



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Erhebung des Stellenwerts von Geologie und Bodenkunde im gegenwärtigen Biologieunterricht an AHS und NMS

verfasst von

Viktoria Höfferer, Bakk. phil.

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 347 445

Studienrichtung lt.

Lehramtsstudium

Studienblatt:

UF Französisch/ UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von:

Ao. Univ. Prof. Dr. Susanne Gier

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere:

dass ich die Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, am _____

Unterschrift: _____

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin, Ao. Univ. Prof. Dr. Susanne Gier, die mir diese Arbeit ermöglicht hat und in dieser Zeit meinen Vorschlägen und Ideen mit Offenheit begegnet ist. Insbesondere möchte ich mich auch bei meiner Expertin für Bodenkunde Dr. Edith Haslinger bedanken, die mir bei der Vorbereitung, Gliederung und Ideensammlung meiner Arbeit mit Rat zur Seite stand und hilfreiche Tipps zum Thema Boden gab. Weiters ein Dankeschön an Mag. Maria Schwarz und an Dipl.-Päd. Gertrud Ebner, die mir als Biologielehrerinnen die notwendigen Biologiebücher für meine Analyse zur Verfügung gestellt haben.

Nicht zu vergessen sind auch die Menschen, die mich beim Schreiben meiner Arbeit begleitet haben. Hierbei möchte ich meinem Partner Stephan danken, der nie die Geduld verloren hat, mich bei Fragen zu unterstützen. Erwähnt werden sollen auch meine Eltern, sowie meine Schwester, die mir in meinem Studium in vielerlei Hinsicht beigestanden sind.

Zusammenfassung

Dem Unterricht der Erdwissenschaften im Schulfach Biologie und Umweltkunde wird heutzutage keine große Bedeutung zugeschrieben. Dies hat zur Folge, dass Themengebiete wie die Geologie oder Teilaspekte wie die Bodenkunde im Schulunterricht immer mehr von anderen Themen verdrängt werden. Ziel dieser Arbeit ist es, aktiven und zukünftigen LehrerInnen aktuelle Entwicklungen rund um erdwissenschaftliche Themen im Schulbetrieb aufzuzeigen. Durch die Erhebung in Form mehrerer Interviews mit 20 aktiven BiologielehrerInnen wurde deutlich, dass es Verbesserungsbedarf im Unterricht von erdwissenschaftlichen Inhalten und den allgemeinen Kenntnissen in diesem Gebiet gibt. Es braucht vor allem mehr Ideen für die Planung und Durchführung, um den Unterricht in Erdwissenschaften für die SchülerInnen interessant zu gestalten. Die vorliegende Arbeit gibt unter anderem auch fachdidaktische Anregungen, wie erdwissenschaftliche Inhalte in den Unterricht eingebracht werden können.

Der aktuelle Lehrplan für Allgemein bildende höhere Schulen (AHS) und Neue Mittelschulen (NMS) im Fach Biologie und Umweltkunde lässt den LehrerInnen viel Gestaltungsspielraum für ihren Unterricht. Es zeichnet sich ab, dass BiologielehrerInnen geologische oder bodenkundliche Themen in ihrem Biologieunterricht immer mehr vernachlässigen. Es gibt jedoch genügend guten erdwissenschaftlichen Inhalt in den Biologiebüchern, die aktuell für Schulen in Österreich angeboten werden. In der LehrerInnenbildung an den österreichischen Universitäten geht der Trend in Richtung einer Kürzung von erdwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen im Lehramtsstudium Biologie, die diese Tendenzen der BiologielehrerInnen in Zukunft noch weiter verstärken werden.

Abstract

Today, teaching earth sciences is of minor importance in the school subject biology. As a consequence, topics such as geology and soil science are more and more replaced by other topics. The aim of this work is to provide an update on developments related to earth science topics at school and to show active and future teachers tendencies in these areas. A survey was carried out in form of individual interviews with 20 active biology teachers and has shown that there is a need for improvement in the teaching of earth science related matters and in the general knowledge of biology teachers in this field. There is need for more ideas in the planning and implementation to make earth sciences more interesting for students. The present thesis also gives some specific didactic suggestions, how earth science contents can be integrated into the teaching.

