliarden Menschen unter Wassermangel.[92] Der Skandal um Nestlé zeigt, wie ungerecht die Verfügbarkeit des Wassers verteilt ist: In Dritte-Welt–Regionen wird Grundwasser abgesaugt, in Flaschen gefüllt und teuer in den reichen Ländern der ersten Welt verkauft.[93] Dadurch sinkt der Grundwasserspiegel in diesen Regionen, Felder können nicht mehr ausreichend bewässert werden und Brunnen trocknen aus.

[91] Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S. 57
[92] Philipp, E., Starke, A. (2010). GRÜNE REIHE Materialien SII – Ökologie. Schroedel Verlag). S.139
[93] http://www.naturwelt.org/was-tun/raubtierkapitalismus/nestl%C3%A9/

Zur Gewinnung von Trinkwasser stellt das Grundwasser das größte Reservoir dar. In Deutschland werden etwa 60% des Trinkwassers aus dem Grundwasser gewonnen. [94] Die Wassermenge im Boden ist von vielen Faktoren abhängig und kann sehr unterschiedlich sein. Je nach Bodenart wird ein gewisser Teil der Niederschläge entgegen der Schwerkraft als Haftwasser festgehalten.[95] Sand mit großen Poren enthält wenig Haftwasser, Lehm mit kleinen Poren hingegen viel. Die Fähigkeit des Bodens, Wasser zu halten, wird als Wasserkapazität bezeichnet. Mit Hilfe der Wasserkapazität kann die Bodenart bestimmt werden.[96]

Bei der Bildung des Grundwassers spielt der Boden, besonders in den Wäldern, eine wichtige Rolle. Das Wasser wird durch die Bodenschichten gefiltert, sodass es für die Lebewesen „trinkbar" wird. Nicht alle Unreinheiten können jedoch vom Boden herausgefiltert werden. Die Vergiftung unseres Trinkwassers durch chemische Einflüsse von Industrie, Haushalt und Landwirtschaft ist eine reale Gefahr, derer wir uns bewusst werden müssen; auch weil wir nicht die einzigen Leidtragenden sind.

Zudem erreicht uns ein Teil des Wassers, bevor es die Chance hat durch die Bodenschichten zu sickern. Der Niederschlag, der auf die Erde trifft ist schon mit Schadstoffen aus Abgasen angereichert. Diese Schadstoffe sind in der Luft zahlreichen chemischen Umsetzungen unterworfen. Dabei entstehen Verbindungen, die oft schädlicher als ihre Ausgangsubstanzen sind. So reagieren Luftverschmutzungsstoffe, wie Schwefeldioxid oder Stickstoffmonoxid, mit dem Niederschlagswasser. Dabei entstehen Säuren, die als „Saurer Regen" abregnen und durch Korrosion Schäden an Gebäuden, Brücken oder Autos verursachen. Außerdem wird er maßgeblich für Waldschäden mitverantwortlich gemacht.[97]

Dieses Projekt besteht aus zwei Unterrichtseinheiten. Die zweite knüpft zwar direkt an die erste Unterrichtseinheit an, jedoch sind beide in soweit unabhängig voneinander, dass sie auch einzeln behandelt werden können.

Der erste Teil besteht aus einer kurzen Einführung in die Ökologie, um den Schülern das komplexe Netzwerk, das die Natur darstellt, näher zu bringen. Ökologisches Wissen ist

[94] Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S. 50

[95] Haftwasser bezeichnet im Boden entgegen der Schwerkraft gehaltenes Wasser, das in Poren kleiner 10 µm durch die Oberflächenspannung des Wassers haften bleibt. Dies sind grob betrachtet die Mittel- und Feinporen des Bodens.(www.wikipedia.de)

[96] Bergstedt C. Dr. (2010).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Boden. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S. 17

[97] Philipp, E., Starke, A. (2010). GRÜNE REIHE Materialien SII – Ökologie. Schroedel Verlag). S.140

eine wesentliche Vorraussetzung für einen angemessenen Umgang mit der Umwelt, und daher auch für ein nachhaltiges Verhalten. Somit sollen die Jugendlichen verstehen, dass man verschiedene Biotope finden kann, die alle durch bestimmte Umweltfaktoren geprägt sind. Sie lernen den Unterschied zwischen biotischen und abiotischen Umweltfaktoren kennen. Diese Einführung soll ihnen helfen zu verstehen, dass die Handlungen des Menschen einen Einfluss auf wichtige Umweltprozesse haben, wie das Klima, die Bodenbeschaffenheit und somit letztendlich auch wieder auf andere Lebewesen. Um dies zu vermitteln ist es von Vorteil, wenn die Schüler die Natur mit allen Sinnen erfahren, somit sollte diese Unterrichtseinheit im Freien stattfinden.
Der zweite Teil lässt sich, aufgrund des benötigten Materials, einfacher im Klassenraum durchführen. Nach einem kurzen Überblick über den Wasserkreislauf sollen die Schüler die Wasserkapazität, den Kalkgehalt und den pH-Wert des Bodens aus dem ökologischen Park, analysieren. Um sich den Gefahren der Luftverschmutzung bewusst zu werden, untersuchen die Schüler anschließend die Ursachen und möglichen Folgen des sauren Regens. Ziel ist es, dass die Schüler sich bewusst werden, welche weitreichende Konsequenzen die Verschmutzung der Luft durch Abgase haben kann. Dies einerseits durch direkten Impakt auf die Lebewesen durch den „sauren Regen“, aber auch indirekt, indem Umweltverschmutzung die Böden verunreinigt und somit das Grundwasser das durch ihn hindurchsickert.

Ich führte diese Unterrichtseinheiten auf der 9STP4 durch, da die Behandlung von Ökologie und Umweltschutz Teil des Lehrplans war. Nach dem neu ausgearbeiteten Lehrplan sollen auch die Umweltprobleme durch gasförmige Oxide behandelt werden (siehe Anhang 11.d.), was in Zusammenhang mit der Thematik des sauren Regens gebracht werden kann. Außerdem fordert die Analyse der Ergebnisse Fähigkeiten, die auf der 9e weit genug entwickelt sein müssten. Sie ist jedoch nicht zu komplex, um nicht auch von einer schwächeren Klasse gemeistert werden zu können.
Auf einer 10PS kann dieses Projekt ebenfalls behandelt werden, da hier die biotischen und abiotischen Faktoren, sowie der Kreislauf der Stoffe und die Bodenanalysen auf dem Lehrplan stehen (siehe Anhang 11.e.).
Da der Schutz des Grundwassers auf der 6e auf dem Lehrplan steht (siehe Anhang 11.b.), könnte der zweite Teil des Projekts (Der Weg des Wassers durch den Wald), hier

durchgeführt werden. Allerdings eignet sich das Projekt “Schutz des Grundwassers” (siehe Seite 211) besser hierfür.

2. Anvisierte Kompetenzen

Folgende Kompetenzen sollen mit diesem Projekt entwickelt werden:

(Zum Vergleich siehe Anhang 2)

WISSEN/DENKEN	
Intelligentes Wissen	Grundkenntnisse über die Ökologie werden gewonnen (insbesondere der abiotischen Faktoren), sowie Kenntnisse über die verschiedenen Bodentypen und die Eigenschaften des Bodens.
Systemisches (vernetztes) Denken	Einflüsse, die von den abiotischen und biotischen Umweltfaktoren ausgehen verstehen; Wahrnehmung der Verbindung zwischen Luftverschmutzung, saurem Regen, Bodenbeschaffenheit, Filterung des Grundwassers und den Lebewesen.
Antizipatorisches (zukunftsgerichtetes) Denken	Begreifen, dass jeder die Möglichkeit hat durch sein Handeln die Luftverschmutzung zu vermindern und, dass dies geschehen muss, um unsere Wälder und Böden (und somit uns selbst) auf lange Sicht zu schützen.
Forschungskompetenz	Handlungsorientiertes Lernen durch Versuche über die Filterkapazität verschiedener Bodentypen und den Einfluss des sauren Regens auf die Lebewesen.

WISSEN/DENKEN	
Wahrnehmung von Komplexität	Einfluss der durch den Menschen verursachte Luftverschmutzung auf den Boden und die Gewässer erkennen und die darauffolgende Konsequenz für die Lebewesen (darunter auch der Mensch), verstehen; Erkenntnis von unterschiedlichen Sichtweisen der Probleme: Verminderung der industriellen und landwirtschaftlichen Luftverschmutzung stellt sich z.B. als schwierig dar, weil wir von Industrie und Landwirtschaft anhängig sind.
WERTEN	
Teamfähigkeit	Aufgabenverteilung und Vorgehensweise planen in Zweiergruppen
Evaluationskompetenz	Auswertung der Versuchsergebnisse
HANDELN	
Handlungskompetenzen	Erhebung der abiotischen Faktoren, Untersuchung des Bodenprofils und der Bodenarten, Bestimmung der Wasserkapazität, des Kalkgehalts und des pH-Werts der Böden
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit	Erkenntnis dass sie individuelle Handlungen und Entscheidungen einen Einfluss auf die Luftverschmutzung und somit auf den Wasserhaushalt und das Trinkwasser haben können.
Fantasie und Kreativität	Konsequenzen des sauren Regens auf die Natur begreifen durch Versuch an Schneckenhäusern; Reflexion über den Einfluss jedes Einzelnen in Bezug auf die Produktion von Abgasen.

HANDELN	
Autonomes Handeln	Selbstständige Erarbeitung der einzelnen Arbeitsabschnitte und Notieren der Resultate.

3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten

3.1. Einführung in die Ökologie

3.1.1. Erstellung der Arbeitsblätter *(Anhang 7.1.a.)*

Der erste Teil der Arbeitsblätter ist recht theoretisch. Ich denke aber, dass man keine Einführung in die Ökologie machen kann, ohne den Schülern einige grundlegende Definitionen zu geben. Neben den Definitionen müssen die Schüler jedoch auch Beobachtungen im Park anstellen, um die Arbeitsblätter auszufüllen. Zunächst sollen sie den Teich ansehen, um neben den Fischen andere Lebewesen zu finden, die zusammen eine Biozönose bilden. Dann müssen sie versuchen die verschiedenen Lebensräume im Park ausfindig zu machen.
Die zweite Seite der Arbeitsblätter konzenzentriert sich auf die Umweltfaktoren.
Die Jugendlichen sollen sich überlegen, welche Umwelteinflüsse auf einen Baum im ökologischen Park einwirken. Anschließend werden diese Faktoren in abiotische und biotische Faktoren eingeteilt.
Der praktische Teil der Arbeitsblätter umschließt die Untersuchung einiger klimatischen Verhältnisse, des Bodenprofils und der Bodenart. Bei diesen Untersuchungen ging es mir zunächst um die Messungen selbst und die Handhabung der Arbeitsgeräte und weniger um die Analyse der Resultate. Des weiteren sollen die Schüler ein Gefühl für die Verstrickung verschiedener Faktoren bekommen und verstehen, dass in der Natur alles miteinander verbunden ist. Dieses vernetzte Denken werden sie im zweiten Teil des Projekts benötigen, um die Zusammenhänge zwischen den Böden und der Entstehung des Trinkwassers zu verstehen.

3.1.2. Geplanter Ablauf der Unterrichtseinheit

Der theoretische Teil der Arbeitsblätter sollte, wenn möglich, im Park durchgenommen werden. Er ist so zusammengestellt, dass die Schüler sich in der Natur umschauen müssen, um auf die Fragen zu antworten. Außerdem kann dieser einführende Teil mit der ganzen Klasse zusammen durchgenommen werden, während der praktische Teil der Arbeitsblätter in Gruppen durchgeführt werden sollte. So können die Schüler direkt mündlich verbessert werden und es können gegebenenfalls zusätzliche Informationen vom Lehrer gegeben werden. Ist es jedoch eine starke Klasse, so spricht meiner Meinung nach nichts dagegen, dass die Schüler den theoretischen Teil ebenfalls in Zweiergruppen durchnehmen, da keine der Fragen sehr schwierig ist.
In diesem Falls habe ich den Begriff Ökologie in einigen Worten kurz mündlich erklärt und dann einen Schüler die Definitionen laut vorlesen lassen.
Auf der zweiten Seite sollen die Schüler mündlich verschiedene Umwelteinflüsse aufzählen, die dann wiederholt werden, damit jeder sie auf seinem Dokument notieren kann. Der Lehrer erklärt anschließend, dass Umweltfaktoren in zwei Gruppen eingeteilt werden können: Biotische und abiotische. Die Definitionen auf dem Arbeitsblatt können vorgelesen werden, damit die Jugendlichen den Unterschied begreifen. Dann sollen sie selbst versuchen die oben genannten Faktoren in diese zwei Gruppen einzuteilen.

Die Untersuchungen der abiotischen Faktoren kann nun in den Zweiergruppen durchgeführt werden. Die Geräte, die dazu benötigt werden können zu Beginn der Unterrichtseinheit im Klassenraum, oder jetzt vor den Untersuchungen vorgestellt und beschrieben werden. Ich habe mich entschlossen, diese Vorstellung im Klassenraum durchzunehmen, da die Schüler dort weniger abgelenkt sind. Außerdem habe ich auch hier wieder Schüler ausgewählt, die für den Transport der verschiedenen Utensilien zuständig sind.

Handmessgerät für die abiotischen Faktoren

Nutzung des Handmessgeräts

Bei der Vorführung des Handmessgeräts erkläre ich den Schülern, wie sie von einer physikalischen Größe zur nächsten umschalten können. Dabei sollen sie jeweils die Einheit neben die gemessene Größe auf dem Arbeitsblatt eintragen, damit sie später die

Werte an die richtigen Stellen in die Tabellen eintragen können. Die Schüler sollen nun die Windgeschwindigkeit, die Lichtintensität, die Luftfeuchtigkeit und die Lufttemperatur messen und dies jeweils im Wald (20 cm über dem Boden und 1,5 m über dem Boden) und außerhalb des Waldes (1,5 m über den Boden). Die Bodentemperatur wird fünf, zehn und zwanzig cm unter dem Boden gemessen.

Messen der Bodentemperatur

Für die Untersuchung des Bodenprofils benötigt man den Bohrstock. Da nicht unbedingt für jede Gruppe ein Bohrstock vorhanden ist, kann man hier eine Art “Station” einrichten. Solange diese besetzt ist, sollen die Schüler sich um die anderen Messungen kümmern. Am Ende soll jede Gruppe darauf achten, den Bohrstock benutzt zu haben. Ich halte mich größtenteils in der Umgebung dieser “Station” auf, da die Schüler doch etwas mehr Hilfe bei der Handhabung und der Untersuchung des Bohrstocks benötigen. Die “Station” richte ich am Eingang des Waldes ein.

Benutzung des Bohrstocks

Für die Untersuchung der Bodenart sollen die Schüler eine beliebige Bodenprobe entnehmen. Die Bestimmung durch die Fingerprobe wird noch an Ort und Stelle durchgeführt. Jede Gruppe sollte jedoch etwas mehr von dem augesuchten Boden einsammeln, um diese für die nächste Unterrichtseinheit bereit zu haben. Für die Bestimmung der Bodenart sollen die Schüler dem Bestimmungsschlüssel folgen.

3.1.3. Umsetzung der Unterrichtseinheit (Anhänge 7.1.b. und 7.1.c)

Ich habe dieses Projekt wieder mit der 9STP4 durchgeführt. Da diese Klasse im Verstehen von Texten und Definitionen eher schwach war, zog ich es vor, den ersten Teil gemeinsam durchzunehmen, um sicher zu sein, dass die Grundkonzepte verstanden wurden.

Die Schüler fanden schnell neben den Fischen andere Populationen am und im Teich: Enten, Schnecken, Bienen, Mücken, Libellen, Frösche, Kaulquappen, Rückenschwimmer, Wasserpflanzen, Wasserspinnen, usw. . Sie hatten ebenfalls keine Probleme damit, weitere Biotope ausfindig zu machen: Wald, Wiese, Boden, Steine, Bäume, Kräuterbeet, Bienenhäuschen, usw.

Bei den Umweltfaktoren fielen den Schülern viele gute Beispiele ein. Folgende abiotische Faktoren wurden genannt: Wasser, Kohlenstoffdioxid, Klima, Luftverschmutzung, Regen, Wind, Sonne, Feuer (Waldbrände), Luft, Neigung des Bodens, Temperatur, Bodenbeschaffenheit, Stoffe im Boden. Als biotische Fakoren wurden genannt: Vögel (Nester), Pilze, Moose, Flechten, Menschen, Termiten, Schnecken, Raupen, Hirsche (wenn auch nicht unbedingt in diesem Wald), andere Bäume, Mikroorganismen.

Folgende Ergebnisse ergaben die Untersuchungen der abiotischen Faktoren:

- Die Gruppen 1-3 nahmen die Messungen am 11.6.2013 vor.
- Die Gruppen 4-7 nahmen die Messungen am 18.6.2013 vor.

Wind-geschwindigkeit (in m/s)	**Gruppe 1**	**Gruppe 2**	**Gruppe 3**	**Gruppe 4**	**Gruppe 5**	**Gruppe 6**	**Gruppe 7**
20 cm über dem Boden	0,2	0	0,2	0	0	0	0,1
1,5 m über dem Boden	0,6	0,7	0,5	0,1	0,1	0,1	1
1,5 m über dem Boden außerhalb des Waldes	0,4	1,5	4,7	0	0,4	0,6	0,6

Licht-intensität (in Lux)	**Gruppe 1**	**Gruppe 2**	**Gruppe 3**	**Gruppe 4**	**Gruppe 5**	**Gruppe 6**	**Gruppe 7**
20 cm über dem Boden	1100	700	231	930	1270	/	770
1,5 m über dem Boden	400	420	280	1225	1829	/	1777
1,5 m über dem Boden außerhalb des Waldes	373	1070	1980	1525	1320	/	2000 +

Luft-feuchtigkeit (in % RH)[98]	**Gruppe 1**	**Gruppe 2**	**Gruppe 3**	**Gruppe 4**	**Gruppe 5**	**Gruppe 6**	**Gruppe 7**
20 cm über dem Boden	29,4	38,9	33,8	42,7	55,5	32,1	36,5
1,5 m über dem Boden	26,4	31,5	30	50	48,5	30,5	36,4
1,5 m über dem Boden außerhalb des Waldes	21	32,4	24,6	34,4	42,7	33	35,5

Luft-temperatur (in °C)	**Gruppe 1**	**Gruppe 2**	**Gruppe 3**	**Gruppe 4**	**Gruppe 5**	**Gruppe 6**	**Gruppe 7**
5 cm über dem Boden	25,9	25,3	22	24,5	27,7	32	28,8
20 cm über dem Boden	25,5	25,6	22,1	24,8	27,5	30	29,4
1,5 m über dem Boden außerhalb des Waldes	31,2	26	28,7	30	28,3	29	29,2

[98] RH = Relative Luftfeuchtigkeit

Boden-temperatur (in °C)	**Gruppe 1**	**Gruppe 2**	**Gruppe 3**	**Gruppe 4**	**Gruppe 5**	**Gruppe 6**	**Gruppe 7**
5 cm unter dem Boden	23	20	20	22	22	22	22
10 cm unter dem Boden	12	12	12	12	12	12	12
30 cm unter dem Boden	10	10	10	8	8	8	8

Die Schüler haben an unterschiedlichen Stellen gemessen, außerdem hängen verschiedene Fakoren auch vom Zeitpunkt der Messung ab, der hier nicht notiert wurde.

Windgeschwindigkeit:

In der ersten Woche sieht man, dass alle drei Gruppen eine höhere Windgeschwindkeit messen, wenn sie das Gerät höher halten. Bei zwei der drei Gruppen nimmt die Windgeschwindigkeit außerhalb des Waldes zu.

Die zweite Woche sind die Unterschiede weniger deutlich, da es an diesem Tag weniger windig war.

Lichtintensität:

Hier zeigt sich bei den meisten Gruppen, dass es außerhalb des Waldes heller ist. Die erste Gruppe stand vielleicht an einer Stelle im Wald wo noch viel Licht einströmte und später irgendwo im Schatten. Bei Gruppe 1 und 2 ist es auf einer Höhe von 1,5 m über dem Boden dunkler als direkt über dem Boden. Es könnte sein, dass sich an dieser Stelle Bäume oder Sträucher befanden, die Schatten warfen. Gruppe 6 führte diese Messungen nicht durch (sie konnte mir jedoch keine Erklärung dafür liefern).

Luftfeuchtigkeit:

Bei den ersten 3 Gruppen ist die Luftfeuchtigkeit direkt über dem Waldboden am höchsten. Außerhalb des Waldes ist sie niedriger. Bei den Gruppen 5 und 6 zeigt sich die gleiche Tendenz, wenn auch schwächer. Bei Gruppe 7 liegt nicht viel Unterschied zwischen den drei Messungen. Bei Gruppe 4 ist die Luftfeuchtigkeit außerhalb des Waldes höher. Hier fand die Messung vielleicht in der Nähe des Teichs statt.

Lufttemperatur

Bei den Gruppen 1 bis 4 und 7 ist die Lufttemperatur im Wald niedriger als außerhalb des Waldes. Gruppe 5 stand jedoch bei den Messungen an einem hellen Ort im Wald (siehe Lichtintensität), vielleicht ist es deshalb hier wärmer.

Es scheint keinen signifikativen Unterschied zwischen der Temperatur direkt über dem Boden und 1,5 m über dem Boden zu geben.

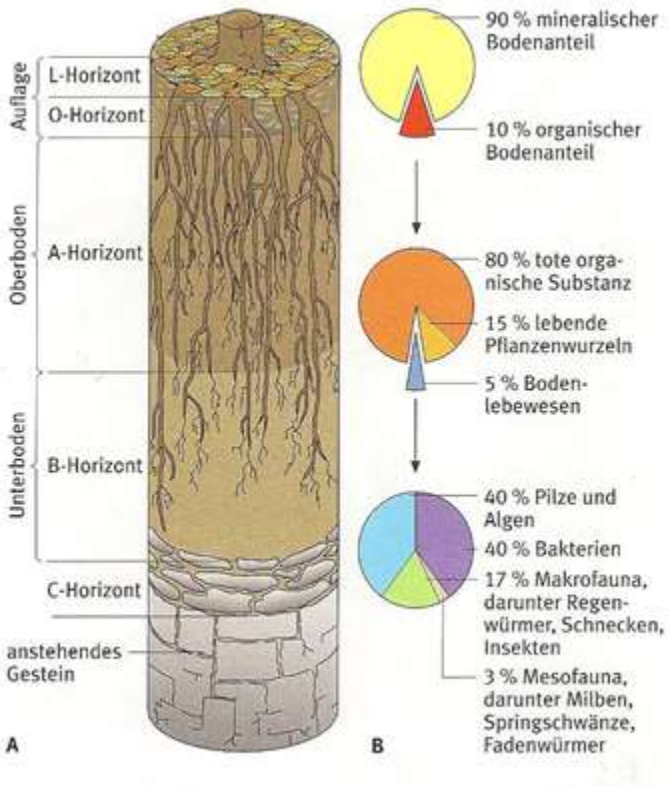
Bodentemperatur:

Man erkennt sofort, dass die Bodentemperatur weniger Schwankungen unterliegt wie die Lufttemperatur. Bei allen Gruppen sinkt die Temperatur außerdem mit der Bodentiefe.

Bestimmung der Bodenschichten mittels des Bohrstocks

Die Bodentiefe die sich in der Höhlung des Bohrstocks befindet variiert stark zwischen den einzelnen Gruppen. Einige haben nur eine geringe Bodentiefe erreicht (um 10 cm), andere haben bis zu 28 cm erreicht. Bei den Gruppen, die eine geringere Tiefe erreicht haben, waren nicht immer alle Schichten vorhanden. Dies machte es schwieriger die Schichten und Farben zu bestimmen. Einige Gruppen haben diese Arbeit jedoch sehr sauber erledigt und haben die einzelnen Horizonte gut unterscheiden können. Wir

konnten kleinere Wurzeln in der Humuschicht erkennen, die von einigen krautigen Pflanzen stammen müssten. Einige Schüler gaben an Wurzeln im A-Horizont gefunden zu haben, was nicht unmöglich ist, je nachdem wo die Probe entnommen wurde. Kleinere Steine wurden auch gefunden, allerdings hauptsächlich im L-Horizont, was die Vermutung nahelegt, dass diese Steine eher vom Pfad stammen, der am Rand das Waldes entlangführt, als von der Gesteinsschicht.



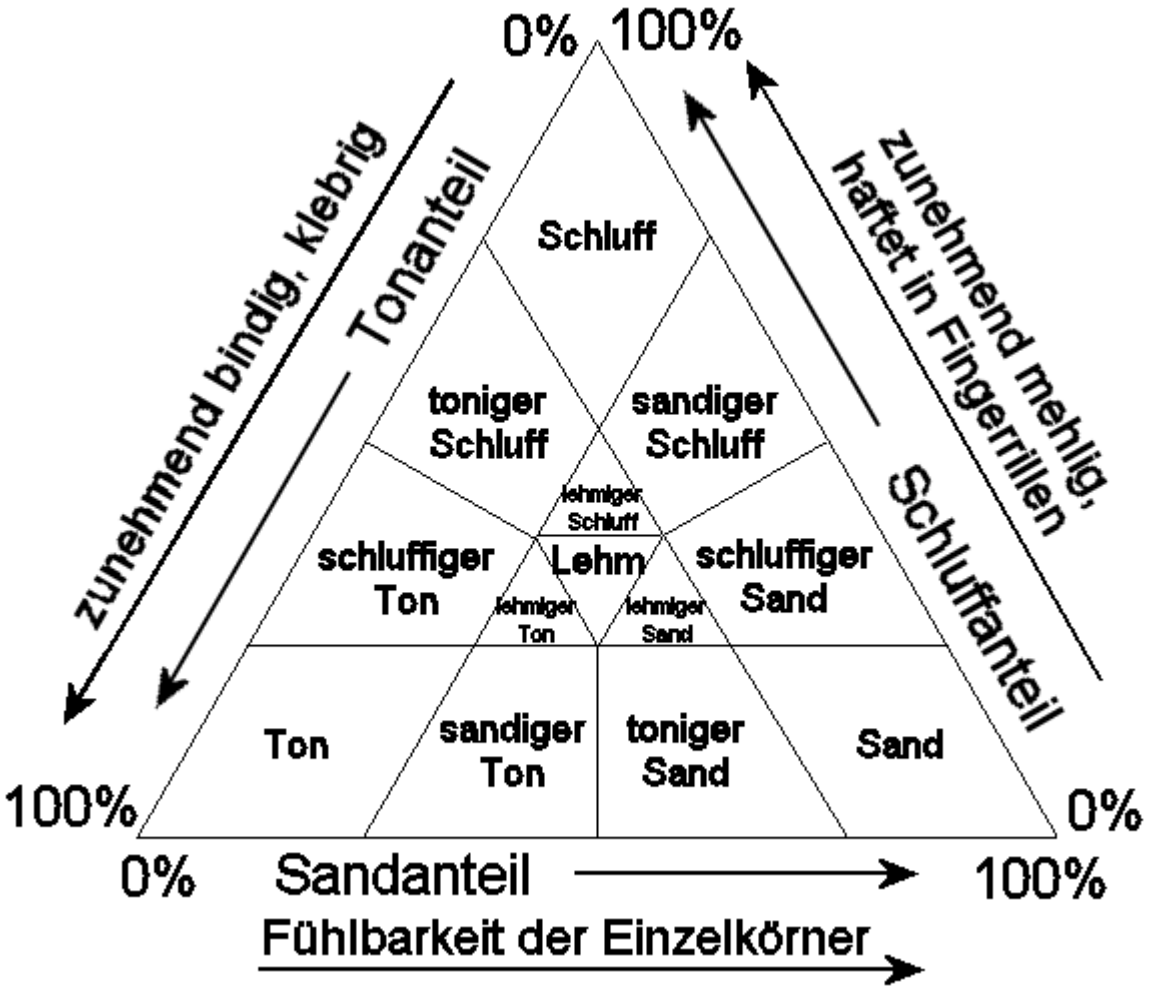
Schema des Bodenprofils (Schroedel-Verlag)

Der Boden roch eher nach Erde als nach Gras oder Pilzen und es wurden keine Gänge von Tieren entdeckt. Leider wurden die Gänge der Regenwürmer wohl beim Druck der bei der Entnahme der Bodenprobe ausgeübt wurde zerstört. Man konnte allerdings bei manchen Proben Regenwürmer finden, worauf ich die Schüler aufmerksam machte. Der Boden wurde als kalt und feucht eingeschätzt, was bei einer Bodenprobe aus dem Wald durchaus Sinn macht. Die unteren Schichten empfanden die Schüler eher als hart, die oberen als weich.

Die Bestimmung der Bodenart dank der Fingerprobe ergab folgendes:

Gruppen	Bodenart
Gruppe 1	Lehmiger Sand
Gruppe 2	Sandboden
Gruppe 3	Tonboden
Gruppe 4	Lehmboden
Gruppe 5	Tonboden
Gruppe 6	Tonboden
Gruppe 7	Sandiger Lehm

Das nachfolgende Diagramm zeigt die Bodenarten in Abhängigkeit der Korngrößen-Anteile:[99]



[99] http://satgeo.zum.de/

Die Schüler taten sich etwas schwer mit dieser Übung. Zwar kamen alle Gruppen auf ein Resultat, aber einige brauchten mehrere Anläufe, um den Bestimmungsschlüssel zu begreifen. Viele gaben nur das Resultat an und nicht den Weg, den sie bei der Bestimmung einschlugen. Ich werde dies auf dem Arbeitsblatt präzisieren (siehe Verbesserungsvorschläge Seite 180).

Bestimmung der Bodenart mittels der Fingerprobe

3.2. Der Weg des Wassers durch den Wald

3.2.1. Erstellung der Arbeitsblätter *(Anhang 7.2.a.)*

Zunächst wird auf den Arbeitsblättern das Wasser als elementarer Teil unseres Lebens vorgestellt. Eine Abbildung zeigt den Schülern den Wasserkreislauf und verdeutlicht ihnen somit, dass Wasser nicht verlorengeht, sondern nur verschiedene Formen annimmt und zwischen diversen Systemen ausgetauscht wird.

Die Schüler sollen sich anschließend bewusst werden, dass die Wälder einerseits eine wichtige Rolle bei der Trinkwassergewinnung spielen, andererseits aber viel vom Menschen aufgesucht - und dabei verschmutzt werden. Sie sollen sich überlegen, warum Wälder so anziehend auf uns wirken. Dabei sollen sie die Messungen mit einbeziehen, die sie in der vorangegangenen Unterrichtseinheit durchgeführt haben.

Anschließend untersuchen die Schüler die Wasserkapazität von Moos (das oft die oberste Schicht eines Waldbodens bildet) und des Waldbodens aus dem ökologischen Park. Die Fähigkeit des Bodens, Wasser aufzusaugen und gegen die Schwerkraft zurückzuhalten, wird als Wasserkapazität bezeichnet. Diese Information hilft ihnen wiederum, die Bodenart erneut zu bestimmen. Das Ergebnis können sie anschließend mit dem Ergebnis der Fingerprobe der vorangegangenen Unterrichtseinheit vergleichen. Außerdem sollen sie bestimmen, wie lange es dauert bis 150 ml Wasser durch den Boden gelaufen sind. Da das Wasser zudem mit Methylenblau gefärbt wird, kann man untersuchen, ob der Boden das Wasser filtert. Die chemischen Eigenschaften des Bodens werden ebenfalls untersucht. Zuerst wird der Kalkgehalt bestimmt, dann der pH-Wert.

Die Arbeitsblätter erklären den Schülern wie saurer Regen entstehen kann. Sie selbst sollen dann mögliche Folgen davon "untersuchen": Sie sollen den Einfluss von verschiedenen Konzentrationen von Salzsäure auf Schneckenhäuser untersuchen. Letztlich zeigt eine weitere Abbildung die verschiedenen Einflüsse, die zu Waldsterben führen können. Die Schüler sollen dieser Abbildung fünf Beispiele entnehmen, wie die Luftverschmutzung die Wälder schädigen kann. Am Ende sollen sie sich überlegen, wie jeder Einzelne durch sein Verhalten dazu beitragen könnte die Luftverschmutzung und die damit verbundenen Konsequenzen auf die Natur, zu verringern. Ich habe absichtlich diese Schema gewählt, auch wenn Informationen darauf zu entnehmen sind, die die Schüler nicht für die Fragen benötigen. So können sie erkennen, dass weitere Faktoren das Waldsterben beeinflussen, wozu auch Witterungseinflüsse, also natürliche Phänomene, gehören. Dennoch müssen die Schüler auch lernen, für sie relevante Informationen aus einem Ganzen herauszufiltern.

