



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“

PROJEKT ÜBER DIE BACHÖKOLOGIE IM BEREICH DES KLEINKRAFTWERKES DER LANDSCHULE SCHÖNAU/TRIESTING

ID 599

DI Christoph Vorwahlner

**DI Matthäus Schmid, Johanna Huber und Petra Haslgrübler
Rudolf Steiner Landschule Schönau Freie Waldorfschule**

Schönau, Juni 2007

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
DANKSAGUNG	6
ABSTRACT	7
1 EINLEITUNG	8
1.1 Innovation	8
1.2 Ausgangssituation.....	8
1.3 Ziele des Projekts	9
2 ALLGEMEINES ZUR TRIESTING	9
3 PROJEKTVERLAUF	10
3.1 Arbeitsmethodik zur Messung der physikalische Parameter Fließgeschwindigkeit, pH-Wert und Wassertemperatur	11
3.1.1 Arbeitsmethodik der Fließgeschwindigkeitsmessung.....	11
3.1.2 Arbeitsmethodik der pH-Wertmessung	12
3.1.3 Arbeitsmethodik der Wassertemperaturmessung	12
3.2 Arbeitsmethodik des Nachweises der chemischen Parameter	13
3.2.1 Arbeitsmethodik der Wasserhärtebestimmung	13
3.2.2 Arbeitsmethodik der Nitratbestimmung	13
3.2.3 Arbeitsmethodik der Nitritbestimmung	13
3.2.4 Arbeitsmethodik der Ammoniumbestimmung.....	14
3.2.5 Arbeitsmethodik der Phosphatbestimmung.....	14
3.2.6 Arbeitsmethodik der Eisenbestimmung.....	14
3.3 Arbeitsmethodik der Bodenprobenbestimmung	14
3.4 Arbeitsmethodik der Vegetationsbestimmung.....	16
3.5 Arbeitsmethodik der Gewässerfaunabestimmung.....	17
4 BESCHREIBUNG DER BODENPROFILE	20
4.1 Beschreibung der Braunerde von den Schüler/innen.....	20
4.2 Beschreibung des Aubodens von den Schüler/innen.....	20
5 ERGEBNISSE	21

5.1	Messergebnisse der physikalischen Parameter Fließgeschwindigkeit, Wassertemperatur und pH-Wert	21
5.1.1	Messergebnisse der Fließgeschwindigkeit.....	21
5.1.2	Messergebnisse des pH-Wertes	23
5.1.3	Messergebnisse der Wassertemperatur	23
5.2	Ergebnisse der chemischen Parameter	24
5.2.1	Ergebnisse des Wasserhärte-Nachweises (Gesamthärte GH Ca^{2+} , Mg^{2+} , Karbonathärte KH HCO_3^{2-}).....	24
5.2.2	Ergebnisse des Nitrat-Nachweises (NO_3^-)	25
5.2.3	Ergebnisse des Nitrit-Nachweises (NO_2^-).....	25
5.2.4	Ergebnisse des Ammonium-Nachweises (NH_4^-)	25
5.2.5	Ergebnisse des Phosphat-Nachweises (PO_4^{3-}).....	25
5.2.6	Ergebnisse des Eisen-Nachweises (Fe^{2+}).....	25
5.3	Ergebnisse der Bodenanalyse	26
5.4	Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen	26
5.5	Ergebnisse der Untersuchung des Makrozoobenthos	27
5.5.1	Herbst 2006	27
5.5.2	Ergebnisse Frühjahr 2007.....	30
6	INTERPRETATION DER ERGEBNISSE	30
6.1	Interpretation Fließgeschwindigkeit.....	30
6.2	Interpretation pH-Wert.....	31
6.3	Interpretation Wassertemperatur	31
6.4	Interpretation Wasserhärte.....	32
6.5	Interpretation Nitratnachweis	32
6.6	Interpretation Ammoniumnachweis.....	32
6.7	Interpretation Phosphatnachweis.....	33
6.8	Zusammenfassung der Interpretation der chemischen Parameter	33
6.9	Interpretation Gewässerfauna.....	33
6.10	Interpretation der ökologischen Zusammenhänge	34
7	EVALUATION DES UNTERRICHTS	35
7.1	Beobachtungen im Unterricht.....	35
7.2	Ergebnisse der schriftlichen Evaluation	35
7.2.1	Statements der Schüler/innen zum Projekt im Herbst 2006.....	35
7.2.2	Ergebnisse der Fragebögenauswertung	36

8	REFLEXION	44
9	AUSBLICK	45
10	LITERATUR	46

„Das Prinzip aller Dinge ist das Wasser, denn Wasser ist alles und ins Wasser kehrt alles zurück!“ (**Thales von Milet**)

DANKSAGUNG

Unser herzlicher Dank gilt dem Bundesamt für Wasserwirtschaft (Institut für Wasserbau und hydrometrische Prüfung), das uns freundlicher Weise den hydrometrischen Flügel zur Verfügung stellte. Insbesondere dem Abteilungsleiter Herrn Gert Großschaedl und Herrn DI DR. Michael Hengl, Leiter des Instituts für Wasserbau und hydrometrische Prüfung, danken wir herzlich. Auch Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Nicola Rampazzo sei ein herzliches Dankeschön ausgesprochen, durch dessen Bodenprobenbohrer uns die Bodenhorizontanalyse erst ermöglicht wurde.

Ferner bedanken wir uns bei der Universität für Bodenkultur für die Zurverfügungstellung der Bestimmungsschlüsseln und -bücher.

ABSTRACT

In diesem Projekt ging es darum, dass die Schüler/innen das selbständige Forschen, Entdecken und Experimentieren erlernen. Infolge der Komplexität der fünf Themengebiete ist es aber klar, dass von den Schüler/innen nicht von Haus aus erwartet werden konnte, dass sie die an Universitäten gelehrt Methodiken bereits kennen und anzuwenden wissen. Das eingangs definierte Ziel ist aber insofern erreicht, als sie diese Arbeitsmethodiken unter wissenschaftlicher Anleitung der Projektbetreuer/innen kennenlernen konnten. Im Bachökologie-Projekt wurden sowohl die Landflora und Wasserfauna in Schönau bestimmt als auch die Fließgeschwindigkeit, Temperatur und Wasserhärte, der Nitrat-, Nitrit-, Ammonium-, Phosphat und Eisengehalt der Triesting gemessen. Die einzelnen Bestimmungs- und Messergebnisse wurden von den Schüler/innen in Tabellen eingetragen. Wir trafen anschließend allgemeine Aussagen, wie z.B., dass es sich im Bereich der Triesting um ein Übergangssystem von Auwald zu Edellaubwald mit dem Bodentypus „Braunerde“ und „Auboden“ (Uferbereich) und den charakteristischen Land- und Wassertieren handelt. Mithilfe des Saprobienindex' und der Bioindikatoren Bachflohkrebse und Köcherfliegenlarven ließ sich die Gewässergüteklasse 2 berechnen. Ferner betrug die mittlere Strömungsgeschwindigkeit 0,4m/s. Von den Schüler/innen wurden Kurzberichte verfasst. Diese wurden adaptiert und von den vier Betreuer/innen zum hier vorliegenden Endbericht verlängert. Um festzustellen, ob die Schüler/innen etwas gelernt haben, wurde ihr Wissen in den Kurzberichten abgefragt. Die Fragebögen gaben uns als Betreuer/innen ein Feedback, dass die Schüler/innen überwiegend mit dem Projekt zufrieden waren und Neues erfahren haben.

Schulstufe: 9

Fächer: Biologie

Kontaktperson: DI Christoph Vorwahlner

Kontaktadresse: Arminenstraße 28/1/25 A-1220 Wien

Tabelle: Kurzbeschreibung der relevanten Daten für das Bachökologie-Projekt

1 EINLEITUNG

Im Zuge des Biologie-Unterrichts der 9. Schulstufe der Landschule Schönau wurde 2006 zusätzlich zur herkömmlichen Epoche ein Projekt über die Bachökologie der Triesting abgehalten.

1.1 Innovation

Neu an diesem Projekt ist, dass die Schüler/innen die einzelnen mess- und Bestimmungsinstrumentarien selbst ausprobieren und erforschen dürfen, ohne ihnen im Klassenzimmer lange Vorträge über deren Anwendung und Funktion zu halten. Die Schüler/innen untersuchten die typische Flussfauna mit Flusskrebse, Flohkrebse, Würmern usw., den Schönauer Boden, die Waldvegetation und einige physikalischen Eigenschaften der Triesting. Neu ist also, dass das nur kurz theoretisch Gelernte oder auch Noch-Nicht-Behandelte mit der Hand „begreifbar“ wird und Spaß am waten, fischen, bohren, bestimmen und messen besteht.

1.2 Ausgangssituation

Die Ausgangssituation sah so aus, dass der Projektleiter alle Messgeräte und Bestimmungsbücher akquirieren musste. Die Vorkenntnisse waren teilweise im Bereich der physikalischen Eigenschaften der Triesting durch den Physikleiter gegeben. Ansonsten mussten der Projektleiter und die drei wissenschaftlichen Mitarbeiter auf ihr an der Universität für Bodenkultur erlerntes Wissen zurückgreifen. Da in der Waldorfschule Schönau bis dato noch kein Bachökologie-Projekt betrieben worden war, betraten wir neues Terrain; es konnte also nicht auf Erfahrungen aus den letzten Jahren zurückgegriffen werden.

Fachliteratur direkt über den Triestingabschnitt beim Kleinkraftwerk Schönau gab es nicht. Wir fanden aber ein paar allgemeine Betrachtungen der Triesting wie Durchfluss und Güteklasse. Zudem nahmen wir uns Bestimmungsbücher der mitteleuropäischen Flora, Fauna und Böden zur Hand. Soweit wir wissen, haben bisher noch keine anderen Schulen dieses Thema aufgegriffen und bearbeitet. Wir konnten somit nicht auf das Wissen anderer Schulen zurückgreifen.

1.3 Ziele des Projekts

Wir hatten uns viele Projektziele gesteckt. Das primäre Ziel war es, den Schüler/innen das unter wissenschaftlicher Anleitung geführte Experimentieren, Forschen und Entdecken näher zu bringen. D.h. sie sollten Forschungsarbeit, wie sie auch z. T. an den Universitäten praktiziert wird, erfahren. Ihnen wurde aber auch gleichsam Zeit eingeräumt, mit den Mess- und Bestimmungsinstrumentarien selbst zu experimentieren und deren Bedienung zu erforschen und zu entdecken.

Zudem sollten die Schüler/innen allfällige Unterschiede der Messungen und Bestimmungen im Frühjahr und Herbst herausarbeiten.

Eines der Ziele war es, den Schüler/innen ökologische Zusammenhänge der Natur erfahren zu lassen. Zudem sollte das Projekt Spass machen und in partnerschaftlicher Weise mit den Schüler/innen umgegangen werden.

Ein weiteres Ziel war das Verfassen des von den Schüler/innen zu schreibenden Kurzberichtes, der dann zu einem 50seitigen Endbericht ausgeweitet wurde. Es sollte somit eine eigene Evaluation/Bewertung der Themenkomplexe stattfinden.

Ein wichtiges Ziel war weiters die Evaluation des Projektes durch die Schüler/innen anhand eines Fragebogens.

Ferner lag uns die Veröffentlichung (Schulzeitung, Internet) unseres Projektes am Herzen.

2 ALLGEMEINES ZUR TRIESTING

Der Name Triesting leitet sich wahrscheinlich aus dem Slawischen ab und besagt „*Wildes Wasser*“. Und tatsächlich ist die Triesting alles andere als ein ruhiger Bach, obgleich sie im Sommer zeitweise auch sehr wenig Wasser führt. Die Triesting weist bei Hirtenberg eine mittlere Durchflussmenge von $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ auf. Bei anhaltenden Regenfällen kann sie indes sehr stark anschwellen, was sowohl im Triestingtal als auch im flachen Gelände immer wieder zu Hochwasser führen kann. Aus diesem Grunde wurde auch bei Leobersdorf ein Hochwasserkanal errichtet, um den Ortskern zu schützen.

Die in Niederösterreich fließende Triesting hat eine Länge von 60 km und stellt einen südwestlichen Nebenfluss der Schwechat in den Ausläufern der niederösterreichi-

schen Kalkalpen dar. Sie bildet die südliche Grenze des Wienerwalds und entspringt nahe der Klammhöhe (618 m ü. A.), nordwestlich von Kaumberg situiert, bildet bis Hirtenberg (275 m ü. A.) ein enges Waldtal, tritt danach mit einer Wendung nach Nordost in das Wiener Becken ein und mündet schließlich bei Schwechat (163 m) in die Schwechat. Die Triesting ist dem Einzugsgebiet der Donau zuzurechnen. Das obere Triestingtal wird durch Straße und Bahn von St. Pölten (271 m ü. A.) nach Leobersdorf (267 m ü. A.) erschlossen. Im oberen Triestingtal befinden sich große Industriesiedlungen mit Maschinenbau, Metallwaren.