The current curriculum for secondary schools (AHS and NMS) in biology and environmental sciences gives the teachers significant freedom in the organisation of their earth science classes. There is a general tendency that biology teachers increasingly neglect geological topics in their biology classes to an increasing extent. On the other hand, many biology books that are currently used at Austrian schools contain comparatively good earth science content as well as approaches, tips and instructions for experiments in the classroom. However, education of biology teachers at Austrian universities is also characterized by a reduction in earth science courses and this will likely increase these trends even more in the future.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Abstract	II
Einleitung	1
1) Problemstellung	3
1.1 Motivation und Ziele	3
1.2 Methodik	4
1.2.1 Die Methode des Experteninterviews	7
1.2.2 Die Vorgehensweise	8
2) Aktueller Forschungsstand	11
2.1 Allgemeine Infos zum Lehrplan	11
2.2 Erdwissenschaften im Lehrplan Biologie und Umweltkunde	12
2.3 Informationen des BMUKK zu Neuerungen im Biologie-Lehrplan	13
2.4 Definition und Themengebiete im Biologieunterricht	15
2.4.1 Begriffsklärung	15
2.4.2 Geologische Themen im Biologieunterricht	17
2.4.3 Bodenkundliche Themen im Biologieunterricht	18
3) Analyse	21
3.1 Biologie-LehrerInnen Befragung	21
3.1.1 Bodenkunde	21
3.1.2 Geologische Zonen	23
3.1.3 Schulstufe / Klasse	25
3.1.4 Biologiebuch mit erdwissenschaftlichen Inhalten	29
3.1.5 Geologische Themen und bodenkundliche Themen im Biologieunterricht	31
3.1.6 Der Unterricht in Erdwissenschaften an der Schule	32
3.1.7 Verbesserungsvorschläge der BiologielehrerInnen	35
3.1.8 Alternativschulen	37
3.2 Kategorien für die Schulbuchanalyse	38

3.3 Das Thema Erdwissenschaften in Biologieschulbüchern	39
4) Diskussion der Ergebnisse	53
4.1 Beantwortung der Forschungsfragen	53
4.2 Die wichtigsten Erkenntnisse	57
4.2.1 Schulbücher in Biologie und Umweltkunde	57
4.2.2 Schlussfolgerungen für den Unterricht.....	59
5) Ausblick	63
5.1 Aktueller Stand im Lehramtsstudium an den Universitäten	63
5.2 Conclusio	64
6) Fachdidaktische Anregungen	65
6.1 Versuche zum Boden in Verbindung mit geologischen Aspekten.....	65
6.1.1 Frostsprengung	65
6.1.2 Temperatursprengung	67
6.1.3 Hydrolyse (Lösen)	68
6.1.4 Kalkgehalt in Böden.....	69
6.1.5 Bestimmung der mineralischen Zusammensetzung des Bodens	71
6.2 Allgemeine Versuche zum Boden	72
6.2.1 Bodeneigenschaften - Fingerprobe.....	73
6.2.2 Bodenbestandteile - Schlämmanalyse.....	75
6.2.3 Boden als Wasserspeicher	76
6.2.4 pH-Wert-Bestimmung des Bodens	78
6.3 Unterrichtsvorschlag zum Thema Gesteine.....	80
6.3.1 Unterrichtsplanung	81
6.3.2 Informationsmaterial für LehrerInnen.....	88
7) Literatur	93
Lebenslauf	98