3.2.2. Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheit

Der Boden der für die Umsetzung der Unterrichtseiheit benötigt wird sollte möglichst trocken sein, damit man die Wasserkapazität fehlerfrei messen kann. Deshalb ist es eine gute Idee die Bodenprobe während der vorherigen Unterrichtseinheit einzusammeln und ihn während den Tagen zwischen den Unterrichtseinheiten trocknen zu lassen. Bei mir liegen zwei Wochen zwischen den beiden Praktika, deshalb lasse ich den Boden einfach im Glas. Behandelt man diese Unterrichtseinheit jedoch einzeln, was durchaus möglich ist, sollte man spätestens am Vortag, am Besten noch früher, den Boden aus dem Park entnehmen und ihn in einer Dissektionsschale oder ähnlichem zum trocknen ausbreiten. Das Gleiche gilt für das Moos: Es muss vorzeitig eingesammelt werden, um sicherzugehen, dass es nicht noch Wasser gespeichert hat.
Am Eingang des Schluchtwaldes im ökologischen Park, wo die Bodenproben entnommen wurden, befindet sich auf dem Boden unter der Laubstreu kein Moos. Man findet jedoch etwas tiefer im Wald Moos, wenn auch nicht in großen Mengen. Alternativ kann man es jedoch auch von einem anderen Ort mitbringen. Das Moos sollte dann in Stücke von ungefähr 50 g aufgeteilt werden. Das Problem dabei ist, wenn man das Moos in kleine Stücke reißen muss, sinkt auch die Wasserkapazität, da es nicht mehr so dicht ist. Deshalb weise ich die Schüler an, ihr Moosstück zunächst abzuwiegen und die genaue Masse auf ihrem Arbeitsblatt zu notieren, um später einen besseren Vergleich zu haben.

Der pH-Wert wird dank dem pH-Bodentest von Neudorff bestimmt.

Die leeren Schneckengehäuse findet man ohne weiteres im Großhandel oder man sammelt regelmäßig die leeren Gehäuse ein, die man im eigenen Garten oder Umgebung findet. Um die Gefahr, die von den Säuren ausgeht, zu minimieren, ziehe ich es vor, die verschiedenen Säurenkonzentrationen selbst vorzubereiten (oder sie im Schullabor zubereiten zu lassen). Die Schüler müssen sie nur noch in ihre Bechergläser umfüllen.

Hat man das Projekt mit der Unterrichtseinheit über den Boden begonnen, ist hier keine lange Einleitung nötig. Ich fasse kurz die verschiedenen Schritte des Arbeitsblattes zusammen und führe die Begriffe "Wasserkreislauf" und "saurer Regen" ein. Führt man dieses Praktikum als einzelnes Projekt durch, ohne die Einführung über Ökologie und Boden, kann man bei der Einleitung etwas weiter ausholen und kurz über die Klimaverhältnisse im Wald und die verschiedenen Bodenarten sprechen.

Die Anleitungen der Experimente stehen alle auf den Arbeitsblättern und das Material müsste größtenteils bekannt sein. Ich erinnere die Schüler jedoch nochmal an die Gefahr die von Säuren ausgeht und bitte sie, sich an die Sicherheitsregeln zu halten (Schutzbrillen). Es wird wieder in Zweiergruppen gearbeitet.

3.2.3. Umsetzung der Unterrichtseinheit (Anhänge 7.2.b. und 7.2.c.)

Der Ablauf des Praktikums war im Allgemeinen zufriedenstellend. Alle Gruppen schafften es die Arbeitsblätter am Ende der Unterrichtseinheit abzugeben und die Anweisungen schienen verstanden worden zu sein, auch wenn ich noch einige Präzisionen einbauen muss (siehe Verbesserungsvorschläge Seite 180).

Die erste Frage bereitete den Schülern keine großen Probleme. Es schien ihnen im Allgemeinen klar zu sein, dass es im Wald kühler, feuchter, dunkler und weniger windig ist.

Bei der ersten Durchführung mit der Hälfte der Klasse fiel mir auf, dass die 150 ml Wasser, die über das Moos geschüttet werden sollten, zuviel waren. Deshalb wies ich die folgenden Gruppen an, nur 100 ml darüber zu schütten. Dies erleichterte den Schülern außerdem die Prozentrechnung. Zudem hat das trockene Moos eine geringe Dichte, sodass man ein großes Volumen nehmen muss, um die 50 g

zusammenzubekommen. Ich reduzierte die benötigte Masse also auf 10 g. Trotzdem sollten die Schüler die Masse genau angeben, was jedoch bei einem Teil der Gruppen nicht getan wurde.

Bestimmung der Wasserkapazität der Moosschicht

Bei der **Wasserkapazität des Mooses** wurden folgende Werte gemessen:

Gruppen	**Masse an Moos**	**Wasserkapazität des Mooses**
Gruppe 1	3,9 g	50 %
Gruppe 2	3 g	40 %
Gruppe 3	5 g	30 %
Gruppe 4	10	77 %
Gruppe 5	10	70 %
Gruppe 6	10	68 %
Gruppe 7	10	60 %

Eine Gruppe konnte ich dabei beobachten, wie sie das Wasser wieder aus dem Moos herauspressten. Da dies das Resultat verfälscht, wies ich sie an, das Experiment zu

wiederholen. Ich nahm mir jedoch vor, dies auf dem Arbeitsblatt für zukünftige Verwendungen zu präzisieren.

Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass das Moos ein guter Wasserspeicher ist. Je geringer die Masse, desto weniger Wasser wird natürlich gespeichert, wobei mich das Resultat von Gruppe 3 doch etwas überrascht hat. Vielleicht hat diese Gruppe das Moos ebenfalls ausgespresst.

Bei der Messung der Wasserkapazität des Bodens änderte ich nach den ersten Versuchen ebenfalls die benötigten Massen/Volumen. Ich wies die Schüler an, nur 100 ml Wasser (anstatt 150) und 150 g Boden (anstatt 200 g) zu nehmen.

Bestimmung der Wasserkapazität des Bodens

Folgende Resultate fanden die Schüler für die **Wasserkapazität des Bodens**:

Gruppen	**Zeit bis das <u>erste</u> Wasser durchläuft**	**Zeit bis das Wasser durchgelaufen ist**	**Wasserkapazität des Bodens**
Gruppe 1	4 Sekunden?		50 %
Gruppe 2	2,5 s	28,8 s	13.4 %
Gruppe 3	3 s	3 min	75 %
Gruppe 4	0 s	18,84 s	10 %
Gruppe 5	/	28 s	29 %
Gruppe 6	1 s	59 s	86 %
Gruppe 7	3,42 s	1 min 28 s	39 %

Zwei Gruppen haben nicht mitbekommen, dass die Zeit zweimal zu messen war, einmal wenn **das erste Wasser durchläuft** und einmal wenn **alles durchgelaufen** ist. Ansonsten scheinen die Resultate darauf hinzuweisen, dass, je länger das Wasser braucht um durchzulaufen, desto mehr Wasser wird vom Boden zurückgehalten. Nur bei Gruppe 6 wird sehr viel Wasser innerhalb kürzerer Zeit zurückgehalten.

Von der Wasserkapazität kann man auf die **Bodenart** schließen:

Gruppen	**Wasserkapazität des Bodens**	**Bodenart**	**Bestimmung der Bodenart mit der Fingerprobe**
Gruppe 1	50 %	Humusreicher Sand	Lehmiger Sand
Gruppe 2	13.4 %	Sandboden	Sandboden
Gruppe 3	75 %	Tonboden	Tonboden
Gruppe 4	10 %	Sandboden	Lehmboden
Gruppe 5	29 %	Sandiger Lehm	Tonboden
Gruppe 6	86 %	Tonboden	Tonboden
Gruppe 7	39 %	Sandiger Lehm – Humusreicher Sand	Sandiger Lehm

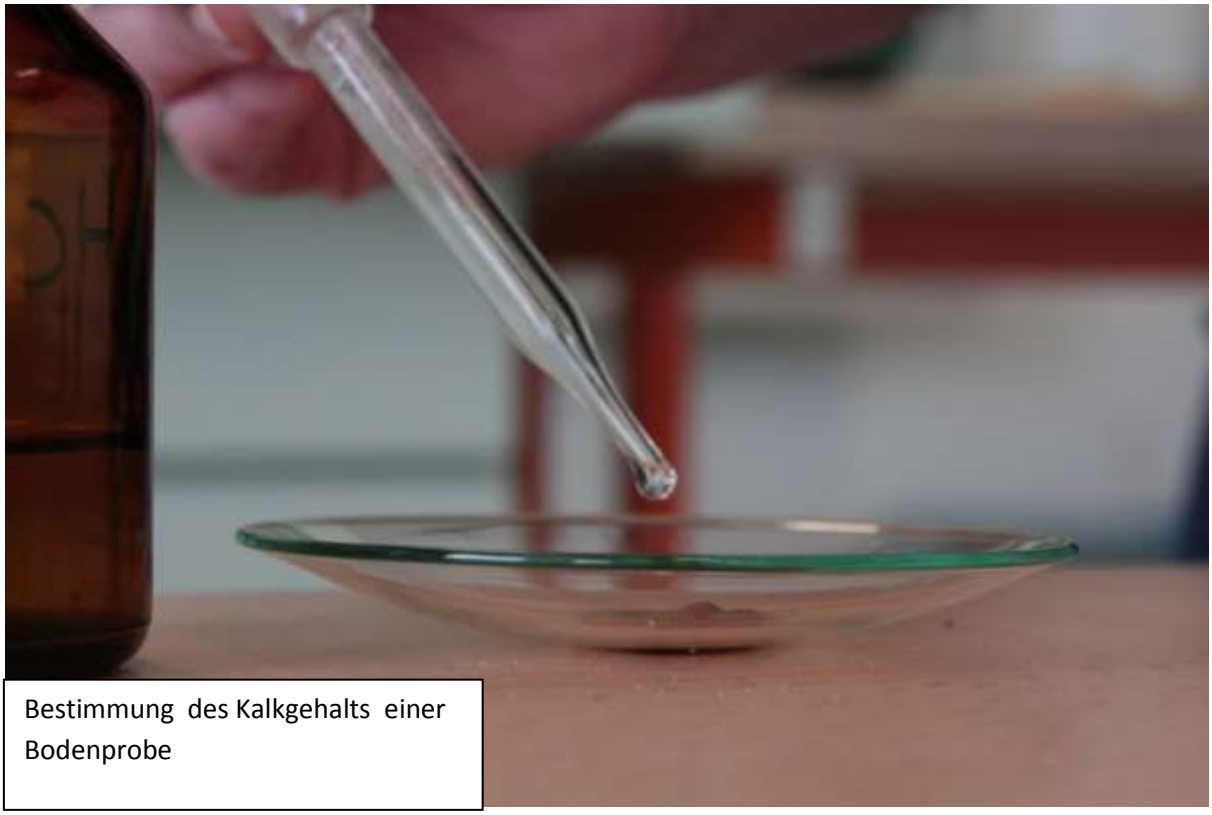
Die zwei Bestimmungsmethoden ergaben bei den meisten Gruppen das gleiche Resultat. Bei Gruppe 5 besteht kein großer Unterschied zwischen den beiden Bodenarten, der sandige Lehmboden knirscht bei der Quetschprobe mehr als der Tonboden, da Sandkörner darin enthalten sind.
Gruppe 4 hatte ihren Boden von einem Maulwurfhaufen entnommen. Da dieser Boden bereits gelockert ist, könnte dies erklären, warum nur 10% Wasser zurückgehalten wurden, obwohl die Fingerprobe ergab, dass der Boden lehmig ist. Die Gruppen 3 und 6 gaben an, ihren Boden im Eingang des Waldes entnommen zu haben.
Die Berechnung der Wasserkapazität und die Bestimmung der Bodenart wurde von allen Gruppen gut durchgeführt.

Die Filterkapazität konnte nur auf ungefähr eingeschätzt werden, da das Wasser natürlich nach dem Durchlaufen eine braune Farbe angenommen hatte. Trotzdem konnte man noch erkennen, dass bei einigen Gruppen eine stärkere blaue Färbung zurückblieb als bei anderen. Die blaue Färbung war bei fast allen Gruppen beinahe verschwunden, außer bei den Gruppen 2 und 4, wo die Färbung nur etwas heller wurde.

Bestimmung des **Kalkgehalts** und des **pH-Werts:**

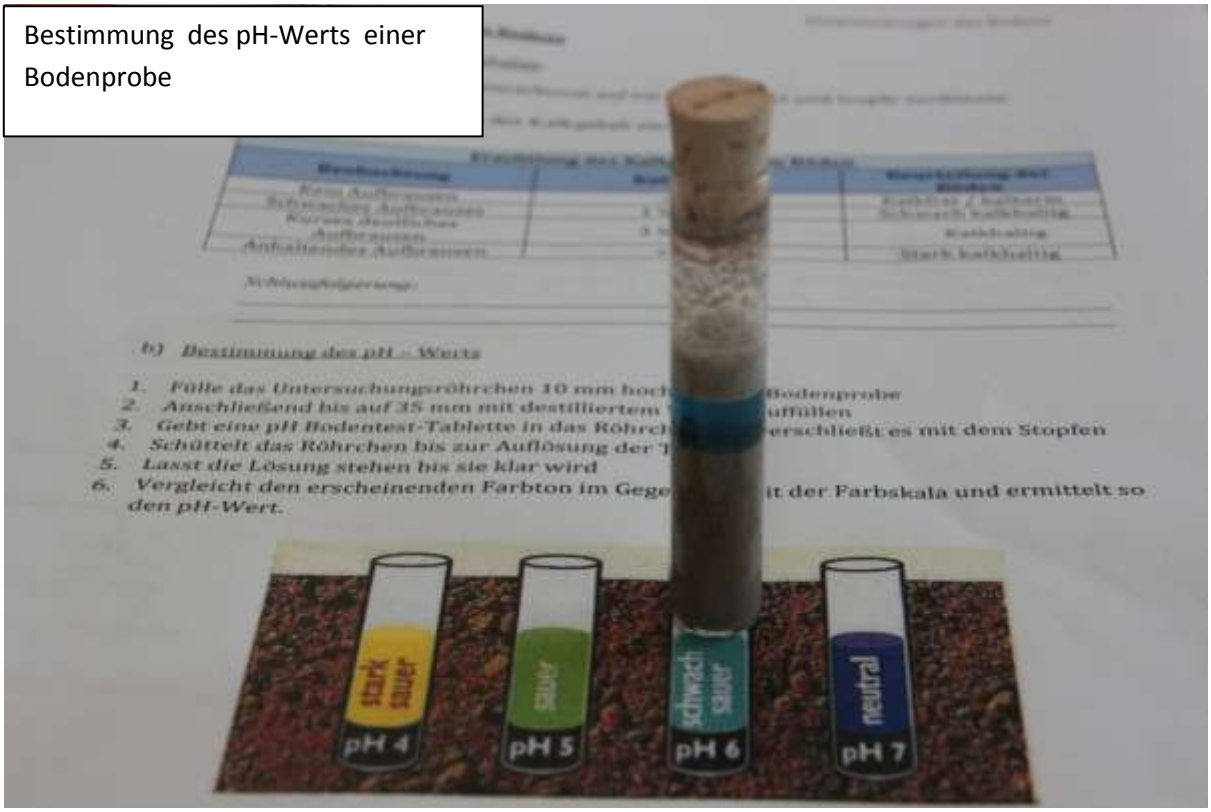
Gruppen	**Kalkgehalt**	**pH-Wert**
Gruppe 1	Kalkfrei/kalkarm	pH 6
Gruppe 2	Kalkfrei/kalkarm	pH 6
Gruppe 3	Stark kalkhaltig	pH 6
Gruppe 4	Kalkfrei/kalkarm	pH 6
Gruppe 5	Kalkfrei/kalkarm	pH 6
Gruppe 6	Kalkfrei/kalkarm	pH 6
Gruppe 7	Schwach kalkhaltig	pH 6

Die Böden waren größtenteil kalkarm und alle Böden waren schwach sauer. Da die Ermittlung des Kalkgehalts hier mit Salzsäure durchgeführt wurde und die Schüler das Aufbrausen der Bodenprobe einschätzen mussten, kommt es hier gerne zu einer Fehleinschätzung. Dies könnte die Abweichung der Resultate von den Gruppen 3 und 7 erklären.



Bestimmung des Kalkgehalts einer Bodenprobe

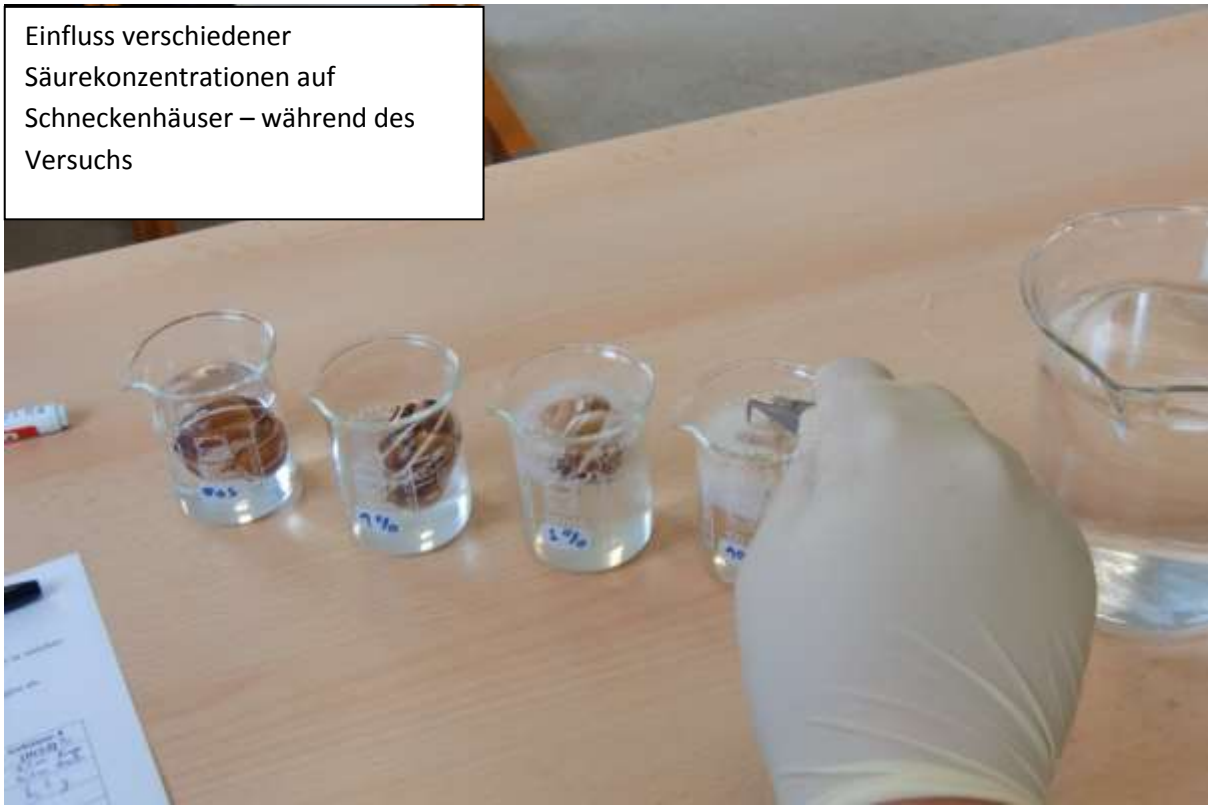
Bestimmung des pH-Werts einer Bodenprobe



Einfluss der Säure auf die Schneckengehäuse: Beispiel **von Gruppe 4**

	Gehäuse 1 (Wasser)	**Gehäuse 2 (HCl 1 %)**	**Gehäuse 3 (HCl 5 %)**	**Gehäuse 4 (HCl 10 %)**
Größe VOR dem Versuch	Länge: 5,5 cm Breite: 4,5 cm	Länge: 5 cm Breite: 4 cm	Länge: 5,5 cm Breite: 4,5 cm	Länge: 5,5 cm Breite: 4,5 cm
Gewicht VOR dem Versuch	3,4 g	5,2 g	3,9 g	6,3 g
Größe NACH dem Versuch	Länge: 5,5, cm Breite: 4 cm	Länge: 5 cm Breite: 4 cm	Länge: 2,5 cm Breite: 2 cm	Länge: 3 cm Breite: 2,5 cm
Gewicht NACH dem Versuch	3,6 g	5,1 g	0,6 g	0,7 g

Mit dem Ablauf des Experiments war ich sehr zufrieden. Die Schüler schienen hier besonders motiviert und arbeiteten seriös mit. Die Resultate fielen allgemein wie erwartet aus. Das Schneckenhaus, das im Wasser lag, war leicht schwerer am Ende des Versuchs, weil sich wahrscheinlich etwas Wasser im Inneren angesammelt hatte. Ansonstens kann man feststellen, das das Schneckenhaus sich unter Einfluss der Säure zersetzt, und dies umso mehr, je stärker die Konzentration wird.



Einfluss verschiedener Säurekonzentrationen auf Schneckenhäuser – während des Versuchs

Einfluss verschiedener Säurekonzentrationen auf Schneckenhäuser – nach dem Versuch

Die Schüler haben sich unter folgenden Konsequenzen der Luftverschmutzung jeweils fünf herausgesucht:

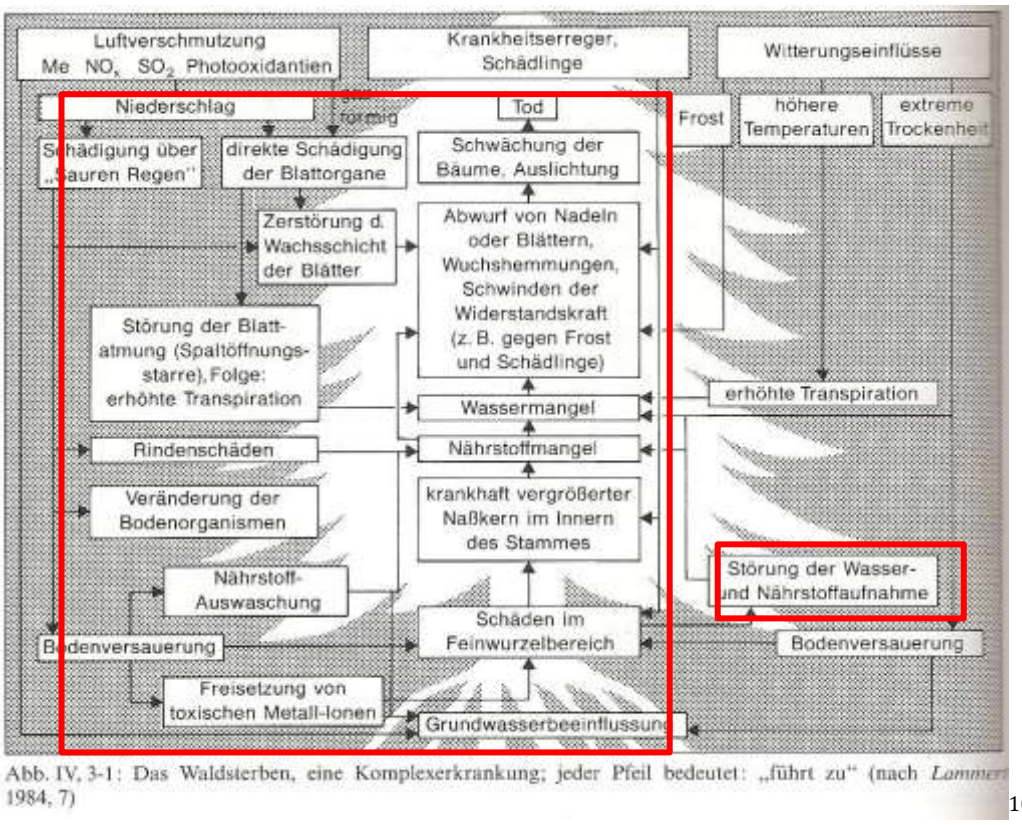


Abb. IV, 3-1: Das Waldsterben, eine Komplexerkrankung; jeder Pfeil bedeutet: „führt zu" (nach *Lammer* 1984, 7)

[100]

[100] Eschenhagen, D., Kattmann, U., Rodi, D.; Handbuch des Biologie-Unterrichts Band 8 – Umwelt; Aulis Verlag Deubner & COKG; S.314

Ein Schüler hat die Frage nicht beantwortet. Drei Schüler nannten andere Einflüsse, z.B. Witterungseinflüsse.
Die Schüler nannten unter anderem folgende Maßnahmen, die man zur Luftreinhaltung ergreifen könnte:

- *„Flaschen und Packungen kaufen die man recykeln kann."*
- *„Nicht so viel mit dem Auto fahren, weil das sind viele Abgase."*
- *„Weniger konsumieren damit fabriken weniger Abgase produzieren."*
- *„Die Sachen in Mülltonnen schmeißen und nicht in die Natur."*
- *„Nicht viele Kraftwerke bauen."*
- *„Öfter zu Fuß gehen."*
- *„Hybrid-Autos benutzen."*
- *„Solarenergie nutzen."*
- *„Bei kleinen Distanzen den Bus nehmen oder zu Fuß gehen."*
- *„Energiesparende Produkte benutzen."*
- *„Licht ausschalten beim Schlafengehen."*
- *„Den Müll sortieren; keine Verbrennungen von Plastik usw..."*
- *„Andere Energiequellen finden."*
- *„Fabriken schließen die viel CO_2 produzieren."*
- *„Mehr Wälder anpflanzen."*

Es wurden auch andere Beispiele genannt, wie man die Natur schützen kann, wenn auch nicht durch Luftreinhaltung. Z.B.: Beim Zähne waschen Wasser sparen, die Sachen in Mülltonnen schmeißen und nicht in die Natur, weniger Schmutz in die Gewässer werfen, kein Papier verschwenden.

4. <u>Feedback der Schüler</u> (Anhänge 7.3.a. und 7.3.b.)

Nur acht von fünfzehn Schülern fanden das Projekt interessant. Das spiegelt meinen Eindruck wider, dass der Großteil der Klasse während des Projekts nicht sehr motiviert war. Dieselben acht Schüler hatten den Eindruck einen Einblick in die Ökologie erhalten zu haben. Immerhin elf Schüler haben die Rolle der abiotischen Faktoren in der

Natur begriffen. Allerdings fühlten nur vier von fünfzehn Schülern sich in der Lage, die Schichten des Bodenprofils wiederzuerkennen und zu beschriften.
Die Bestimmung der Bodenart durch die Messung der Wasserkapazität lag den Schülern besser als die Bestimmung durch die Fingerprobe. Ich denke, das liegt vielleicht daran, dass verschiedene Schüler sich zunächst schwer taten mit dem Bestimmungsschlüssel. Eigentlich müssten sie in den vorangegangenen Schuljahren den Umgang mit einem Bestimmungsschlüssel gelernt haben. Es kann aber vielleicht nichts schaden, den Vorgang vor Beginn nochmal kurz zu erläutern, um diese Probleme zu vermeiden.
Die Bestimmung des pH-Werts und des Kalkgehalts des Bodens bereitete keine größeren Schwierigkeiten. Die meisten Schüler fühlten sich in der Lage, diese Vorgänge zu wiederholen.
Alle Schüler haben begriffen, welchen Einfluss die Säure auf die Natur haben kann.
Nur ein Schüler hatte mit Menschen außerhalb der Klasse über das Projekt gesprochen.

Acht Schüler gaben an, sich bewusst geworden zu sein, dass sie etwas dazu beitragen können, die Luftverschmutzung zu verringern. Nur vier davon geben allerdings Beispiele an:

- *„Mehr zu Fuß gehen/weniger Auto fahren."*
- *„Alternative Energien nutzen /Sonnenenergie nutzen."*
- *„Auf die Verpackungen achten."*
- *„Müll sortieren."*
- *„Auf die Produkte achten, die man einkauft."*

Besonders gut gefallen hat den Schülern:

- *„Die Arbeit an der frischen Luft."*
- *„Die Arbeit mit den Händen."*
- *„Experiment mit den Säuren."*
- *„Die chemischen Analysen."*

Weniger gefallen hat ihnen folgendes:

- *„Die Arbeit draußen."*
- *„Die Arbeit mit Schmutz."*

- *„Die Messungen.“*
- *„Die Bestimmungen.“*
- *„Die Experimente mit dem Boden.“*

Viele Schüler geben bei diesen Fragen überhaupt nichts an und es werden keine Verbesserungsvorschläge gemacht.

5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge

Im Allgemeinen war die Klasse für dieses Projekt nicht sehr motiviert. Das Experiment mit den Schneckenhäusern gefiel ihnen, wahrscheinlech weil es sie faszinierte, wie die Gehäuse bei der hohen Säurekonzentration schnell zersetzt werden. Die Arbeit im Freien gefiel den meisten recht gut, wobei jedoch einige Gruppen die Bodenuntersuchungen nicht sehr gewissenhaft durchführten.

Das Feedback der Schüler ist heterogen. Einige empfinden die Arbeit im Freien als positiv, andere als negativ. Die einen genießen es mit den Händen zu arbeiten, die anderen machen sich nicht gerne schmutzig. Im Allgemeinen habe ich jedoch die Erfahrung gemacht, dass praktische Arbeiten, besonders außerhalb des Klassenraums, gut bei den Jugendlichen ankommen. Deshalb würde ich solche Projekte nicht aufgeben, auch wenn einzelne Schüler negative Bewertungen abgaben.

Folgende Tabelle zeigt, welche der anvisierten Kompetenzen meiner Meinung nach tatsächlich entwickelt wurden (siehe Seite 154 zum Vergleich).

	Entwickelt	Nicht entwickelt
Wissen/Denken:		
Intelligentes Wissen	X	
Systemisches/Vernetztes	X	
Antizipatorisches Denken	X	
Forschungskompetenz	X	
Wahrnehmung von Komplexität		X
Werten:		
Teamfähigkeit	X	
Evaluationskompetenz	X	
Handeln:		
Handlungskompetenz	X	
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit	X	
Methodenkompetenz	X	
Fantasie und Kreativität	X	
Autonomes Handeln	X	

Wahrnehmung von Komplexität: Ich bin mir nicht sicher, ob die Schüler die Komplexität dieser Situation wahrgenommen haben. Ich bin der Überzeugung, dass sie theoretisch wissen wie man die Luftverschmutzung reduzieren könnte (sie haben selbst einige gute Ideen vorgeschlagen) und, dass die Natur und die Lebewesen nachhaltig darunter leiden werden, wenn dies nicht bald geschieht. Ich denke jedoch nicht, dass sie sich, in dieser spezifischen Situation, die Frage gestellt haben, warum die Luftverschmutzung denn nicht tatsächlich reduziert wird, wenn es doch so einfach scheint. In anderen Worten: Warum wird in der Praxis nicht durchgeführt, was in der Theorie so gut klingt. Man müsste hier vielleicht näher auf diese Diskrepanz eingehen und eine Diskussion darüber anregen, warum es so schwierig ist Naturschutzpläne, die ganze Nationen

betreffen, in die Tat umzusetzen. Dies wäre ein guter Ausgangspunkt, um auf die Einführung zur Nachhaltigkeit und die Ziele der Agenda 21 zurückzukommen (Agenda 2030)(siehe auch S. 20).

Nachträglich würde ich noch "Methodenkompetenz" zu der Liste der entwickelten Kompetenzen hinzufügen. Es werden mehrere Versuche durchgeführt, bei denen die Schüler Daten erheben, auswerten und analysieren müssen.