3 PROJEKTVERLAUF

Bevor die fünf Arbeitsbereiche näher vorgestellt werden, soll noch der Projektverlauf erläutert werden. Vor Beginn der praktischen Arbeit im Gelände wurden den 21 Schüler/innen im Herbst im Klassenraum die Messgeräte und die Bestimmungsbücher vorgestellt und anschließend vier Arbeitsgruppen zu je fünf Personen eingeteilt. Jede Gruppe wechselte jeden Tag zu einem(r) anderen Gruppenleiter/in, sodass alle vier Arbeitsgruppen alle vier Themenbereiche durchnehmen konnten. Am fünften Tag wurde von den Schüler/innen in Einzelgruppen jeweils ein Sachbereich in Form eines Protokolls erarbeitet. Am sechsten Arbeitstag zeichneten wir Grundrisse, die die Bestimmungs- und Messstandorte der vergangenen Tage wiedergaben. Im Frühjahr wurde das Bestimmungs- und Messprogramm, mit leichten Ergänzungen und Einsparungen, wiederholt. Zum ersten Arbeitsbereich (Fließgeschwindigkeits-, Wassertemperatur- und pH-Wertmessung) kam ein Wasserhärte-, Nitrat-, Nitrit-, Ammonium-, Phosphat- und Eisennachweis hinzu. Da sich der Schönerauer Boden innerhalb eines Jahres nicht ändert, sondern vielmehr Jahrzehnte zu seiner Metamorphose benötigt, wurde dieser fünfte Themenblock im Frühjahr (April 2007) ausgespart. Es wurden somit die 21 Schüler/innen zu je sieben auf drei Gruppen aufgeteilt. Am 12. und somit letzten Tag konnten die Schüler/innen den oben erwähnten Fragebogen ausfüllen.

Es wurden somit mithilfe zweier Absolventen und zweier Studentinnen der Universität für Bodenkultur insgesamt fünf Themenbereiche bearbeitet:

1. Fließgeschwindigkeit, Wassertemperatur und pH-Wert,
2. Bodenprofile,
3. Landflora in Ufernähe der Triesting,
4. Wasserfauna mit Schwerpunkt auf Makrozoobenthos (Fauna des Gewässerbettes) und
5. Nachweis der Wasserhärte, des Nitrats, Nitrits, Ammoniums, Phosphats und Eisens.

Es wurden insgesamt sechs Unterrichtseinheiten im *Herbst* und sechs im *Frühjahr* abgehalten. Die Schüler/innen verfassten Kurzberichte, aus denen letztendlich ein 50 Seiten fassender Endbericht wurde, der schließlich an das dieses Projekt fördernde

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (bm:bwk) weitergeleitet wurde. Am Ende könnten die Schüler/innen einen Fragebogen ausfüllen, in dem sie ihren Grad an Zufriedenheit oder Unzufriedenheit anonym äußerten.

3.1 Arbeitsmethodik zur Messung der physikalische Parameter Fließgeschwindigkeit, pH-Wert und Wassertemperatur

3.1.1 Arbeitsmethodik der Fließgeschwindigkeitsmessung

Eines der fünf Projektthemen war die Messung der Fließgeschwindigkeit, der Wassertemperatur und des pH-Wertes.

Zur Fließgeschwindigkeitsmessung wurde im Herbst 2006 ein sogenannter „*hydro-metrischer Flügel*“ mit der Bezeichnung „*Höntzsch Flügel W 26 mit Auswertegerät TAD 27*“ herangezogen. Es handelt sich hierbei um ein Gerät mit einer *Flügelschau-fel*, einer *Messlotrechten* und einem *digitalem Anzeigegerät*, das sowohl die Momentanfließgeschwindigkeit als auch die mittlere Fließgeschwindigkeit an dem zu untersuchenden Messpunkt berechnet und misst (s. Abb. 6 im Anhang und Abb. 1 im Text).



Abbildung 1: Fließgeschwindigkeitsmessung

Da die Triesting in weiten Bereichen des von uns ausgewählten Bestimmungs- und Messgebietes „nur“ rund 30cm tief war, wurden nur zwei Messpunkte auf der Messlotrechten festgelegt:

- 1.) nahe des Wasserspiegels und
- 2.) nahe der Sohle.

Neben der vertikalen Messung wurden auch horizontale Messpunkte (MP) festgelegt. Entlang eines sogenannten Gradienten wurden an fünf Punkten Messungen durchgeführt. So waren zwei in Ufernähe, einer in der Bachmitte und zwei zwischen der Bachmitte und der Ufernähe situiert (s. *Tab. 1*).

Normalerweise werden vier und mehr vertikale Messpunkte fixiert, um zu eindeutigen gemittelten Messergebnissen zu gelangen. In unserem Fall reichten jedoch die zwei Messpunkte in den meisten Fällen aus.

Um den durchschnittlichen Durchfluss Q der Triesting zu berechnen, mussten wir neben der Fließgeschwindigkeit auch die Flussbreite und die unterschiedlichen Flusstiefen messen. Die Wassertiefe wurde mithilfe einer Nivellierlatte, die Wasserbreite mit einem Rollmetermaßband abgelesen.

$$Q = A \cdot v \text{ [m}^3\text{/s]}$$

A...durchflossene Querschnittsflächen [m²]; v_{quer} ...mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]

Da hier Schüler/innen die Messungen durchführten, konnten trotz Anleitung Messfehler nicht ausgeschlossen werden. Sie entstanden durch das Waten im Wasser und anderweitige Bewegungen wie nicht ruhiges Halten der Messlotrechten infolge der relativ starken Fließgeschwindigkeit der Triesting und durch nicht exakt lotrecht durchgeführte Messungen.

3.1.2 Arbeitsmethodik der pH-Wertmessung

Auch der pH-Wert wurde mit einem elektrischen, digitalen pH-Meter bestimmt – das umständliche und unexakte Ablesen des pH-Wertes auf einer Farbskala fiel weg. Er musste im Wasser leicht hin- und herbewegt werden, sodass die galvanische und nichtgalvanische Elektrode komplett umspült wurden.

3.1.3 Arbeitsmethodik der Wassertemperaturmessung

Die Wassertemperatur wiederum wurde mit einem wasserfesten Digitalthermometer in °C gemessen. Auch dieser musste im Wasser leicht hin- und herbewegt werden, sodass der Thermo-Sensor komplett umspült wurde (s. Abb.8 im Anhang).

3.2 Arbeitsmethodik des Nachweises der chemischen Parameter

3.2.1 Arbeitsmethodik der Wasserhärtebestimmung

Die Gesamt- und Karbonathärte wurden mit dem JBL Test-Set ermittelt.

Bei beiden Wasserhärte-Tests wurden Reagenzien in die mit 5 ml Probewasser gefüllten Prüfgläser getropft. Jeder Tropfen entsprach einem Grad deutscher Härte. Der erste Tropfen färbte das Probewasser rot und ab demjenigen Tropfen, der das Wasser grün färbte, stand die Gesamthärte fest. Beim Nachweis der Karbonathärte verfärbte sich das Wasser von blau nach gelb.

3.2.2 Arbeitsmethodik der Nitratbestimmung

Der Nachweis erfolgte wie beim Wasserhärte-Test mithilfe des JBL-Schnell-Test-Sets. Im ersten Schritt wurden zwei ganze Messlöffel Nitratnachweis-Pulver 1 (reizt Augen und Haut, Sulfanilsäure, Weinsäure) in ein mit 10ml Probewasser angefülltes Prüfglas gegeben. Anschließend wurden im zweiten Schritt sechs Tropfen der Nitrat-Nachweis-Reagens 2 (nicht reizend) in den das Prüfglas getropft. Das verschlossene Glas wurde dann exakt eine Minute kräftig geschüttelt. Nach zehnmütigem Warten färbte sich das Wasser hellgelb. Das gefärbte Probewasser wurde in das glatte Ende des Komparatorblockes eingesetzt. Ein zweites Glas wurde mit 10ml Wasser (Blindprobe) gefüllt und in den Behälter so eingesetzt, dass es auf das eingekerbte Ende gesteckt wurde. Anschließend bewegte einer der Schüler/innere die beiden im Behälter eingesetzten Gläser so lange auf einer Farbskala, bis die hellgelbe Farbe mit der durch die Blindprobe durchscheinenden Farbskalenuntergrundfarbe korrespondierte.

3.2.3 Arbeitsmethodik der Nitritbestimmung

Der Nachweis erfolgte wie beim Wasserhärte- und Nitrat-Test mithilfe des JBL-Testsets (s. Abb.13 und 14 im Anhang). Im ersten Schritt wurden fünf Tropfen Nitritnachweis-Reagens 1 (reizt Augen und Haut, <20% Essigsäure) in ein mit 5ml Probewasser angefülltes Prüfglas gegeben. Anschließend wurden im zweiten Schritt fünf Tropfen der Nitrit-Nachweis-Reagens 2 (nicht reizend) in das Prüfglas geträufelt. Das verschlossene Glas wurde geschüttelt. Nach dreiminütigem Warten färbte sich das Wasser hellgelb. Die weitere Arbeitsmethodik gleicht jener des Nitratnachweises und kann hier nachgelesen werden.

3.2.4 Arbeitsmethodik der Ammoniumbestimmung

Der Nachweis erfolgte wie beim Wasserhärte-, Nitrat und Nitrittest mithilfe des JBL-Schnell-Test-Sets. Im ersten Schritt wurden 4 Tropfen der Ammoniumnachweis-Reagens 1 (nicht haut- und augenreizend) in ein mit 5ml Probewasser angefülltes Prüfglas geträufelt. Es wurde gut gemischt. Anschließend wurden im zweiten Schritt 4 Tropfen der Ammonium-Nachweis-Reagens 2 (ätzend, $\leq 20\%$ Natronlauge) in das Prüfglas getropft und wieder gut mit dem Triesting-Wasser vermischt. Letzlich kamen noch 5 Tropfen der Reagens 3 (leicht entzündlich) hinzu. Nach zehnmütigem Warten färbte sich das Wasser grünlich-gelb. Die weitere Arbeitsmethodik gleicht jener des Nitratnachweises und kann hier nachgelesen werden.

3.2.5 Arbeitsmethodik der Phosphatbestimmung

Der Nachweis erfolgte wie beim Wasserhärte-, Nitrat-, Nitrit- und Ammoniumnachweises mithilfe des JBL-Testsets. Beim ersten Schritt wurde ein ganzer Messlöffel Phosphatnachweispulver 1 (nicht reizend) in ein mit 5ml Probewasser angefülltes Prüfglas gegeben. Anschließend wurde die Probe gut umgeschwenkt bis sich das Pulver löste. Im zweiten Schritt wurden 15 Tropfen der Phosphat-Nachweis-Reagens 2 (reizend, Schwefelsäure $< 15\%$) in das Prüfglas getropft. Nach vierminütigem Warten färbte sich das Wasser grünlich. Die weitere Arbeitsmethodik gleicht jener des Nitratnachweises und kann hier nachgelesen werden.

3.2.6 Arbeitsmethodik der Eisenbestimmung

Der Nachweis des Eisengehaltes erfolgte wie beim Wasserhärtenachweis, Nitrat, Nitrit, Ammonium und Phosphat mit dem JBL-Testset. Es wurden fünf Tropfen von der mit dem Symbol „reizend“ gekennzeichneten Fe-Reagens in das Prüfglas getropft. Die weitere Arbeitsmethodik gleicht jener des Nitratnachweises und kann hier nachgelesen werden.

3.3 Arbeitsmethodik der Bodenprobenbestimmung

Der Erdbohrstock (Bodenprobenbohrer) wurde mittels eines Hammers einen Meter tief in den Boden geschlagen, um herauszufinden, was es für Schichten in der Erde gibt. Mit einer Drehbewegung wurde er wieder aus dem Boden herausgezogen.

Folgende Bodenhorizonte wurden auf ihre Mächtigkeit und Konsistenz überprüft:

Ah (Humushorizont)

Bv (Unterboden)

C (Ausgangsgestein, Mutterboden).

Es wurden 4 verschiedene Standorte, 2x Auwald, Wiese und Uferbereich, untersucht. An den unterschiedlichen Standorten wurden unterschiedliche Bodenproben entnommen.

Die Bodenproben wurden entnommen, um den Boden im Bereich der Triesting zu analysieren. Mit ihnen lässt sich feststellen, ob der Boden ertragreich ist und sie liefern wesentliche Bestandteile für die Bodenkartierung. Die Bodenproben sind auch sehr wichtig für die geeignete Pflanzenwahl. Der Boden verändert sich aufgrund der chemischen und physikalischen Verwitterung, sprich durch die Einwirkung von Hitze, Kälte, Niederschlag, sowie durch die Aktivität der Pflanzenwurzeln, der Bioturbation (Wühlaktivität durch Tiere) und Mikroorganismen.¹



**Abbildung 2: Zeichnungen der Schüler/innen unter wissenschaftlicher Anleitung
Bodenprobenstandorte**

¹ Die rotgeschriebenen Absätze geben die von den Schüler/innen gemeinsam mit den Betreuer/innen verfassten Textpassagen wieder.

3.4 Arbeitsmethodik der Vegetationsbestimmung

Im Oktober 2006 wurden zwei Vegetationsaufnahmestandorte besonders betrachtet:

- a) 20m westlich vom Tempel der Nacht (Aufnahme 1)
- b) 300m südwestlich des Tempels, Bachufer (Aufnahme 2)



Abbildung 3: Vegetationsaufnahme

Es wurde ein Quadrat im Ausmaß von 2 mal 2m mit Pflöcken abgesteckt. In diesem Quadrat wurden alle Pflanzen bestimmt. Sie wurden anschließend mit deutschen und lateinischen Namen in eine Tabelle eingetragen. Dann wurde die Flächendeckung jeder einzelnen Art mit Hilfe der „*Braun-Blanquet-Skala*“ bestimmt:²

- 5: Pflanzen bedecken > 75% der Fläche
- 4: Pflanzen bedecken 50-75 % der Fläche
- 3: Pflanzen bedecken 25-50 % der Fläche
- 2: Pflanzen bedecken 5-25 % der Fläche
- 1: Pflanzen bedecken < 5 % der Fläche
- +: einige wenige Individuen (Individuen =einzelne Pflanzen)
- r: eine einzige Pflanze in der Fläche

² <http://www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/geogr/512>

Bestimmt wurden blühende, voll entwickelte Pflanzen. Die Schüler/innen arbeiteten selbständig mit der Exkursionsflora und deren Bestimmungsschlüsseln und konnten die gefragten Merkmale mithilfe des Kursleiters oder auch selbständig identifizieren.