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Geologische Themen in Schulbüchern für Biologie. Grafische Darstellung der Häufigkeit eines geologischen Themas im Durchschnitt im Biologieunterricht anhand von 15 Schulbüchern für Biologie und Umweltkunde.....	17
Abb. 2: Bodenkundliche Themen in Schulbüchern in Biologie. Grafische Darstellung der Häufigkeit eines bodenkundlichen Themas im Durchschnitt im Biologieunterricht anhand von 15 Schulbüchern für Biologie und Umweltkunde.....	18
Abb. 3: Bodenkunde im Biologieunterricht. 20 BiologielehrerInnen zur Wichtigkeit von Bodenkunde im Unterricht. Zusammengefasste Aussagen	23
Abb. 4: 20 BiologielehrerInnen zur Wichtigkeit von geologischen Zonen im Unterricht. Zusammengefasste Aussagen.....	24
Abb. 5: Unterricht Geologie bzw. Bodenkunde in der Unterstufe. 20 BiologielehrerInnen zur Frage, ob sie Geologie bzw. Bodenkunde in der Unterstufe unterrichten	25
Abb. 6: Unterricht Geologie bzw. Bodenkunde in der Oberstufe. 10 AHS BiologielehrerInnen zur Frage, ob sie Geologie bzw. Bodenkunde in der Oberstufe unterrichten	26
Abb. 7: Bevorzugte Klassen für geologische bzw. bodenkundliche Themen. 20 BiologielehrerInnen zu den Klassen/Schulstufen, in denen sie ihre jeweiligen Schwerpunkte in Geologie, sowie Bodenkunde setzen	27
Abb. 8: Verwendung des Schulbuchs zu erdwissenschaftlichen Themen. 20 BiologielehrerInnen zur Verwendung des Schulbuches in Geologie und zum Thema Boden	31
Abb. 9: Stadt-Land Vergleich: Unterricht im Freien in Erdwissenschaften. 20 BiologielehrerInnen zur Frage, ob sie für geologische oder bodenkundliche Themen hinaus in die Natur gehen. AHS- NMS Gegenüberstellung	33
Abb. 10: Stadt-Land Vergleich gesamt: Unterricht im Freien in Erdwissenschaften. 20 BiologielehrerInnen zur Frage, ob sie für geologische oder bodenkundliche Themen hinaus in die Natur gehen. Stadt- Land gesamt.....	33
Abb. 11: Buchabbildung	40
Abb. 12: Buchabbildung	40
Abb. 13: Buchabbildung	41
Abb. 14: Buchabbildung	42
Abb. 15: Buchabbildung	42
Abb. 16: Buchabbildung	43
Abb. 17: Buchabbildung	44
Abb. 18: Buchabbildung	45

Abb. 19: Buchabbildung	45
Abb. 20: Buchabbildung	46
Abb. 21: Buchabbildung	47
Abb. 22: Buchabbildung	47
Abb. 23: Buchabbildung	48
Abb. 24: Buchabbildung	49
Abb. 25: Buchabbildung	49
Abb. 26: Geologieunterricht an AHS/NMS. 20 BiologielehrerInnen zu ihrem derzeitigen Geologieunterricht an AHS/NMS. Auflistung von Unterrichtsmöglichkeiten im Schulunterricht	59
Abb. 27: Bodenkundeunterricht an AHS/NMS. 20 BiologielehrerInnen zu ihrem derzeitigen Bodenkundeunterricht an AHS/NMS. Auflistung von Unterrichtsmöglichkeiten im Schulunterricht	60
Abb. 28: Tafelbild Gesteinsunterteilung	82
Abb. 29: Overheadfolie Gesteinskreislauf 1	82
Abb. 30: Overheadfolie Gesteinskreislauf 2	83
Abb. 31: Handout Gesteinsbestimmung	84