Da alle Gruppen die Versuche nach ihrem eigenen Tempo durchführen konnten, hatte ich im Vorfeld keine genaue Zeitangabe für die einzelnen Experimente vorgesehen. Alle Gruppen hatten die Versuche mindestens zehn Minuten vor Ende des Praktikums beendet, und somit blieb ihnen genug Zeit die letzten zwei Fragen zu beantworten. Falls eine Gruppe es jedoch nicht vor Ende schafft, bleibt immer noch die Möglichkeit, die theoretischen Fragen als Hausaufgabe aufzugeben.

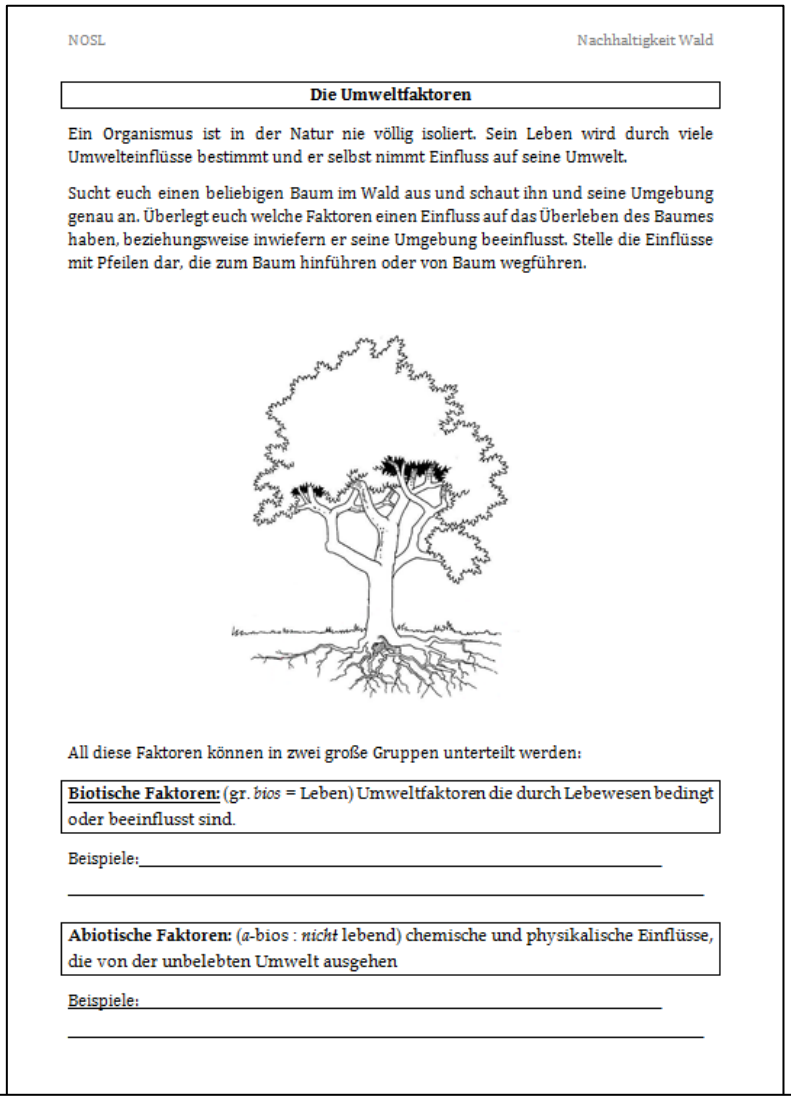
Das erste, was ich ändern würde, wäre der Titel des Projekts. Zwar geht es in dem Projekt um den Wald und den Boden im Wald, aber der Wald wird nicht als einzelnes Biotop untersucht. Deshalb ändere ich den Titel des Projekts um in "Der Waldboden und seine Rolle im Wasserkreislauf". Der erste Teil des Projekts sollte dann "Die Eigenschaften des Waldbodens" heißen, wobei er unterteilt wird in:

1) Einführung in die Ökologie
2) Die Umweltfaktoren
3) Praktischer Teil
    3.1. Untersuchung von abiotischen Faktoren
    3.2. Untersuchung des Waldbodens

Beim zweiten Teil bleibe ich beim Namen "Der Weg des Wassers durch den Wald", weil es hier allgemein um den Wasserkreislauf geht, und der saure Regen einen Impakt auf den Wald als Einheit hat. Ein Teil der Unterrichtseinheit bezieht sich zwar auf den Boden, aber dieser ist in diesem Zusammenhang auch ein Teil des Biotops Wald.

5.1. Unterrichtseinheit „Einführung in die Ökologie“ oder „Die Eigenschaften des Waldbodens“ (Anhang 7.1.d.)

Bei den Umweltfaktoren fragte ich einerseits nach den Faktoren, die auf den Baum einwirken, andererseits nach Faktoren die vom Baum selbst ausgehen. Während der Durchführung wurde mir jedoch bewusst, dass dies redundant ist. Ich lasse den letzten Teil weg, sodass die Frage nun lautet “*Überlegt euch welche Faktoren einen Einfluss auf den Baum haben*.” Somit wird auch vermieden, dass ein zu großes Durcheinander mit den Pfeilen entsteht.



NOSL Nachhaltigkeit Wald

Die Umweltfaktoren

Ein Organismus ist in der Natur nie völlig isoliert. Sein Leben wird durch viele Umwelteinflüsse bestimmt und er selbst nimmt Einfluss auf seine Umwelt.

Sucht euch einen beliebigen Baum im Wald aus und schaut ihn und seine Umgebung genau an. Überlegt euch welche Faktoren einen Einfluss auf das Überleben des Baumes haben, beziehungsweise inwiefern er seine Umgebung beeinflusst. Stelle die Einflüsse mit Pfeilen dar, die zum Baum hinführen oder von Baum wegführen.

All diese Faktoren können in zwei große Gruppen unterteilt werden:

Biotische Faktoren: (gr. *bios* = Leben) Umweltfaktoren die durch Lebewesen bedingt oder beeinflusst sind.

Beispiele:_____

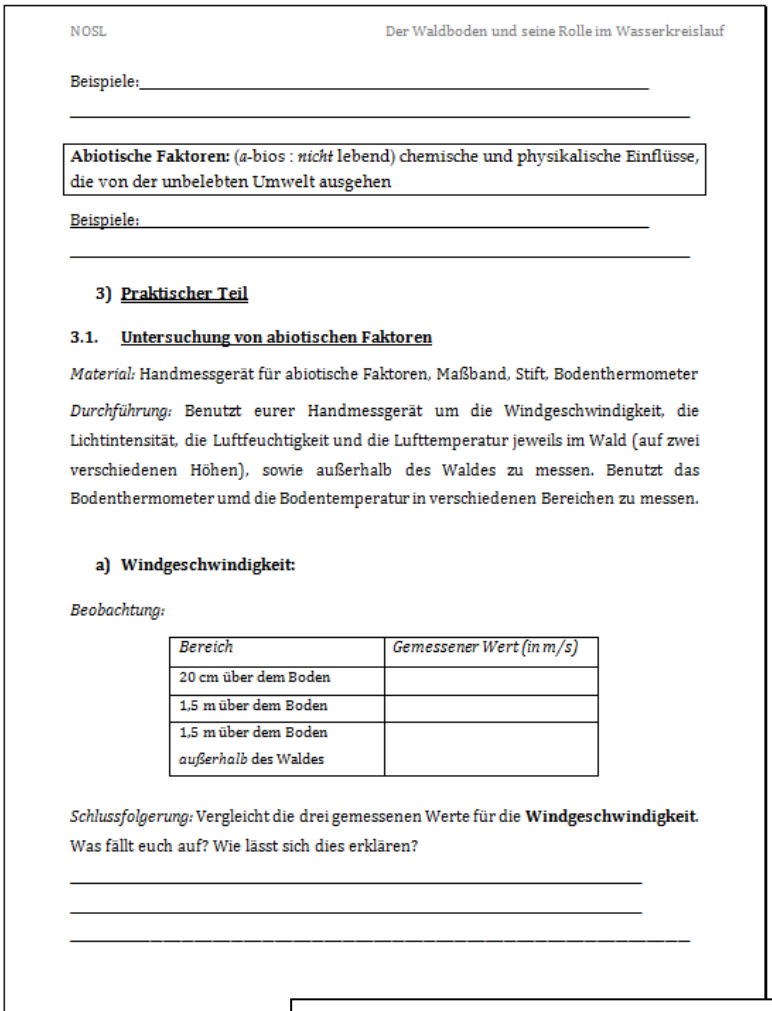
Abiotische Faktoren: (*a*-bios : *nicht* lebend) chemische und physikalische Einflüsse, die von der unbelebten Umwelt ausgehen

Beispiele:_____

Arbeitsblätter “Einführung in die Ökologie” – Originalversion Seite 2

Die Messungen der abiotischen Faktoren, dank des Handmessgeräts, ist eine, wie ich finde, interessante Erfahrung für die Schüler. Einerseits werden sie sich bewusst, dass

man diese Umweltfaktoren dank einfacher Methoden messen kann, andererseits können sie Vergleiche zwischen verschiedenen Orten anstellen.



NOSL Der Waldboden und seine Rolle im Wasserkreislauf

Beispiele:_____

Abiotische Faktoren: (*a*-bios : *nicht* lebend) chemische und physikalische Einflüsse, die von der unbelebten Umwelt ausgehen

Beispiele:_____

3) Praktischer Teil

3.1. Untersuchung von abiotischen Faktoren

Material: Handmessgerät für abiotische Faktoren, Maßband, Stift, Bodenthermometer

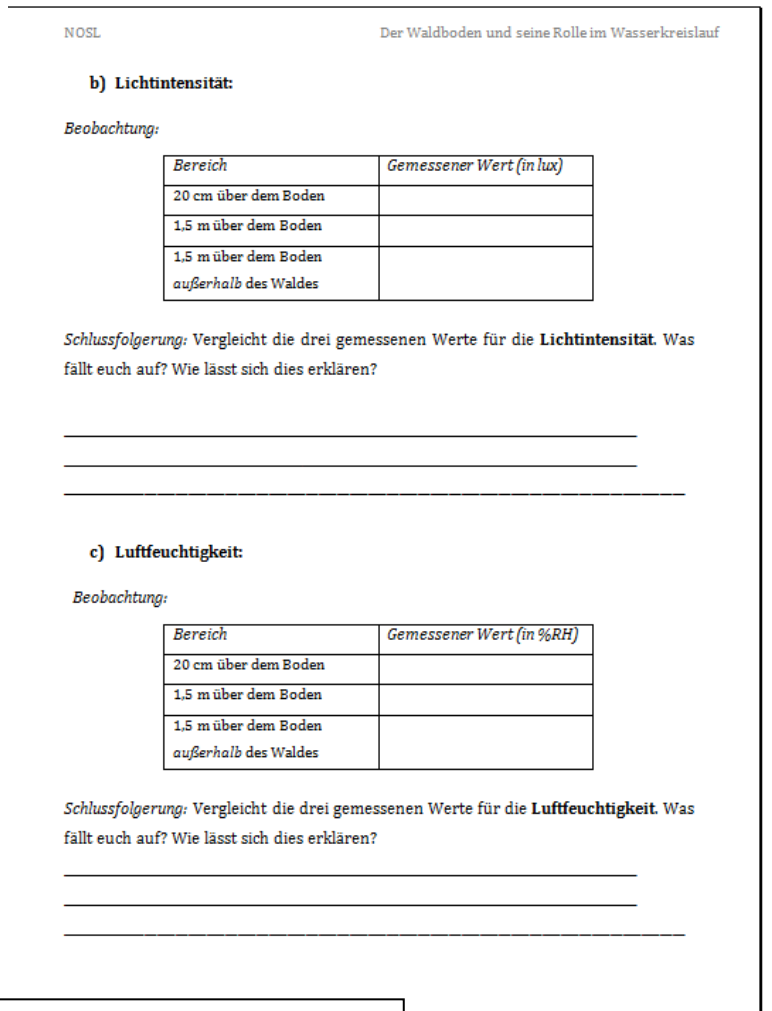
Durchführung: Benutzt eurer Handmessgerät um die Windgeschwindigkeit, die Lichtintensität, die Luftfeuchtigkeit und die Lufttemperatur jeweils im Wald (auf zwei verschiedenen Höhen), sowie außerhalb des Waldes zu messen. Benutzt das Bodenthermometer umd die Bodentemperatur in verschiedenen Bereichen zu messen.

a) Windgeschwindigkeit:

Beobachtung:

Bereich	*Gemessener Wert (in m/s)*
20 cm über dem Boden	
1,5 m über dem Boden	
1,5 m über dem Boden *außerhalb* des Waldes	

Schlussfolgerung: Vergleicht die drei gemessenen Werte für die **Windgeschwindigkeit**. Was fällt euch auf? Wie lässt sich dies erklären?



NOSL Der Waldboden und seine Rolle im Wasserkreislauf

b) Lichtintensität:

Beobachtung:

Bereich	*Gemessener Wert (in lux)*
20 cm über dem Boden	
1,5 m über dem Boden	
1,5 m über dem Boden *außerhalb* des Waldes	

Schlussfolgerung: Vergleicht die drei gemessenen Werte für die **Lichtintensität**. Was fällt euch auf? Wie lässt sich dies erklären?

c) Luftfeuchtigkeit:

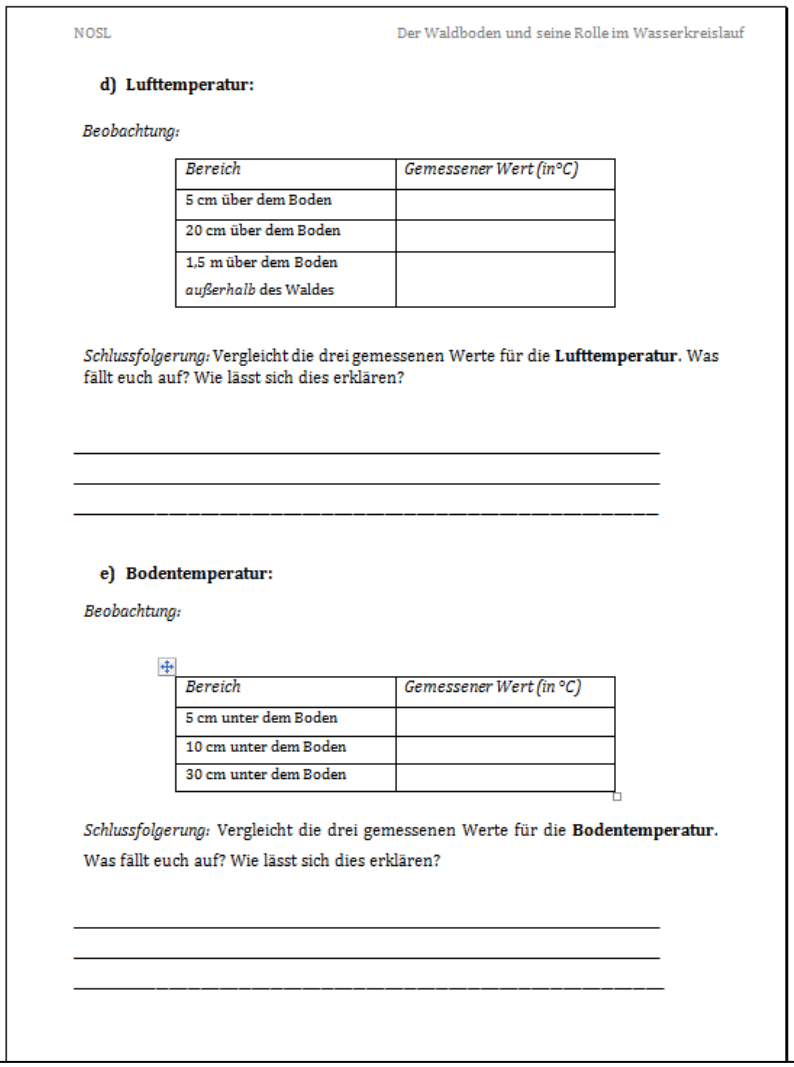
Beobachtung:

Bereich	*Gemessener Wert (in %RH)*
20 cm über dem Boden	
1,5 m über dem Boden	
1,5 m über dem Boden *außerhalb* des Waldes	

Schlussfolgerung: Vergleicht die drei gemessenen Werte für die **Luftfeuchtigkeit**. Was fällt euch auf? Wie lässt sich dies erklären?

Arbeitsblätter “Einführung in die Ökologie” – Überarbeitete Version
Seiten 3 - 4

In der ersten Version habe ich jedoch keine Frage gestellt, bei der die Schüler diese Vergleiche schriftlich festhalten mussten. Erst im zweiten Teil des Projekts komme ich bei der Frage, welche Faktoren dazu beitragen, dass Wälder im Somer beliebte Ausflugsziele sind, auf die Analysen zurück. Somit sehen die Schüler den Zusammenhang zwischen den beiden Unterrichtseinheiten und im Allgemeinen wurde diese Frage auch zufriedenstellend beantwortet. Da dieser Projektabschnitt allerdings auch alleine eine vollständige Einheit bilden soll, füge ich am Ende jeder Messung eine Frage hinzu, damit die Schüler ihre Messwerte direkt analysieren.



NOSL Der Waldboden und seine Rolle im Wasserkreislauf

d) Lufttemperatur:

Beobachtung:

Bereich	*Gemessener Wert (in°C)*
5 cm über dem Boden	
20 cm über dem Boden	
1,5 m über dem Boden *außerhalb* des Waldes	

Schlussfolgerung: Vergleicht die drei gemessenen Werte für die **Lufttemperatur**. Was fällt euch auf? Wie lässt sich dies erklären?

e) Bodentemperatur:

Beobachtung:

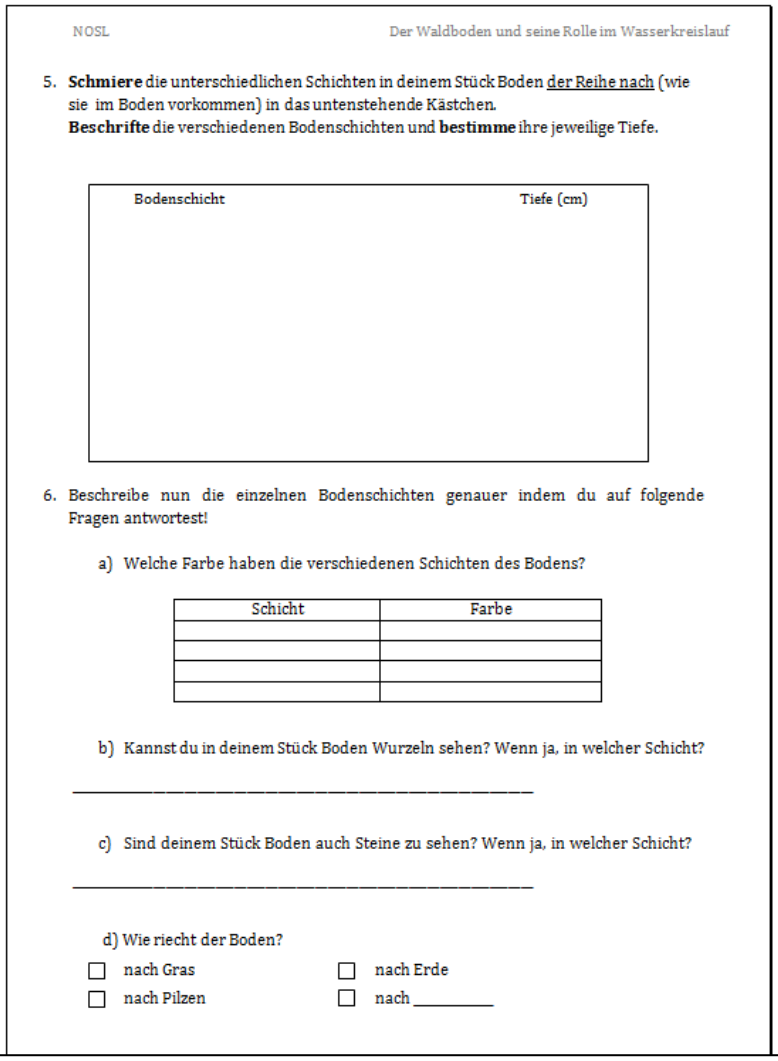
Bereich	*Gemessener Wert (in °C)*
5 cm unter dem Boden	
10 cm unter dem Boden	
30 cm unter dem Boden	

Schlussfolgerung: Vergleicht die drei gemessenen Werte für die **Bodentemperatur**. Was fällt euch auf? Wie lässt sich dies erklären?

Arbeitsblätter “Einführung in die Ökologie” – Überarbeitete Version
Seite 5

Zu Beginn der Unterrichtseinheit habe ich den Schülern mündlich erklärt, wie und wo sie messen sollen. Auf dem Arbeitsblatt steht jedoch nicht ausdrücklich, dass die ersten beiden Messungen für jeden Faktor im Wald stattfinden sollen, was ich zusammen mit den Einheiten, in denen die physikalischen Größen gemessen werden sollen, nachträglich hinzufügen werde.

Bei Frage 5 des Bodenprofils fügte ich hinzu, dass die Schüler den Boden **auf das Arbeitsblatt** schmieren sollen, da dies zu Verwirrungen während des Praktikums geführt hat. Außerdem hebe ich das Wort “*Beschrifte*” hervor, damit dieses nicht so leicht übersehen werden kann.



NOSL Der Waldboden und seine Rolle im Wasserkreislauf

5. **Schmiere** die unterschiedlichen Schichten in deinem Stück Boden der Reihe nach (wie sie im Boden vorkommen) in das untenstehende Kästchen.
Beschrifte die verschiedenen Bodenschichten und **bestimme** ihre jeweilige Tiefe.

Bodenschicht	Tiefe (cm)

6. Beschreibe nun die einzelnen Bodenschichten genauer indem du auf folgende Fragen antwortest!

a) Welche Farbe haben die verschiedenen Schichten des Bodens?

Schicht	Farbe

b) Kannst du in deinem Stück Boden Wurzeln sehen? Wenn ja, in welcher Schicht?

_____

c) Sind deinem Stück Boden auch Steine zu sehen? Wenn ja, in welcher Schicht?

_____

d) Wie riecht der Boden?

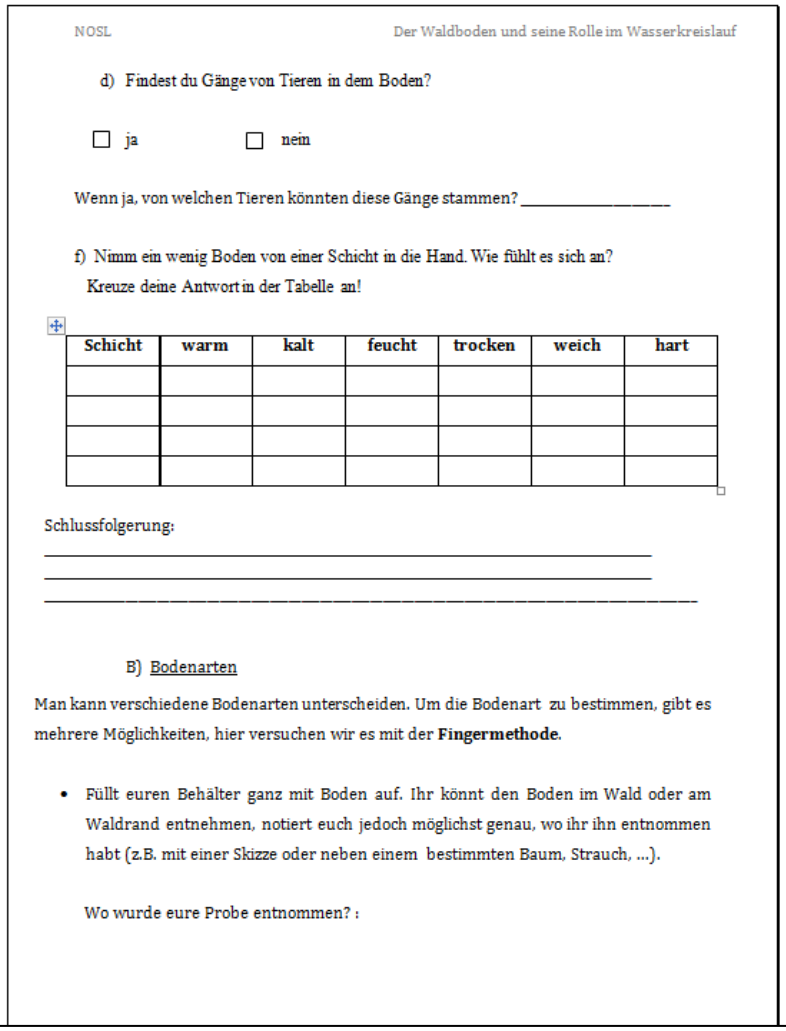
☐ nach Gras ☐ nach Erde
☐ nach Pilzen ☐ nach _____

Arbeitsblätter “Einführung in die Ökologie” – Überarbeitete Version
Seite 7

Die Einführung über die Bodenarten und ihre Wasserkapazität verlege ich auf die zweite Unterrichtseinheit, da hier die Wasserkapazität gemessen wird und sie so besser passt. Anstelle kommt nun nur eine kurze Einleitung über die Bestimmung der Bodenart.

Ich forderte die Schüler während des Praktikums dazu auf, sich zu notieren, wo sie die Bodenprobe entnommen hatten, um eine Übersicht über die verschiedenen Bodenarten zu bekommen. Es hielten sich jedoch nur zwei Gruppen an diese Anweisung. Deshalb halte ich sie nun schriftlich fest, zusammen mit der Aufforderung, etwas mehr Boden für die nächste Unterrichtseinheit zu entnehmen, welche dieses Mal ebenfalls nur mündlich gegeben wurde.

Die Schüler bekommen nun zudem die Anweisung, den Bestimmungsweg auf dem Bestimmungsschlüssel anzugeben.



NOSL Der Waldboden und seine Rolle im Wasserkreislauf

d) Findest du Gänge von Tieren in dem Boden?

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, von welchen Tieren könnten diese Gänge stammen? _____

f) Nimm ein wenig Boden von einer Schicht in die Hand. Wie fühlt es sich an? Kreuze deine Antwort in der Tabelle an!

Schicht	warm	kalt	feucht	trocken	weich	hart

Schlussfolgerung:

_____

_____

_____

B) Bodenarten

Man kann verschiedene Bodenarten unterscheiden. Um die Bodenart zu bestimmen, gibt es mehrere Möglichkeiten, hier versuchen wir es mit der **Fingermethode**.

- Füllt euren Behälter ganz mit Boden auf. Ihr könnt den Boden im Wald oder am Waldrand entnehmen, notiert euch jedoch möglichst genau, wo ihr ihn entnommen habt (z.B. mit einer Skizze oder neben einem bestimmten Baum, Strauch, ...).

Wo wurde eure Probe entnommen? :

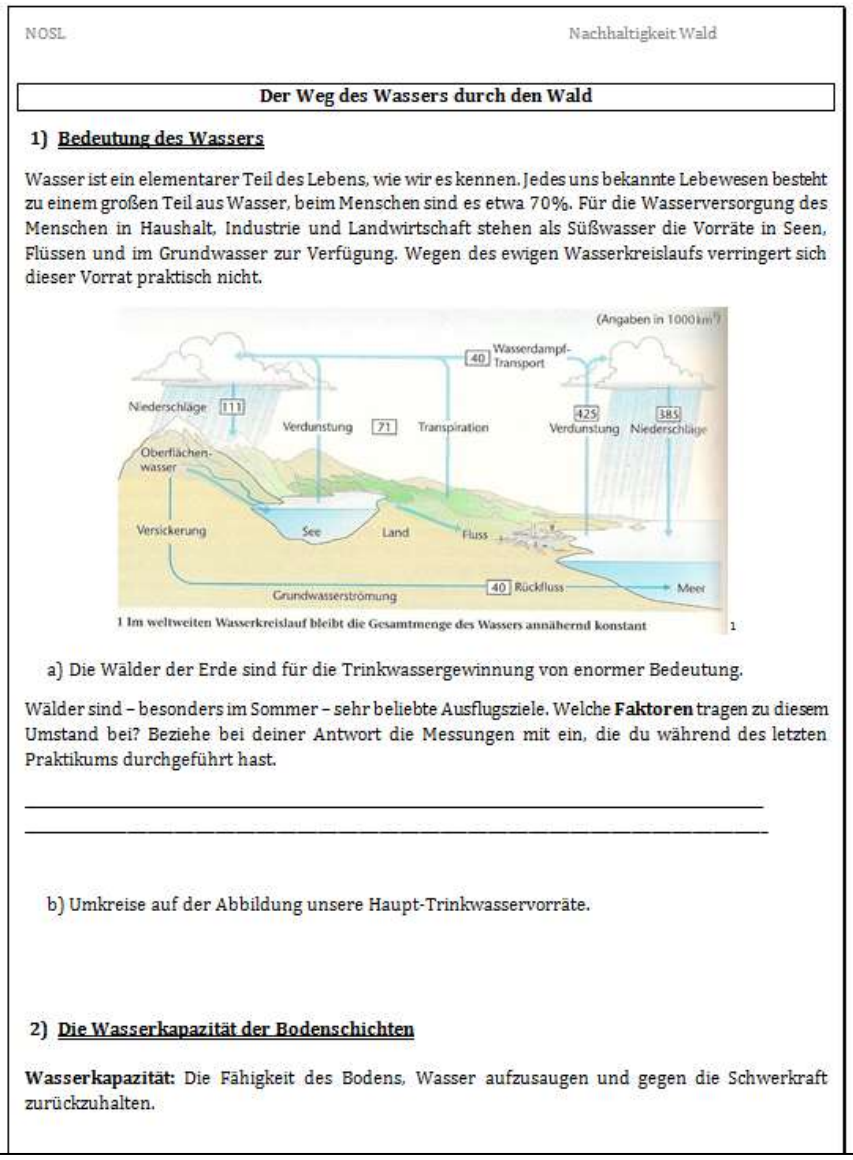
Arbeitsblätter "Einführung in die Ökologie" – Überarbeitete Version
Seite 8

5.2. Unterrichtseinheit „Der Weg des Wassers durch den Wald“

(Anhang 7.2.d.)

Ich stelle auf diesem Arbeitsblatt die Abbildung des Wasserkreislaufs an den Anfangt, um den Schülern verständlich zu machen, dass vieles, was wir dem Wasser an einer bestimmten Stelle hinzufügen, an einer anderen Stelle wieder unsere Umwelt und unsere Gesundheit bedroht. Um dies noch zu verdeutlichen, füge ich dem Arbeitsblatt

an dieser Stelle noch eine Frage hinzu: „Umkreise auf der Abbildung unsere Haupt-trinkwasservorräte“



NOSL Nachhaltigkeit Wald

Der Weg des Wassers durch den Wald

1) Bedeutung des Wassers

Wasser ist ein elementarer Teil des Lebens, wie wir es kennen. Jedes uns bekannte Lebewesen besteht zu einem großen Teil aus Wasser, beim Menschen sind es etwa 70%. Für die Wasserversorgung des Menschen in Haushalt, Industrie und Landwirtschaft stehen als Süßwasser die Vorräte in Seen, Flüssen und im Grundwasser zur Verfügung. Wegen des ewigen Wasserkreislaufs verringert sich dieser Vorrat praktisch nicht.

1 Im weltweiten Wasserkreislauf bleibt die Gesamtmenge des Wassers annähernd konstant 1

a) Die Wälder der Erde sind für die Trinkwassergewinnung von enormer Bedeutung.

Wälder sind – besonders im Sommer – sehr beliebte Ausflugsziele. Welche **Faktoren** tragen zu diesem Umstand bei? Beziehe bei deiner Antwort die Messungen mit ein, die du während des letzten Praktikums durchgeführt hast.