Bestimmt wurden die Arten *Ranunculus acris* ssp. *acris*, *Alliaria petiolata*, *Allium ursinum*, *Anemone ranunculoides*, *Viola canina* ssp. *canina*, *Lathraea squamaria*.

Das Auwald-Arteninventar wurde von einem Ausgangspunkt weg aufgenommen, solange, bis der Zuwachs an neuen Arten sehr gering wurde oder verschwand. Die Arten wurden gegliedert in Bäume, Sträucher/Kletterpflanzen und krautige Pflanzen in eine Tabelle eingetragen.

Die einzelnen Gruppen fanden zwischen 30 und 69 Arten. Die im Vorhinein erfragten Schätzungen der Schüler/innen, wie viele Pflanzenarten sie wohl finden würden, lagen bei 50-100 Arten.

Gefunden wurden 17 Baumarten, 15 Sträucher und Kletterpflanzen sowie 37 krautige Arten, gesamt 69 Arten.

3.5 Arbeitsmethodik der Gewässerfaunabestimmung

Im Herbst 2006 sollten die Schüler/innen primär mit dem Fangen und Bestimmen des Makrozoobenthos vertraut gemacht werden. Aus diesem Grund wurde die Auswertung der Proben von den Kursleiter/innen übernommen, die anhand der gefangenen Arten den sogenannten Saprobienindex berechneten (s. Tab.8). Den Schüler/innen wurde dieses Thema im Rahmen der Probenentnahmen theoretisch näher gebracht.

Es wurden im Oktober 2006 an insgesamt fünf Stellen im Gewässer Proben entnommen. Davon befanden sich vier Stellen unterhalb des Kleinkraftwerkes (ca. 30 m vom Wehr entfernt), eine Beprobungsstelle befand sich flussauf des Kleinkraftwerkes.

Im Frühjahr 2007 wurde die Auswertung der Proben von den Schüler/innen selbst durchgeführt. Es wurde von drei Schüler/innengruppen jeweils eine Probe aus der Triesting entnommen. Die gefangenen Individuen wurden von den Schüler/innen in die nachfolgenden Auswertbögen eingetragen und jeweils die Gewässergüteklasse bestimmt.

AUSWERTEBOGEN ZUR BESTIMMUNG DER BIOLOGISCHEN GEWÄSSERGÜTE

Wie heißt dein Bach? _____ Datum: _____
Dein Name: _____

Wassertiere	Wie viele Tiere hast du gefunden?	mal	Gütezah	ist gleich	Ergebnis
Steinfliegenlarve		•	1	=	
Eintagsfliegenlarve		•	1	=	
Strudelwurm		•	1	=	
Köcherfliegenlarve mit Köcher		•	1	=	
Posthornschnecke		•	2	=	
Bachflohkrebs		•	2	=	
Kriebelmückenlarve		•	2	=	
Köcherfliegenlarve ohne Köcher		•	2	=	
Wasserassel		•	3	=	
Egel		•	3	=	
Kugelmuschel		•	3	=	
Rote Zuckmückenlarve		•	4	=	
Schlammröhrenwurm		•	4	=	
Rattenschwanzlarve		•	4	=	
Gesamtanzahl:					

So geht's weiter:

Güteklasse deines Baches = Gesamtanzahl Ergebnis : Gesamtanzahl Tiere

Güteklasse deines Baches ist → _____ : _____

Güteklasse deines Baches = _____ → gerundet: **Güteklasse**

Quelle: <http://www.uni-graz.at/geowww/schulatlasseiermark/downloads/gewquete/gewquetebestimm.pdf>

Abbildung 4: Stark vereinfachte Bestimmung des Saprobienindex'

An der Beprobungsstelle oberhalb des Kraftwerks war das Wasser zu tief, um über die ganze Breite des Gewässers beprobieren zu können, so wurden nur vom Gewässerrand Proben entnommen. An dieser Stelle war das Substrat größtenteils schlammig, am Ufer gab es stellenweise grobes organisches Material sowie Detritus (= fein zersetztes organisches Material). Die Fließgeschwindigkeit war geringer als unterhalb des Wehres und der Gewässerquerschnitt relativ eintönig.

Unterhalb des Kraftwerkes, wo sich die vier restlichen Beprobungsstellen befanden, gab es unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten und somit auch einen heterogenen Aufbau der Bettsedimente. Das Substrat bestand aus Schlamm, Sand, kleinem Schotter sowie viel Totholz und grobem organischem Material.



Abbildung 5: Probennahme von Makrozoobenthos

Zur Probeentnahme wurden zwei unterschiedliche Netzarten verwendet, ein großes Netz mit großer Maschenbreite für die tiefen Stellen und ein kleines Netz mit geringerer Maschenbreite für die seichten Stellen im Gewässer.

Zur Probeentnahme wurde das Netz gegen die Fließrichtung bis zum Boden ins Wasser gehalten und vor dem Netz wurde der Boden leicht mit den Händen aufgewühlt, sodass die Bodenbewohner ins Netz gedriftet wurden. Der Inhalt des Netzes wurde dann in einem mit Wasser gefüllten Behälter gegeben, aus dem die Tiere mit einem kleinen Sieb einzeln herausgefischt wurden und mit Hilfe von Stereomikroskopen genauer betrachtet werden konnten. Diejenigen Tiere, die man später in der Klasse bestimmen wollte, wurden in ein Glas mit Alkohol gegeben, um sie zu konservieren.



Abbildung 6: Bachflohkrebe

Laut Literatur hat die Triesting in diesem Abschnitt die Gewässergüte 2. Dies wird durch die Berechnung des Saprobienindex' bestätigt.

Wir entnahmen mehr als 20 Proben an diversen Beprobungsstellen mit unterschiedlicher Substratzusammensetzung.

4 BESCHREIBUNG DER BODENPROFILE

4.1 Beschreibung der Braunerde von den Schüler/innen

„Beim Profil in der Wiese war es „normale Braunerde“ und ganz unten war die Erde ziemlich hart.

Bei der Bodenprobe im Wald ging der Bodenprobenbohrer leichter hinein, da der ganze Boden von Mäusen aufgelockert wurde. Es war alles nur Braunerde.“³

4.2 Beschreibung des Aubodens von den Schüler/innen

„Der Boden war sehr schlammig und nass, da sich das Wasser gestaut hat und nicht abfließen konnte. Dieses Profil hat sehr gestunken, war sehr schlammig und im Gegensatz zur Braunerde tief schwarz.“

³ Die rotgeschriebenen Absätze geben die von den Schüler/innen gemeinsam mit den Betreuer/innen verfassten Textpassagen wieder.

5 ERGEBNISSE

5.1 Messergebnisse der physikalischen Parameter Fließgeschwindigkeit, Wassertemperatur und pH-Wert

5.1.1 Messergebnisse der Fließgeschwindigkeit

Es wurden im Herbst 2006 und Frühling 2007 insgesamt 14 Messreihen mit über 100 Fließgeschwindigkeitsmessungen durchgeführt. Dabei ergab sich eine mittlere Fließgeschwindigkeit von $0,35\text{m/s}$, also rund $0,4\text{m/s}$ in dem untersuchten Bereich der Triesting. Insgesamt traten nahe der Bachsohle mit $0,31\text{m/s}$ langsamere mittlere Strömungsgeschwindigkeiten als in der Nähe des Wasserspiegels auf. Die mittlere Fließgeschwindigkeit in Wasserspiegelnähe in dem gemessenen Abschnitt der Triesting betrug $0,39\text{m/s}$, also rund $0,4\text{m/s}$.

Ferner wurde in der Bachmitte eine mittlere Fließgeschwindigkeit von rund *einem halben Meter pro Sekunde* ($0,49\text{m/s}$) gemessen. Die mittlere Fließgeschwindigkeit unmittelbar vor und nach dem Kleinkraftwerk (KW) zeigte keinen eklatanten Unterschied. Vor dem KW betrug sie in der Nähe des Wasserspiegels im Mittel $0,44\text{m/s}$ und nach dem Wasserkraftwert $0,4\text{m/s}$. Da hier die Wassertiefe unmittelbar vor und nach dem KW $1,40\text{m}$ betrug, war es nicht möglich, die Fließgeschwindigkeit an der Sohle zu messen.⁴

	MP 1 (Ufernähe)	MP 2 (Zwischen-MP)	MP 3 (Bachmitte)	MP 4 (Zwischen-MP)	MP 5 (Ufernähe)
nahe Wasserspiegel	0,007	0,04	0,63	0,62	0,56
nahe Sohle	0,01	0,026	0,31	0,45	0,46

MP...Messpunkt

Tabelle 1: Fließgeschwindigkeitsmessung unmittelbar nach dem Kraftwerk (m/s)

⁴ Die rotgeschriebenen Absätze geben die von den Schüler/innen gemeinsam mit den Betreuer/innen verfassten Textpassagen wieder.

	MP 1 (Ufernähe)	MP 3 (Bachmitte)	MP 5 (Ufernähe)
nahe Wasserspiegel	0,39	0,41	0,4
nahe Sohle			

Tabelle 2: Fließgeschwindigkeitsmessung unmittelbar vor dem Kraftwerk (m/s)

	MP 1 (Ufernähe)	MP 3 (Bachmitte)	MP 5 (Ufernähe)
nahe Wasserspiegel	0,33	0,5	0,5
30cm Tiefe			0,63

Tabelle 3: Fließgeschwindigkeitsmessung 35m nach dem Kraftwerk (m/s)

Die ersten 85m nach dem Kraftwerk traten in weiten Bereichen gleich bleibende mittlere Fließgeschwindigkeit von rund 0,3m/s auf. Ausnahme bildete ein Teilabschnitt des rechten Ufers (etwa 5m lang). Die Tabellen 4 und 1 zeigen in Bachmitte und in der Nähe des rechten Ufers eklatant schnellere Strömungsgeschwindigkeiten als am linken Ufer.

	MP 1 (Ufernähe)	MP 2 (Zwischen-MP)	MP 3 (Bachmitte)	MP 4 (Zwischen-MP)	MP 5 (Ufernähe)
nahe Wasserspiegel	0,12	0,2	0,63		0,57
nahe Sohle	0,47	0,1	0,87		0,55

Tabelle 4: Fließgeschwindigkeitsmessung 85m nach dem Kraftwerk (m/s)

Die in der Tabelle 4 angegebene **Fließgeschwindigkeit von 0,87m/s war der höchste von uns gemessene Wert. Es handelte sich hierbei um eine Stromschnelle**, Die zweitschnellste mittlere Strömungsgeschwindigkeit wurde unmittelbar beim Kraftwerksauslasser mit 0,75m/s ermittelt.

Für die Berechnung des Durchflusses Q wurde die Wassertiefe und Wasserbreite entlang des Brückenbogens vor dem Wasserkraftwerk bestimmt. Die Wassertiefe entlang beider Brückenpfeiler 30m vor dem KW betrug 1,10 und Tiefe in Bachmitte 1,12m. Die Wasserbreite innerhalb des Brückenbogens war 4,20m. Durch diese Daten ergab sich ein mittlerer Durchfluss der Triesting von $1,29m^3/s$.

Es war somit in dem aufgenommenen Abschnitt vor dem Kleinkraftwerk eine größere Wassertiefe mit über einem Meter als nach dem Wasserkraftwerk mit durchschnittlich 20-30cm vorhanden.

Die Triesting-Breite betrug an allen Standorten des Bestimmungsgebietes über 8m. Unmittelbar nach dem KW lag sie bei 8,60m.

Im Frühjahr war nur eine um ein paar Zentimeter höhere Wassertiefe vorhanden, sodass sich durchschnittliche Tiefen von 35cm ergaben. Die im April 2007 mit dem hydrometrischem Flügel Ott Z2 gemessenen Fließgeschwindigkeiten lagen im Schnitt bei 0,4m/s, sodass sich keine eklatanten Unterschiede zum Herbst 2006 ergaben.

5.1.2 Messergebnisse des pH-Wertes

Der mit dem digitalen pH-Meter gemessene pH-Wert war vor und nach dem KW gleich.

Die Triesting wies einen im unteren alkalischen Bereich angesiedelten pH-Wert auf. Er betrug 8,46. Es lag hier kein leicht basischer Wert wie bei unserem Trinkwasser vor, der etwa 7,7 beträgt.

Der pH-Wert blieb im Frühjahr 2007 unverändert.

5.1.3 Messergebnisse der Wassertemperatur

Die mittlere Wassertemperatur des untersuchten Bereichs der Triesting betrug im Herbst (Oktober 2006) 17,4°C. Sie wurde an insgesamt 13 Messpunkten ermittelt. Die Messungen ergaben, dass in weiten Bereichen der Triesting an der Sohle und dem Wasserspiegel gleiche Temperaturen auftraten. Auch die Messungen in einem Meter Tiefe zeigten keine herausragenden Temperaturunterschiede gegenüber jenen am Wasserspiegel. Es handelte sich hierbei um Zehntel Grade.

Die Wassertemperatur unterschied sich vor und nach dem Kraftwerk. Betrug sie unmittelbar vor dem KW 15,6°C, so lag sie unmittelbar nach dem Wasserkraftwerk infolge des Wärme-/Energieverlustes bei 18,5°C. Sie nahm dann die nächsten drei Meter wieder um jeweils ein Zehntel Grad ab. Die Wassertiefe unmittelbar vor und nach dem KW betrug 1,40m. Sie nahm dann innerhalb der nächsten fünf Meter nach dem KW rasch auf 20cm ab.