_____

_____

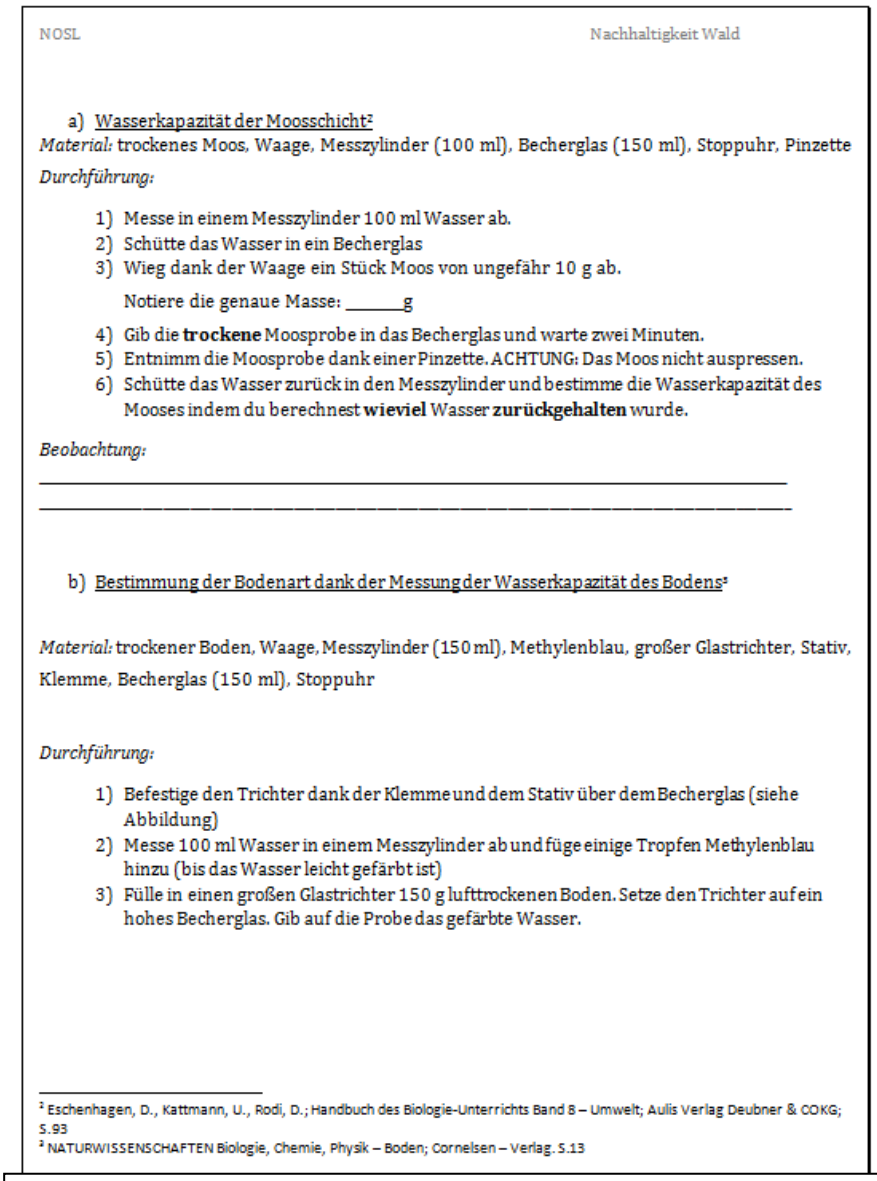
b) Umkreise auf der Abbildung unsere Haupt-Trinkwasservorräte.

2) Die Wasserkapazität der Bodenschichten

Wasserkapazität: Die Fähigkeit des Bodens, Wasser aufzusaugen und gegen die Schwerkraft zurückzuhalten.

Arbeitsblätter “Der Weg des Wassers durch den Wald” – Überarbeitete Version: Seite 1

Bei der Messung der Wasserkapazität füge ich die Definition der Wasserkapazität hinzu. Bei Punkt 2) b) „Bodenwasser“, ändere ich den Titel in „Bestimmung der Bodenart dank der Messung der Wasserkapazität des Bodens“ um, um so die Verbindung zwischen den zwei Methoden deutlicher hervortreten zu lassen. Außerdem füge ich noch eine Auflistung des Materials hinzu.



NOSL Nachhaltigkeit Wald

a) Wasserkapazität der Moosschicht[2]

Material: trockenes Moos, Waage, Messzylinder (100 ml), Becherglas (150 ml), Stoppuhr, Pinzette

Durchführung:

1) Messe in einem Messzylinder 100 ml Wasser ab.
2) Schütte das Wasser in ein Becherglas
3) Wieg dank der Waage ein Stück Moos von ungefähr 10 g ab.
   Notiere die genaue Masse: _____g
4) Gib die **trockene** Moosprobe in das Becherglas und warte zwei Minuten.
5) Entnimm die Moosprobe dank einer Pinzette. ACHTUNG: Das Moos nicht auspressen.
6) Schütte das Wasser zurück in den Messzylinder und bestimme die Wasserkapazität des Mooses indem du berechnest **wieviel** Wasser **zurückgehalten** wurde.

Beobachtung:

_____
_____

b) Bestimmung der Bodenart dank der Messung der Wasserkapazität des Bodens[3]

Material: trockener Boden, Waage, Messzylinder (150 ml), Methylenblau, großer Glastrichter, Stativ, Klemme, Becherglas (150 ml), Stoppuhr

Durchführung:

1) Befestige den Trichter dank der Klemme und dem Stativ über dem Becherglas (siehe Abbildung)
2) Messe 100 ml Wasser in einem Messzylinder ab und füge einige Tropfen Methylenblau hinzu (bis das Wasser leicht gefärbt ist)
3) Fülle in einen großen Glastrichter 150 g lufttrockenen Boden. Setze den Trichter auf ein hohes Becherglas. Gib auf die Probe das gefärbte Wasser.

[2] Eschenhagen, D., Kattmann, U., Rodi, D.; Handbuch des Biologie-Unterrichts Band 8 – Umwelt; Aulis Verlag Deubner & COKG; S.93
[3] NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Boden; Cornelsen – Verlag. S.13

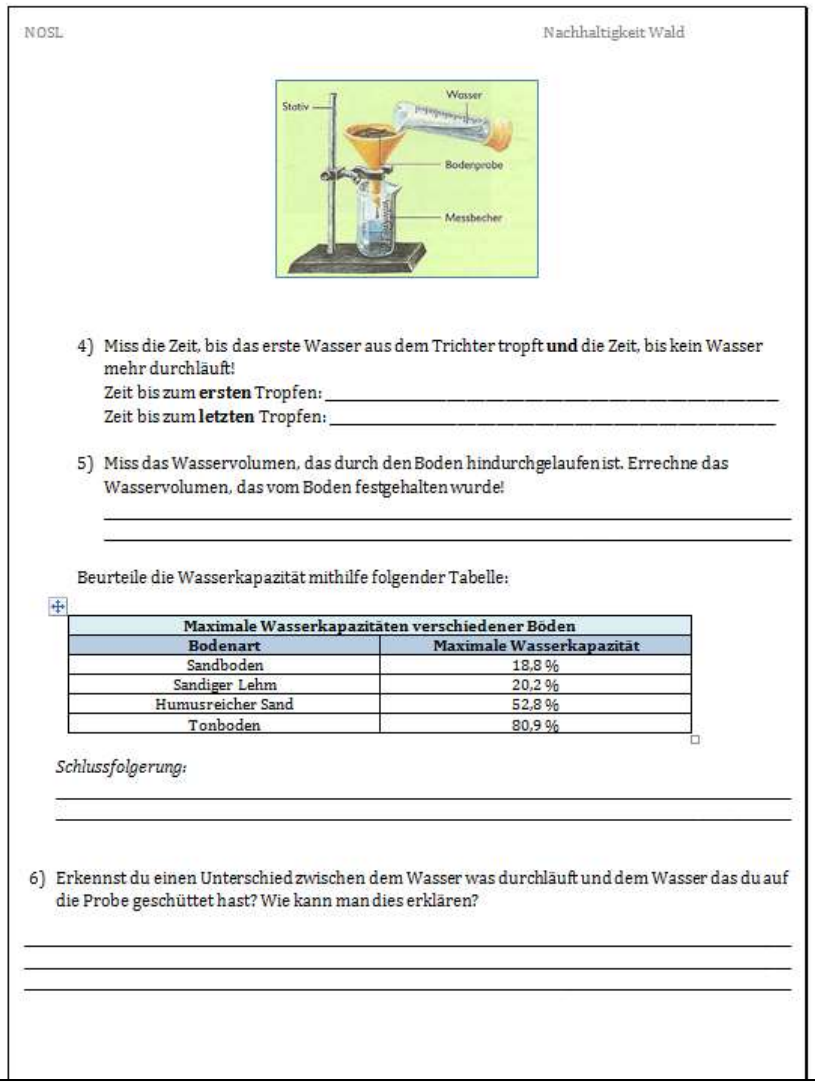
Arbeitsblätter “Der Weg des Wassers durch den Wald” – Überarbeitete Version: Seite 2

Ich ändere auf dem Arbeitsblatt die benötigten Mengen für Wasser und Moos, bzw Boden um, wie ich es bereits bei „Umsetzung der Unterrichtseinheit“ beschrieben habe. Die Anweisungen, die Masse der Moosprobe zu notieren und das mit Wasser vollgesogene Moos nicht auszupressen, werden ebenfalls hinzugefügt.

Die Messung der Wasserkapazität der Moosschicht ist für die weiteren Überlegungen des Projekts nicht direkt von Bedeutung. Es ist jedoch eine gute Übung für die Schüler

die Wasserkapazität zweimal zu messen. Außerdem spielt das Moos auf dem Waldboden eine wichtige Rolle bei der Speicherung des Wassers und hat somit eine große Bedeutung für den Wasserhaushalt des Waldes.

Damit die Schüler nicht mehr übersehen, dass sie die Zeit bei der Bestimmung der Wasserkapazität des Bodens zweimal messen sollen – einmal bis das erste Wasser aus dem Boden tropft und einmal bis kein Wasser mehr durchläuft – trenne ich diese beiden Etappen etwas klarer auf dem Arbeitsblatt.



NOSL Nachhaltigkeit Wald

4) Miss die Zeit, bis das erste Wasser aus dem Trichter tropft **und** die Zeit, bis kein Wasser mehr durchläuft!
Zeit bis zum **ersten** Tropfen: _____
Zeit bis zum **letzten** Tropfen: _____

5) Miss das Wasservolumen, das durch den Boden hindurchgelaufen ist. Errechne das Wasservolumen, das vom Boden festgehalten wurde!
_____
_____

Beurteile die Wasserkapazität mithilfe folgender Tabelle:

Maximale Wasserkapazitäten verschiedener Böden	
Bodenart	**Maximale Wasserkapazität**
Sandboden	18,8 %
Sandiger Lehm	20,2 %
Humusreicher Sand	52,8 %
Tonboden	80,9 %

Schlussfolgerung:
_____
_____

6) Erkennst du einen Unterschied zwischen dem Wasser was durchläuft und dem Wasser das du auf die Probe geschüttet hast? Wie kann man dies erklären?
_____
_____
_____

Arbeitsblätter “Der Weg des Wassers durch den Wald” – Überarbeitete Version: Seite 3

Es wäre interessant bei den Messungen der chemischen Eigenschaften des Bodens ebenfalls des Nitratgehalt zu bestimmen. Dies könnte auch aufschlussreich für die Auswertung der Resultate der chemischen Analysen des Teichs (erhöhter Nitratgehalt des Wassers) sein. Leider konnte ich kein geeignetes Testkit für einen solchen Vorgang finden.

Bei den Maßnahmen zur Luftreinhaltung haben viele der Jugendlichen Vorschläge gemacht, um die Umweltverschmutzung allgemein zu reduzieren. Dies finde ich nicht schlimm, da es sicher nicht falsch ist, wenn sie wissen, wie sie ihr Verhalten den Umweltproblemen anpassen können. Außerdem ist es für sie schwieriger Vorschläge zu finden, wie man die Luftverschmutzung reduzieren kann, da sie selbst noch keinen Haushalt führen, bei dem sie sich bewusst werden, wo überall Abgase produziert werden. Bei der Produktion von Abwasser (Projekt Teich) fällt es den Jugendlichen leichter sich zu überlegen, wo Abwasser reduzieren könnten.

Wie ich bereits im Vorfeld erwähnt habe, können die beiden Unterrichtseinheiten auch einzeln durchgeführt werden. Die zweite Unterrichtseinheit bezieht sich etwas mehr auf den Aspekt des Naturschutzes und der Nachhaltigkeit. Die erste gibt den Schülern jedoch einen Überblick darüber, was sie überhaupt schützen sollen, da sie die Natur selbst erleben. Da bei der ersten Unterrichtseinheit die abiotischen Faktoren gemessen werden, könnte man hier auch ein weiteres Praktikum einbauen mit dem Ziel, die biotischen Faktoren im Wald zu untersuchen (z.B. Bestimmung und Untersuchung der Bäume, Bestimmung der Bodenorganismen, Untersuchung der Laubstreu, usw).

Einige zusätzliche interessante Ideen für Projekte im Ökosystem Wald lassen sich im Buch „Schule: Wald – Der Wald als Ressource einer Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule“ (Verlag Edition Erlebnispädagogik Lüneburg), finden (siehe auch Literaturverzeichnis). Eine wertvolle Quelle für zusätzliche Informationen über die Bodenbeschaffenheit stellt die Wanderaustellung „*Schatzkiste Boden*“ des „*Naturmusée*“ dar.[101] Eine Broschüre ist ebenfalls verfügbar.

Wenn man die zweite Unterrichtseinheit mit einer höheren Klasse durchführt, könnte man in einem weiterführenden Projekt etwas genauer auf den Wasserkreislauf, und besonders auf den Wasserhaushalt des Waldes, eingehen. Dieses Thema ist wichtig, weil sich der Wasserhaushalt des Waldes nicht nur auf das Ökosystem Wald selbst auswirkt,

[101] https://www.mnhn.lu/de/blog/2013/11/schatzkiste-boden-2/

sondern auch auf die umgehende Landschaft und so für den Menschen von großer Bedeutung ist. Und wo kann man den Jugendlichen am besten die Bedeutung des Waldschutzes ans Herz legen als im Wald selbst?

VIII. PROJEKT 4: Bestimmung der Pflanzen im ökologischen Park

1. Einleitung

Um Umweltbewusstsein zu entwickeln und die Motivation zu finden die Umwelt schützen zu wollen, muss man sie zunächst kennen- und schätzenlernen. Es ist von größter Bedeutung, dass die Jugendlichen erkennen, was sie schützen sollen und, dass sie eine Faszination für die Vielfalt des Lebens entwickeln. Um ihre Kenntnisse der Artenvielfalt zu erweitern, müssen sie die Gelegenheit bekommen in die Natur hinauszugehen und Lebewesen zu suchen, zu beobachten und zu bestimmen. Erst dann können sie den Zusammenhang zwischen Formenvielfalt und Ökosystemen erkennen und es wird klar, warum wir versuchen müssen das Gleichgewicht in den Ökosystemen zu erhalten.

Um den Umgang mit einem Bestimmungsschlüssel zu beherrschen, müssen die Schüler zunächst lernen genau hinzusehen, damit sie in der Lage sind, wichtige Bestimmungsmerkmale zu erkennen. Dies erlernt sich nicht während einer Unterrichtseinheit, sondern muss immer wieder geübt und trainiert werden, am besten mehrmals im Laufe eines Schuljahres.

Von Schülern kann man mit etwas Glück erwarten, dass sie einige bekannte Baumarten wie Eiche, Birke oder Kastanie im Sommer mit Hilfe von Blättern, Rindenfarben oder Früchten erkennen können. Aber wie sieht es im Winter aus? Während dieses Projekts bekommen die Schüler Gelegenheit, den Umgang mit einem dichotomen Bestimmungsschlüssel[102] zu trainieren und ihre Kenntnisse über die einheimischen Bäume zu erweitern. Sie sollen entdecken, dass man je nach Jahreszeit auf andere Merkmale achten muss, dass man aber an diesen Merkmalen die bekannten Bäume immer wieder erkennen kann.

Die Bestimmung von Knospen ist nicht die einfachste Art der Bestimmung und man könnte argumentieren, dass die Erkennung und Unterscheidung von Knospen auf 7e zu viel verlangt. Ich habe mich dennoch dafür entschieden es zu versuchen, da es gut in die Unterrichtseinheit der Überwinterung von Pflanzen passt. Neben den anderen Zielen,

[102] Der dichotome Bestimmungsschlüssel bietet immer zwei alternative Beschreibungen an, wobei nur eine zutrifft, die wiederum zu zwei neuen Alternativen führt oder mit der gesuchten Familie, Gattung bzw. Art endet. (http://www.sn.schule.de/~biologie/lernen/bestimmung/schlussel.html)

wollte ich, dass die Schüler sich einen Überblick über die Vegetation im Schulgarten verschaffen können, da ich im Frühjahr die Bestimmung anhand der Blüten und Blätter versuchen wollte. Ich erhoffte mir, dass verschiedene Arten im Gedächtnis blieben und den Schülern die Bestimmung im Frühjahr so leichter fallen würde. Außerdem können sie so die Veränderungen der Pflanzen während des Jahresverlaufs bewusster miterleben.

Den Bestimmungsschlüssel anhand von Knospen und Zweigen (Anhang 8.a.) habe ich für diese Arbeit selbst ausgerarbeitet und ich werde die Durchführung der Bestimmungen und die Anwendung des Schlüssels in dieser Arbeit genau beschreiben. Für die Bestimmung anhand von Blüten und Blättern habe ich den "Bestimmungsschlüssel für einheimische Bäume und Sträucher" vom Centre écologique Hollenfels benutzt. Da dieser Bestimmungschlüssel gut funktioniert und vollständig ist, sah ich keinen Sinn darin, einen völlig neuen zu entwickeln. Deshalb übernahm ich ihn und fügte nur neue, farbige Bilder ein (Anhang 8.b.). Ich werde aus diesem Grund in dieser Arbeit nicht genau auf die Anwendung dieses Schlüssels eingehen und nur die Unterrichtseinheit über die Bestimmung von Knospen und Zweigen genauer beschreiben.

Das Wiedererkennen häufiger Vertreter der einheimischen Flora und Fauna ist Teil des Lehrplans auf der 7e Secondaire (siehe Anhang 11.b.). Das Wiedererkennen und Bestimmen einheimischer Arten, sowie die Benutzung eines Bestimmungsschlüssels sind jedoch, meiner Meinung nach, Kompetenzen die auf allen Klassenstufen trainiert werden könnten. Hinzu kommt, dass sich ein Ausflug ins Schulgelände immer anbietet, wenn die Wetterbedingungen stimmen.

2. Anvisierte Kompetenzen

Folgende Kompetenzen sollen während diesem Projekt trainiert werden:
(zum Vergleich siehe Anhang 2)

WISSEN/DENKEN	
Intelligentes Wissen	Erweiterung der Kenntnis zur Artenvielfalt.
Systemisches (vernetztes) Denken	Zusammenhang zwischen Formenvielfalt und Lebensgemeinschaften bzw. Ökosystemen erkennen.
Forschungskompetenz	Entwicklung von genauem Hinsehen und von Erkennen der Bestimmungsmerkmale durch wiederholtes Training. Forschend-entwickelndes Lernen, da verschiedene Begriffe und Beschreibungen erst richtig verstanden werden können, wenn die entsprechenden Merkmale bei den Pflanzen beobachtet wurden.
Wahrnehmung von Komplexität	Erkenntnis, dass die Merkmale, anhand jener man die Pflanzen erkennen kann, mit den Jahreszeiten ändern, dass dies jedoch nicht bedeutet, dass man sie nicht dennoch bestimmen kann.
WERTEN	
Konfliktlösefähigkeit (Mediationskompetenz)	Arbeit in Zweiergruppen und Einigkeit gewinnen darüber, welcher Weg bei dem Bestimmungsschlüssel eingeschlagen werden soll. Entstehen von Konfliktsituationen wenn nicht eindeutig ist, welches Merkmal bei der Pflanze vorliegt.
HANDELN	
Handlungskompetenzen	Richtige Anwendung eines dichotomen Bestimmungsschlüssels.
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit	Entscheidung für einen Bestimmungsweg, selbst bei uneindeutigen Bestimmungsmerkmalen.

HANDELN	
Methodenkompetenz	Bestimmung von Lebewesen anhand bestimmter Merkmale ist ein wichtiges biologisches Verfahren; Einüben biologischer Beobachtung und Betrachtung.
Autonomes Handeln	Selbstständiges Anwenden des Bestimmungsschlüssels zur Bestimmung der Pflanzen im ökologischen Park.

3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten

3.1. Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheit

Bevor ich den Bestimmungsschlüssel ausarbeiten konnte, musste ich mir natürlich eine Übersicht darüber verschaffen, welche Bäume und Sträucher man im Park antreffen kann. Dazu fing ich bereits im September 2011 mit der Bestimmung der Pflanzen an, um einen Plan zu erstellen (siehe Anhang 4.a. und 4.b.). Bei dieser Arbeit wurde ich von mehreren Personen unterstützt, die ich in meinen Danksagungen erwähne. Außerdem basierte ich mich auf verschiedene Bestimmungsbücher und –schlüssel (siehe Bibliographie für genauere Angaben):

- Bestimmungsschlüssel für einhemische Bäume und Sträucher (Centre écologique Hollenfels)
- Welcher Baum ist das? (Kosmos – Verlag)
- Planzen, Déieren a Steng. Mäin éischt Bestëmmungsbuch (Imprimerie Saint-Paul)
- Der große Kosmos – Naturführer: Tiere und Pflanzen (Kosmos – Verlag)
- Knospen und Zweige; Einheimische Bäume und Sträucher (Ulmer – Verlag)
- www.baumkunde.de

Während der Erstellung des Schlüssels ging ich immer wieder in den ökologischen Park um die möglichen Wege die man bei der Bestimmung einschlagen kann, selbst auszuprobieren. Nach diesen Kontrollen nahm ich jedesmal Veränderungen vor, bis ich mit dem Resultat zufrieden war. Das Problem ist natürlich, dass wenn man nur sich selbst als Kontrolle hat, man irgendwann Fehler übersieht, die für andere offensichtlich sind. Deshalb war der Unterrichtsgang mit der Klasse gleichzeitig ein Test für den Bestimmungsschlüssel.

Knospen der roten Heckenkirsche

Ich wollte das Projekt mit der 7eS durchführen, eine 7e des régime secondaire, wo die Kenntnis der häufigsten Vertreter der Flora Teil des Lehrplans ist. Diese Klasse hat jedoch nur alle zwei Wochen eine Praktikumsstunde zur Verfügung. Manche der 7e Schüler haben bereits im Fondamentale mit einfachen Bestimmungsschlüsseln gearbeitet. Der Großteil kennt die Vorgehensweise jedoch nicht. Deshalb plante ich die Schüler zunächst auf einen Übungsgang mitzunehmen, damit sie lernen wie man den Bestimmungschlüssel anwendet. Dazu führe ich die ganze Klasse während einer regulären Unterrichtseinheit nach draußen. So kann ich allen Schülern gemeinsam das Prinzip des Bestimmens erklären, um sie dann während einer späteren

Praktikumstunde selbstständig arbeiten zu lassen. Somit bleibt ihnen eine gesamte Praktikumsstunde für die eigentliche Bestimmungsarbeit, ohne viel Zeit für Erklärungen zu verlieren. Andererseits hat man während den Praktikumstunden eine bessere Übersicht über Fortschritte und Probleme, da immer nur eine Hälfte der Klasse zu betreuen ist. Während den Bestimmungsübungen lasse ich die Schüler in Zweiergruppen arbeiten. Eine Gruppe besteht aus 3 Schülern, da die Klasse 17 Schüler zählt. Während der Exkursion kann ich von Gruppe zu Gruppe gehen, um sicherzustellen, dass sie gewissenhaft ihre Arbeit erledigen und dass sie auch die richtigen Namen aufschreiben.

3.2. Erstellung der Arbeitsblätter

Zum Ausarbeiten des Bestimmungsschlüssels habe ich mich zum Großteil auf **Jean-Denis Godet's Bestimmungsbuch für Knospen und Zweige** basiert.[103] Nachdem ich wusste, welche Pflanzen die Schüler antreffen würden, achtete ich darauf, diese im Bestimmungschlüssel einzubeziehen. Dann schloss ich auch jene Bäume mit ein, deren Knospen gemeinsame Merkmale mit den anwesenden Knospen hatten, damit die Schüler auch lernen würden genau hinzusehen um die wichtigsten Kennzeichen zu unterscheiden. Letztlich fügte ich auch die Bäume und Sträucher hinzu, die man nicht unbedingt im Park antrifft, aber ansonsten viel in Luxemburg finden kann, wie zum Beispiel Rosskastanie oder Hängebirke.

Auf der ersten Seite finden die Schüler eine Erklärung für die im Bestimmungsschlüssel angewandten Begriffe (siehe Anhang 8.a.).

Die Aufgabe der Schüler während der Praktikumsstunde bestand darin, alle Pflanzen die sie bestimmen können in eine Tabelle einzutragen und die kennzeichnenden Merkmale der Knospen zu notieren. Somit kann später besser nachvollzogen werden, an welchen Merkmalen die Pflanzen erkannt wurden (siehe Anhang 8.c.).

[103] Godet, Jean – Denis. (2008). Knospen und Zweige – Einheimische Sträucher und Zweige. Eugen Ulmer Verlag

3.3. Die Umsetzung der Unterrichtseinheit (Anhang 8.e. und 8.f.)

Im Februar ging ich ein erstes Mal mit der gesamten Klasse nach draußen, um ihnen anhand eines Beispieles zu zeigen, wie man den Bestimmungschlüssel anwendet. Ich denke, dass eine Demonstration der beste Weg ist, die richtige Methodik zu erläutern. Zunächst wies ich sie auf die Bilder und Begriffe der ersten Seite hin und zeigte ihnen kurz anhand von Beispielen, was die verschiedenen Begriffe bedeuteten. Ich wies sie darauf hin, dass sie während der Arbeit mit dem Schlüssel immer wieder auf die erste Seite zurückgreifen sollten, um die Schemata mit ihren Ästen zu vergleichen und so sicherzugehen, dass sie den richtgen Bestimmungsweg einschlugen.

Es war leider sehr kalt zu dieser Jahreszeit und so fiel es einigen Schülern sehr schwer, sich auf die Arbeit zu konzentrieren. Ich wies dann jeder Gruppe einen Strauch zu, bei dem sie versuchen sollten, die Knospen zu bestimmen. Ich wählte dazu die einfacheren aus, da es mir ja darum ging, dass sie das Prinzip des Bestimmens verstehen würden. Zwei Gruppen gelang es auf Anhieb ihren Strauch zu bestimmen (Haselstrauch), zwei weiteren Gruppen musste ich kurz auf den richtigen Bestimmungsweg zurückhelfen, da sie die Knospen als gegenständig einstuften und somit auf kein Resultat kamen. Die anderen vier Gruppen taten sich etwas schwerer, auch teilweise deshalb, weil sie sich immer wieder über die Kälte beschwerten und sich nicht richtig konzentrieren konnten. Da das Ziel an diesem Tag eher das Kennenlernen des Bestimmungsschlüssels war, ging ich mit ihnen zusammen den Bestimmungsweg nochmal durch und lies es dann darauf beruhen, da sie während der späteren Praktikumsstunde ohnehin selbständig arbeiten mussten.

Bestimmungsübungen im Schnee

(6/2/2012)

Bestimmung anhand von Knospen und Zweigen (26/2/2012)

Bestimmung anhand von Blättern und Früchten (27/6/2012)

Eigentlich hatte ich geplant zwischen dieser Übungseinheit und der eigentlichen Praktikumsstunde nur wenige Tage (beziehungsweise eine Woche für die zweite Praktikumsgruppe) verstreichen zu lassen. Bei solchen Exkursionen muss man sich jedoch oft an die Wetterbedingungen anpassen und während der nächsten Praktikumsstunde schneite es und es war wieder recht kalt. Die Erfahrung der Übungseinheit hatte mich gelehrt, dass es unter diesen Bedingungen recht schwer ist die Schüler zu motivieren, da es sicherlich keine angenehmen Arbeitsbedingungen sind. Deshalb beschloss ich kurzerhand die Knospenbestimmung auf einen späteren Zeitpunkt zu verlegen. Somit fand diese erste Praktikumseinheit nun nach den Karnevalsferien statt, also einige Wochen nach der Übungseinheit. Die Konsequenz war, dass ich die Schüler nicht wie geplant sofort selbstständig arbeiten lassen konnte, sondern einige Minuten Zeit verlor, um das Prinzip des Bestimmungschlüssels nochmal kurz zu erklären. Allzu schlimm war dies jedoch nicht und nach einer kurzen Einleitung konnte ich die Schüler dann losschicken.

Eine der zwei Gruppen erklärte, sie wisse nicht mehr, wie man den Bestimmungsschlüssel benutzen müsse, daher ging ich nochmal ein Beispiel mit ihnen

durch. Danach arbeitete diese Gruppe selbständig. Die andere Gruppe (mit drei Schülern) musste ich jedoch immer wieder darauf hinweisen, den Bestimmungsschlüssel richtig anzuwenden. Mit der zweiten Hälfte der Klasse verlief die Praktikumstunde ähnlich. Zwei Mädchen benutzten den Unterrichtsgang hauptsächlich, um den Park zu durchstreifen und arbeiteten auch nach mehreren Ermahnungen nicht seriös. Zwei der anderen Gruppen taten sich etwas schwer, ihnen gelang es aber letztendlich vier Pflanzen richtig zu bestimmen. Die letzte Gruppe bestimmte immerhin zehn Sträucher richtig (siehe Anhang 8.e.).

Die Jugendlichen haben oft die Tendenz, nur die Bilder in den Bestimmungsschlüsseln mit den Pflanzen zu vergleichen. Die Wörter und Beschreibungen erscheinen ihnen zu kompliziert und so stellt diese Methode die einfachere Variante dar. Leider kommen sie somit oft auf ein falsches Resultat.

Den gewöhnlichen Liguster haben manche Gruppen zunächst als wechselständig eingestuft, da die Knospen oft schief gegenständig angeordnet sind. Es kann helfen sie immer wieder auf die erste Seite zu verweisen, auf welcher die verschiedenen Begriffe dank Schemata erklärt werden.

Knospen vom gewöhnlichen Liguster (Knospen schief gegenständig angeordnet)

4. Feedback der Schüler (Anhänge 8.h. und 8.i.)

Den Fragebogen teilte ich erst nach Ende des Projekts aus, also nachdem wir die Pflanzen anhand von den Blüten und Blättern bestimmt hatten. Der erste Teil des Projekts, die Bestimmung anhand der Zweige und Knospen, lag also schon eine Weile zurück.

Nur acht von 17 Schülern fanden das Projekt interessant. Dies überrascht mich nicht weiter, denn Bestimmungsübungen sind für die meisten Schüler nicht spannend. Trotzdem ist es ein notwendiges Übel, wenn man die einheimische Pflanzenwelt besser kennenlernen will. Trotz dieses Umstands haben die Schüler noch recht motiviert mitgemacht. Auch hatte nur ein Schüler außerhalb der Klasse über das Projekt gesprochen.

Zehn der siebzehn Schüler gaben an, durch das Projekt einige einheimische Pflanzen kennengelernt zu haben. Nur fünf glaubten sich jedoch in der Lage, sie auch ohne Bestimmungschlüssel wiederzuerkennen. Dies bestätigt mich darin, dass es wichtig ist, immer wieder solche Übungen durchzuführen, denn nur so lernen die Schüler die Wiedererkennungsmerkmale besser kennen.

Der größte Teil der Schüler empfand die Bestimmung anhand der Blätter und Blüten einfacher als die Bestimmung durch die Knospen und Zweige. Dies überrascht mich ebenfalls nicht, da ich diese Methode ebenfalls als die einfachere eingestuft habe. Ich glaube jedoch, dass dies auch an den Wetterbedingungen lag. Es ist nunmal motivierender bei Sonnenschein Pflanzen zu bestimmen, als bei Kälte.

Acht der Siebzehn Schüler gaben an, die Natur als schützenswerter zu empfinden, jetzt wo sie die Pflanzen besser kennen. In Anbetracht des Umstands, dass nur zehn Schüler angaben einige einheimische Pflanzen durch das Projekt kennengelernt zu haben, finde ich dies ein recht positives Ergebnis.

Immerhin vier Schüler gaben an, Pflanzen im Umkreis ihres Wohnortes wiederkannt zu haben und nannten dabei hauptsächlich den Haselstrauch. Aber auch Weißdorn, Eiche und Buche wurden genannt.

Besonders gut gefallen hat den Schülern wie immer die Arbeit im Freien und das schöne Wetter (sie hatten die Kälte, die bei den ersten Bestimmungsübungen herrschte, anscheinend vergessen).

Weniger gefallen hatten ihnen die Bestimmungsübungen selbst und der Zeitdruck bei der Bestimmung der Zweige und Knospen. Zwei Schüler gaben außerdem an, weniger Zeitdruck beim Bestimmen der Blätter und Blüten verspürt zu haben und schlugen als Verbesserung vor, nur fünf Pflanzen während des Praktikums bestimmen zu müssen (wie es bei der zweiten Variante der Fall war).

5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge

(Anhang 8.g.)

Trotz einiger Anlaufschwierigkeiten haben sich die meisten Schüler bei der Aufgabe Mühe gegeben und hatten am Ende auch eine akzeptable Anzahl an Pflanzen bestimmt.

Ich halte es nach wie vor für wichtig die Benutzung des Bestimmungschlüssels im Vorfeld zu erklären und sie an einem praktischen Beispiel im Park zu demonstrieren, bevor die Schüler selbstständig arbeiten. Die Praktikumsstunden dauern auf 7e jedoch nur 50 Minuten an. Das heißt, wenn man die Erklärungen an den Anfang der Unterrichtseinheit legt, bleibt den Schülern weniger Zeit ihr neues Wissen zu erproben. Nicht zu vergessen ist auch, dass man mindestens 5 Minuten einrechnen muss, um in den Park bzw. aus dem Park zu gelangen. Des Weiteren gehört zu jeder Unterrichtseinheit auch ein Abschluss und eine schnelle mündliche Evaluation der Arbeit der Schüler. Wenn man dies alles addiert, ist es nicht von Vorteil das Prinzip des Bestimmens auch noch in diesen 50 Minuten zu erklären. Die Knospenbestimmung kann man jedoch nur im Winter durchführen und man muss bei dieser Art von Exkursion immer auch das Wetter berücksichtigen. In diesem Fall hat sich herausgestellt, dass es nicht die ideale Lösung ist, die Anwendung des Bestimmungschlüssels in einer regulären Unterrichtseinheit vor dem eigentlichen Praktikum zu erklären: Die Zeit zwischen der Vorführung und der eigentlichen Anwendung des Bestimmungschlüssels könnte, bedingt durch das Wetter, zu lang

werden. Eine Lösung wäre, die Anwendung des Bestimmungschlüssels während einer regulären Unterrichtseinheit zu üben, wenn man zwei Unterrichtsstunden (Blockstunden) zur Verfügung hat. Dies ist natürlich nicht immer möglich. Außerdem hat man in diesem Fall mehr Schüler zu betreuen, das heißt man müsste eine andere Möglichkeit finden, ihre Arbeit zu evaluieren, da man nicht für alle Schüler Zeit findet. Auf 7eST stellt sich das Problem nicht, da hier 100 Minuten für ein Praktikum zur Verfügung stehen.

Wie bereits erwähnt, wollte ich die Bestimmungen der Pflanzen im Park im Sommer wiederholen, dieses Mal aber anhand von den Blättern und Blüten der Pflanzen. Ich hoffte, dass den Schülern einige gängige Pflanzen im Kopf geblieben waren, was jedoch größtenteils nicht der Fall war. Dennoch war es eine interessante Erfahrung für die Schüler, die gleichen Pflanzen mit anderen Merkmalen zu sehen und sie erneut zu bestimmen.

Bei der Bestimmung der Pflanzen anhand der Knospen und Zweige, sollten die Schüler die Namen der Pflanzen in eine Tabelle eintragen, zusammen mit dem Merkmalen die ihnen bei der Bestimmung halfen. Da ich zwischendurch immer wieder die Möglichkeit hatte zwischen den Gruppen umherzugehen und ihre Ergebnisse zu kontrollieren, war diese Variante für mein Projekt in Ordnung. Hat man jedoch diese Möglichkeit nicht (zum Beispiel durch eine zu hohe Schüleranzahl), könnte sich diese Art der Kontrolle als schwierig erweisen. Die Schüler hatten einige Schwierigkeiten mit dem Ausfüllen der Tabelle. Sie verstanden nicht richtig, wie sie die Kolonne mit den Erkennungsmerkmalen ausfüllen sollten. Einige gaben nichts an, andere schrieben irgendein Merkmal, das sie während der Bestimmung begegnet hatten, wiederum andere schrieben, was ihnen gerade zur Knospenform einfiel. Zwar überprüfte ich die Schüler immer wieder während des Praktikums um sicherzustellen, dass sie den Bestimmungsschlüssel richtig anwendeteten, jedoch fehlte mir später eine schriftliche Bestätigung dieses Vorgehens.

Bei der Bestimmung der Pflanzen durch Blätter und Blüten entschied ich mich deshalb für eine andere Variante. Die Schüler sollten ebenfalls die bestimmten Pflanzen in eine Tabelle eintragen, dieses Mal aber den Bestimmungsweg (die entsprechenden Zahlen) angeben. Außerdem mussten sie nur 5 Pflanzen bestimmen, von denen sie jeweils ein

Blatt mit abgeben sollten, sodass ich das Ergebnis kontrollieren konnte. Diese Verbesserungsmöglichkeit bedeutet weniger Stress für die Lehrperson, da sie nicht vor Ort alle Schüler sofort verbessern muss. Andererseits besteht das Risiko, dass die Schüler nicht das ganze Blatt einsammeln, zum Beispiel bei zusammengesetzten Blättern. Schlussendlich bin ich selbst nicht sehr überzeugt von dieser Methode, da ich finde, dass es dem Leitmotiv widerspricht, das wir den Schülern auf den Weg geben wollen: Pflanzen sind schützenswert und wir sollten ihnen keine Blätter abreißen.

Deshalb schlage ich hier zwei weitere Varianten vor, wie man die Bestimmungsergebnisse der Schüler leicht kontrollieren kann, ohne die Pflanzen dabei zu beschädigen.

Erstens kann man die Anweisung geben, die Schüler sollen eine kleine Zeichnung des bestimmten Blattes abgeben. Dies trainiert zusätzlich ihre Kompetenz biologische Skizzen anzufertigen. Allerdings nimmt diese Methode auch mehr Zeit in Anspruch und so können die Schüler weniger Pflanzen bestimmen. Alternativ könnten sie auch mit ihren Handys Fotos von den bestimmten Zweigen und Knospen schießen, was jedoch das Risiko birgt, dass sie ihre Telefone für andere Zwecke missbrauchen.

Eine weitere Variante wäre, Schilder mit Nummern bei vorher festgelegten Pflanzen anzubringen. Die Lehrperson kann somit im Vorfeld einer bestimmten, ihr bekannten Pflanze, eine Nummer geben und die Schüler geben auf ihrem Arbeitsblatt nur diese Nummer und ihren Vorschlag für den Namen der Pflanze an. Diese Methode erlaubt es außerdem auch nicht-pflanzenkundigen Lehrern eine Exkursion durchzuführen. Ich habe vor, für diese Art von Unterrichtsgang eine Kiste mit Schildchen vorzubereiten. Die Schildchen kann man mit Nummern versehen, und bei bestimmten Pflanzen anbringen. Ich lege außerdem einen Plan bei mit Vorschlägen, welche Nummern bei welchen Pflanzen angebracht werden können. So hat die Lehrperson die Möglichkeit, die Schildchen so zu verteilen, dass die Schüler sich nicht gegenseitig im Weg sind. Hinzu kommt, dass die Bestimmung an einigen Stellen einfacher ist als an anderen, da zum Beispiel ein Teil der Pflanze verdeckt ist. Der Lehrer muss anschließend nur noch die Namen auf der Liste, die ich beilege, mit dem Arbeitsblatt der Schüler vergleichen und kann diese somit schnell verbessern. Die Schüler sparen Zeit, weil sie die Pflanzen nicht selbst aussuchen müssen und können mehr Pflanzen in kürzerer Zeit bestimmen. Ich

lege eine Liste bei mit 26 verschiedenen Pflanzen die man an verschiedenen Stellen des Parks antrifft. Natürlich bleibt es der Lehrperson überlassen, ob sie nur einen Teil der Pflanzen bestimmen lässt oder die Reihenfolge der Schildchen einhält.

Folgende Tabelle zeigt, welche der anvisierten Kompetenzen meiner Meinung nach tatsächlich entwickelt wurden. Ich basiere diese Behauptung auf meine Beobachtungen während der Unterrichtseinheit und auf das persönliche Feedback der Schüler.

(Siehe Seite 194 zum Vergleich)

	Entwickelt	Nicht entwickelt
Wissen/Denken:		
Intelligentes Wissen	X	
Systemisches (vernetztes) Denken		X
Forschungskompetenz:	X	
Wahrnehmung von Komplexität	X	
Werten:		
Konfliktlösefähigkeit	X	
Handeln:		
Handlungskompetenzen	X	
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit		X
Methodenkompetenz	X	
Autonomes Handeln	X	

Die Schlüsselqualifikation “Systemisches Denken” wurde letztendlich während dieser Unterrichtseinheit nicht trainiert. Optimal wäre es, wenn die Schüler sich während dem Unterrichtsgang der Zusammenhänge zwischen Formenvielfalt und Ökosystemen bewusst werden würden. Man kann sie sicherlich zu bestimmten Momenten auf solche

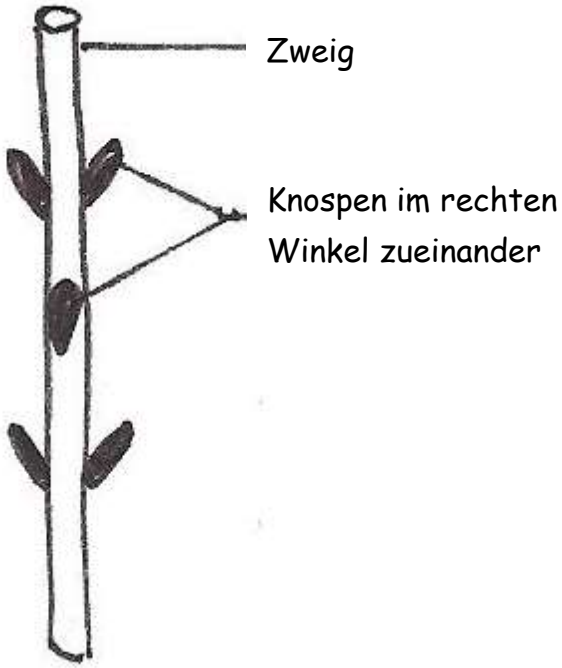
Zusammenhänge aufmerksam machen. Jedoch sind die Jugendlichen zu sehr auf die eigentliche Aufgabe des Bestimmens konzentriert, als das sie sonderlich viel auf die Bedingungen achten würden, in denen eine Pflanzen wächst oder nicht wächst. Auch reicht die Zeit nicht, in diesem Praktikum auf ökologische Vernetzungen einzugehen. Es wäre natürlich interessant, in einer nachfolgenden Unterrichtseinheit darauf einzugehen, warum genau diese Pflanzen an gewissen Stellen gut wachsen und an anderen weniger.

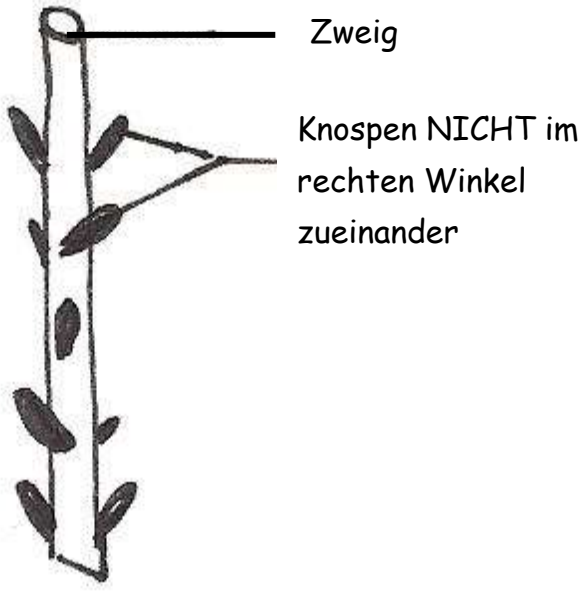
Ich bin mir auch nicht sicher, ob die Kompetenz "Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit" während dieser Unterrichtseinheit besonders intensiv trainiert wurde. Viele Gruppen haben sich an den Fotos orientiert oder haben, wenn sie bei dem zunächst eingeschlagenen Weg nicht weiterkamen, einfach den anderen eingeschlagen. Natürlich ist dies nicht dramatisch und sogar eine wichtige Methode für die Schüler, um schlussendlich auf das Ergebnis zu stoßen. Es hat in dem Fall nur nicht mehr viel mit "sich für einen Weg entscheiden" zu tun.

Mit dem Bestimmungsschlüssel an sich war ich während des Praktikums im Allgemeinen zufrieden, da die Schüler auch gut damit zurecht kamen. Ich hatte ihn vor dem Praktikum mehrfach ausgebessert, nachdem ich ihn immer wieder selbst getestet hatte und verbesserte später hauptsächlich einige Schreibfehler. Eine Arbeitskollegin testete den Bestimmungschlüssel ebenfalls. Auch ihre Schüler kamen ohne größere Probleme damit zurecht.

Manche Gruppen verwechselten Pfaffenhütchen mit Bergahorn. Ich glaube Punkt F/f stellt hier das Problem dar. Die Schüler haben die Wahl zwischen "Übereinanderliegende Knospenpaare liegen in regelmäßigen Abständen und in einem rechten Winkel übereinander" und "Übereinanderliegende Knospenpaare liegen nicht in regelmäßigen Abständen im rechten Winkel übereinander". Da viele der Schüler schwach im Deutschen sind, ist ihnen diese Ausdruckweise vielleicht etwas zu kompliziert. Ich habe mir überlegt, wie man die umschreiben könnte, ohne den Sinn zu verfälschen, finde dies aber schwer, wenn daraus keine Drei-Sätze-Umschreibung

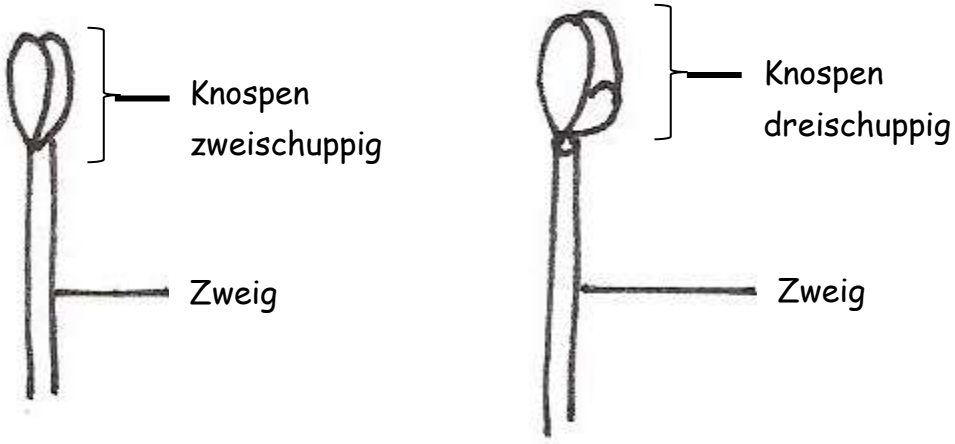
werden soll. Eine einfachere Möglichkeit ist, den Sinn mit einer kleinen Zeichnung zu illustrieren:





Eine weitere Hürde scheint das Zählen der Knospenschuppen zu sein, so dass manche Gruppen bei den wechselständigen Knospen (Teil 2) auf die Sommerlinde herauskamen, anstatt auf den Haselstrauch. Die Abbildungen auf der ersten Seite zeigen

zweischuppige und vielschuppige Knospen. Eine zusätzliche Abbildung neben dem Punkt A von Teil 2 hilft den Schülern hier vielleicht den richtigen Weg einzuschlagen:



IX. PROJEKT 5: Schutz des Grundwassers

1. Einleitung

Siebzig Prozent der Erdoberfläche bestehen aus Wasser und der Mensch nutzt dieses Wasser nicht nur als Rohstoff, sondern als Verkehrsweg, zur Erholung, als Vorfluter für Abwasser und natürlich als Trinkwasser. Fast alle diese Nutzungen führen zu Belastungen der Gewässer. Stoffe aus der Luftverschmutzung können z.B. in Form von Staub, Gasen und Aerosolen in alle Gewässer gelangen und so zur Eutrophierung und Versauerung führen. Ausgewaschene Düngemittel oder Pestizide der Landwirtschaft können die Gewässer verschmutzen. Zusätzlich können Rückstände der Motoren aus dem Schiffs- und Bootsverkehr die Gewässer belasten. Bei Tanker- und Bohrinselunglücken gelangen große Mengen Erdöl in die Meere und zerstören die Laichgründe der Fische, töten tausende von Seevögeln und verschmutzen Küstenregionen. Die Industrie verwendet immer noch die Meere als Müllgrube für ihre Produktionsrückstände.

Auch die Binnengewässer werden vielfältig belastet. So heizen zum Beispiel die Kraftwerke die Gewässer durch ihr Kühlwasser auf. Hinzu kommen die SiedlungsAbwasser. Sie enthalten vor allem Reinigungsmittel und Fäkalienrückstände, aber auch Krankheitskeime und Arzneimittelrückstände, wie Hormone oder Antibiotika. Eine ganze Reihe von Stoffen, zum Beispiel aus Pestiziden, Kunststoffen oder Sonnenschutzmitteln, wirken ähnlich wie bestimmte Sexualhormone und werden deshalb auch als Umweltöstrogene bezeichnet. Diese Substanzen werden in den Klärwerken kaum abgebaut und können somit in die Gewässer und über das Grundwasser ins Trinkwasser gelangen. [104]

Untersuchungen, etwa vom Bayerisches Landesamt für Umwelt, haben festgestellt, dass Östrogene Auswirkungen auf die Fischbestände hat. Männliche Fische verweichlichen durch das Hormon der Pille und werden quasi unfruchtbar. Es wird vermutet, dass die Östrogene im Trinkwasser beim Mensch ebenfalls die Fruchtbarkeit herabsetzen.[105]

[104] Philipp, E., Starke, A. (2010). GRÜNE REIHE Materialien SII – Ökologie. Schroedel Verlag). S.148
[105] http://wasser-infos.com/medikamente-im-trinkwasser/

In Deutschland werden über 90 % der Haushaltsabwasser zumindest einer mechanischen und biologischen Reinigug unterzogen. Weltweit werden dagegen nur etwa 10 % aller Abwasser in irgendeiner Weise gereinigt. Rund 1,2 Mrd. Menschen haben keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. In den südlichen Ländern, vor allem den Entwicklungsländern, sind die meisten Menschen bei der Trinkwasserversorgung auf Oberflächenwasser angewiesen. Ist dieses verschmutzt, kommt es zu direkten Gesundheitsgefährdungen. Etwa 25000 Menschen sterben täglich an Infektionen, die durch verseuchtes Trinkwasser verursacht werden. In bestimmten Gebieten (z.B. in Afrika) dehnen sich die Trockengebiete immer weiter aus.
In mehr als 80 Ländern, in denen etwa 40 % der Weltbevölkerung leben, gibt es ernsthafte Probleme mit zu knappem oder gesundheitsgefährdendem Trinkwasser. Rund 80 % aller Krankheiten in diesen Ländern werden durch „Trinkwasser" verursacht. Aber selbst in Großstädten der USA oder Chinas wird im Sommer das Trinkwasser knapp. „*Wasser wird knapper und kostbarer werden als Erdöl*" sagen Wissenschaftler. Ohne Wasser gibt es aber keine Zukunft. Darum müssen wir alle dazu beitragen, das so kostbare Wasser vor Verunreinigungen und Verschwendung zu schützen.[106]

„Trinkwasser soll appetitlich sein und zum Genuss anregen. Es soll farblos, klar, kühl, geruchslos und geschmacklich einwandfrei sein" (DIN 2000 zur zentralen Trinkwasserversorgung)[107]. Zur Gewinnung von Trinkwasser stellt das Grundwasser das größte Reservoir dar. In Deutschland werden etwa 60% des Trinkwassers aus dem Grundwasser gewonnen. [108] In Luxemburg wird ein Drittel unseres Trinkwasserbedarfs vom Stausee in Esch-Sauer gedeckt. [109] Die restlichen zwei Drittel stammen größtenteils aus dem Grundwasser.[110]
Ziel dieser Unterrichtseinheit ist es, den Schülern bewusst zu machen, dass Trinkwasser ein knappes und wertvolles Gut ist, mit dem sparsam umgegangen werden muss.

[106] Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S.57
[107] DIN 2000, eine vom DIN Deutsches Institut für Normung e.V. herausgegebene Norm, die eine allgemein anerkannte technische Regel – keine Rechtsnorm – für die allgemeine Wasserversorgung darstellt und Leitsätze für die zentrale Trinkwasserversorgung, auch bezüglich Planung, Bau und Betrieb der Anlagen, beinhaltet (http://wasser-lexikon.de/din-2000/).
[108] Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S.50

[109] http://www.sebes.lu/Fr/Presentation/DEFAULT.asp
[110] http://www.eau.public.lu/eaux_souterraines/index.html

Außerdem soll ihnen ins Bewusstsein gerufen werden, dass das Abwasser, das in den Haushalten und in der Industrie produziert wird, wieder in den Kreislauf zurückgeführt wird und somit schlussendlich auch wieder von uns als Trinkwasser verwendet wird. Zwar wird es zwischendurch gereinigt, doch es gibt Stoffe, die in Spuren darin zurückbleiben. Anhand eines Experiments sollen die Jugendlichen selbst die Erfahrung machen, dass diese Stoffe die Pflanzen- und Tierwelt schädigen können. Diese Erkenntnis soll sie dazu motivieren, ihr Umweltverhalten zu ändern, das heißt, besser darauf zu achten, was zuhause ins Abwasser gerät und sparsamer mit dem Leitungswasser umzugehen.

Diese Unterrichtseinheit ist dazu gedacht, im Klassensaal durchgeführt zu werden. Sie kann jedoch gut in Zusammenhang mit dem ökologischen Park gebracht werden, da die Schüler in diesem die Pflanzen und ihre Bedürfnisse kennenlernen und ein Gespür für die ökologischen Zusammenhänge eines Lebensraums bekommen.
Auf 6e steht der Schutz der Gewässer und des Grundwassers auf dem Lehrplan (siehe Anhang 11.b.), somit lässt sich diese Unterrichtseinheit gut einfügen. Aber auch auf der 8e, wo die Trennverfahren durchgenommen werden, kann es interessant sein, das Thema "Abwassserreinigung" zu behandeln, da hier verschiedene Trennverfahren angewandt werden (siehe Anhang 11.d.).
Auch im Rahmen des Lehrplans der 10PS könnte dieses Projekt durchgeführt werden (Bodenanalysen, abiotische Faktoren,... – siehe Anhang 11.e.)

2. Anvisierte Kompetenzen

Folgende Schlüsselqualifikationen sollen bei diesem Projekt trainiert werden:

(Zum Vergleich siehe Anhang 2)

WISSEN/DENKEN	
Intelligentes Wissen	Gewinnung von Kenntnissen über den Wasserkreislauf und die Bildung des Grundwassers.

WISSEN/DENKEN	
Systemisches (vernetztes) Denken	Erkenntnis, dass nicht alle Stoffe, die in das Abwasser gelangen, wieder herausgefiltert werden können und so die Pflanzen und Tiere schädigen, die mit diesen Stoffen in Kontakt kommen; Bildung von Grundwasser als langwierigen Prozess erkennen und dass mehr Wasser verbraucht wird als in kurzer Zeit von der Erde nachgeliefert werden kann.
Antizipatorisches (zukunftsgerichtetes) Denken	Trinkwasserknappheit für zukünftige Generationen als reale Gefahr erkennen; Relevanz der Verminderung des Wasserkonsums und der Verschmutzung der Gewässer wahrnehmen.
Forschungskompetenz	Mittels kurzen Experimenten selbst erfahren, wie Grundwasser durch die Bodenschichten gefiltert wird, und welchen Einfluss verschiedene Abwasser auf Pflanzen haben können.
WERTEN	
Selbstreflexionsfähigkeit	Reflexion über den eigenen Wasserkonsum; Darüber nachdenken inwiefern das eigene Umweltverhalten geändert werden kann, um seinen Teil für die Trinkwasserreserven des Planeten beizutragen.
Werteorientierung	Erkenntnis, dass das eigene Handeln einen Einfluss auf alle Lebewesen der Erde und zukünftige Generationen hat.
Teamfähigkeit	Teamfähigkeit wird durch Arbeit in Gruppen trainiert.
Evaluationskompetenz	Analyse und Auswertung der Versuchsergebnisse.

HANDELN	
Methodenkompetenz	Durchführen, Analysieren, Auswerten von Versuchen.
Fantasie und Kreativität	Lokale Erfahrungen im Klassenraum werden, dank der Versuche, in Beziehung zu globalen Entwicklungen gesetzt (Zum Beispiel: Filterschichten im Becher stellen Filterkapazität der Böden dar).
Autonomes Handeln	Autonome Ausführung und Analyse der Versuche.

3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten

3.1. Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheit

Um die Unterrichtseinheit vorzubereiten, testete ich im Vorfeld die verschiedenen Experimente auf ihre Tauglichkeit.

Im Buch Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik zur Thematik "Wasser" (Cornelsen)[111] fand ich zwei interessante Versuche zur Bildung des Grundwassers. Der erste dient dazu, zu erforschen, wie Grundwasser gebildet wird. Dabei werden nacheinander Ton, Kies und Gartenerde in einen Becher gegeben und anschließend Wasser darauf geschüttet. Das Wasser staut sich dabei auf wasserundurchlässigen Schichten (hier der Ton) und füllt die Leerräume zwischen den Kieselsteinchen auf. Die Gartenerde nimmt das Wasser nicht so schnell auf. Daher werden zunächst einige Partikel aufgeschwemmt, die dann auf dem Wasser schwimmen. Dieses überschüssige Wasser wird aber nach und nach von der Gartenerde aufgenommen, bis die Schicht gesättigt ist und das Wasser darüber stehen bleibt. Dieses Wasser ist leicht mit Bodenpartikeln verschmutzt, die sich aber langsam absetzen sodass das Wasser klar erscheint. Ich fand, dass dieses Experiment deutlich zeigt, wie das Niederschlagswasser

[111] Bergstedt C. Dr. (2009).NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser. (1. Auflage); Cornelsen Verlag. S.45

im Boden versickert und die Leerräume zwischen den Bodenpartikeln auffüllt. Dieses speist letztendlich den Grundwasservorrat. Ein Teil des Sickerwassers wird gegen die Schwerkraft im Boden festgehalten. Wie schnell das Wasser durch den Boden läuft und welche Mengen im Boden haften bleiben, hängt von der Bodenart ab. Grobkörnige Böden (z.B. Kies) sind wasserdurchlässiger als feinkörnige (z.B. Ton) und können daher viel Wasser aufnehmen. Es versickert jedoch auch rasch. Feinkörnige Böden können weniger Wasser aufnehmen, wirken jedoch stauend, da das Wasser nicht so leicht hindurchsickert. Daher hat Ton eine hohe Wasserkapazität (siehe Praktikum "*Der Weg des Wassers durch den Wald*") und ein gutes Filtervermögen, während Sand das Wasser zwar besser aufnimmt, aber auch schnell wieder abgibt und somit ein weniger effizientes Filtermaterial darstellt.

Beim zweiten Versuch änderte ich das Protokoll von vornherein etwas ab: Anstatt von Glasrohren, die an Stativen befestigt wurden, benutzte ich Trichter, die über Bechergläser fixiert wurden, da der Nordstadlycée zu diesem Moment nicht über das nötige Material verfügte. Beim Durchschütten des Wassers gelangte zwar so immer etwas Erde in das Becherglas, das war jedoch nicht weiter schlimm. Ich führte den Versuch dreimal durch, mit jeweils anderem Füllmaterial. In jeden Trichter schüttete ich zunächst eine Humuschicht, um nach unten hin abzudichten. In den ersten füllte ich anschließend Gartenerde, in den zweiten Sand und in den dritten Gartenerde und Sand. Ich stellte ein künstliches Abwasser aus Spülmittel, Essig und Methylenblau her und schüttete es in den Trichter, damit es durch die verschiedenen Schichten in das darunterstehende Becherglas fließen konnte.

Nach dem Filtrieren konnte ich feststellen, dass der pH-Wert des Abwassers von 5 auf 6 gestiegen war, außer bei der Humus-Sand-Variante. Die Humus-Sand-Schichten reichen also nicht aus, um die Säure herauszufiltern. Das Wasser, das durchgelaufen war, war in den drei Fällen etwas an Erde angereichert, jedoch nicht weniger blau. Am Schaumgehalt hatte sich ebenfalls nicht viel geändert. Deshalb beschloss ich eine vierte Variante einzuführen: Lehmboden. Lehm lässt das Wasser zwar langsamer durch, hat jedoch eine hohe Wasserkapazität und ein gutes Filtervermögen. Daher besteht die Möglichkeit, dass das Wasser durch den Lehmboden besser gefiltert wird.

3.2. Erstellung der Arbeitsblätter (Anhang 9.a.)

Zunächst sollen die Schüler sich überlegen, welche Bedingungen Wasser erfüllen muss, um als „Trinkwasser“ verwendet werden zu können. Beim zweiten Punkt soll die Abbildung ihnen bewusst machen, dass die Wassermengen, die uns als Trinkwasser zur Verfügung stehen, im Vergleich zum gesamten Wasservolumen der Erde, sehr gering sind.

Ein kleiner Versuch soll ihnen unsere Abhängigkeit von den geringen Mengen an Süßwasser noch veranschaulichen: Die Schüler sollen sich ihr eigenes “Meerwasser” anmischen und einen Schluck davon in den Mund nehmen, ohne ihn herunterzuschlucken. Über die reale Erfahrung, dass Salzwasser nicht trinkbar ist, begreifen sie, dass Menschen von der Versorgung mit Süßwasser abhängig sind.

Anschließend können die Jugendlichen mit Hilfe der Experimente die Speicher- und Filterkapazität der Bodenschichten untersuchen. Sie sollen ihr selbst angefertigtes “Abwasser” dank verschiedener Filterschichten reinigen. Je nach Gruppe werden die Filterschichten anders zusammengesetzt. So gibt es vier verschiedene Varianten: Humus-Sand-Gartenerde, Humus-Sand, Humus-Gartenerde und Lehmboden. Indem sie beobachten, wie Schmutzwasser durch ein solches Filtersystem gereinigt werden kann, können sie ebenfalls erkennen wie aufwändig und langwierig diese Reinigung ist. So soll ihr Bewusstein dafür geschärft werden, sparsam mit der Ressource Wasser umzugehen.

Beim vierten Punkt der Arbeitsblätter untersuchen die Schüler die Verschmutzung des Grundwassers und die Folgen für die Pflanzen. Dies ist ein Versuch, der nur in dieser Praktikumstunde angesetzt werden kann, aber über die folgenden Tage weiterverfolgt werden muss. Den Jugendlichen soll bewusst gemacht werden, dass der größte Teil des Abwassers aus Haushalt und Industrie wieder in den Kreislauf zurückfließt, nur eben “verschmutzt”. Die Pflanzen und Tiere sind diesem Schmutzwasser in der Natur schutzlos ausgeliefert, wenn es wieder in die natürlichen Gewässer zurückgeleitet wird. Um dies zu veranschaulichen, sollen die Schüler ihr eigenes “Abwasser” produzieren und untersuchen, inwiefern dieses Schmutzwasser die Keimung und das Wachstum von Kressesamen beeinflusst. Jede Gruppe testet ein anderes Schmutzwasser und fertigt außerdem einen Kontrollversuch an. Dieser Versuch wird während der Praktikumsstunde natürlich nur vorbereitet. Nach 2, beziehungsweise 5 Tagen, müssen

die Schüler ihre Petrischalen untersuchen und sich die Ergebnisse notieren. Nach den fünf Tagen werden alle Beobachtungen auf der Tafel oder einer Overhead-Folie notiert, sodass die Schüler sie in ihre Tabelle eintragen und auswerten können.