	MP 1 (Ufernähe)	MP 2 (Zwischen-MP)	MP 3 (Bachmitte)	MP 4 (Zwischen-MP)	MP 5 (Ufernähe)
nahe Wasser-spiegel	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
nahe Sohle	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5

Tabelle 5: Wassertemperatur unmittelbar vor dem KW (°C)

	MP 1 (Ufernähe)	MP 2 (Zwischen-MP)	MP 3 (Bachmitte)	MP 4 (Zwischen -MP)	MP 5 (Ufernähe)
nahe Wasser-spiegel	18,2	18,2	18,3	18,4	18,5
nahe Sohle	18,1	18,1	18,2	18,3	18,4

Tabelle 6: Wassertemperatur unmittelbar nach dem KW (°C)

Es war somit eine annähernd gleiche Wassertemperatur von rund 17°C in dem untersuchten Abschnitt der Triesting vorhanden. Ausnahmen bildeten die Wassertemperaturen der Stromschnellen und unmittelbar vor und nach dem Kraftwerk.

Die Wassertemperatur war im Frühjahr (April 2007) gegenüber dem Herbst 2006 unverändert und lag durchschnittlich bei 17,1°C.

5.2 Ergebnisse der chemischen Parameter

5.2.1 Ergebnisse des Wasserhärte-Nachweises (Gesamthärte GH Ca^{2+} , Mg^{2+} , Karbonathärte KH HCO_3^{2-})

Nach dem ersten Tropfen färbte sich das Wasser beim Gesamthärte-Test *rot* und verfärbte sich dann beim 14. Tropfen *grün* (s. Abb. 15 im Anhang).

Beim Nachweis der Karbonathärte färbte sich das Triestingwasser bis zum neunten Tropfen *blau* und beim 10. *gelb* (s. Abb. 16 im Anhang).

Verwendet man die in Deutschland und auch weltweit häufig gebrauchte Skala so zeigte die Triesting im Frühjahr 2007 (April '07) eine relativ hohe Wasserhärte. Es lag somit *mittelhartes Wasser* mit 10°dH (Karbonathärte) und 14°dH (Gesamthärte) vor.

Nach der auch in Österreich gebräuchlichen Skala wies die Triesting in Schönau bei der GH ein *ziemlich hartes Wasser* und bei der KH ein *mittelhartes Wasser* auf.

5.2.2 Ergebnisse des Nitrat-Nachweises (NO_3^-)

In der Triesting waren lediglich leichte Nitratspuren zu finden. Sie betragen *<5mg Nitrat/l Wasser*. Die Farbintensität des Probewassers lag zwischen 1mg/l und 5mg/l, war somit dunkler als die Farbe von 1mg/l und heller als 5mg/l (s. Abb. 17 im Anhang). Da die Nitratnachweis-Karte nur eine grob eingeteilte Werteskala anzeigte, war keine genauere Angabe als <5mg/l möglich.

5.2.3 Ergebnisse des Nitrit-Nachweises (NO_2^-)

In der Triesting waren keine giftigen Nitritspuren zu finden. Sie betragen *0mg Nitrit/l Wasser* (s. Abb. 18 im Anhang).

5.2.4 Ergebnisse des Ammonium-Nachweises (NH_4^-)

In der Triesting waren lediglich leichte Ammoniumspuren zu finden. Sie betragen *<0,1mg Ammonium/l Wasser*. Das eingekerbte Ende des Komparatorblockes zeigte den Wert von 0,1 mg/l an. Die Probenfarbe war dunkler als die gelbe 0mg/l-Farbe der Farbskala und heller als die 0,1mg/l-Farbe der Farbkarte, stimmte aber farblich mehr mit den 0,1mg/l überein (s. Abb. 19 im Anhang).

5.2.5 Ergebnisse des Phosphat-Nachweises (PO_4^{3-})

In der Triesting waren lediglich geringe Phosphatspuren zu finden. Sie betragen *0,25mg Phosphat/l Wasser*. Letztlich zeigte das eingekerbte Ende den Wert von 0,25 mg/l an. Sehr genau ist dieser Test nicht, da hier nur eine grobe Einteilung der Messwerte gegeben ist (s. Abb. 20 im Anhang).

5.2.6 Ergebnisse des Eisen-Nachweises (Fe^{2+})

Das Probewasser verfärbte sich nicht. In der Triesting lag kein Eisengehalt, also 0 mg/l vor (s. Abb. 21 im Anhang).

5.3 Ergebnisse der Bodenanalyse

In der Wiese und im Wald war der typische Waldbodentypus „Braunerde“ anzutreffen. Der A_h -Horizont (Humusform Moder = durch Vermoderung fand bereits eine weitgehende Zersetzung der Pflanzenreste statt) wies hierbei eine Mächtigkeit von ca. 20cm, der B_v -Horizont (verbraunter, verlehmt Unterboden) eine Mächtigkeit von ca. 53cm und der C-Horizont von über ca. 70cm auf. Bei basenarmen Braunerden, die in Schönau vorliegen, dominiert die Humusform Moder. Die Übergänge vom A_h - zum B_v -Horizont sind fließend. Der B_v -Horizont ist tiefbraun bis ockerbraun gefärbt, deshalb die Namensgebung. Die Verbraunung wird durch Verwitterung eisenhaltiger Minerale hervorgerufen. Ist das Ausgangsgestein nur wenig eisenhaltig, so ist der B_v -Horizont nur blass braun gefärbt, was auf den Schönauer Boden zutrifft. Das Ausgangsmaterial war bei den entnommenen Bodenproben Löss, ein terrestrisches äolisches Schluffsediment, das durch den Wind über größere Entfernungen transportiert und auch außerhalb der ursprünglichen Herkunftsgebiete abgelagert wird. Es besteht zu 50-80% aus Quarzkörnern mit 8-20% kalkigen Bruchstücken.⁵ Die Verbraunung findet auch im A_h statt, wird dort aber durch die dunkle Farbe des Humus überlagert.



Abbildung 7: Bodenprobenbohrer und Bodenprofil

Im Uferbereich wurde ein „Auboden“ analysiert: A_h 22cm, A_h vernässt 22cm, A_g (g = vergleht, Staunässe durch das Grundwasser) 40cm, aerobe Prozesse, schwarz gefärbter Humushorizont.

5.4 Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen

In den Ergebnissen sind nur Landpflanzen anzutreffen, da in der Triesting keine mit dem Auge sichtbaren Pflanzen wie *Myriophyllum aquaticum* anzutreffen waren.

⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/L%C3%B6ss> (07.10.2007)

Häufige Arten waren vor allem:

- Bärlauch (*Alium ursinum*) (5)
- Efeu (*Hedera helix*) (3)
- Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) (2)
- Brombeere (*Rubus caesius*) (2)
- Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) (1-2)

Der Vegetationstyp ist ein Übergangssystem von *Auwald (Harter Au)* zu *Edellaubwald*. Vorherrschend sind allerdings Arten der Auwaldvegetation. Das konnte anhand der gefundenen Arten festgestellt werden. Seltene oder geschützte Arten wurden nicht beobachtet.

Im Anhang werden die Pflanzen der Auwaldvegetation detailliert aufgelistet.

5.5 Ergebnisse der Untersuchung des Makrozoobenthos

5.5.1 Herbst 2006

Folgende Arten wurden im Herbst 2006 von den Schüler/innen gefangen:

Art	Anzahl	Saprobiewert
Hydropsyche tenuis (aus der Ordnung der Köcherfliegenlarven ohne Köcher)	1	2,0
Gammarus roeseli (Bachflohkrebse)	16	2,0
Leere Köcher von Köcherfliegenlarven <i>Odontocerum albicorne</i>	3	-
<i>Odontocerum albicorne</i> (Gezähntfühliger Köcherfliege mit Köcher)	1	-
<i>Gammarus fossarum</i> (Bachflohkrebse)	2	1,6
<i>Orconectes limosus</i> (amerikanischer Flusskrebse)	3	-

Aphelocheirus aestivalis (Grundwanze)	1	-
Paraleptophlebia sp. (Eintagsfliegenlarve)	1	-
Planorbarius corneus (Posthornschncke, Fam. Tellerschnecken)	1	2,0
Simulium sp. (Kriebelmückenlarve)	1	-
Dendrocoelum lacteum (Milchweiße Strudelwürmer)	4	2,2
Jungfische	5	-
11 Arten insgesamt	39 Individuen	

Tabelle 7: Artenzusammensetzung in der Triesting im Herbst

Am häufigsten wurden zwei Arten aus der Großgruppe der Flohkrebse gefunden. Beide Arten sind typische „Zerkleinerer“, d.h. sie ernähren sich von grobem organischem Material wie z.B. Blättern und Zweigen. Dabei wird das Material zerkleinert und zersetzt und somit wieder für andere Lebewesen als Nahrungsgrundlage aufbereitet.

Im Abschnitt oberhalb des Kleinkraftwerkes im Staubereich wurden relativ mehr Würmer gefangen.

Bemerkenswert ist, dass sogar ein Schwarm Jungfische von den Schüler/innen gefangen wurde (s. Abb. 6). Die Art konnte mangels Erfahrung jedoch nicht bestimmt werden.

Da Fische gefangen wurden, muss zumindest Güteklasse II vorherrschen. Denn ab Güteklasse II-III sterben sie aufgrund des Sauerstoffdefizites im Wasser.



Abbildung 8: Jungfische

Setzt man nun in z.B. als Taxon Bachflohkrebs *Gammarus roeseli* ein und gibt die 16 gefundenen Exemplare an, setzt man ferner für den Saprobienwert 2,0, die spärliche Häufigkeit die Abundanzziffer 3 und als Indikationsgewicht 8 ein, so ergibt sich bei der Multiplikation von Häufigkeit, Gewichtung und Saprobienwert 48. Nicht allen Arten sind Gewichtung und Saprobienwerte zugewiesen. Nur die wichtigsten Hauptar-

ten wurden hierbei herausgegriffen und mit Zahlen versehen. Dort, wo also in der nachfolgenden Tabelle keine Werte eingetragen wurden, gab es auch keine.

Taxon	Si	Ha	Ai	Gi	Ai x Gi	si x Ai x Gi	Saprobienindex
Hydropsyche tenuis	1,5	1	1	8	8	8	
Gammarus roeseli	2,0	16	3	8	24	48	
Gammarus fossarum	1,6	2	1	8	8	12,8	
Odontocerum albicorne		4	2				
Aphelocheirus aestivalis		1	1				
Paraleptophlebia sp.	1,5	1	1	4	4	6	
Planorbarius sp.	2,0	1	1	4	4	8	
Simulium sp.	0,0	1					
Dendrocoelum lacteum	2,2	4	2	8	16	35,2	
Summe	10,8	31	12	40	64	118	1,84

Tabelle 8: Saprobienindex nach Art

Anschließend wurde, gemäß der Formel (vgl. Abb.7) 118 durch 64 dividiert, sodass sich ein Saprobienindex von 1,84, also rund 2 ergab, was ja der Güteklasse 2 entspricht. Somit wurde wissenschaftlich bewiesen, dass die Gewässergüteklasse der Triesting in dem von uns untersuchtem Bereich die Güteklasse 2 aufwies.



Quelle: http://www.wwa-ro.bayern.de/regionale_umweltdaten/gewaesserguete/leitorganismen.htm

Abbildung 9: Bioindikatoren für GGk 2

5.5.2 Ergebnisse Frühjahr 2007

Die drei Schüler/innengruppen erhielten beim Ausfüllen der Gewässergütebögen (s. Abb. 3) unabhängig von einander als Ergebnis jeweils die Gewässergüteklasse II.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die Berechnung des Saprobienindex als auch die von den Schüler/innen ausgewerteten Bögen als Ergebnis Gewässergüteklasse II lieferten. Das bedeutet, dass das Gewässer mäßig belastet ist und sich in einem guten ökologischen Zustand befindet.

6 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

6.1 Interpretation Fließgeschwindigkeit

Die nur unwesentlich höhere Wassertiefe im Frühjahr 2007 gegenüber dem Herbst 2006 ergab sich durch die geringe Schneeschmelze infolge des geringen Niederschlages im Winter 2006/07.

Es ist logisch, dass die Fließgeschwindigkeiten infolge des Reibungswiderstandes an der Sohle des Baches geringer als in der Nähe der Wasseroberfläche sind. Da aber nicht an, sondern nur nahe der Sohle gemessen wurde, konnten vereinzelt durchaus höhere Werte nahe der Sohle als in der Nähe des Wasserspiegels gemessen werden.⁶

An den beiden Ufern waren die Fließgeschwindigkeiten niedriger, da aufgrund der geringeren Tiefe höhere Reibungswiderstände vorhanden waren. Ausnahmen bildeten die steil in den Bach fallenden Uferböschungen, an denen die Tiefe der Triesting bis zu 90cm betrug.

Die höchste Fließgeschwindigkeit ergab sich durch abgebrochene, im Bach liegende Äste ergab (siehe Abb. 4: UKW4 im Anhang). Die unterschiedlichen Werte der Tabelle entstanden durch die unterschiedliche Gefälle des Bachbettes und die Bildung von Stromschnellen. So war nahe dem linken Ufer eine geringere Strömung als am rechten und in der Bachmitte vorhanden. Die Stromschnellen nahmen stromabwärts ab 85m nach dem Wasserkraftwerk zu, sodass sich die Strömungsgeschwindigkeit der Triesting dementsprechend erhöhte. Sie entstanden durch turbulente Strömungen um angeschwemmtes Totholz und abgebrochene Äste, sowie durch die Bachbett-

⁶ Die rotgeschriebenen Absätze geben die von den Schüler/innen gemeinsam mit den Betreuer/innen verfassten Textpassagen wieder.

vertiefungen und folglich aufgrund des höheren Gefällegrades. Die ersten 85m waren keine Stromschnellen festzustellen.

6.2 Interpretation pH-Wert

Der mit dem digitalen pH-Meter gemessene pH-Wert war vor und nach dem KW gleich. Es wurden hier im Kraftwerk keine Säuren, Basen, Tenside, Fette oder dergleichen in den Bach eingeleitet, sodass sich der Wert logischerweise nicht änderte.

Der alkalische pH-Wert kann auf die Einleitung von Waschmittel- und Seifenrückstände und auf das in Waschmitteln enthaltene Phosphat zurückgeführt werden.

Es gab also in der Triesting keine eklatante, aber dennoch nennenswerte Verunreinigung.

6.3 Interpretation Wassertemperatur

Die Temperaturen an der Wasseroberfläche und der Bachsohle waren aufgrund der geringen Tiefe von durchschnittlich 20-30cm gleich.

Der Temperaturunterschied unmittelbar vor und nach dem KW lässt sich nicht durch die Wassertiefe erklären. Da der Bach vor und nach dem KW gleichmäßig fließt, wird der Temperaturunterschied auch nicht durch die unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeit verursacht. Er ist vielmehr auf die Wärmeabgabe des Generators und der Turbine zurückzuführen. Zudem gibt es auch einen natürlichen Wärmeverlust des Wassers, sodass sich eine Abnahme um einen Zehntel Grad Celsius die nächsten drei Meter nach dem Wasserkraftwerk ergibt.

Zudem zeigen sich bei höheren Fließgeschwindigkeiten tiefere Temperaturen, da hier mehr Wasservolumen pro Zeiteinheit bewegt werden.

Die Temperatur nahm infolge der höheren Strömungsgeschwindigkeit ab etwa 85m nach dem Kraftwerk ab, da sich hier die Stromschnellen mehrten und somit eine schnellere Wasserbewegung gegeben war.

Die etwa gleich bleibenden Wassertemperaturen im Herbst 2006 und Frühjahr 2007 sind auf die gleichwarmen Lufttemperaturen von über 20°C sowohl im Herbst als auch im Frühjahr zurückzuführen.

6.4 Interpretation Wasserhärte

Der relativ hohe Anteil an Ca-Ionen (Gesamthärte) und Ca-Karbonate (Karbonathärte) der Triesting ist auf ihr Quellgebiet in den Nördlichen Kalkalpen zurückzuführen, wie bereits im Kapitel „Allgemeines zur Triesting“ beschrieben wurde. Da aber gelöster Kalk in dieser Größenordnung in der Regel keine gesundheitlichen Auswirkungen nach sich zieht (ausgenommen seien an Arteriosklerose leidende Personen), kann hier auch nicht von Verunreinigung der Triesting gesprochen werden. Mg und Ca als Erdalkalimetalle sind ja als Spurenelement lebensnotwendig, sofern sie nicht überdosiert eingenommen werden. Von Verunreinigung kann erst beim Nitrat, Nitrit, Ammonium und Phosphat, wie die nächsten Kapitel zeigen werden (s. Abb. 19 im Anhang).

Verglichen mit der Wasserhärte in Wien war somit in Schönau ein relativ hartes, also kalkreiches Wasser vorhanden. In Wien Donaustadt betrug die Gesamthärte im April $8^{\circ}dH$ und die Karbonathärte $6^{\circ}dH$. Insgesamt liegen in Wien weitaus niedrigere Werte als in Schönau vor.

6.5 Interpretation Nitratnachweis

Beim Nitratnachweis konnte die Farbe auf der Farbskala nicht eindeutig identifiziert werden. Es ging hier weniger um eine 100% exakte Bestimmung des Nitratgehaltes, als vielmehr um die Feststellung der Toxizität in der Triesting, die in unserem Fall in keinsten Weise gegeben war. Es grenzten somit keine landwirtschaftlich genutzten Flächen im Bereich Schönau an die Triesting, sodass auch infolge der Überdüngung keine erhöhten Nitratwerte gemessen werden konnten. Sinn der Nitratmessung war es, festzustellen, ob das von uns untersuchte Bachsystem in seiner ökologischen Funktion aufgrund der chemischen Vergiftung gestört wurde; ob also Bakterien noch Abbau- bzw. Mineralisierungsprozesse des organischen Materials (Futter-, Pflanzenreste, Ausscheidungen der Fische und Gewässerfauna) tätigen können. Die Mineralisierung konnte in unserem Fall über den Abbau von Proteinen zu Ammonium, von Ammonium zum giftigen Nitrit und vom Nitrit zum ungiftigen Nitrat ungestört stattfinden

Da in der Triesting nur wenig Nitrat vorhanden war, kam es auch nicht vermehrt zu Algen- und Wasserpflanzenwachstum.

6.6 Interpretation Ammoniumnachweis

Da hier nicht unmittelbar landwirtschaftlich genutzte Flächen an die Triesting angrenzten und somit keine Überdüngung stattfand, war der Ammoniumgehalt gering (s. Abb. 19 im Anhang).

6.7 Interpretation Phosphatnachweis

Da hier nicht unmittelbar landwirtschaftlich genutzte Flächen an die Triesting angrenzten und somit keine Überdüngung stattfand, war der Phosphatgehalt gering.

6.8 Zusammenfassung der Interpretation der chemischen Parameter

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Triesting geringe, sprich keine nennenswerten Verunreinigungen aufwies, sodass sie eine Wassergüte von zwei (gering belastet) vorzuweisen vermochte. Da nur die Gewässergüteklasse 1 als Trinkwasserqualität definiert ist, besitzt die Triesting ohne Reinigungsmaßnahmen kein einwandfrei trinkbares Wasser. Es kann zu Durchfallerscheinungen und dgl. kommen.

6.9 Interpretation Gewässerfauna

Dass sich oberhalb des Kleinkraftwerkes im Staubereich relativ mehr Würmer gefangen wurden, ist auf das in diesem Bereich vorwiegend schlammige Substrat zurückzuführen.

Es sei hinzugefügt, dass die niedrige im Frühjahr 2007 gefundene Artenanzahl sowie Individuenanzahl je Probe wahrscheinlich auf die geringe Erfahrung der Schüler/innen beim Fangen von Makrozoobenthos zurückzuführen ist. Aus diesem Grund wurden wahrscheinlich nur jene Arten gefangen, die relativ häufig im beprobten Gewässerabschnitt vorkommen. Es ist aber anzunehmen, dass es eine weitaus größere Artenanzahl gibt.

Bei Gewässergüteklasse II bestehen noch gute Sauerstoffversorgung und infolgedessen eine große Artenvielfalt und Individuendichte mit Algen, Schnecken, Kleinkrebsen, Insektenlarven.

Gewässergüteklasse II weist einen Saprobienindex von 1,8 bis 2,3 auf, der Sauerstoffgehalt beträgt mehr als 6 mg/l, BSB₅ (Biochemischer Sauerstoffgehalt in fünf Tagen) liegt im Bereich von 2-6 mg/l und das Ammonium kann Werte bis 0,3 mg/l annehmen.

Typische Arten für diese Gewässergüte sind in Abb. 8 und 9 dargestellt, wovon beispielsweise der Bachflohkrebs (*Gammarus roeseli*), bestimmte Eintagsfliegenlarven

(wie z.B. *Baetis rhodani*) oder Köcherfliegenlarven (wie *Polycentropus*) von den Schüler/innen tatsächlich nachgewiesen werden konnten.

6.10 Interpretation der ökologischen Zusammenhänge

Neben den einzelnen Messungen und Bestimmungen ist natürlich der Konnex zwischen den fünf untersuchten Themenbereichen (chemisch-physikalische Parameter des Gewässers, Makrozoobenthos, Landflora sowie Boden) von Wichtigkeit für das Bachökologie-Projekt.

Betrachtet man die Strömungsverhältnisse der Triesting, so kann man erkennen, dass an Stellen mit höheren Fließgeschwindigkeiten auch eine geringere Anzahl an Tierindividuen anzutreffen ist, da sich das Makrozoobenthos vorwiegend zwischen Steinen, oder sofern nicht vorhanden, in strömungsarmen Bereichen des Gewässers aufhält, um nicht weggedriftet zu werden. Selbst Flusskrebse bevorzugen auf Dauer ruhigere Bereiche der Triesting. Es wurden relativ mehr Flusskrebse und Köcherfliegenlarven, Bachflohkrebse etc. in den strömungsberuhigten Uferbereichen gefunden.

Mit Hilfe der Untersuchung des Makrozoobenthos lassen sich Rückschlüsse auf die biologische Güteklasse eines Gewässers ziehen. Im Falle der Triesting ergab die Berechnung des 'Saprobienindex' Gewässergüteklasse 2, was bedeutet, dass der Fluss mäßig verunreinigt ist und einen relativ natürlichen Zustand aufweist. Die chemische Untersuchung des Wassers der Triesting wies ebenfalls darauf hin, dass es nur geringe Nitrat-, Phosphat- und Ammoniumspuren gab, die dieser Güteklasse entsprachen.

Die Mächtigkeit des Bodens und dessen Fertilität nahm mit der Entfernung von der Triesting zu. Der Unterwuchs unter den Hainbuchen, Ahornbäumen, Walnüssen und Eschen war umso mächtiger, je mehr Wasser und Licht verfügbar war. So gedieh die Halbschatten- bis Schattenpflanze (Lichtzahl 4 nach Ellenberg) *Hedera helix* im Uferbereich, trotz schlechterer Ausgangsbedingungen des Aubodens, prächtig, da hier das Grundwasser besser zur Verfügung stand. Zur Wiese hin, dort, wo das sichtbare Licht besser durch den Oberwuchs durchzudringen vermochte, nahmen auch der Unterwuchs und die Mächtigkeit der Pflanzenindividuen zu. Eine Zunahme der Landfauna mit der Steigerung der Mächtigkeit des Bodens konnte nicht festgestellt werden, ist aber wahrscheinlich, da mit mehr Humusaufgabe meist auch ein besseres Nahrungsangebot gegeben ist.

7 EVALUATION DES UNTERRICHTS

7.1 Beobachtungen im Unterricht

Die Schüler/innen konnten selbst am ersten Projekttag mit den Messgeräten experimentieren. Schnell fanden sie heraus, wie ein hydrometrischer Flügel funktioniert und wie ein pH-Meter zu handhaben und einzusetzen ist. Sie erforschten schnell, wie die Lufttemperatur von der Wassertemperatur zu unterscheiden ist, indem die mit einem „In“ gekennzeichnete Digitalanzeige des Temperaturmessgerätes die Wassertemperatur anzeigte. Bei den Bodenanalysen entdeckten sie, wie ein Bodenbohrer mit Hilfe des Hammers in den Boden zu schlagen ist.

Bei den chemischen Analysen bedurfte es allerdings einer näheren Erläuterung der Verwendung der Nachweisreagenzien und Farbkarten. Einer der Schüler brachte bereits Vorwissen in diesem Bereich mit. Er und sein Vater hatten bereits chemische Nachweise der Verunreinigungen ihres Swimming-Pools gemacht. Auch die Bestimmung der terrestrischen Vegetation mithilfe der Exkursionsflora von Österreich und die Bestimmung des Makrozoobenthos' anhand von Bestimmungsschlüsseln musste erklärt werden. Das Betrachten der Wassertierchen mithilfe der Mikroskope war teils bekannt. Es musste allerdings erklärt werden, auf was die Schüler/innen bei der Bestimmung zu achten haben. So zählten sie selbstständig Beinpaare, bestimmten, ob z. B. die Antennen des Bachflohkrebses beborstet oder nicht beborstet sind. Auch Schüler/innen der 10. Klasse fragten, ob sie nicht beim Mikroskopieren mitmachen könnten.

Alles in allem waren sie meist motiviert, wenngleich sich auch ein paar der Schüler/innen zeitweise nicht am Unterricht beteiligten. V.a gegen Ende der zweiten Projekteinheit im April war es nicht immer leicht, alle sieben Schüler/innen der Einzelgruppen gleichzeitig zu beschäftigen.

7.2 Ergebnisse der schriftlichen Evaluation

7.2.1 Statements der Schüler/innen zum Projekt im Herbst 2006

Neben der Beantwortung des Fragebogens im Frühjahr 2007 konnten die Schüler/innen bei der Verfassung der Kurzberichte auch schriftliche Statements abgeben. Die Kurzberichte wurden in der Langfassung adaptiert und ausgebaut. Folgendermaßen fielen die Statements aus:

„Die Tiere zu fangen und bestimmen hat mir sehr gut gefallen. Es war aber leider notwendig, die Tiere in Alkohol einzulegen. Ich habe es sehr interessant gefunden!“

Ich freue mich im Frühjahr weiter zu machen.

Ich glaube, dass im Frühjahr noch neue Tiere und Erfahrungen hinzukommen werden.“

„Ich hab eigentlich alles mögen. Besonders mit der Wathose fischen oder messen.“

„Ich fand die Erfahrung praktisch. (Jetzt kann ich mir eine Flohkrebszucht zulegen)

Am Besten gefiel mir das Fangen der Tiere.“

„Es war sehr interessant, hat mir gut gefallen.“ (Clemens S.)

„Die zwei Wochen waren interessant und cool.“ (Florian)

„Hat mir sehr gut gefallen!“ (Mikko)

„Das Waten im Wasser war lustig!“ (Lukas)

„Ich habe Neues bei der Fließgeschwindigkeitsmessung erfahren.“ (Walid)

„Es war sehr interessant! Ich habe auch etwas über Böden gelernt“ (Jacqueline)

„Ich habe einiges gelernt, viel Erfahrung gesammelt.“ (Louis)

„Ich habe gelernt, Bodenproben zu entnehmen, Pflanzen einzuordnen, Tiere zu fangen, „Temperaturen und pH-Wert zu messen. Es hat mir gut gefallen.“ (Gregor)

„Ich habe sehr viel gelernt und mich hat es sehr interessiert.“ (Felix)

7.2.2 Ergebnisse der Fragebögenauswertung

Am Ende des Projektes (Frühjahr 2007) konnten die Schüler/innen das Projekt mittels eines Fragebogens (s. Anhang Abb. 37) schriftlich evaluieren. Es wurden unter anderem Fragen zum Praxisbezug und zur Organisation des Projektes sowie zum Umgang der Gruppenleiter/innen mit den Schüler/innen gestellt. Bei jeder Frage gab es fünf Antwortmöglichkeiten von „Trifft sehr zu“ bis „Trifft nicht zu“. Ausserdem konnten die Schüler/innen das Projekt mittels Schulnotensystem mit einer Gesamtnote von 1 bis 5 beurteilen.