Der ewige Wasserkreislauf führt dazu, dass sich der Wasservorrat auf der Erde praktisch nicht verringert. Die Schüler sollen sich Gedanken darüber machen, warum man trotzdem mit Wasser sparsam umgehen muss, und wie man versuchen kann, Verschmutzungen zu vermeiden.

Die letzte Aufgabe kann entweder, je nach Zeit, noch im Unterricht behandelt werden, oder als Hausaufgabe dienen: Die Jugendlichen sollen sich überlegen, wozu sie im Haushalt Wasser benötigen und wieviel Wasser sie für die einzelnen Tätigkeiten brauchen.

3.3. Die Umsetzung der Unterrichtseinheit (Anhänge 9.b. und 9.c.)

Vor der Durchführung der Unterrichtseinheit müssen die verschiedenen Filterschichten (Gartenerde, Humus, Sand und Lehm), sowie Kressesamen, falls keine im Schullabor vorrätig sind, besorgt werden.

Die Klasse bestand aus 23 Schülern, so dass ich 10 Gruppen mit zwei Schülern und eine Gruppe mit 3 Schülern geplant hatte. Es waren jedoch zwei Schüler bei der Durchführung abwesend, so dass schlussendlich 2 x 5 Gruppen an den Praktikastunden teilnahmen. Jede Gruppe hatte 50 Minuten für das Praktikum zur Verfügung.

Ich wollte die Stunde nicht mit einer allzulangen Einleitung beginnen, da die Schüler der 6e nur eine Stunde für das Praktikum zur Verfügung haben. Außerdem wollte ich, dass die Schüler den Großteil der Thematik dank der Arbeitsblätter erarbeiten würden. Ich begann die Unterrichtseinheit mit der Frage, wieviel Prozent der Erdoberfläche aus Wasser bestehen. Es gibt immer einige Schüler, die wissen, dass es 70 % sind. Anschließend wollte ich von ihnen wissen, wozu wir Wasser benötigen. Auch auf diese Frage bekam ich einige gute Antworten: zum Trinken, zum Schwimmen, zum Waschen, zum Duschen, zum Kochen, zum Boot fahren, usw. Ich fuhr fort, indem ich ihnen erklärte, dass es in dieser Unterrichtseinheit hauptsächlich um unser Trinkwasser gehe,

und um genauer zu sein, um das Grundwasser. Wenn an diesem Punkt die Reinigung des Abwassers durch eine Kläranlage bereits durchgenommen wurde, kann dieser Punkt ebenfalls in die Einleitung einfließen.

Am Besten wird zu Beginn der Unterrichtseinheit die Zuteilung der Filterschichten (Punk 3) festgelegt, und bei Punkt 4) die Art von Abwasser, die jede Gruppe anfertigen soll.

Laut den Schülern dieser Klasse sollte Trinkwasser folgende Bedingungen erfüllen:

Es sollte,

- *"sauber und nicht salzig sein,"*
- *"rein sein,"*
- *"keine Erde enthalten,"*
- *"keinen Geruch, keinen Geschmack und keine Farbe haben,"*
- *"ohne Müllreste oder Erdreste sein,"*
- *"ohne Mikroorganismen sein,"*
- *"eine Mindestkonzentration an Mineralstoffen enthalten,"*
- *"ohne Salz und Sand sein,"*
- *"ohne schädliche Bakterien sein,"*
- *"ohne Schadstoffe und Verunreinigungen,"*
- *"appetitlich sein,"*
- *"farblos, klar, kühl, geruchslos und geschmacklich einwandfrei sein."*

Folgende Schlussfolgerungen treffen die Schüler nachdem sie Salzwasser probiert haben:

- *"Es ist salzig und ungenießbar."*
- *"Salzig und brennt im Mund, brennt auf der Zunge."*
- *"Man kann das Wasser nicht runterschlucken."*
- *"Es schmeckt salzig, man kann es nicht trinken."*
- *"Das Wasser schmeckt salzig und wenn man dann Leitungswasser trinkt schmeckt dieses süß."*

- *"Das Wasser ist salzig und ist für Menschen nicht trinkbar und so könnten wir mit nur Salzwasser nicht überleben."*
- *"Der Geschmack vom Salzwasser bleibt in unserem Mund, auch wenn wir Leitungswasser trinken."*

Schmecken von Salzwasser

Während des ersten Versuchs machten die Gruppen folgende Beobachtungen:

„Kies und Ton bleiben auf dem Boden (des Bechers) *und saugen auf* (das Wasser)*. Die Gartenerde schwimmt aber oben und verdreckt das Wasser."*

„Der Lehm saugt viel Wasser auf und bleibt unten am Boden. Die Erde aber „schwimmt" an der Oberfläche. Das Wasser verfärbt sich braun."

„Das Wasser fließt durch den Boden, aber ab einem gewissen Moment steigt das Wasser auf, da sich kein Leerraum mehr zwischen den Kiessteinchen und Tonkörnern befindet."

Die Beobachtungen der Gruppen sind im Allgemeinen zufriedenstellend, auch wenn einige natürlich mehr Probleme haben, ihre Überlegungen auszudrücken als andere. Es ist mir aufgefallen, dass für viele Jugendliche „Ton“ und „Lehm“ Synonyme sind. Ich denke, das kommt zum Teil daher, dass Lehm (ein Gemisch aus Ton, Schluff und Sand) ebenfalls verformbar ist. Der Ton wirkt stauend und bleibt am Boden des Bechers, nachdem das Wasser hineingeschüttet wurde. Zwischen den Kieskörnern kann sich viel Wasser sammeln und dennoch bleibt der Kies unten, da die Körner schwer sind. Gartenerde ist ein Gemisch aus verschiedenen Bodenarten mit einem reichen Humusanteil. Sie kann sehr viel Wasser aufnehmen, hält es jedoch weniger zurück als der Ton. Außerdem sind einige Partikel sehr leicht und schwimmen so auf dem Wasser, beziehungsweise im Wasser, was dem Wasser einen verdreckten Aspekt verleiht.

Versuch 1 “Wie entsteht Grundwasser?”

Der zweite Versuch soll den Schülern die Filterkapazität verschiedener Bodengemische vor Augen führen. In jeder Praktikumsstunde führten jeweils 5 Gruppen den Versuch durch, so dass das Humus-Sand-Erde-Gemisch jedes mal zweimal getestet wurde.

Versuch 2 (Humus-Sand-Gartenerde)

Erste Woche:

Wassereigenschaften		Gruppe 1 **Humus-Sand-Gartenerde**	Gruppe 2 **Humus-Sand-Gartenerde**	Gruppe 3 **Humus-Sand**	Gruppe 4: **Humus-Gartenerde**	Gruppe 5: **Lehmboden**
Vor dem Filtern	Farbe	Blau	Blau	Blau	Blau	Blau
	Schaum	An den Seiten	Fast keiner	Fast keiner	Fast keiner	Viel
	pH-Wert	4	5	6	5	4
Nach dem Filtern	Farbe	Grün/blau	Blau	Blau-Grün	Blau-grün	Weniger blau
	Schaum	Mehr als vorher	Mehr als vorher	Mehr als vorher	Mehr als vorher	Weniger als vorher
	pH-Wert	5	6	6	6	5

Zweite Woche:

Wassereigenschaften		Gruppe 1 **Humus-Sand-Gartenerde**	Gruppe 2 **Humus-Sand-Gartenerde**	Gruppe 3 **Humus-Sand**	Gruppe 4: **Humus-Gartenerde**	Gruppe 5: **Lehmboden**
Vor dem Filtern	Farbe	Blau	Blau	Blau	Blau	Blau
	Schaum	Ein wenig	An den Seiten	Vorhanden	Vorhanden	Viel
	pH-Wert	5	6	7	5	4
Nach dem Filtern	Farbe	Blau/Grün	Heller + schmutziger	Blau	Blau	Weniger blau
	Schaum	Ein wenig	Weniger Schaum	Mehr als vorher	Immer noch vorhanden	Weniger Schaum
	pH-Wert	6	7	6	6	5

Einige Gruppen geben an, dass das Wasser sich nach dem Filtervorgang grün verfärbt hat. Ich habe dies nachgeprüft: Das Wasser erscheint durch den Schmutz, der beim Filtrieren hineingelangt ist, etwas grünlich. Was mich mehr überrascht hat, war die Feststellung, dass sich nach dem Filtrieren vermehrt Schaum gebildet haben soll. Dies kommt wahrscheinlich von der „Fortbewegung“ des Wassers durch die Schichten im Trichter. In der ersten Woche konnten die Schüler nur beim Lehmboden weniger Schaum und eine Verringerung der Blaufärbung beobachten. In der zweiten Woche fanden die Gruppe 1 und 4, dass nach dem Filtervorgang gleich viel Schaum vorhanden war und die Gruppen 2 (Humus-Sand-Gartenerde) und 5 (Lehmboden) fanden weniger Schaum. Gruppe 2 schätzte

außerdem die Blaufärbung nach dem Filtrieren als weniger stark ein. Merkwürdig war, dass der Säuregehalt bei den verschiedenen Gruppen unterschiedlich stark war, obwohl jede Gruppe 10 Tropfen Essig nehmen sollte. Ich nehme an, dass ihre „Tropfen" durch die Pipette unterschiedlich groß waren. Der pH-Wert stieg jedoch bei allen Varianten, außer bei den Humus-Sand-Schichten. Bei diesen blieb der pH-Wert während der ersten Woche konstant und sank bei der zweiten Praktikumsstunde sogar weiter (was durch die Humussäuren bedingt sein könnte). Allgemein fanden die Schüler ähnliche Resultate wie ich. Leider blieb während der Praktikumsstunde nicht genügend Zeit die Resultate der Gruppen untereinander zu vergleichen, was ich jedoch in einer Unterrichtsstunde nachholte.

Bei Punkt 4) sollten die Schüler den Einfluss verschiedener „Abwasser" auf die Keimung und Wachstum von Kressesamen untersuchen. Da eine Gruppe weniger an dem Praktikum teilnahm, ließ ich das „Duschwasser" weg. Allerdings kann es bei mehr Gruppen natürlich immer noch angewandt werden. Jede Gruppe sollte einen Kontrollversuch und einen Versuch mit Abwasser durchführen, sodass am Ende jede Gruppe zwei Petrischalen hatte.

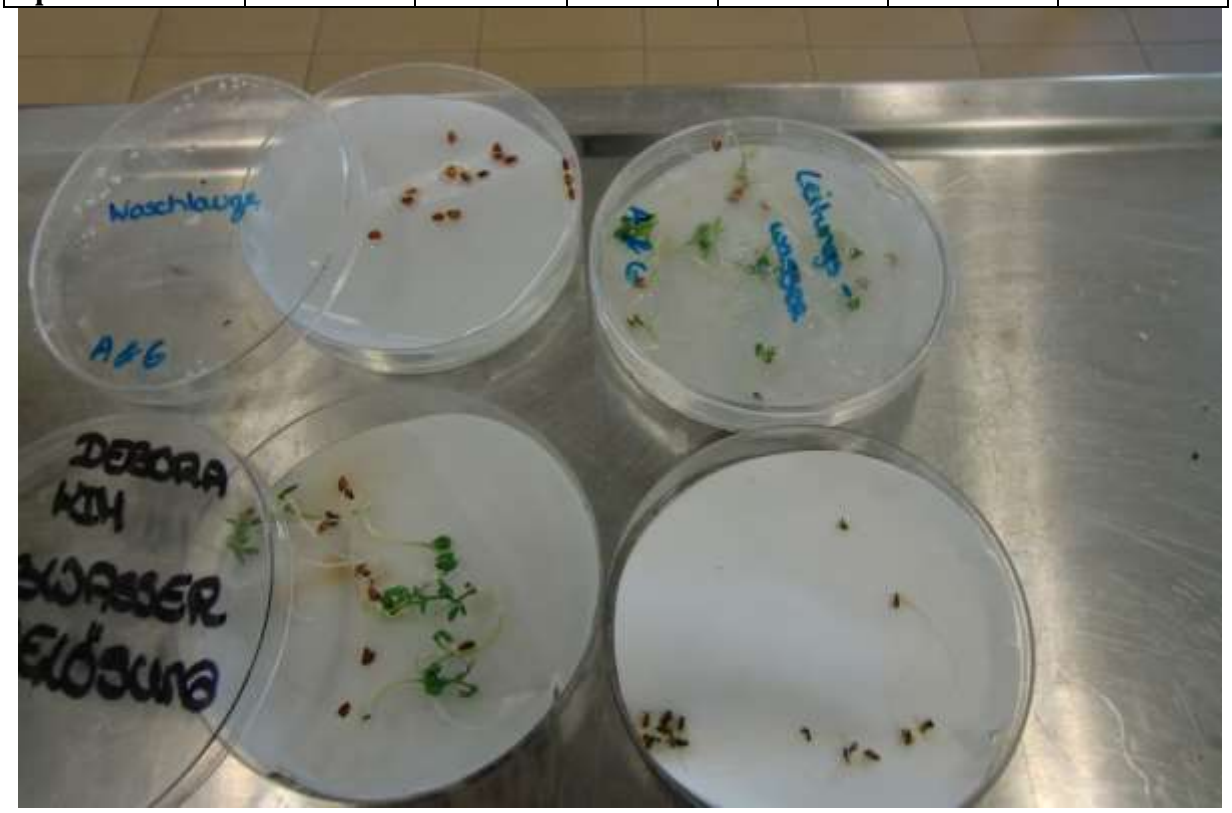
Einfluss verschiedener Abwasser auf die Keimung und das Wachstum von Gartenkresse (erste Woche)

	Kontrolle	**Salz-wasser**	**Wasch-lauge**	**Benzin-lösung**	**Mineral-lösung**	**Säure-lösung**
Gekeimte Samen	10	0	0	4	6	0
Farbe nach 5 Tagen	Grün	Braun	Braun	Braun	Braun	Braun
Aussehen nach 5 Tagen	Kleine Pflanze	Nicht gekeimte Samen	Nicht gekeimte Samen	Nur Wurzeln	Nur Wurzeln	Nicht gekeimte Samen
Länge der Wurzeln	2 cm	0	0	2-5 mm	0,5 cm	0
Länge der Sprosse	1,5 cm	0	0	0	0	0

Einfluss verschiedener Abwasser auf die Keimung und das Wachstum von Gartenkresse (zweite Woche)

Beispiele für Forschungsergebnisse

	Kontrolle	**Salz-wasser**	**Wasch-lauge**	**E l**		
Gekeimte Samen	15	0	0	4	0	13
Farbe nach 5 Tagen	Grün	Braun	Braun	Braun	Braun	Braun
Aussehen nach 5 Tagen	Kleine Pflanze	Nicht gekeimte Samen	Nicht gekeimte Samen	Nur Wurzeln	Nicht gekeimte Samen	Wurzel
Länge der Wurzeln	3,4 cm	0	0	2-5 mm	0 cm	4 mm
Länge der Sprosse	2,5 cm	0	0	0	0	1 mm



Beim Kontrollversuch habe ich jeweils eine Gruppe als Beispiel ausgesucht. In der ersten Woche haben 10 von 15 Samen gekeimt, in der zweiten Woche alle 15. Die Wurzeln wurden bis zu 3,5 cm lang, die Sprossen 2,5 cm. Bei keinem der Abwasser wurden die Pflanzen so groß. Alle Pflanzen wurden braun und es bildete sich nur die Wurzel aus. Einige Samen keimten bei der Benzinlösung, die Wurzel wurde jedoch nur

einige Millimeter lang. Bei der Gruppe der zweiten Woche keimten mehrere Pflanzen bei der Säurelösung. Die Sprossen waren jedoch auch braun und blieben sehr klein. Im Allgemeinen waren die Resultate sehr deutlich: Keines der Abwasser ist sehr förderlich für das Pflanzenwachtum, denn selbst wenn der Samen keimt, bleibt die Pflanze braun und sehr klein.

Auf die Frage, warum wir sparsam mit dem Wasser umgehen müssen, obwohl der Wasservorrat der Erde sich theoretisch nicht verändert, haben viele Schüler nicht geantwortet, da sie die Frage übersehen haben. Ich werde diese Frage etwas besser hervorheben müssen, indem ich Linien einzeichne.

Die Schüler schlagen folgende Strategien vor, um die Wasserverschmutzung zu verringern:

- *„Weniger Schmutz in die Gewässer schütten."*
- *„Weniger Schmutz im Meer zulassen, weil die Tiere es als Nahrung nehmen."*
- *„Mehr Kläranlagen bauen."*
- *„Abgase verringern damit der Regen sauberer ist."*
- *„Keine Abwasser in Seeen oder Meere schütten, denn sonst verdunstet es und es regnet das dreckige Wasser wieder auf der Erdoberfläche und die Pflanzen werden mit dreckigem Wasser genetzt sozusagen."*
- *„Die Industrie sollte weniger Abgase abgeben. Diese vermischen sich und ergeben die Niederschläge, welche dann wieder von den Pflanzen aufgenommen werden."*
- *„Nicht soviele Abwasser produzieren und keine chemischen Chemikalien runterspült und die Schiffe sollen nicht Öl ins Wasser machen."*
- *„Bohrinseln sicherer machen, sodass kein Öl mehr austreten kann."*
- *„Gewässer nicht als Müllkippe benutzen."*
- *„Die Industrie soll nicht soviele Abgase machen, so dass nicht zuviel CO_2 in die Luft kommt und so auch Wasser verschmutzen."*
- *„Kein Öl oder Fett ins Wasser tippen."*
- *„Bei Säuberungsaktionen von Gewässern mithelfen."*
- *„Strände sauber halten."*
- *„Keine Waschmittel in die Toilette oder Waschbecken schütten."*

Auch wenn nicht alle Aussagen wissenschaftlich korrekt ausgedrückt sind, sind die Ideeen dahinter doch sehr gut und sehr variiert. Die Hausaufgabe wurde leider nicht von allen Schülern erledigt, aber auch hier haben einige sehr gute Arbeit geleistet.

Bei der Verbesserung der Hausaufgabe gibt es natürlich keinen hundertprozentigen Verbesserungsvorschlag. Wichtig ist, dass die Schüler sich Mühe gegeben haben anzugeben wieviel und vor allem bei welchen Aktivitäten sie täglich Wasser verbrauchen. Nach „*tageblatt.lu*“, verbrauchen die Haushalte in Luxemburg täglich durchschnittlich rund 134 Liter Wasser pro Kopf, was einer vollen Badewanne entspricht (Stand 2012).[112] Rechnet man Grenzgänger, Restaurants und Industrie dazu, kommt man in Luxemburg sogar auf einen durchschnittlichen Wasserverbrauch von 250 Liter pro Kopf und Tag. Verbraucht wird Wasser beim Trinken und Kochen, beim Geschirrspülen, beim Putzen, beim Duschen, beim Wäsche waschen, bei der Toilettenspülung, beim Autowaschen, usw.

4. <u>Feedback der Schüler</u> (Anhänge 9.e. und 9.f.)

Dreizehn der einundzwanzig Schüler fanden das Projekt interessant, wobei ihnen das Experiment mit den Kressesamen, die Arbeit mit der Erde (Bildung des Grundwassers) und das Experiment mit dem Salzwasser besonders gut gefallen haben. Anderen haben genau diese letzten beiden Experimente überhaupt nicht gefallen. Das Bild mit dem Wasserkreislauf war ebenfalls nicht bei allen beliebt.
Siebzehn Schüler gaben an, begriffen zu haben, wie das Grundwasser in den Boden gelangt. Ebenfalls siebzehn haben verstanden wie es durch die Bodenschichten gefiltert wird, wenn auch dieses Mal fünf dieser siebzehn Schüler „trifft eher zu“ ankreuzten. Die gleichen siebzehn Schüler haben erkannt welche Auswirkungen ihr Verhalten auf die Pflanzenwelt haben kann. Dreizehn Schüler haben verstanden, warum das Wasser schützenswert ist. Nur zwei Schüler hatten mit Menschen außerhalb der Klasse über das Projekt gesprochen.

Zehn Schüler gaben an nach dem Projekt sparsamer mit der Ressource Wasser umzugehen indem sie beim Zähneputzen, Duschen (anstatt Badewanne), Autowaschen,

[112] http://www.tageblatt.lu/nachrichten/story/Wir-verbrauchen-eine-Badewanne-voll-Wasser-19463445

Händwaschen, usw, auf ihren Wasserverbrauch achten. Ein Schüler gab an nun ökologisches Waschmittel/Duschmittel zu benutzen.
Ein Schüler schlug vor, den Wasserkreislauf wegzulassen. Einige Schüler schienen den Zusammenhang dieses Bildes mit dem Rest des Projekts nicht verstanden zu haben.

5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge (Anhang 9.d.)

Folgende Tabelle zeigt, welche der anvisierten Kompetenzen meiner Meinung nach tatsächlich entwickelt wurden. Ich basiere diese Behauptung auf meine Beobachtungen während der Unterrichtseinheit und auf das persönliche Feedback der Schüler (siehe Seite 213 zum Vergleich).

	Entwickelt	Nicht entwickelt
Wissen/Denken:		
Intelligentes Wissen	X	
Systemisches (vernetztes) Denken		X
Antizipatorisches Denken		X
Forschungskompetenz	X	
Werten:		
Selbstreflexionsfähigkeit	X	
Werteorientierung	X	
Teamfähigkeit	X	
Evaluationskompetenz	X	
Handeln:		
Autonomes Handeln	X	
Fantasie und Kreativität	X	
Methodenkompetenz	X	

Die Schlüsselqualifikation “Intelligentes Wissen” wurde nur teilweise entwickelt, da die Unterrichtseinheit etwas zu kurz war, um zu gewährleisten, dass die Schüler Grundkenntnisse über den Wasserkreislauf gewinnen. Ich denke jedoch, dass sie die Kenntnisse über die Bildung des Grundwassers gewonnen haben.

Durch den Versuch mit den Filterschichten sollen die Schüler sich bewusst werden, dass die Bildung von Grundwasser ein langwieriger Prozess ist, der sehr lange Zeit benötigt. Der Wasserkreislauf gewährleistet, dass uns immer wieder Trinkwasser nachgeliefert wird. Wir verbrauchen jedoch mehr Wasser als und in kurzer Zeit von der Erde nachgeliefert werden kann. Dies sollte den Schülern am Ende der Unterrichtseinheit oder bei der Verbesserung des Praktikums unbedingt noch einmal nähergebracht werden. Obschon die Schüler recht gut auf die einzelnen Fragen antworteten, hatten nicht alle den Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf verstanden.

Aus diesem Grund habe ich mich entschlossen den Aufbau der Arbeitsblätter umzuändern und die Ziele der einzelnen Abschnitte durch Fragen etwas klarer hervorzuheben. Die Abbildung über den Wasserkreislauf setze ich nun an den Anfang, sodass die Schüler sich immer wieder während des Praktikums an ihm orientieren können. Dann wird das Thema schrittweise ausgearbeitet. Zunächst stellen wir uns die Frage: An welcher Stelle des Wasserkreislaufs entsteht unser Trinkwasser? Um diese Frage zu beantworten, sollen die Schüler sich nun zunächst überlegen, welche Bedingungen Trinkwasser erfüllen muss und die Erfahrung machen, dass wir das Salzwasser nicht als Trinkwasser benutzen können. Daraus ergibt sich dann, dass wir nur das Süßwasser trinken können. Die Abbildung mit dem Eimer als Salzwasser der Erde soll den Schülern bewusst machen, dass wir nur einen sehr kleinen Teil der Wassermengen des Planeten als Trinkwasser nutzen können. Nun sollen sie die Stellen des Wasserkreislaufs angeben, an denen wir Trinkwasser entnehmen können. Eine weitere Abbildung zeigt ihnen, dass das Grundwasser unsere Haupt-Trinkwasserquelle darstellt. Anschließend stellen wir uns die Frage, wie es möglich ist, dass das Wasser, das als Niederschlag zurück auf die Erde gelangt im Boden nicht “verloren geht”. An diese Stelle fügt sich der Versuch mit den Bodenschichten ein, die wasserdurchlässig oder wasserundurchlässig sein können. Der Boden fängt das Niederschlagwasser auf. Dieser Versuch zeigt allerdings auch, dass Wasser, das Erde enthält, nicht sauber und

also auch nicht trinkbar ist. Wie kommt es dann, dass man Wasser, das aus dem Boden kommt, trinken kann? Auf diese Frage folgt der zweite Versuch: Die Bodenschichten filtern das Wasser und somit wird die erste Frage beantwortet: Der Großteil unseres Trinkwassers stammt aus dem Grundwasser und wurde vom Boden gereinigt. Nicht alle Lebewesen kommen jedoch in den Genuss von gereingtem Wasser. Das Experiment mit den Kressesamen soll den Schülern zeigen, dass viele unserer, in Haushalt und Industrie produzierten, Abwasser Folgen für die Lebewesen haben, die vom Wasser abhängig sind.
Bei Punkt *5) Schutz des Grundwassers* reformuliere ich die erste Frage: "Dank des ewigen Wasserkreislaufs müssten die Grundwasserreserven eigentlich immer wieder aufgefüllt werden. Erkläre, warum wir trotzdem mit dieser Ressource sparsam umgehen müssen. "

Ich füge am Ende des Arbeitsblatts noch eine Frage hinzu, die entweder als Hausaufgabe, als Aufgabe im Praktikum beantwortet oder in der Gruppe diskutiert werden kann:
"*Versucht euch vorzustellen, was passieren würde, wenn die Süßwasserquellen auf der Erde erschöpft wären*". Diese Aufforderung soll darauf abzielen, dass die Schüler lernen vorausschauend zu denken. Durch weitere Überlegungen sollen sie so die gesamte Bedeutung des Süßwassers für das Überleben von Pflanzen, Tieren und Menschen erfassen.

Auf diese Weise will ich versuchen die verschiedenen Punkte auf den Arbeitsblättern für die Schüler zusammenhängender zu gestalten, sodass sie die Vernetzungen zwischen dem Wasser, das bei uns in die Abflussrohre gelangt und dem, das wir letztendlich wieder aus dem Wasserhahn gewinnen besser begreifen und verstehen, dass wir sparsam mit dem Wasser umgehen müssen, auch wenn es davon soviel auf dem Planeten gibt.

Der Versuch, den Schaum durch die Filterschichten zu entfernen oder zumindest zu verringern, funktioniert leider nicht jedes Mal. Deswegen habe ich mir überlegt, anstatt von Schaum eher feste Partikel zu nehmen, bei denen es offensichtlicher ist, dass sie vom Boden herausgefiltert werden (z.B. Sand, Brotkrümmel, ...) Dies funktioniert jedoch

am besten, wenn man anstatt der Trichter Glasrohre nehmen kann, bei denen die Filterschichten (z.B. Humus) nicht herraussickern. Eine andere Möglichkeit wäre es, Öl hinzuzugeben, um zu untersuchen, ob dieses vom Boden gefiltert wird.

Die Jugendlichen haben recht gute Vorschläge gemacht, wie man die Verschmutzung der Gewässer verringern könnte. Was mir dabei jedoch auffiel ist, dass sie oft allgemein von "*Schmutz*", "*Dreck*" oder von "*Sachen*" sprechen. Wobei Schmutz und Dreck natürlich nicht falsch sind. In diesem Zusammenhang wäre es doch vielleicht interessant, darüber zu diskutieren, um was es sich dabei handelt. Einerseits haben wir von "Duschwasser" als Abwasser gesprochen, das die Pflanzen schädigt, andererseits predigen wir den Schülern, dass eine gewisse Körperhygiene unabdingbar ist. Obwohl einigen die umweltfreundlichen Waschmittel oder Pflegeprodukte bekannt sind, denke ich, dass es an dieser Stelle wichtig ist, die Schüler nochmal auf die Verfügbarkeit solcher Produkte aufmerksam zu machen. Außerdem sollte auch unbedingt darüber gesprochen werden, was in den Abfluss gehört und was nicht. Viele Menschen geben zum Beispiel immer noch Reste von flüssigen Medikamenten ins Waschbecken. Die Problematik der Mikrogranulate in Kosmetika und Waschmitteln könnte ebenfalls angesprochen werden.[113] Natürlich ist es nicht möglich alle Versuche und Diskussionen in 50 Minuten abzuschließen, aber wenn diese Unterrichtseinheit zum Beispiel im Rahmen der Müllsortierung stattfindet, kann man diese Art von Diskussionen gut einbauen.

Den Vergleich zwischen den einzelnen Filterschichten der Gruppen konnte ich erst in der darauffolgenden Unterrichtsstunde vornehmen. Da jedoch alle Versuche in der Praktikumstunde durchgeführt wurden, war ich mit dem Zeitablauf nicht direkt unzufrieden. Außerdem mussten die Schüler die Ergebnisse ihres Abwasser-Experiments ebenfalls noch abwarten, ehe sie eine Schlussfolgerung ziehen konnten. Bei einer 8e dürfte sich das Problem nicht stellen, da diese Klasse 100 Minuten für die Praktika zur Verfügung hat. Will man bei der 6e den Vergleich zwischen den verschiedenen Filterschichten direkt im Anschluss des Experiments durchnehmen, könnte man notfalls den ersten Versuch mit dem Sickerwasser weglassen, da er, für die Analyse des weiteren Praktikums, nicht unbedingt notwendig ist. Eine andere

[113] http://www.srf.ch/sendungen/kassensturz-espresso/themen/umwelt-und-verkehr/mikroplastik-in-lebensmitteln-kosmetikprodukte-unter-verdacht

Möglichkeit Zeit einzusparen wäre, den fünften Teil “Schutz des Grundwassers” vollständig oder teilweise als Hausaufgabe aufzugeben, da hier keine weiteren Versuche durchgeführt werden sondern lediglich schriftlich auf Fragen geantwortet werden soll.

Im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts sollen die Schüler außerdem Berichte anfertigen, in denen sie ihre Versuche beschreiben und analysieren und Schlussfolgerungen ziehen. Auch hier könnte man sie auffordern auf weiterführende Fragen zu antworten, wie zum Beispiel die Frage nach den erschöpften Süßwasserressourcen.

Die Schüler hatten während des Praktikums Gelegenheit, selbst die Erfahrung zu machen, dass Salzwasser, das den größten Teil der Wasserreserven des Planeten darstellt, nicht trinkbar ist. Man könnte jedoch an dieser Stelle auf die Versuche eingehen, das Meerwasser zu entsalzen, um das Problem der Trinkwasserknappheit in bestimmten Gebieten zu lösen. Im Nahen Osten ist diese Form der Trinkwassergewinnung beispielweise weit verbreitet. [114] Allerdings sind diese Verfahren teuer und brauchen viel Energie. Forscher der University of Texas und der Philipps-Universität in Marburg haben nun einen Chip entwickelt, der auf einfache Weise Meerwasser entsalzen kann.[115]

[114] http://www.chemie.de/lexikon/Meerwasserentsalzung.html
[115] https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article130214530/Kuenftig-kommt-unser-Trinkwasser-aus-dem-Meer.html

X. PROJEKT 6: Nutzung der Kräuter in den Hochbeeten

1. Einleitung

In den Hochbeeten des ökologischen Parks findet man eine ganze Reihe von Nutzpflanzen. Es handelt sich hauptsächlich um Küchenkräuter, die für den *Lycée Technique hôtelier Alexis-Heck* gedacht sind. Viele davon können allerdings auch als Heilpflanzen klassiert werden. Auch an anderen Stellen des Parks kann man Heilpflanzen finden.