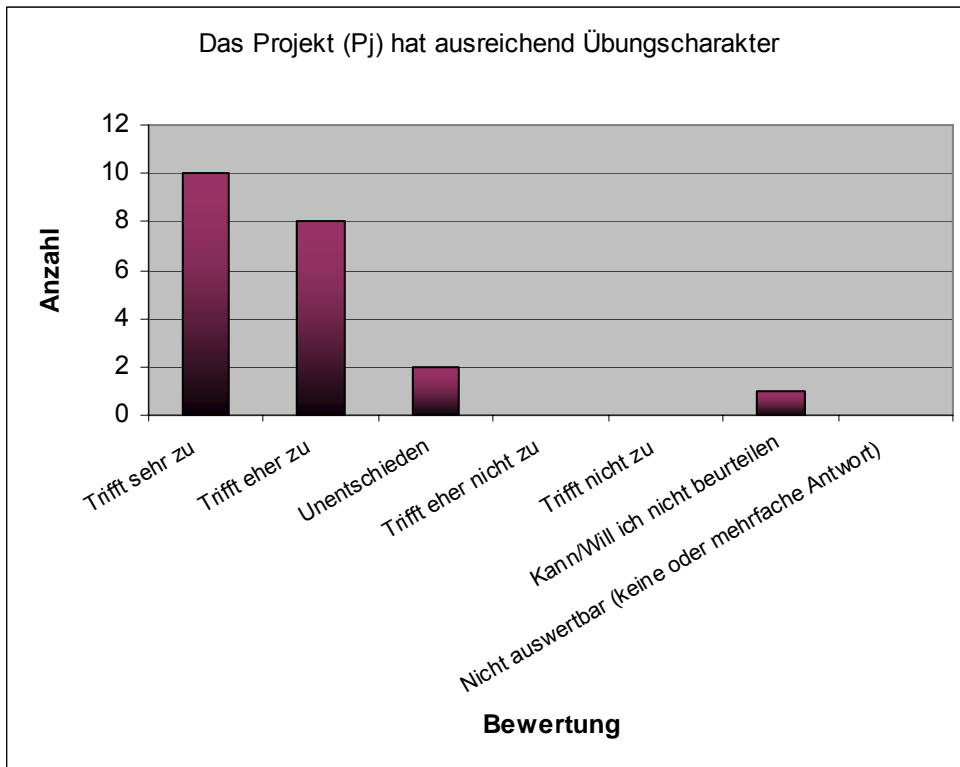


Abbildung 10: Frage 1 des Fragebogens

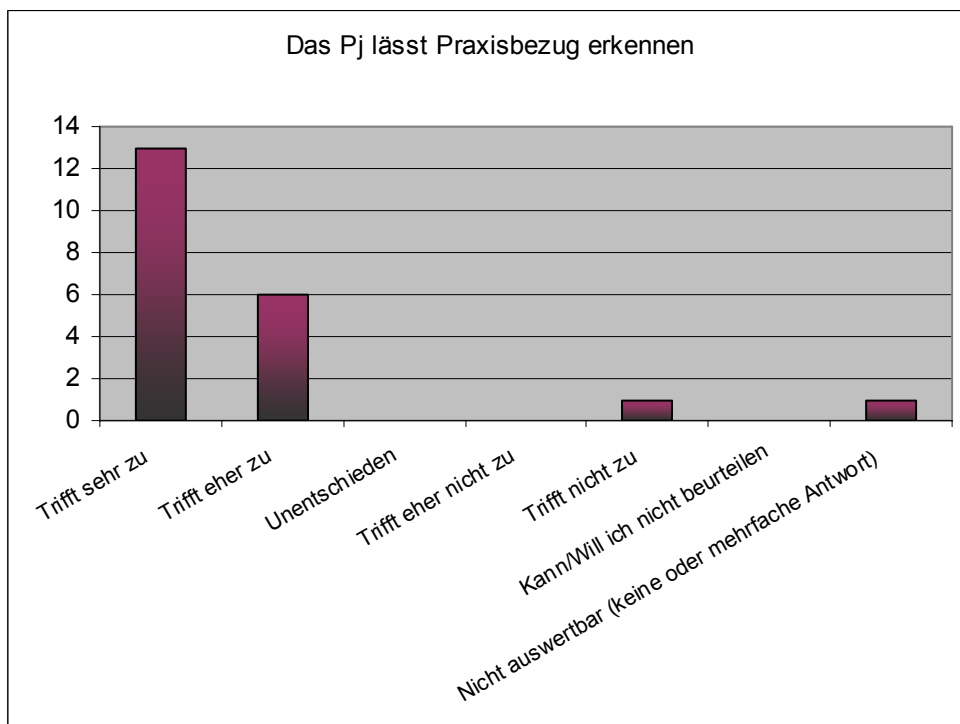


Abbildung 11: Frage 2 des Fragebogens

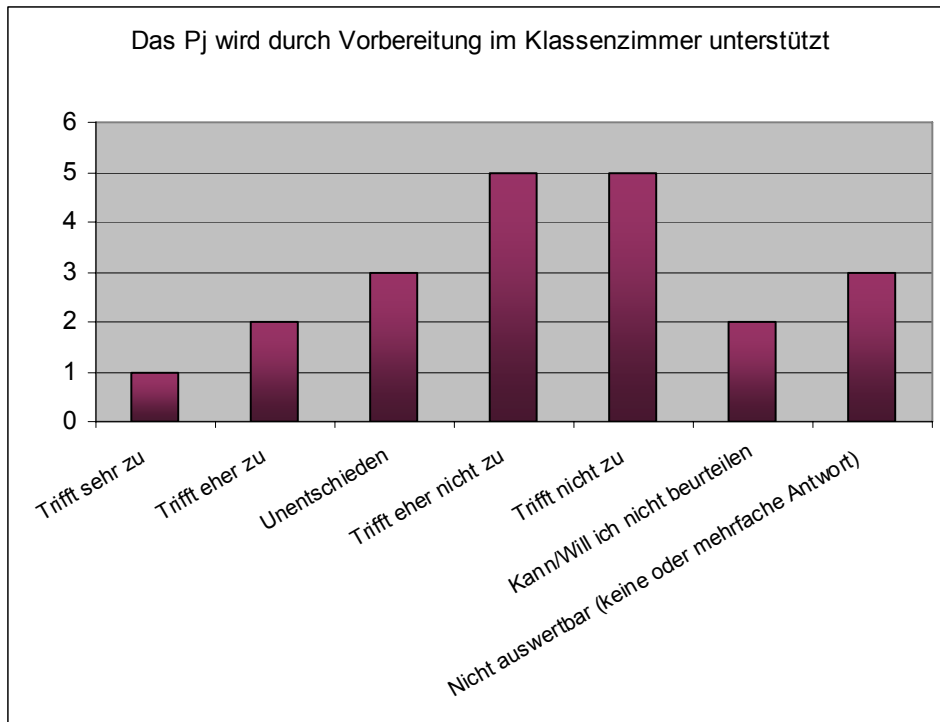


Abbildung Tabelle 9: Frage 3 des Fragebogens

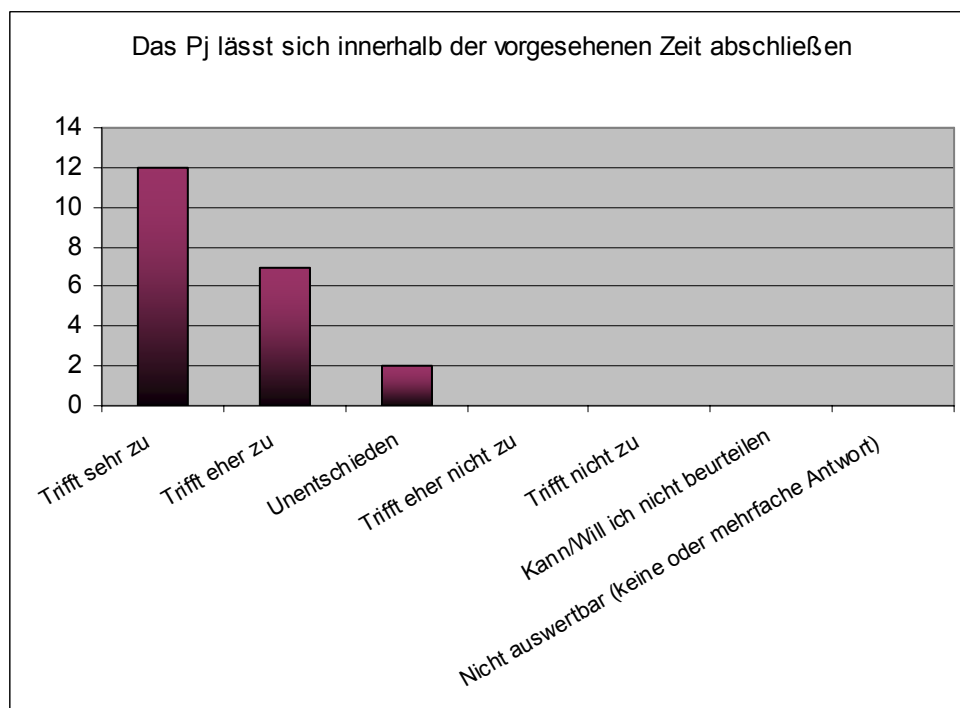


Abbildung 12: Frage 4 des Fragebogens

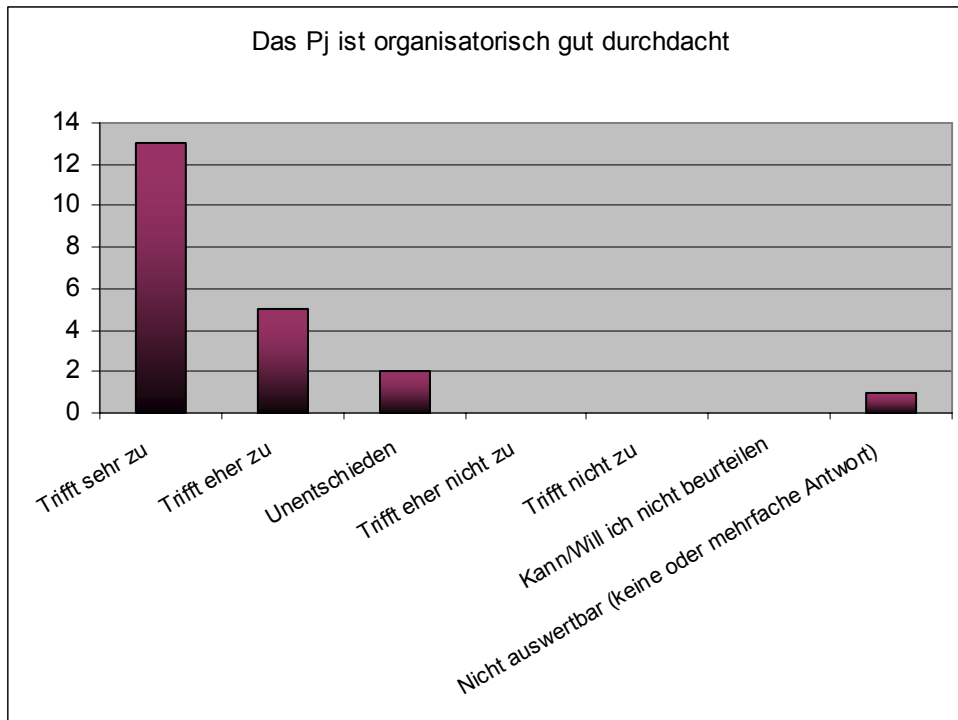


Abbildung 13: Frage 5 des Fragebogens

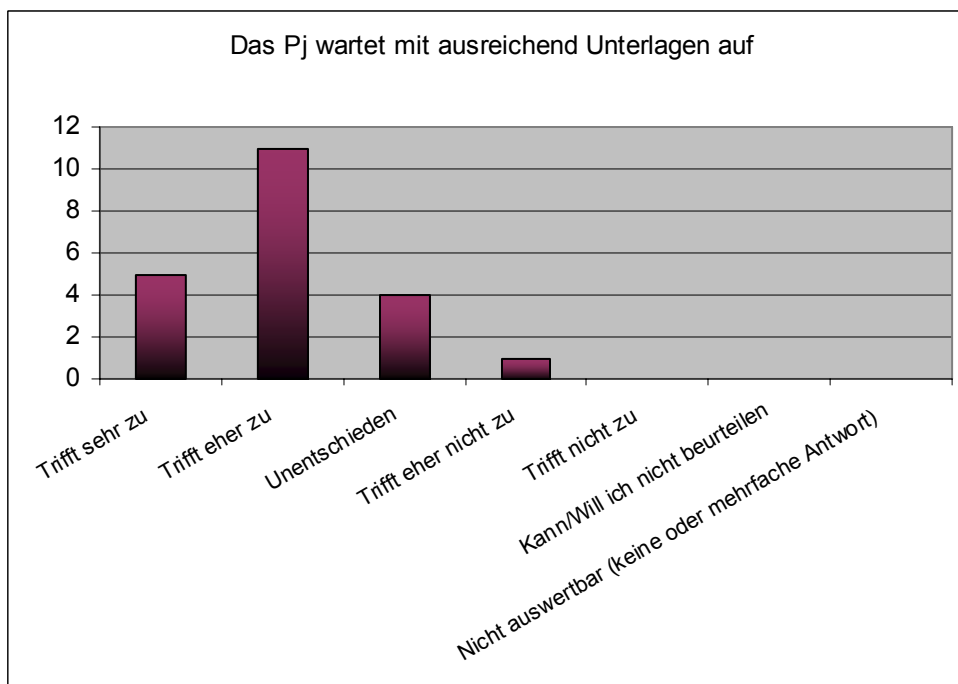


Abbildung 14: Frage 6 des Fragebogens

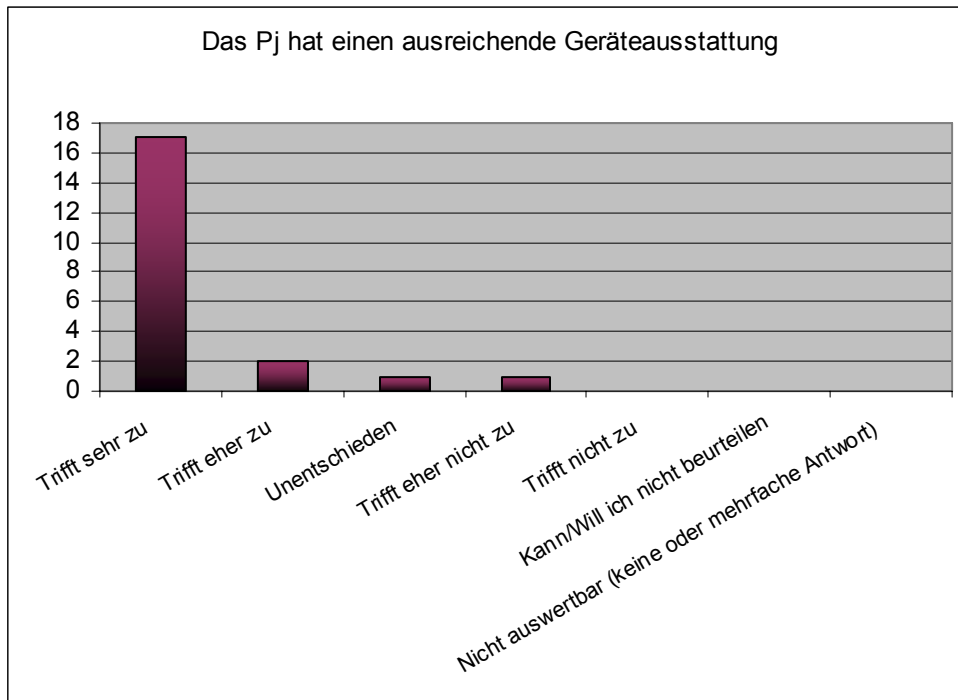


Abbildung 15: Frage 7 des Fragebogens

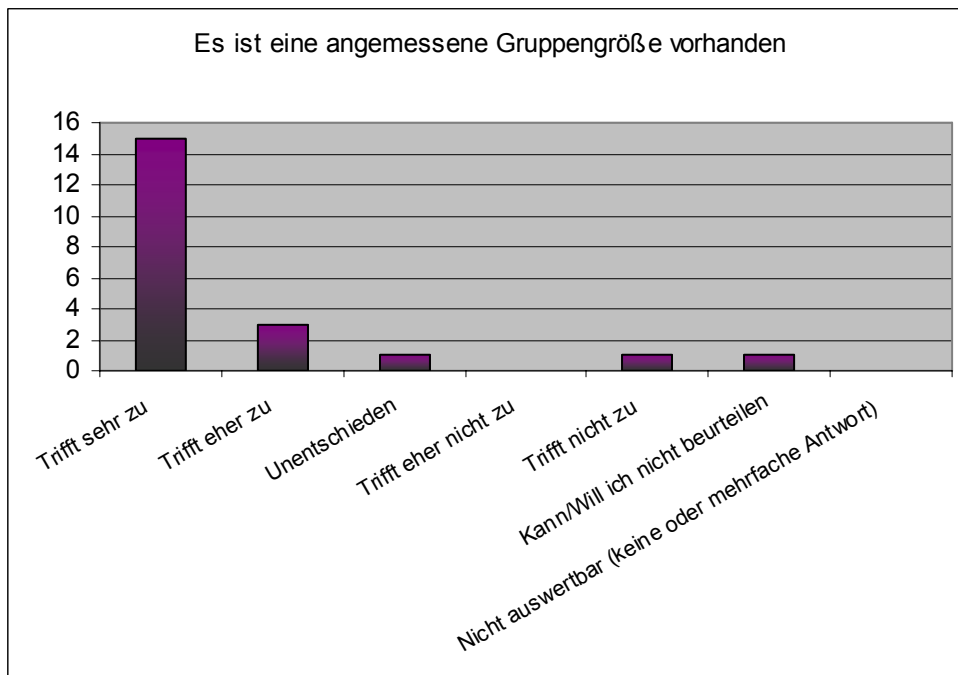


Abbildung 16: Frage 8 des Fragebogens

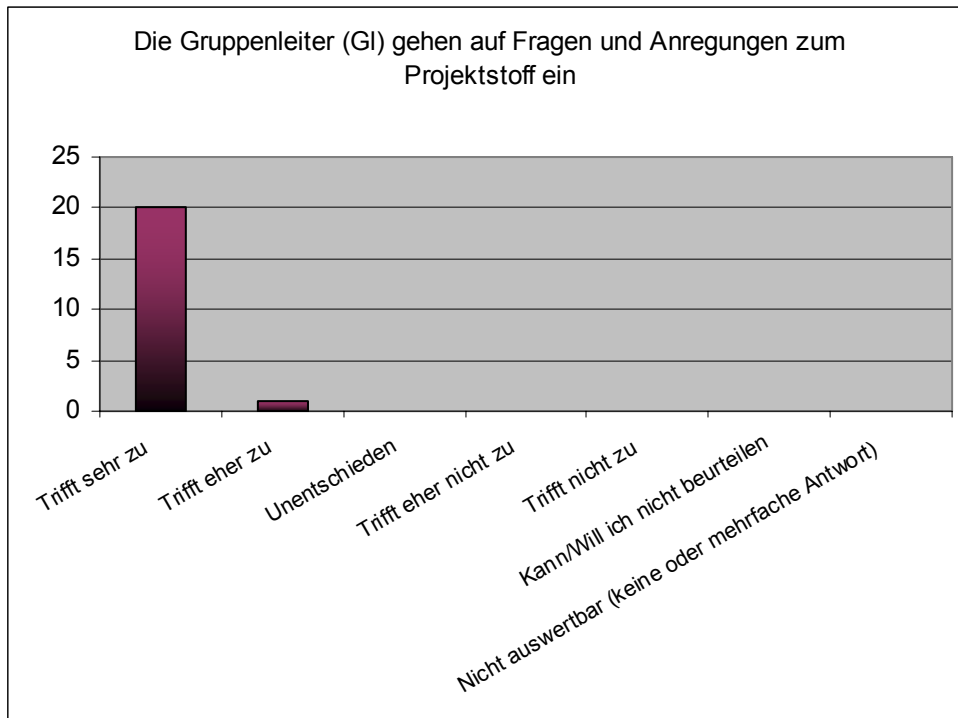


Abbildung 17: Frage 9 des Fragebogens

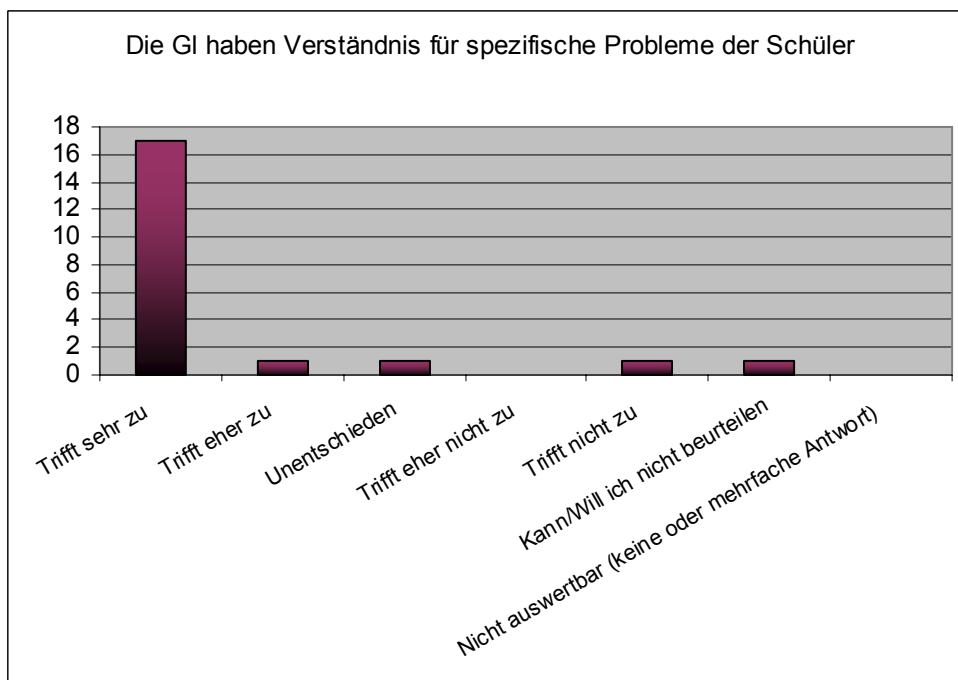


Abbildung 18: Frage 10 des Fragebogens

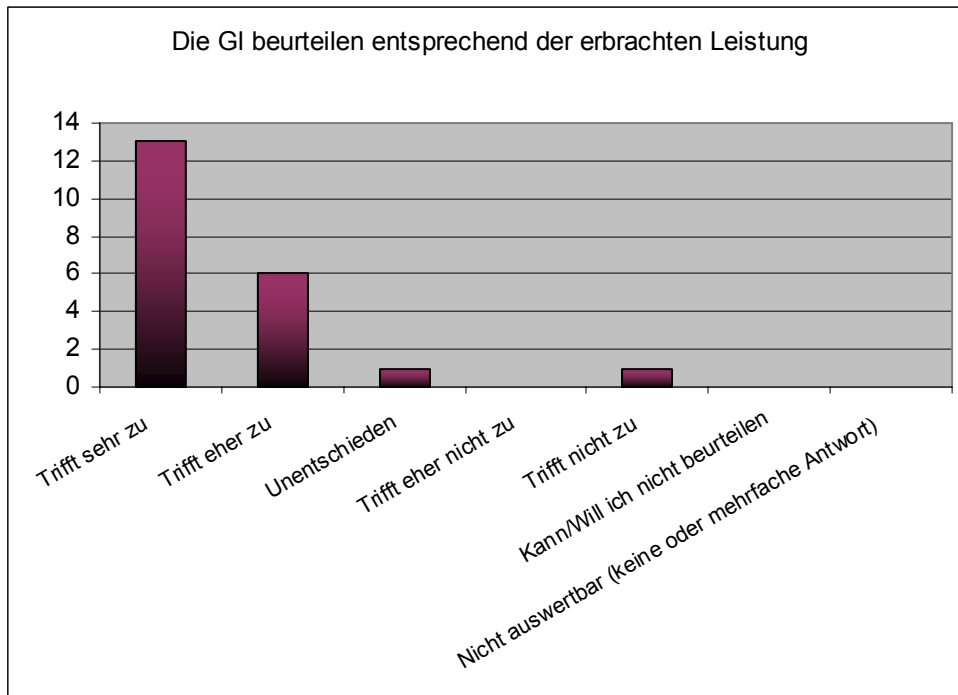


Abbildung 19: Frage 11 des Fragebogens

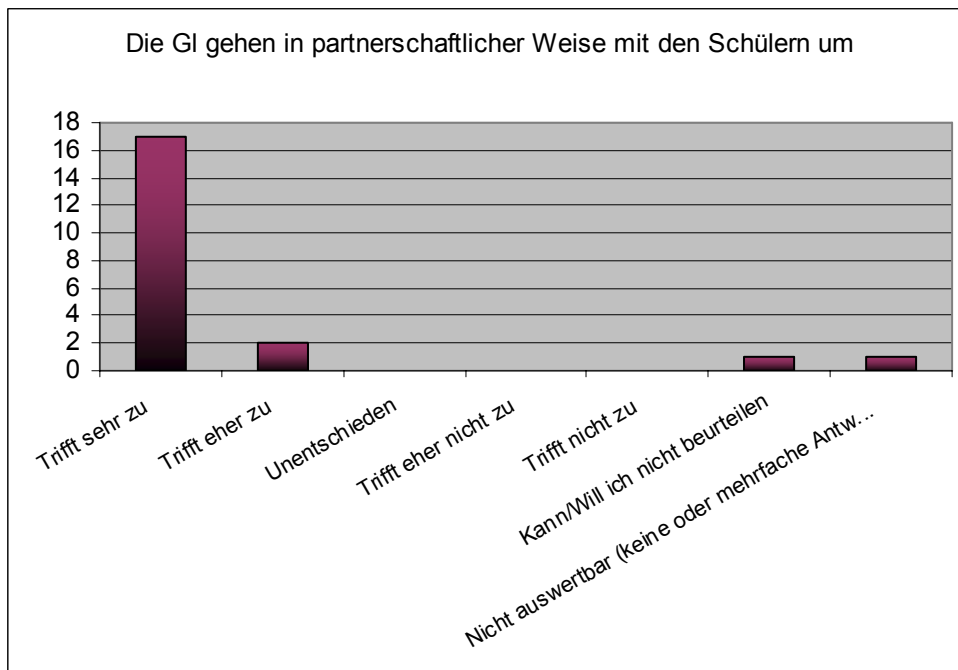


Abbildung 20: Frage 12 des Fragebogens