Dieses Projekt habe ich zusammen mit einer Referendarin in der Geographie, Laura Van den Kerchove, geplant und ausgeführt. Die Idee kam uns beim Gespräch über eines meiner Projekte im ökologischen Park. Wir stellten fest, dass die Kräuter in den Hochbeeten nicht viel genutzt wurden und so am Ende des Schuljahres verkümmerten. Wir fanden dies sehr schade und dachten auch, dass dies eine widersprüchliche Botschaft an die Schüler sendet. Einerseits lehren wie sie, nicht verschwenderisch mit Ressourcen umzugehen und zu bedenken, dass der Reichtum und die Nahrungsmittel sehr ungleich auf der Erde verteilt sind. Andererseits pflanzen wir Kräuter im ökologischen Park an, die dann am Ende des Schuljahres ungenutzt verfaulen. Wenn wir wollen, dass die Schüler ihr Denken und ihre Verhaltensweisen ändern, müssen wir mit gutem Beispiel vorangehen. Dazu gehört auch, ihnen zu zeigen, wie man die Geschenke der Natur nutzen kann.

Das Wissen um die Heilkraft der Pflanzen ist älter als die Menschheit selbst: Tiere in der freien Wildbahn haben nicht die Möglichkeit sich im Krankheitsfall an einen Arzt zu wenden; sie sind auf die Mittel angewiesen, die ihnen die Natur bietet. So beobachteten zum Beispiel der Verhaltensforscher Michael Huffmann und seine Mitarbeiter Schimpansen, die sich von Erkrankungen des Verdauungstrakts kurierten, indem sie das Mark eines Korbblütlers (*Vernonia amygdalina*) zu sich nahmen. [116]
Auf dem langen Weg der Evolution sammelten die Menschen über Jahrtausende hinweg in einer unendlichen Kette von Versuch und Irrtum gute und schlechte Erfahrungen mit

[116] Künkele, U. Dr.,Lohmeyer, T.R.; Heilpflanzen und Kräuter: Bestimmen, Sammeln, Anwendung und Wirkung. (Genehmigte Sonderausgabe). S. 10

den Inhaltstoffen der Kräuter, Bäume, Moose, Flechten und Pilze und integrierten das kontinuierlich wachsende Wissen in ihre Überlebensstrategien.
In China nimmt die Kräuterheilkunde im Rahmen der Traditionellen Chinesischen Medizin (TCM) seit jeher einen höheren Stellenwert ein als in Europa und kann auf eine entsprechend reichere Tradition zurückblicken. Das Heilen mit Pilzen ist in China und anderen ostasiatischen Ländern weit verbreitet. Auch im Nahen Osten gibt es eine lange botanische und naturheilkundliche Tradition. Europa verdankt den Arabern die erste Bekanntschaft mit zahllosen Gewürz- und Heilpflanzen des asiatischen Raums.[117]
Die beiden noch jungen Forschungsdisziplinen Ethnobotanik und Ethnomedizin befassen sich auch mit den nord-, mittel- und südamerikanischen Indianern, den Völkern Sibiriens und Afrikas und den Ureinwohnern Australiens. Die Indianer und die Aborigines besitzen erstaunliche naturmedizinische Kenntnisse. Ähnliches wird aus Afrika berichtet: Ein traditioneller Heiler in der südafrikanischen Provinz Natal muss fünf Jahre lang bei einem Meister in die Schule gehen, um die Heilpflanzen des Landes zu kennen und anzuwenden. In vielen Fällen konnten inzwischen auch hier durch Laboranalysen die heilkräftigen Komponenten der Pflanzeninhaltsstoffe identifiziert werden. Heilkräuter sind nun in Südafrika derart gefragt, dass viele Arten in der Natur selten geworden oder sogar schon vom Aussterben bedroht sind; inzwischen wurde begonnen, sie in Plantagen anzubauen.[118]

In jüngerer Zeit wirkt sich auch die weltweite ökologische Krise auf die Forschung aus und führt zu ungewöhnlichen Allianzen. Weil es viele Pflanzen gibt, die durch die Zerstörung ihrer Lebensräume und die Klimaveränderung vom Aussterben bedroht sind, ehe wir sie überhaupt kennen gelernt haben, schicken Pharmakonzerne Botaniker und Umweltexperten in die entlegendsten Weltregionen und fordern Naturschutzprojekte zur Erhaltung der genetischen Vielfalt der tropischen Regenwälder. Natürlich tun sie dies nicht nur aus reiner Menschenliebe, sondern auch aus handfesten Eigeninteressen. Jedoch besitzen diese Konzerne das nötige Kleingeld, um auf diesem Gebiet zumindest etwas zu bewirken.[119]

[117] Künkele, U. Dr.,Lohmeyer, T.R.; Heilpflanzen und Kräuter: Bestimmen, Sammeln, Anwendung und Wirkung. (Genehmigte Sonderausgabe). S. 25
[118] Künkele, U. Dr.,Lohmeyer, T.R.; Heilpflanzen und Kräuter: Bestimmen, Sammeln, Anwendung und Wirkung. (Genehmigte Sonderausgabe). S. 26
[119] Künkele, U. Dr.,Lohmeyer, T.R.; Heilpflanzen und Kräuter: Bestimmen, Sammeln, Anwendung und Wirkung. (Genehmigte Sonderausgabe). S. 27

Auch in Europa wächst das Interesse an der Phytotherapie. In einer kaum noch überschaubaren Fülle bieten Vereinigungen wie die Gesellschaft für Arzneimittelforschung, Pharma- und Kosmetikfirmen, Apothekerverbände, Krankenkassen, Verbände der Anbauer und spezialisierte Gärtnereien Informationen über Heil- und Gewürzpflanzen, deren Zucht und Verwendung an. Die Grundlage für jeden, der sich für die Kräuter und ihre vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten interessiert, ist jedoch ein solides Basiswissen über die Artenvielfalt vor der Haustür, im Park, in der näheren und weiteren Umgebung des Wohnorts oder auch im eigenen Garten. Dazu soll dieses Projekt einen Beitrag leisten.

Wie bei allen Nutzpflanzen, die in hohen Mengen gebraucht werden, muss die Produktion der Heilpflanzen künstlich in die Höhe getrieben werden. Düngemittel, Herbizide und Pestizide sollen einen möglichst hohen Ertrag sichern. Dies bringt jedoch mit sich, dass wir viele Stoffe mit den „Naturheilkräutern“ aufnehmen, bei denen noch immer niemand sicher weiß, welchen Einfluss sie auf unsere Gesundheit haben. Nicht alle Nutzpflanzen lassen sich gut in unseren Gegenden kultivieren. Viele Heilpflanzen und Küchenkräuter kann man allerdings im eigenen Garten anpflanzen und somit eine bessere Übersicht über eingesetzte Hilfsmittel behalten. Wäre es nicht einfacher, gesünder und auch nachhaltiger, sich einen Beruhigungstee aufzugießen mit frisch gepflücktem Baldrian aus dem eigenen Garten, anstatt auf teure Baldriantabletten aus der Apotheke zurückzugreifen? Das Ziel dieses Projekts ist, den Jugendlichen vor Augen zu führen, dass viele Heilpflanzen für uns in der Natur ganz leicht verfügbar sind und, dass es sehr viele Verwendungsmöglichkeiten dafür gibt. Sie sollen die wichtigsten Heilpflanzen im ökologischen Park kennenlernen und einen Überblick über ihre verschiedenen Wirkungen bekommen. Letztlich sollen sie lernen wie einfach es ist, einen leckeren **Tee aus diesen Kräutern** herzustellen oder sogar einen **Wundbalsam** anzufertigen. Ich hoffe, dass mit diesem Projekt ebenfalls das Interesse für Umweltfragen geweckt wird. Wenn die Schüler sich für die Kräuter, ihre Wirkung und ihre Anwendungsweisen begeistern können, wächst vielleicht auch ihr Empfinden, wie schützenswert die Natur ist.
Wir wollten dieses Projekt mit der 7eS durchführen, da wir beide diese Klasse unterrichteten: Ich lehrte die Naturwissenschaften und Laura Geographie. Dies gab uns die Möglichkeit 3 Schulstunden zur Verfügung zu haben. Die Wichtigkeit der

biologischen Vielfalt und des Artenschutzes sowie Charakteristiken einer nachhaltigen Landwirtschaft stehen auf dem Lehrplan (siehe Anhang 11.b.). Diese Unterrichtseinheit kann also gut in das Kapitel Nachhaltigkeit und Umweltschutz dieser Klassenstufe eingebunden werden.
Auch wenn das Projekt nicht direkt in den Lehrplan der 10PS passt, kann es dennoch auch auf dieser Klassenstufe durchgeführt werden. Für die Schüler dieser Klasse könnte eine Anwendung von pflanzlichen Heilmitteln von Interesse sein.

2. Anvisierte Kompetenzen

Mittels dieses Projekts möchte ich folgende Schlüsselqualifikationen trainieren:
(zum Vergleich siehe Anhang 2)

WISSEN/DENKEN	
Intelligentes Wissen	Gewinnen von Basiskenntnissen über Heilpflanzen und ihren Wirkungen
WERTEN	
Teamfähigkeit	Aufgabenverteilung für die Vorbereitung des Tees und des Wundbalsams; Mitwirkung der gesamten Klasse zur Erreichung des Ziels.
HANDELN	
Handlungskompetenzen	Erlernen der Zubereitung von Kräutertee und Wundbalsam aus frischen Kräutern, die im Park eingesammelt wurden.
Partizipationsfähigkeit	Einbindung aller Schüler um ein gemeinsames Ziel zu erreichen; Arbeit in der Klassengemeinschaft wirkt sich positiv auf die Motivation der Schüler aus und auf ihre Bereitschaft, sich an dem Projekt mitgestaltend zu beteiligen.

3. Beschreibung der Unterrichtseinheiten

3.1. Planung und Vorbereitung der Unterrichtseinheit

Die Idee für dieses Projekt kam Frau Van den Kerchove und mir im Juni, als die Hochbeete bereits mit Pflanzen übersät waren. Da zu diesem Zeitpunkt bereits alle Praktika und restlichen Schulstunden verplant waren, wollten wir unser Projekt zum Jahresende durchführen. Dies gab uns die Möglichkeit unsere letzten Schulstunden mit der 7e sinnvoll zu nutzen und stellte trotzdem für die Schüler eine etwas lockere Schulstunde dar. Es ist kein Geheimnis, dass es schwer ist Schüler an ihrem letzten Schultag vor den Sommerferien für normalen Unterricht zu motivieren. Dies bedeutete für uns allerdings auch, dass es keinen großen Sinn macht, die Arbeit der Schüler zu benoten oder sie viel aufschreiben zu lassen. Die Resultate, also der Tee und der Wundbalsam, sollten die Belohnung für ihre und unsere Mühen werden. Sollte eine Lehrperson sich jedoch entscheiden dieses Projekt zu benoten, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten es entsprechend abzuwandeln (siehe Verbesserungsvorschläge Seite 245).

Als Vorbereitung auf das Projekt musste ich zunächst versuchen soviele Heilpflanzen wie möglich im Park ausfindig zu machen. Natürlich kann man einige ganz einfach in den Hochbeeten finden. Ich wollte den Schülern jedoch auch vermitteln, dass man diese nützlichen Pflanzen überall in der Natur trifft.

In den Hochbeeten fand man zu diesem Zeitpunkt folgende Pflanzen (aktueller Stand: siehe Seite 55)

Deutscher Name	Lateinischer Name
Apfelminze	*Mentha villosa*
Baldrian	*Valeriana*
Dill	*Anethum graveolens*
Echter Lorbeer	*Laurus nobilis*
Echter Sellerie	*Apium graveolens*
Lavendel	*Lavandula*
Liebstöckel	*Levisticum officinale*
Oregano	*Origanum vulgare*
Pfefferminze	*Mentha piperita*
Rhubarb	*Rheum rhabarbarum*

Rotblättriger Sauerampfer	*Rumex sanguineus*
Rukola	*Eruca sativa*
Salbei	*Salvia*
Schnittlauch	*Allium schoenoprasum*
Thymiane (verschiedene Arten)	*Thymus*
Zitronenmelisse	*Melissa officinalis*

Im ökologischen Park anzutreffen sind außerdem:

Deutscher Name	**Lateinischer Name**
Brombeeren	*Rubus fruticosus*
Echte Walnuss	*Juglans regia*
Eingriffeliger Weißdorn	*Crataegus monogyna*
Gemeiner Schneeball	*Viburnum opulus*
Haselnuss	*Corylus avellana*
Himbeere	*Rubus idaeus*
Hundsrose	*Rosa canina*
Sanddorn	*Hippophae rhamnoides*
Schlehdorn	*Prunus spinosa*
Schwarzer Holunder	*Sambucus nigra*
Stieleiche	*Quercus robur*
Vogelkirsche	*Prunus avium*

Mittleres Hochbeet 5/6/2012

3.2. Erstellung der Arbeitsblätter (Anhang 10.a.)

Zuerst einmal sind diese Arbeitsblätter keine Arbeitsblätter in dem Sinn, dass die Schüler etwas ausfüllen sollen. Diese Seiten sollen den Schülern Basisinformationen über einige wichtige Heilkräuter und ihre Wirkungsweisen geben. Außerdem werden Vorschläge für Anwendungsweisen gegeben, wovon zwei im Unterricht ausprobiert werden. Diese Arbeitsblätter sollen den Schülern nicht nur eine Übersicht über das Projekt vermitteln, sondern, so hoffe ich, ihnen weiter als Hilfe dienen, um die Heilkräuter in ihrer Umgebung zu erkennen.

Auf den ersten drei Seiten habe ich einige Pflanzen vorgestellt: schwarzer Holunder, Himbeere, Heidelbeere, Brombeere, Löwenzahn, weiße Taubnessel, Walnuss, echte Kamille, Pfefferminze, gemeiner Baldrian, große Brennessel, Ringelblume, Wermut, Thymian und Zitronenmelisse.

Nicht jede dieser Pflanzen ist im ökologischen Park anzutreffen. So habe ich zum Beispiel keine Ringelblumen oder Wermut gefunden. Dennoch habe ich sie in diese Zusammenfassung eingebracht, da es Namen sind, auf die man im Alltag trifft. Wermut

kennen die Schüler zum Beispiel unter dem Namen Absinth aus Filmen oder Geschichten. Ringelblumen werden oft in Salben verarbeitet.

Die Tabelle auf der vierten Seite zeigt die Wirkung der Kräuter auf verschiedene Organsysteme des Körpers sowie bei bestimmten Beschwerden wie Fieber, Durchfall usw. Die Seite "Heilkräuter einsammeln und verarbeiten" soll den Schülern hauptsächlich als Information dienen, falls sie einmal alleine auf Kräutersuche gehen. Während unseres Projekts wiesen wir die Schüler an, welche Kräuter sie aus den Hochbeeten entfernen durften und wie sie dabei vorgehen sollten. Wir wollten Lavendel, Thymian, Pfefferminze und Zitronenmelisse ernten. Die Schüler sollten die Stängel der besagten Pflanzen über dem Boden mit der Schere abschneiden.

Die letzten drei Seiten der Arbeitsblätter beschreiben einige Anwendungsmöglichkeiten von Heilpflanzen. Im Rahmen dieses Projekts testen wir die Herstellung eines Wundbalsams und das Zusammenbrauen eines Kräutertees.

3.3. Umsetzung der Unterrichtseinheit

Diese Unterrichtseinheit zog sich über drei Unterrichtsstunden, da ich die Klasse an diesem Tag im Tutorat und im Praktikum hatte und Laura sie in Geographie unterrichten sollte. Diese drei Stunden ermöglichten es uns das Projekt entspannt anzugehen. Ich denke jedoch, dass es auch möglich ist, es in zwei Stunden durchzuziehen, wobei die Einleitung vor Ort dann etwas abgekürzt werden kann. Hat man jedoch die Möglichkeit, sich am Ende des Schuljahres drei Stunden Zeit zu nehmen, ist dies vorzuziehen und die Schüler fühlen sich weniger gestresst.

Die Unterrichtseinheit beginnt mit einer Einleitung über die Geschichte des Kräuteranbaus. Ich lege der Arbeitsmappe einige Informationen diesbezüglich bei. Jede Lehrperson kann dann für sich entscheiden, wie detailreich die Einleitung werden soll. Man sollte auf jeden Fall auf die Vorteile von selbstangebauten Heilpflanzen eingehen, oder über die Nutzung von Heilkräutern, die in der Umgebung wachsen. Auch interessant ist eine Diskussion über den Gebrauch von Naturprodukten gegenüber

Pharmazeutika. Diese kann vor oder nach der Unterrichtseinheit stattfinden, je nachdem wieviel die Schüler bereits über das Thema wissen. Die Einleitung kann, abhängig von den Wetterbedingungen, noch im Klassenraum stattfinden oder bereits vor den Hochbeeten des ökologischen Parks. Da bei der Durchführung unseres Projekts die Sonne schien und sie kurz vor den Ferien stattfand, versammelten wir die Schüler vor den Hochbeeten und erklärten kurz das Ziel des Projekts. Wir gingen kurz auf die Geschichte des Kräuteranbaus ein, sowie auf das wachsende Interesse der Pharmakonzerne für die Heilkräuter und die damit verbundenen Vor- und Nachteile.

Dann sollten die Schüler versuchen, die auf ihren Arbeitsblättern vorgestellten Pflanzen in und um die Hochbeete wiederzufinden. Löwenzahn und Lavendel erkannten sie sofort wieder. Einige Schüler erinnerten sich noch daran, dass wir bei den Bestimmungsübungen einen Walnussbaum und schwarzen Holunder gefunden hatten. Die meisten Schüler wussten noch, dass am Waldrand dicke Brennesselbüschel standen. Pfefferminze und Thymian wurden von einigen Schülern wiedererkannt, die selbst Kräuterbeete zuhause hatten. Ich machte die Schüler noch auf Salbei, Baldrian und Zitronenmelisse aufmerksam. Eine Schülerin erkannte Dill wieder, der in den Hochbeeten wächst, aber nicht zu den Heilpflanzen zählt.

Untersuchung der Hochbeete

Anschließend sollten die Schüler Lavendel, Pfefferminze, Zitronenmelisse und Thymian einsammeln. Die drei ersten wachsen in großen Mengen in den Hochbeeten und konnten somit reichlich geerntet werden. Wir wiesen die Schüler an, einen kleinen Rest stehen zu lassen, ließen sie aber den Großteil abschneiden, da während den Ferien nicht mehr viel Gebrauch davon gemacht wird. Thymian wächst in kleineren Mengen in den Hochbeeten. Wir ernteten auch hiervon einen Großteil.

Die gesammelten Kräuter wurden mit nach oben in den Klassenraum genommen und in Becken mit Wasser gewaschen. Anschließend wurden sie mit Küchentüchern abgetrocknet. Dann sollten die Schüler sich in vierer oder fünfer Gruppen um Tische setzen und anfangen die Kräuter auf Schneidebrettern zu zerkleinern. All diese Aufgaben wurden von den Schülern sehr motiviert und gewissenhaft erledigt. Es herrschte eine entspannte Atmosphäre und die Jugendlichen machten einen sehr zufriedenen Eindruck.

Zerkleinerung von Lavendel

Bei der Anfertigung des Wundbalsams, bzw. des Tees, erklärten wir den Vorgang vor der Klasse und riefen immer wieder einige Schüler nach vorne, um die verschiedenen Schritte durchzuführen. Wir versuchten jeden Schüler mindestens einmal bei der Produktion einzubeziehen.

Hinzugeben der Kräuter ins warme Wasser

Das Öl wird bei der Herstellung des Wundbalsams abgeschüttet

4. Feedback der Schüler (Anhänge 10.b. und 10.c.)

Zwölf der siebzehn Schüler, welche das Projekt sehr interessant fanden, gaben an, anderen Menschen davon erzählt zu haben. Weitere drei Schüler kreuzten „trifft eher zu“ an, bei der Frage, ob das Projekt sie interessiert hätte. Dreizehn Schüler glaubten sich in der Lage, einige Heilpflanzen wiederzuerkennen. Diese dreizehn glaubten ebenfalls, einige Grundkenntnisse über die Wirkungen von Heilpflanzen gewonnen zu haben. Alle siebzehn Schüler sahen sich in der Lage erneut einen Tee aus frischen Kräutern herzustellen, sechszehn trauten sich zu einen Wundbalsam in Zukunft selber herzustellen. Vier Schüler gaben an, vorher bereits Heilpflanzen gepflückt zu haben und elf Schüler hatten vor, nun selbst welche im Garten oder Balkon anzupflanzen. Vierzehn Schüler waren der Meinung, dass selbstangebaute Kräuter einen Vorteil gegenüber der gekauften Kräuter haben (z.B. genaue Kenntnis über die angewandten Düngemittel).

Zwölf der siebzehn Schüler hätten Lust gehabt, noch weitere Produkte aus Heilpflanzen herzustellen. Naturkosmetika wurden dabei mehrere Male erwähnt, aber auch Lippenbalsam, Liköre, Gewürze, Kräutersalz, Badezusatz und Shampoo.

Besonders gut gefallen hat den Schülern die Arbeit im Freien, das Schneiden der Kräuter, die Anfertigung des Tees und des Wundbalsams. Außerdem gefiel es ihnen, dass die ganze Klasse zusammengearbeitet hat, dass das Projekt nicht benotet wurde und dass kein Zeitdruck herrschte.

Einigen wenigen Schülern gefiel das Sammeln und Schneiden der Kräuter nicht und verschiedenen war zuviel Theorie auf den Arbeitsblättern.

Bei den Verbesserungsvorschlägen schrieben zwei Schüler, dass sie es vorziehen würden Liköre anzufertigen.

5. Auswertung des Projekts und Verbesserungsvorschläge

Ich war sehr zufrieden mit dem Ablauf der drei Unterrichtsstunden. Die Schüler schienen zu keinem Moment entnervt, weil sie an ihrem letzten Schultag arbeiten mussten. Während des gesamten Praktikums und besonders am Ende erhielten wir viel positives Feedback und es gefiel ihnen zum Abschluss den Tee zu trinken, den sie selbst zusammengestellt hatten. Außerdem fanden sie es schön, den Wundbalsam als "Belohnung" mit nach Hause zu nehmen.

Folgende Tabelle zeigt, welche der anvisierten Kompetenzen meiner Meinung nach tatsächlich entwickelt wurden. Ich basiere diese Behauptung auf meine Beobachtungen während der Unterrichtseinheit und auf das persönliche Feedback der Schüler (siehe Seite 236 zum Vergleich)

	Entwickelt	Nicht entwickelt
Wissen/Denken:		
Intelligentes Wissen	X	
Werten:		
Teamfähigkeit	X	
Werteorientierung	X	
Handeln:		
Handlungskompetenz	X	
Partizipationsfähigkeit	X	

Im Nachinein habe ich die Schlüsselqualifikation "Werteorientierung" hinzugefügt. Die Schüler sollen "*dem eigenen Leben und Handeln Sinn und ethischen Halt geben können"*(siehe Anhang 2) . Im Rahmen dieses Projekts können die Schüler die Natur entdecken, sie kennen und lieben lernen. Sie können sich damit auseinandersetzen, wie die Gesellschaft mit der Natur umgeht und über ihre eigene Einstellung zur Natur reflektieren.

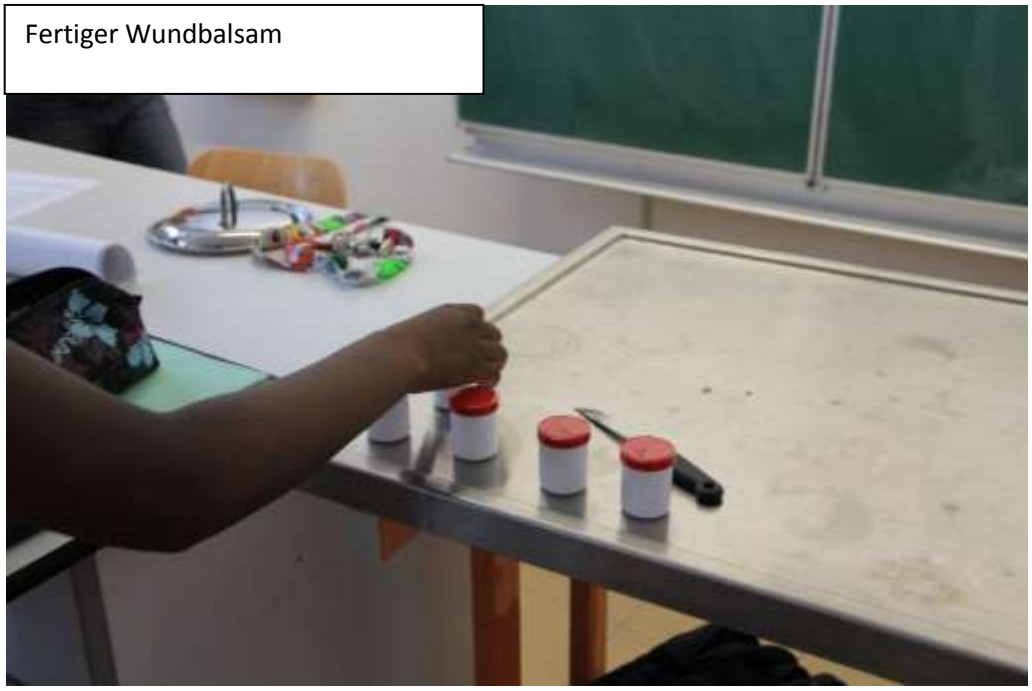
Der Umstand, dass das Projekt nicht benotet wurde, hatte den Vorteil, dass die Schüler weniger unter Druck standen und alleine durch den Spaß an der Arbeit und dem Resultat motiviert wurden. Allerdings hängt das Gelingen eines solchen Projekts ganz viel von der Eigenmotivation der Schüler ab. Bei weniger begeisterten Schülern muss sich die Lehrperson vielleicht dazu entscheiden, das Projekt zu benoten, um den Schülern eine externe Motivationsquelle zu bieten. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten.

Eine Möglichkeit wäre zum Beispiel, zwei getrennte Unterrichtseinheiten von jeweils zwei Unterrichtsstunden durchzuziehen. Während des ersten Teils könnte man die Schüler mit Bestimmungsschlüsseln die Heilpflanzen selbst finden und bestimmen lassen. Man könnte sie auch anweisen, Informationen über verschiedene Kräuter in Büchern oder im Internet nachzuschlagen. In dem Fall, könnten die ersten drei oder vier Seiten der Arbeitsblätter weggelassen werden, oder erst am Ende der Recherchen, sozusagen als Verbesserungsvorschlag ausgeteilt werden. Des Weiteren könnte man die Schüler selbst Anwendungsmöglichkeiten nachschlagen lassen und diese anhand von Postern oder kurzen Vorträgen vorstellen lassen.

Wenn man das Projekt über einen Teil des Schuljahres ziehen möchte, könnte man die Schüler sogar in die Pflege der Hochbeete einbeziehen. Dazu könnte man auch regelmäßig einen Teil der schnell nachwachsenden Kräuter ernten und andere Anwendungsmöglichkeiten ausprobieren. Dies würde den Schülern die ökologische und ökonomische Bedeutung der Pflege solcher Kräuterbeete näherbringen und somit ihr Umweltbewusstsein stärken. Außerdem würde dies die Schlüsselqualifikation “Partizipationsfähigkeit” weiter trainieren.

Die Einbeziehung der Hochbeete in den Unterricht kommt den Forderungen nach einem lebensnahen, handlungsorientierten Unterricht in jedem Fall entgegen. Die Schüler können die Natur mit allen Sinnen erfahren und werden zum kreativen Umgang mit Pfanzen angeleitet. Dies soll sie zu einem anwendungsbezogenen Handeln motivieren.

Fertiger Wundbalsam



Trinkfertiger Tee

XI. SCHLUSSFOLGERUNG

Im Laufe der einzelnen Projekte, die ich für diese Arbeit durchgeführt habe, habe zumindest ich, sehr viel gelernt. Ich hatte die Gelegenheit viele meiner ökologischen Kenntnisse aufzufrischen, wie zum Beispiel über die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Gewässern, über die Lebewesen, die man in Gewässern findet oder über das Bodenprofil und die Bodenarten. Ich habe jedoch auch neue Kenntnisse erworben, wie zum Beispiel die Bestimmung der Pflanzen durch Knospen und Zweige.
Das Problem mit unseren spezialisierten Studiumabschlüssen ist, dass wir oft mehr Laborkenntnissse besitzen als Freilandkompetenzen. Projekte wie diese eignen sich ausgezeichnet dazu, die eigenen Kenntnisse über einheimische Pflanzen und Dynamiken in den Ökosystemen wieder aufzufrischen. Außerdem werden Weiterbildungkurse, in denen Lehrer ihr ökologisches Fachwissen erweitern können, immer beliebter; deshalb wächst das Angebot an diesen auch in Zentren wie beispielsweise Hollenfels.

Weiterhin habe ich meine methodisch – didaktischen Fähigkeiten im Freilandunterricht schulen können. So habe ich zum Beispiel gelernt, wie man eine Unterrichtsstunde außerhalb des Klassenraums am besten organisiert, damit es nicht zu chaotisch abläuft und nicht zuviel Zeit verlorengeht. Ein wichtiger Teil bei der Planung und Durchführung solcher Projekte ist außerdem die Unterstützung von Drittpersonen. Ohne die Hilfe verschiedener Arbeitskollegen, die meine Arbeitsblätter und den Bestimmungsschlüssel getestet haben, oder anderer Personen, die mir bei den Bestimmungen geholfen haben, hätte ich die Arbeitsmappe nicht erstellen können. Der ökologische Park selbst ist das Resultat der Zusammenarbeit verschiedener Parteien, nicht nur von drei Schulen, sondern vieler Menschen, ob Lehrer, Techniker oder Förster. Nur durch regelmäßige Zusammentreffen und Kommunikation konnte der Park in den Zustand gebracht werden, in dem er heute ist.

Ich habe die Erfahrung gemacht, dass man manchmal mehr aus den Schülern herausholen kann, wenn man weniger erwartet. Die Schüler lassen sich durch Besuche an außerschulischen Lernorten und durch Experimente im und außerhalb des

Klassenraums motivieren. Was ihre Lustlosigkeit jedoch wieder hervorruft, ist das Ausfüllen von Arbeitsblättern und das Analysieren ihrer Ergebnisse. Dies ist natürlich genau so wichtig: Man kann nicht wahllos Experimente durchführen, ohne dass die Schüler auch den Sinn dahinter verstehen. Manchmal tut es jedoch gut, wenn der Druck der Notengebung und des Lehrplans etwas nachlässt. Nur indem man auf die Interessen der Schüler eingeht, kann man sie für Umweltthemen begeistern und die Bereitschaft zum aktiven Handeln im Umweltschutz steigt. Bei der Arbeit in der Natur werden zudem Empfindungen gefördert und differenziertes Wahrnehmen und Beobachten geübt.

Ich denke, dass der Großteil der Jugendlichen dieser Generation sich der Umweltverschmutzung und den daraus resultierenden Konsequenzen bewusst ist. Es ist fast unmöglich noch nie etwas vom Klimawandel gehört zu haben, da in allen Medien und in der Schule immer wieder auf dieses Thema eingegangen wird. Es gibt sogar Computerspiele, bei denen man üben kann die Wirtschaft voranzutreiben, ohne die Umwelt dabei zu gefährden.[120] Das Problem liegt vielleicht teilweise darin, dass die Jugendlichen die Umweltveränderungen als unabwendbar ansehen. Sie sind in diese vom Menschen bedrohte Welt hineingeboren und werden mit einer Thematik konfrontiert, die weit über ihren Erlebnis- und Wirkungsbereich hinauszugehen scheint. Teilweise fühlen sie sich auch nicht angesprochen, weil sie das Problem nicht verschuldet haben und sie das Gefühl haben nichts dagegen tun zu können. Dieses Ohnmachtsgefühl demotiviert sie, sich überhaupt weiter mit der Thematik zu beschäftigen oder auch nur einen Teil dazu beizutragen. “Es bringt ja doch nichts”, “Die anderen kümmern sich ja auch nicht” sind dann Aussagen, die oft zum Vorschein kommen.