Bis auf die dritte Frage, ob das Projekt durch Vorbereitung im Klassenraum unterstützt werde, wurden die Fragen mit einer überwiegend positiven Bewertung beantwortet. Da kaum Vorbereitung im Klassenraum stattfand, wurde Frage drei folglich überwiegend negativ beantwortet. So wurden alle bis auf die erste (Hat das Projekt ausreichenden Übungscharakter?), dritte (Wird das Projekt durch Vorbereitung im Klassenraum unterstützt?) und sechste Frage (Wartet das Projekt mit ausreichenden

Unterlagen auf?) von mehr als zehn Schüler/innen mit „trifft sehr zu“ beantwortet. Nur Frage eins, ob das Projekt ausreichenden Übungscharakter habe, wurde von „nur“ zehn Schüler/innen mit „trifft sehr zu“ beantwortet. Frage sechs wurde von fünf Schüler/innen mit „trifft sehr zu“ und 11 Schüler/innen mit „trifft eher zu“ beantwortet. Die Fragen sieben bis 12 wurden, mit Ausnahme der Frage 11, sogar von gleich oder mehr als 15 Schüler/innen sehr positiv beantwortet. Die Pole-Position nimmt Frage neun (Gehen die Gruppenleiter/innen auf Fragen und Anregungen zum Projektstoff ein?) mit 20 sehr positiven Bewertungen ein.

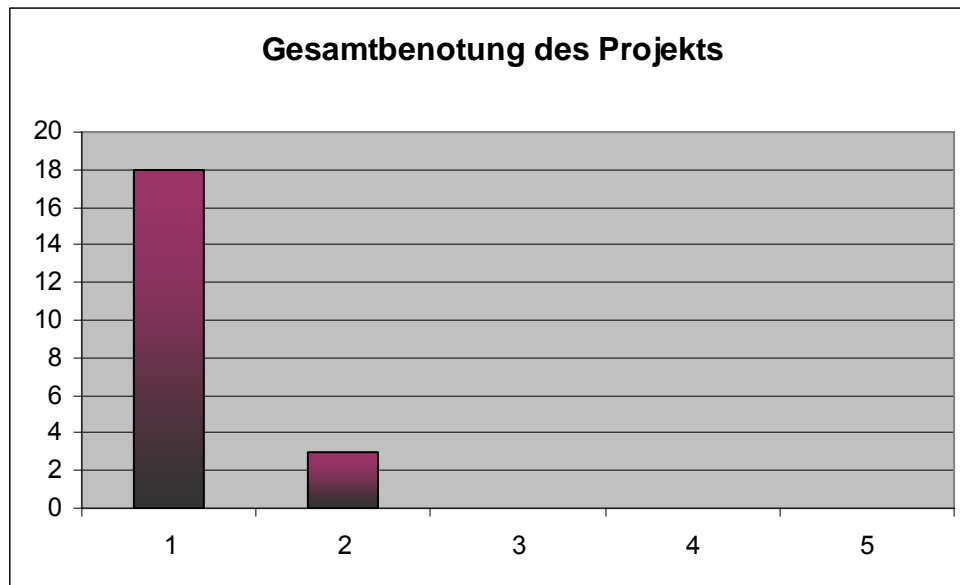


Abbildung 21: Frage 13 des Fragebogens

18 von 21 Schüler/innen bewerteten das Projekt mit der Note 1 (s. Abb 20). Auf den Rückseiten konnten die Schüler/innen Wünsche und Anregungen kundtun. Es fielen alle Anregungen bis auf eine Ausnahme positiv aus:

„Super Biologen, tolle Leute, hat alles gepasst!“

„Ich danke euch allen für die lustige und richtig coole Zeit!“

Mathieu: Du bist richtig cool und lieb!

Christoph: Du bist ein super Nachfolger deines Vaters!

Johanna: Du bist einfühlsam und machst jedes Thema interessant!“

„Wir sollten wieder so ein Projekt machen! Es war uuuuuuur cool!“

„Wir sollten alle blöden Mathestunden durch Biologie ersetzen!“

„Es war super, kommt's wieder einmal!“

„Es war total toll!“

„Bitte mehr Wathosen und mehr Ausrüstung.“

8 REFLEXION

Im Folgenden werden wir uns mit der Frage der Erreichung der eingangs definierten Ziele beschäftigen.

Ein Ziel war es, dass die Schüler/innen selbstständig forschen, experimentieren und entdecken können. Infolge der Komplexität der fünf Themenbereiche ist es aber klar, dass von den Schüler/innen nicht von Haus aus erwartet werden konnte, dass sie die an Universitäten gelehrt Methodiken bereits kennen und anzuwenden wissen. Das eingangs definierte Ziel ist aber insofern erreicht, als sie diese Arbeitsmethodiken unter wissenschaftlicher Anleitung der Projektbetreuer/innen kennenlernen konnten.

Wichtig war auch, dass die Schüler/innen nicht überfordert werden und Spass am Lernen, Forschen, Entdecken und Experimentieren haben. Wie die Kommentare im Kapitel Evaluation, Statements der Schüler/innen zeigen, waren die Schüler/innen überwiegend vom Projekt begeistert und fanden Spass an der Forschungsarbeit.

Die Fragebögen wurden von den Schüler/innen gewissenhaft ausgefüllt und auch auf den Rückseiten mit Kommentaren versehen, die den Grad ihrer Zufriedenheit widerspiegeln. Die genaue Auswertung der Fragebögen erfolgt im Kapitel 7.2.2.

Die Kurzberichte der fünf Themenkomplexe wurden mit Unterstützung der Gruppenbetreuer/innen von den Schüler/innen verfasst (rot im Langbericht geschrieben). Es ging hierbei darum, die Ergebnisse der Fauna-, Flora und Bodentypen-Bestimmungen und Messreihen prägnant zu dokumentieren.

Das definierte Ziel, die Ergebnisse des Projektes zu veröffentlichen, wurde erreicht. Ein Kurzbericht des Projektes wurde in der Schulzeitung Lindenblatt abgedruckt. Das Bachökologie-Projekt wurde als UN-Dekadeprojekt (UN-Dekade 2005-2014) eingereicht und ausgezeichnet. Unser Projekt ist damit unter den 17 ersten österreichischen Projekten, die ein Bewusstsein für nachhaltige, umweltgerechte Entwicklung schaffen wollen. Um nachhaltige Schulprojekte in Österreich publik zu machen, wurde das Projekt der Öffentlichkeit am 19. Juni 2007 in der Urania Wien vorgestellt und auf die Homepage der Unesco gestellt (<http://www.unesco.at/>). Dadurch ist es den Akteur/innen möglich, sich zu vernetzen und ihre Erfahrungen auszutauschen.

Die Schüler/innen konnten ökologische Zusammenhänge erfahren und dadurch ein Bewusstsein für den Erhalt der Natur für kommende Generationen entwickeln. Denn nur wer die Natur annähernd versteht, kann sie bewahren. Die Auszeichnung als UN-Dekadeprojekt beweist, dass die Betreuer/innen den Schüler/innen die Notwendigkeit des gerechten Umgangs mit unseren natürlichen Ressourcen vermitteln konnten.

Fassen wir nochmals kurz zusammen. Die Schüler/innen lernten selbständig mit den hydrometrischen Flügeln, pH-Meter und digitalem Temperaturmessgerät umzugehen. Auch die Anwendung der Bodenanalyse-Geräte wurde von den Schüler/innen selbst entdeckt. Bei den komplexeren universitären Arbeitsmethodiken standen ja nur das Kennenlernen und nicht das bereits vorhandene Wissen um die Anwendung derselben im Vordergrund. Auch wenn wir Betreuer nicht immer die Aufmerksamkeit aller Schüler/innen aufrecht erhalten konnten, so waren sie doch meist motiviert. Der Kurzbericht wurde in der Schulzeitung, der Endbericht der Öffentlichkeit präsentiert und auf der Unesco-Homepage veröffentlicht. Die Auszeichnung als UN-Dekadeprojekt weist das Bachökologie-Projekt als ein Instrument zur Bewusstseinsbildung für eine nachhaltige Entwicklung aus.

9 AUSBLICK

Da seitens einiger Schüler/innen der Wunsch nach einem neuen Projekt artikuliert wurde, besteht im Jahr 2008 die Möglichkeit, sowohl mit den Schüler/innen der 10. als auch 11. Schulstufe ein Nachfolgeprojekt zu starten. Es wird hierbei aber nicht mehr um die Erwerbung des Basiswissens ökologischer Zusammenhänge gehen. Vielmehr sollen die Schüler/innen der 10. Schulstufe selbstständig exakt die Gewässergüte berechnen – sie haben ja bereits in der 9. Schulstufe einen kleinen Einblick in die Bestimmung des Saprobienindex erhalten. Auch die Art der Reinigung der Triesting durch die Mikroorganismen und Makrozoobenthos-Arten soll genau erforscht werden. Es wird hierbei also die Anzahl der gefundenen Makrozoobenthos-Individuen um ein Vielfaches gesteigert werden, sodass wissenschaftlich genaue Aussagen getroffen werden können. Diese können dann in einem wissenschaftlichen Fachmagazin veröffentlicht werden.

Ferner sollen in einem Feldversuch in einem gestauten Teilbereich der Triesting Mikroorganismen zugesetzt werden, die die Wassergüte von 2 auf 1-2 oder vielleicht sogar auf 1 anheben, so dass hier Trinkwasserqualität entsteht. Die Reinigungsarbeit könnten Nitrosomonas, Nitrobacter leisten, die Ammonium und Nitrat in N_2 umwandeln, der in die Atmosphäre entweicht. Andere Bakterien wie Cyanobakterien (auch Blaualgen) brauchen, um Photosynthese betreiben zu können, CO_2 im Wasser auf und wandeln es in O_2 um, der dann in die Atmosphäre gelangt.

Es können Systeme wie Biofilter, die mit Mikroorganismen geimpft werden, gemeinsam mit den Schüler/innen entwickelt werden, die das Wasser zusätzlich reinigen.

Durch zusätzliche Durchmischung und Verwirbelungseffekte des Wassers kommt es zu erhöhtem Sauerstoffeintrag und somit zu belebender und reinigender Wirkung.

10 LITERATUR

Adler, Wolfgang: Exkursionsflora von Österreich, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart und Wien, 1994

Bährmann, Rudolf: Bestimmung wirbelloser Tiere; Elsevier GmbH, München, Spektrum akademischer Verlag, 4. Auflage 2005

Dance, Peter S.: Ravensburger Naturführer: Muscheln und Schnecken, Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH, 1994

Edlin, Herbert: BLV Bildatlas der Bäume, BLV Verlagsgesellschaft mit beschränkter Haftung München, 1983

Grabow, Karsten: Farbatlas Süßwasserfauna, Wirbellose, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart und Wien, 2000

Haberer, Martin: Taschenatlas Wasserpflanzen, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart und Wien, 2006

Ludwig, Prof. Dr. Herbert W.: BLV Bestimmungsbuch Tiere und Pflanzen unserer Gewässer, BLV Verlagsgesellschaft mit beschränkter Haftung München, 2003

Schröder, Diedrich: Bodenkunde in Stichworten, 5. revidierte und erweiterte Auflage von Winfried E. H. Blum, Ferdinand Hirt in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, Stuttgart, 1992

Internetadressen:

http://www.geog.fuberlin.de/~phygeo/epg/microsites/0605/braunerde/Uebesicht_der_BodentypBraunerde.htm (04.10.2007)

<http://www.forum-trinkwasser.de/datenundfakten/inhaltsstoffe.html> (04.10.2007)

<http://www.merz.s.bw.schule.de/umwelt/oeko/bioindy.pdf> (02.03.2007)

<http://www.augustinerrealschule.bildungrp.de/extras/projekte/bachpate/paramete.html> (04.03.2007)

http://www.wvaro.bayern.de/regionale_umweltdaten/gewaesserguete/leitorganismen.htm (15.04.2007)

http://www.vorarlberg.at/vorarlberg/umwelt_zukunft/umwelt/umweltundlebensmittel/weitereinformationen/trinkwasser/wasserhaerte.htm (16.04.2007)

<http://www.stw.at/inhalt/Wasserh%C3%A4rte.htm> (16.04.2007)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Wasserh%C3%A4rte> (16.04.2007)

<http://schulen.eduhi.at/chemie/haerte.htm> (16.04.2007)

http://www.aquacare.de/info/tipps/d_haert.htm

<http://www.bachuntersuchung.de/ephemeroptera.htm>

<http://www.jgaul.de/indikatororganismen.htm> (16.04.2007)

<http://www.bachuntersuchung.de/bestimmung.htm> (16.04.2007)

http://www.staff.uni-marburg.de/~reissm/vdg_bestimmungsschluessel.pdf
(16.04.2007)

http://www.wwa-ro.bayern.de/regionale_umweltdaten/gewaesserguete/feldprotokoll.htm (16.04.2007)

http://www.jgaul.de/key_larven.htm (16.04.2007)

<http://www.uni-graz.at/geowww/schulatlastermark/downloads/gewguete/gewguetebestimm.pdf>
(16.04.2007)

<http://www.bachuntersuchung.de/gammarus.htm> (16.04.2007)

http://home.arcor.de/jodkrank/Nitrat_Nitrit/nitrat_nitrit.html (22.04.2007)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Nitrat> (22.04.2007)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Nitrit> (22.04.2007)

http://www.wasserwirtschaftsamt-muenchen.de/downloads/modul_e_schueleraktivitaet.pdf (22.04.2007)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ammonium> (22.04.2007)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Eisen> (22.04.2007)

http://www.wendt-zierfischkeller.de/html/body_ammonium.html (23.04.2007)

<http://www.wien.gv.at/wienwasser/haerte.html> (24.04.2007)

<http://www.unesco.at/user/news/nachhaltigkeitsdk1.htm>(28.04.2005)