Umso mehr gilt es, ihnen die Bedeutung der Umweltproblematik aufzuzeigen und ihnen zu verdeutlichen, dass jeder Einzelne etwas bewirken kann. Wir alle haben den Wunsch unseren Lebensraum erhalten zu wollen und von daher muss auch jeder Einzelne sich angesprochen fühlen. Ich habe versucht, mit diesen Projekten die Schüler auf die Tragweite ihres eigenen Handelns aufmerksam zu machen. Leider ist es nur schwer zu kontrollieren, ob die Unterrichtseinheiten die Bereitschaft zum tatsächlichen umweltrelevanten Handeln gefördert haben. Ich glaube auch, dass es naiv ist zu denken,

[120] Zum Beispiel GENIUS Task Force Biologie vom Cornelsen Verlag

dass ein solches Projekt genügt, um die Welt zu verändern. Aber jedes Projekt dieser Art trainiert die Schlüsselqualifikationen die grundlegend für die Bildung nachhaltiger Entwicklung sind und deshalb kommt man mit jedem neuen Versuch dem Ziel eines nachhaltigen Handelns der Jugendlichen einen Schritt näher.

Am Anfang dieser Arbeit habe ich die Kompetenzen und dazugehörigen Schlüsselqualifikationen festgelegt, die ich mit den verschiedenen Projekten trainieren wollte. In der folgenden Tabelle fasse ich zusammen bei welchen Projekten sie eingeübt wurden (zum Vergleich siehe Anhang 2):

Projekt	**Einführ-ung**	**Teich**	**Wald-boden**	**Bestimmung Pflanzen**	**Grund-wasser**	**Kräuter**
Kompetenzen/ Schlüssel-qualifikationen						
Wissen/Denken:						
Intelligentes Wissen	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**
Systemisches/Vernetztes	**X**	**X**	**X**			
Antizipatorisches Denken	**X**	**X**	**X**			
Forschungskompetenz			**X**	**X**	**X**	
Lernen in Netzwerken		**X**				
Wahrnehmung von Komplexität	**X**	**X**		**X**		
Werten:						
Dialogfähigkeit	**X**					
Selbstreflexionsfähigkeit	**X**				**X**	
Werteorientierung	**X**	**X**			**X**	**X**
Konfliktlösefähigkeit	**X**			**X**		
Teamfähigkeit		**X**	**X**		**X**	**X**
Evaluationskompetenz		**X**	**X**		**X**	

Projekt	**Einführ-ung**	**Teich**	**Wald-boden**	**Bestimmung Pflanzen**	**Grund-wasser**	**Kräuter**
Handeln:						
Handlungskompetenz		**X**	**X**	**X**		**X**
Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit	**X**		**X**			
Methodenkompetenz		**X**	**X**	**X**	**X**	
Fantasie und Kreativität		**X**	**X**		**X**	
Partizipationsfähigkeit						**X**
Autonomes Handeln	**X**		**X**	**X**	**X**	

Selbstverständlich können nicht alle Schlüsselqualifikationen bei jedem Projekt trainiert werden. Das wäre sogar kontraproduktiv, im Sinne von "Qualität ist besser als Quantität". Es ist besser sich bei jedem Projekt auf einzelne Kompetenzen zu konzentrieren, als alle jedes Mal nur oberflächlich zu trainieren. Bekommen die Schüler jedoch über ihre gesamte Schulausbildung hinweg, immer wieder Gelegenheit sich einige der Schlüsselqualifikationen anzueignen, so besteht die Möglichkeit, dass sie das Wissen und die Werte entwickeln , um ein nachhaltiges Handeln zu gewährleisten.

Die Schlüsselqualifikation "Intelligentes Wissen" wurde in jedem der Projekte trainiert, was nicht überraschend ist, da die Schüler bei jedem Thema Informationen bekamen, die sie einsetzen mussten und somit ihr Wissen erweitern konnten.
Die Schlüsselqualifikationen "Lernen in Netzwerken" und "Partizipationsfähigkeit" wurden jeweils nur in einem Projekt entwickelt (Teich bzw. Kräuter). Die Informationsquellen, die genutzt wurden, waren immer die Arbeitsblätter, die den Schülern ausgeteilt wurden und die Lernorte waren immer der Klassenraum oder der ökologische Park. Um "Lernen in Netzwerken" besser zu trainieren, könnte man an einigen Stellen das Internet oder zusätzliche Bücher einbinden. Eine andere Möglichkeit wäre es, Drittpersonen in die Projekte einzubeziehen, zB. einen Botaniker oder Förster zur Bestimmung der Pflanzen. Außerdem wäre der Besuch einer Kläranlage nach dem Praktikum über das Grundwasser auf der 6e besonders interessant.

Die Qualifikation “Partizipationsfähigkeit” wurde natürlich bei jedem Projekt ein wenig trainiert, weil die Schüler immer zu zweit an der Durchführung arbeiteten. Ich glaube jedoch, dass sie nur bei der Anwendung der Kräuter richtig entwickelt wurde, da die Schüler hier gemeinsam auf ein Ziel hinarbeiteten, was sie am Ende der Unterrichtseinheit auch sehen, beziehungsweise schmecken und riechen konnten.

Ich habe versucht, die Projekte so aufzubauen, dass sie den didaktischen und methodischen Grundsätzen der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung entsprechen.
Nach jedem Projekt habe ich die positiven und negativen Aspekte hervorgehoben und verschiedene Verbesserungsmöglichkeiten vorgeschlagen. Ich werde hier nochmal versuchen, die Ziele, Anwendungsmöglichkeiten und Schwachstellen der einzelnen Projekte zusammenzufassen.

Im Schuljahr 2011/2012 führte ich die ersten Projekte für diese Arbeit durch. Zu diesem Zeitpunkt war es das Ziel, eine Arbeitsmappe zu erstellen, die Arbeitsblätter enthalten würde die allen Lehrpersonen den Unterricht im ökologischen Park des Campus Merten erleichtern sollte. Im Laufe der Projekte wurde jedoch die Arbeit mit den Schülern in der Natur und das Stärken ihres Umweltbewusststeins immer mehr zum Fokus der Arbeit und so beschloss ich während des Schuljahres, den Schwerpunkt mehr auf die Bildung zur nachhaltigen Entwicklung zu legen. So änderte ich den Titel “Erstellen eines didaktischen Konzepts zur Nutzung des ökologischen Parks des Campus Merten” um in “Nutzung eines außerschulischen Lernortes als Beitrag zum naturwissenschaftlichen Unterrichts am Beispiel des ökologischen Parks des Campus Merten”.

Ich fand jedoch, dass ich keine Arbeit über dieses Thema schreiben könne, wenn ich nicht mit den Schülern das Thema “Nachhaltigkeit” an sich behandelte und ihnen zumindest einmal das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung erklären würde. Also beschloss ich im Schuljahr 2012/2013 eine weitere Unterrichtseinheit hinzuzufügen: “Die Einführung in das Thema Nachhaltigkeit”. Obschon diese Unterrichtseinheit theoretischer ist als die anderen, finde ich sie nicht weniger wichtig. Die Jugendlichen hören Begriffe wie “Nachhaltigkeit”, “nachhaltige Entwicklung”, “Klimakonferenz”, in den Medien und in der Schule, wissen aber selten, um was es sich konkret handelt. Ich

wollte vermeiden Umweltprojekte mit ihnen durchzuführen, während denen ich die Konzepte “Umweltschutz” und “nachhaltiges Verhalten” anspreche, ohne mir nicht vorher die Zeit genommen zu haben, auf diese einzugehen. Die Texte über Textilien und Sneaker schienen mir für die Einführung ideal, weil sie den Schülern anhand lebensnaher Beispiele zeigen, worum es bei der Nachhaltigkeit geht. Bietet sich die Gelegenheit, kann diese Unterrichtseinheit sogar auf die Bänke im Park verlegt werden um dem Thema etwas Naturnähe hinzuzufügen.

Die Projekte, die ich bis dahin durchgeführt hatte, behandelten ebenfalls die Biotope Wald und Teich. Wie bereits in der Beschreibung des Projekts “Teich” erwähnt, führte ich die chemischen und physikalischen Analysen durch und auch die Lebewesen wurden untersucht. Was jedoch fehlte, waren die Aspekte Umweltverschmutzung und Umweltschutz, welche jedoch Schlüsselkonzepte sind, wenn man versucht den Jugendlichen die Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung zu vermitteln. Deshalb änderte ich diese Arbeitsblätter so um, dass sie in die Methodik und Didaktik einer Bildung für nachhaltige Entwicklung passten. Die Unterrichtseinheiten über die Bestimmung der Knospen und die Anwendung der Kräuter in den Hochbeeten ließ ich bestehen, weil das Erkennen und die Nutzung einheimischer Pflanzen Grundkenntnisse darstellen, wenn man von den Jugendlichen erwarten will, dass sie “nachhaltig leben”.

Die Unterrichtseinheit über den Schutz des Grundwassers kam im Schuljahr 2012/2013 hinzu, um ein Projekt einzuführen, das in den Lehrplan der 6e passt und in einer einzelnen Unterrichtsstunde durchzuführen ist. Sie ähnelt der Unterrichtseinheit “Der Weg des Wassers”, die ich auf der 9e durchgeführt habe, schlägt jedoch einen anderen Weg ein, weil die Schüler den Einfluss ihrer selbst produzierten Abwasser auf die Pflanzen erforschen können. Ich glaube, für die Schüler ist dieses Konzept greifbarer, weil sie mehr Kontrolle über ihr eigenes produziertes Abwasser zuhause haben, als auf die Produktion von Abgasen, um die es in dem Projekt der 9e geht. Das Praktikum über das Grundwasser auf der 6e lässt sich am besten im Klassensaal durchführen, was natürlich die Frage aufwirft, was dieses Projekt mit dem ökologischen Park des Campus Merten zu tun hat. Ich glaube jedoch, dass sich diese Unterrichtseinheit sehr gut mit Untersuchungen im Park verbinden lässt. Ich persönlich habe nach dieser Unterrichtseinheit mit den Schülern die Lebewesen im Teich untersucht. In anderen

Worten: Nachdem wir untersucht haben, was "Abwasser" mit den Pflanzen anstellen können, haben wir den Teich auf seine Tauglichkeit als Lebensraum untersucht. Ich habe diesen Teil im Rahmen dieser Arbeit nicht beschrieben, weil es eine Wiederholung von den Projekten der 9e dargestellt hätte.

Die Zuteilung der Projekte auf die einzelnen Klassenstufen war kein Zufall. Die Begründungen der Klassenwahl habe ich jeweils in die Beschreibung der Projekte eingebunden. Dennoch ist diese Zuteilung nicht bindend: Zum Beispiel können Bestimmungsübungen auf allen Klassenstufen durchgeführt werden und die Analysen des Teichs und des Waldes eignen sich auch noch für Schüler höherer Klassen. Außerdem könnte man auf höheren Klassen ebenfalls näher auf die Stoffkreisläufe eingehen, z.B. den Wasserkreislauf und den Stickstoffkreislauf.

Eine Weiterführung dieser Projekte würde beinhalten, den Schülern weitere Anregungen dafür zu geben, wie man sich nachhaltig verhält. So könnte man mit ihnen einkaufen gehen um ihnen zu zeigen, welche Obst- und Gemüsearten saisonal und regional sind und man diese kaufen sollte, um unnötige Transportkosten zu vermeiden. Wie bereits erwähnt, könnte man ihnen zeigen, woran man "Fair Trade"- Produkte erkennt. Ich habe bei dem Projekt über die Kräuter der Hochbeete bereits einige Anwendungsmöglichkeiten für diese Pflanzen vorgeschlagen, aber man könnte noch weiter gehen, indem man den Schülern zum Beispiel zeigt, wie man möglichst nachhaltig kocht oder selbst Saft herstellt.

Außerdem könnte man den Begriff „ökologischer Fußabdruck" auf den Klassen einführen.[121] In diesem Zusammenhang könnte man die Schüler zum Beispiel ihren ökologischen Fußabdruck selbst erechnen lassen (zum Beispiel bei http://www.fussabdruck.de/). Der "*Conseil Supérieur pour un développement durable*" (CSDD) hat 2013 den ökologischen Fußabdruck Luxemburgs erechnet und dabei festgestellt, dass er 14,7 ha pro Einwohner beträgt. Dies ist der höchste ökologische

[121]Unter dem Ökologischen Fußabdruck wird die Fläche auf der Erde verstanden, die notwendig ist, um den Lebensstil und Lebensstandard eines Menschen (unter Fortführung heutiger Produktionsbedingungen) dauerhaft zu ermöglichen. Das schließt Flächen ein, die zur Produktion seiner Kleidung und Nahrung oder zur Bereitstellung von Energie, aber z. B. auch zum Abbau des von ihm erzeugten Mülls oder zum Binden des durch seine Aktivitäten freigesetzten Kohlendioxids benötigt werden (http://www.nureineerde.de/Definition.html)

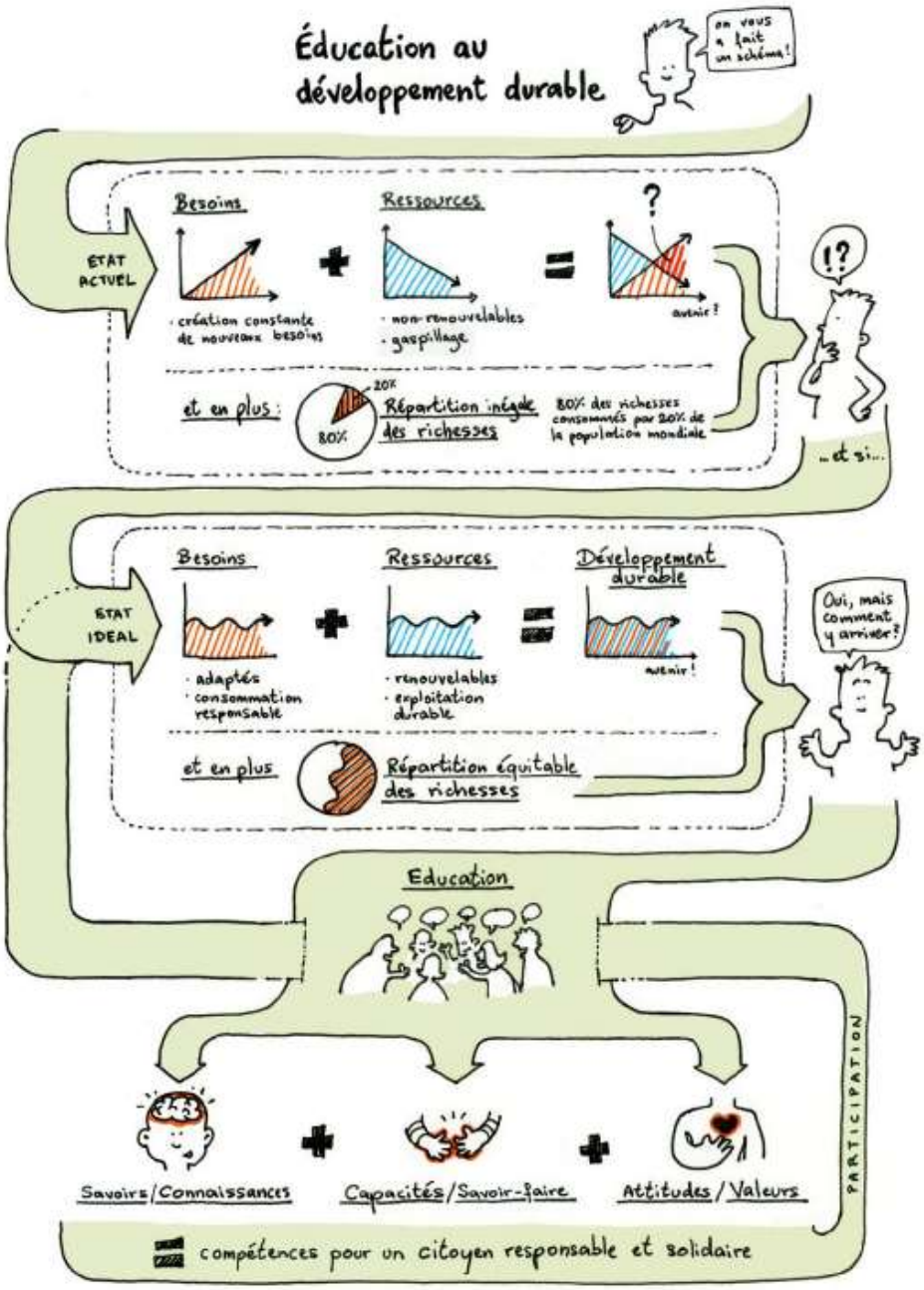
Fußabdruck, der bis bis dahin weltweit für ein Land bestimmt werden konnte. Es wäre interessant dieses Problem mit den Schülern zu diskutieren, wobei sie auch Informationen auf der Internetseite entnehmen könnten (http://myfootprint.lu). Es wurde ebenfalls eine Broschüre dazu veröffentlicht, die man im Internet finden kann: http://myfootprint.lu/outils-et-publications/publications.php.

Weitere Internetseiten, die eine Vertiefung in das Thema nachhaltige Entwicklung ermöglichen sind außerdem:

- http://www.developpement-durable-infrastructures.public.lu/fr/developpement-durable-infrastructures/plan-national/index.html

- http://www.men.public.lu/fr/themes-transversaux/themes-pedagogiques/education-developpement-durable/index.html

Das Produkt dieses Projekts ist die Arbeitsmappe, die jeder Lehrperson die mit einer Klasse das Thema nachhaltige Entwicklung behandeln will, und/oder mit einer Klasse den ökologischen Park nutzen will, zur Verfügung steht. Ich erhoffe mir, dass sie im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung von Nutzen sein kann. Sie enthält einerseits die, im Rahmen dieses "Travail de Candidature", beschriebene Projekte, andererseits jedoch auch einige andere Arbeitsblätter, die bei den Ausflügen in den Park von Nutzen sein können. In der Arbeitsmappe werden die verschiedenen Themen kurz beschrieben und die Anwendung der Arbeitsblätter erklärt. Außerdem liegt jeweils eine verbesserte Version der Arbeitsblätter bei, um den Lehrpersonen ohne ökologisches Fachwissen die Arbeit zu erleichtern. Letztendlich füge ich der Arbeitsmappe einige Tabellen hinzu, in denen die Werte der chemischen Analysen und die, dem Teich entnommenen Organismen notiert werden können. So ist es vielleicht möglich die natürliche Evolution des Teichs in den kommenden Jahren zu dokumentieren.



122

[122] Comité interministériel de l'éducation au développement durable.(2012). Recueil des acteurs de l'éducation au développement durable au Luxembourg; MEN. S 6

Die Abbildung aus dem "*Recueil des acteurs de l'Éducation au développement durable*", zeigt vereinfacht, aber klar die Problemstellung. Im Moment steigen unsere Bedürfnisse an Gütern immer mehr an, während die Verfügbarkeit der erschöpfbaren Ressourcen schrumpft. Die Verwendung dieser Ressourcen ist jedoch ungerecht verteilt: 20% der Weltbevölkerung brauchen 80 % der Ressourcen, und verschwenden dabei einen Großteil. Ideal wäre es, wenn unser Verbrauch an Gütern verantwortungsvoller und, unseren Bedürfnissen angepasst wäre. Um dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung zu entsprechen müssten wir außerdem vermehrt auf erneuerbare Ressourcen zurückgreifen. So stünden mehr Güter für ärmere Regionen zur Verfügung und die Reichtümer wären gerechter verteilt.

Wie aber erreichen wir diese "Idealsituation"? Auf diese Frage gibt es keine einfache Antwort. Ein Schlüsselkonzept stellt jedoch **die Bildung** dar. Um die Jugendlichen zu verantwortungsvollen und solidarischen Mitbürgern zu erziehen, müssen wir ihnen das Wissen, die Werte und die Handlungsmöglichkeiten liefern um uns in eine nachhaltige Zukunft zu führen. Mein Wunsch ist es, dass die im Rahmen dieser Arbeit erstellte Arbeitsmappe, ihren Teil dazu beiträgt.

XII. LITERATURVERZEICHNIS

- **Bücher:**

Anonym, Werkstattlernen zum Thema Wasser im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung – Studienarbeit, 1. Auflage, GRIN – Verlag für akademische Texte, München 2010

Bergstedt C. Dr., *NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Boden***,** 1. Auflage, 3. Druck, Cornelsen Verlag, Berlin 2010

Bergstedt C. Dr., *NATURWISSENSCHAFTEN Biologie, Chemie, Physik – Wasser***,** 1. Auflage, 4. Druck, Cornelsen Verlag, Berlin 2009

Engelhardt, W., Jürging, P., Pfadenhauer, J., *Was lebt in Tümpel; Bach und Weiher***,** 15.Auflage, Franckh Kosmos Verlag GmbH & Co.KG, Stuttgart 2003

Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D., *Fachdidaktik Biologie,* 7. Auflage, Aulis Verlag Deubner, Köln 2006

Eschenhagen, D. , Kattmann, U., Rodi, D., *Handbuch des Biologieunterrichts Sekundarbereich I – Band 8: Umwelt***,** Aulis Verlag Deubner & COKG **,** Köln 1991

Godet, J.-D., *Knospen und Zweige – Einheimische Bäume und Sträucher,* Ulmer Verlag, Stuttgart 2008

Grunwald, A., Kopfmüller, J., *Nachhaltigkeit,* 2. Auflage, Campus Verlag GmbH, Frankfurt am Main 2012

Horst, B. Dr., Knauer, B., Kronberg, I. Dr., *NATURA Biologie für Gymnasien – Ökologie,* 1. Auflage, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 1995

Killermann, W., Hiering, P., Starosta, B., *Biologieunterricht heute – Eine moderne Fachdidaktik*, 14. Auflage, Auer Verlag, Donauwörth 2011

Künkele, U. Dr.,Lohmeyer, T.R., *Heilpflanzen und Kräuter: Bestimmen, Sammeln, Anwendung und Wirkung***,** Genehmigte Sonderausgabe, Parragon Verlag

Maurer, G., *Planzen, Déieren a Steng. Mäin éischt Bestëmmungsbuch*, Imprimerie Saint-Paul, Luxembourg, MEN 1990

Mayer, J., Schwegler, H.-W., *Welcher Baum ist das?,* 25. Auflage, Franckh Kosmos Verlag GmbH & Co.KG, Stuttgart 2002

Philipp, E., Starke, A., *GRÜNE REIHE Materialien SII – Ökologie***,** Druck A6, Schroedel Verlag, Braunschweig 2010

Pufé, I., *Nachhaltigkeit,* UVK Verlagsgesellschaft GmbH, Konstanz und München 2012

Porten, F., Prisma Biologie 1, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2003

Schwab, H., *Süßwassertiere – ein Ökologisches Bestimmungsbuch,* 1. Auflage, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 1995

Stichmann, W., *Der große Kosmos – Naturführer – Tiere und Pflanzen*, Franckh Kosmos Verlag GmbH & Co.KG, Stuttgart 2005

Stoltenberg, U., Duhr, M., Corleis, C., Weidemann, K., González, A., Krebs, O., *Schule Wald – Der Wald als Ressource für eine nachhaltige Entwicklung in der Schule,* Verlag Edition erlebnispädagogik, Lüneburg 2006

- **Zeitschriften**

Unterricht Biologie, *Nachhaltigkeit*, Ausgabe *261,* Friedrich Verlag, Januar 2001

Unterricht Biologie, *Alltagsgestaltung mit Zukunft,* Ausgabe *370,* Friedrich Verlag**,** Dezember 2011

- **Dokumente**

Abschlussdokument der Vereinten Nationen, Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, 2015

Bestimmungsschlüssel für einheimische Bäume und Sträucher, Centre écologique Hollenfels

Faber, T., Boll, T., *Nachhaltige Entwicklung aus der Sicht von Jugendlichen – Ergebnisse einer Studie in den Abschlussklassen der Luxemburger Sekundarschulen*, Universität Luxemburg 2008

Forman, M., *Travail de Candidature - Travail de Candidature: Imkerei: Die Biene als Unterrichtsobjekt,* Diekirch 2010

Gouvernement du Grand Duché de Luxembourg, *Apprendre le développement durable – agir pour l'avenir; Stratégie nationale d'éducation pour un développement durable,* 2011

Comité interministériel de l'éducation au développement durable, *Recueil des acteurs de l'éducation au développement durable au Luxembourg,* MEN, Imprimerie Hengen, Luxembourg 2012

Natur auf einen Blick – Heilpflanzen, Ernst Klett Verlag GmbH 2006

Schatzkëscht Buedem – Begleitheft zur Wanderaustellung: Bodengrundwissen, Aufgaben, Experimente und Anregungen, Naturmusée

Schul-Umwelt-Zentrum Mitte: Gartenarbeitschule Wedding und Tiergarten, *Bäume im Winter: Knospen,* Berlin 2002

Weis, A.,*Travail de Candidature - Ein Schulkonzept zur Förderung der Biodiversität und dessen Einbindung in den naturwissenschaftlichen Unterricht am Beispiel des Lycée Technique Mathias Adam*, Lamadelaine 2015

Wolff, M., *Travail de Candidature - Einige praktische Anschauungsbeispiele für die Durchführung von Bildungsprojekten für eine nachhaltige Entwicklung in der Natur-, Kultur- und Urbanlandschaft in und um die Gemeinde Diekirch*, Diekirch 2011

- **Internetseiten (Stand 30. Oktober 2016)**

http://www.abp.public.lu/projets/realises/2012/biodiversite/fauchage_tardif/index.html

http://www.alnu.lu/

http://www.baumkunde.de/

http://bne.lu/

http://www.chemie.de/lexikon/Meerwasserentsalzung.html

http://www.developpement-durable-infrastructures.public.lu/fr/developpement-durable-infrastructures/plan-national/index.html

http://www.eau.public.lu

http://www.fussabdruck.de/

https://www.geoportail.lu

www.gepa.de

https://www.google.lu/maps

http://hollenfels.snj.lu/historique-du-centre-hollenfels

http://www.klassewasser.de

http://lexikon.wasser.de/

http://www.men.public.lu/fr/themes-transversaux/themes-pedagogiques/education-developpement-durable/index.html

http://myfootprint.lu

https://www.mnhn.lu

http://www.naturwelt.org

http://www.nosl.lu/new/projets/parc-ecologique-campus-merten/

http://www.nosl.lu/new/projets/unesco/

www.oeko-fair.de

www.ouni.lu

http://satgeo.zum.de/

http://www.sdk.lu/index.php/lu/reckkonsum/ecologesch-gestioun-vum-offall-am-betrib/label-no-iso-14025

http://www.sebes.lu

http://www.sn.schule.de/~biologie/lernen/bestimmung/schlussel.html

http://www.srf.ch

www.tageblatt.lu

www.transfair.org.

http://www.men.public.lu/fr/themes-transversaux/themes-pedagogiques/education-developpement-durable/index.html

http://www.wasser.de/

1 http://wasser-infos.com/medikamente-im-trinkwasser/

http://wasser-lexikon.de/din-2000/

https://www.welt.de

https://de.wikipedia.org/wiki/Haftwasser

https://de.wikipedia.org/wiki/Schluchtwald

XIII. ANHANG

1. Die 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung

2. Übersicht der anvisierten Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen

3. Der ökologische Park des Campus Merten
   a) Plan des Parks
   b) Liste der Obstbäume in der Streuobstwiese
   c) Plan für die “Mäh-Streifen”

4. Pflanzen für Bestimmungsübungen im ökologischen Park des Campus Merten
   a) Plan der Pflanzen für Bestimmungsübungen
   b) Liste der Pflanzen für Bestimmungsübungen

5. Einführung in die Nachhaltigkeit

5.1. Baumwollfasern vs Synthesefasern
   a) Originalversion “Baumwolle 1”
   b) Schülerbeispiel 1 “Baumwolle 1”
   c) Schülerbeispiel 2 “Baumwolle 1”
   d) Überarbeitete Version “Baumwolle 1”
   e) Originalversion “Baumwolle 2”
   f) Schülerbeispiel 1 “Baumwolle 2”
   g) Schülerbeispiel 2 “Baumwolle 2”
   h) Überarbeitete Version “Baumwolle 2”
   i) Originalversion “Polyesterfasern”
   j) Schülerbeispiel 1 “Polyesterfasern”
   k) Schülerbeispiel 2 “Polyesterfasern”
   l) Überarbeitete Version “Polyesterfasern”

5.2. Aus dem Lebenszyklus von Sneakern
   a) Originalversion “Auftrag und Produktion”
   b) Schülerbeispiel 1 “Auftrag und Produktion”
   c) Schülerbeispiel 2 “Auftrag und Produktion”
   d) Überarbeitete Version “Auftrag und Produktion”
   e) Originalversion “Arbeit in einer Schuhfabrik”

f) Schülerbeispiel 1 “Arbeit in einer Schuhfabrik”

g) Schülerbeispiel 2 “Arbeit in einer Schuhfabrik”

h) Überarbeitete Version “Arbeit in einer Schuhfabrik”

i) Originalversion “Entsorgen oder Reparieren”

j) Schülerbeispiel 1 “Entsorgen oder Reparieren”

k) Schülerbeispiel 2 “Entsorgen oder Reparieren”

l) Überarbeitete Version “Entsorgen oder Reparieren”

m) Originalversion “Recycling”

n) Schülerbeispiel 1 “Recycling”

o) Schülerbeispiel 2 “Recycling”

p) Überarbeitete Version “Recycling”

5.3. Arbeitsblatt “Nachhaltigkeit”

a) Originalversion “Nachhaltigkeit”

b) Ausgefüllte Version “Nachhaltigkeit”

d) Überarbeitete Version “Nachhaltigkeit”

5.4. Fragebogen für das Feedback der Schüler

a) Übersicht der Schülerantworten 9STP1

b) Übersicht der Schülerantworten 9STP4

c) Ausgefüllter Fragebogen

6. Untersuchungen des Biotops Teich

6.1. Bestimmung der Gewässergüte des Teichs

a) Originalversion

b) Schülerbeispiel 1

c) Schülerbeispiel 2

d) Überarbeitete Version

e) Bestimmungsschlüssel für Wasserlebewesen

6.2. Physikalische und chemische Untersuchungen des Teichs

a) Originalversion

b) Schülerbeispiel 1

c) Schülerbeispiel 2

d) Überarbeitete Version

6.3. Fragebogen für das Feedback der Schüler

a) Übersicht der Schülerantworten

b) Ausgefüllter Fragebogen

7. Untersuchungen des Biotops Wald

7.1. Einführung in die Ökologie

a) Originalversion

b) Schülerbeispiel 1

c) Schülerbeispiel 2

d) Überarbeitete Version

7.2. Der Weg des Wassers durch den Wald

a) Originalversion

b) Schülerbeispiel 1

c) Schülerbeispiel 2

d) Überarbeitete Version

7.3. Fragebogen für das Feedback der Schüler

a) Übersicht der Schülerantworten

b) Ausgefüllter Fragebogen

8. Bestimmung der Pflanzen im ökologischen Park

a) Bestimmungsschlüssel für Knospen und Zweige

b) Bestimmungsschlüssel für Blätter und Blüten

c) Arbeitsblatt für Bestimmung anhand von Knospen und Zweigen – Originalversion

d) Arbeitsblatt für Bestimmung mittels Blätter und Blüten – Originalversion

e) Schülerbeispiel 1 “Bestimmung anhand von Knospen und Zweigen”

f) Schülerbeispiel 2 “Bestimmung anhand von Knospen und Zweigen”

g) Überarbeitete Version der Tabellen für Bestimmungen

h) Fragebogen: Übersicht der Schülerantworten

i) Ausgefüllter Fragebogen

9. Schutz des Grundwassers

a) Originalversion

b) Schülerbeispiel 1

c) Schülerbeispiel 2

d) Überarbeitete Version

e) Fragebogen: Übersicht der Schülerantworten

f) Ausgefüllter Fragebogen

10. Nutzung der Kräuter in den Hochbeeten

a) Arbeitsblätter

b) Fragebogen: Übersicht der Schülerantworten

c) Ausgefüllter Fragebogen

11. Lehrpläne

a) Ausschnitt aus dem Lehrplan der 9e Secondaire Technique im Schuljahr 2012/2013
b) Ausschnitt aus den Lehrplänen der 7e und 6e Secondaire
c) Ausschnitt aus dem Lehrplan der 5e Secondaire
d) Ausschnitt aus den Lehrplänen der 7e, 8e, 9e Secondaire technique
e) Ausschnitt aus dem Lehrplan der 10PS