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Befragte LehrerInnen.....	5
Tab. 2: Schulbuchliste BMUKK 2013 / 2014	39
Tab. 3: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse der Schulbuchanalyse zu erdwissenschaftlichen Themen	51
Tab. 4: Konzepte auf die im erdwissenschaftlichen Unterricht mehr Wert gelegt werden sollte. Erhebung anhand von Interviews mit 20 BiologielehrerInnen.....	55
Tab. 5: Verbesserungsvorschläge der BiologielehrerInnen für den Unterricht in Geologie und Bodenkunde.....	60
Tab. 6: Ergebnistabelle Kalkgehalt in Böden	70
Tab. 7: Ergebnistabelle zur Bestimmung der mineralischen Zusammensetzung des Bodens	72
Tab. 8: Ergebnistabelle Fingerprobe - Beispiel für einen Auswertebogen.....	74
Tab. 9: Hilfestellung Boden	75
Tab. 10: Ergebnistabelle Boden als Wasserspeicher.....	77
Tab. 11: Ergebnistabelle pH-Wert Boden	79
Tab. 12: Unterschied Mineral vs. Gestein.....	81
Tab. 13: Struktur der Gesteine	83

Einleitung

*„Die Geologie ist gerade im Rahmen
der Biologie immer ein Stiefkind“
(Interview 13: Z 40).*

Generell wird angenommen die Geologie gehöre zur Geografie, wie Lebewesen zur Biologie gehören. Laut Lehrplan gibt es aber grundlegende Lehrinhalte, die BiologielehrerInnen in ihrem Unterricht an den/die SchülerIn bringen sollten und Fakt ist, dass geologische Inhalte einen nicht unwesentlichen Bestandteil im Schulfach Biologie an AHS und NMS darstellen. Die Erdwissenschaften, als Wissenschaft der unbelebten Materie, haben neben der belebten Natur einen Fixplatz im Biologieunterricht und sind mit ihren Inhalten auch in der LehrerInnenausbildung an den Universitäten vertreten. Leider werden die Erdwissenschaften in der Biologie nicht als wichtiger Teil des Unterrichts und statt als integraler Bestandteil oft als Außenseiterthema betrachtet. Es wird heutzutage von kompetenzorientiertem Unterricht gesprochen, der die Unterrichtsformen und Möglichkeiten zunehmend verändern soll oder bereits verändert hat. Besonders der Pflichtschulbereich ist von diesen Entwicklungen betroffen, die vor allem in Schulbüchern umgesetzt werden sollen. Wie nun aktuell erdwissenschaftliche Themen im Biologieunterricht an österreichischen Schulen, den Gymnasien und Neuen Mittelschulen unterrichtet werden, soll in dieser Arbeit aufgezeigt werden. Interessant ist es zu erfahren, ob diese Themen im Zusammenhang mit dem Trend des didaktischen Fortschritts stehen oder ob es dabei in der Umsetzung im Unterricht Probleme geben könnte.

1) Problemstellung

1.1 Motivation und Ziele

Das Interesse dieser Arbeit besteht darin zu erheben, wie LehrerInnen aktuell mit erdwissenschaftlichen Themen im Biologieunterricht umgehen. Weiterführend soll aufgezeigt werden, welche Methoden dazu verwendet werden und welche Einstellungen zu den Schulbuchinhalten und zur derzeitigen Unterrichtssituation vorliegen. Die Motivation dafür gründet auf der Annahme, dass erdwissenschaftliche Inhalte im Biologieunterricht oftmals nicht wahrgenommen und dadurch weniger unterrichtet werden als andere biologische Themen. Es wird daher angenommen, dass in der Schule eher wenig Interesse für Erdwissenschaft und insbesondere für die Geologie gezeigt wird, da dieser doch komplexe Stoff durch schlechte Aufbereitung, die SchülerInnen überfordern kann. Ein Alltagsbezug wird kaum geboten, wodurch das Interesse der Kinder zu diesen Inhalten nicht angeregt und der Stoff schnell wieder vergessen wird. Erdwissenschaftliche Themen, wie die Gesteinskunde oder auch die Bodenkunde sind jedoch wichtig, da sie einen Teil des Studiums der Biologie- und Umweltkunde darstellen und auch im schulischen Lehrplan als Teil einer allgemeinen Bildung zu sehen sind.

Die vorliegende Arbeit hat nicht zum Ziel, repräsentative Stichproben zu ziehen, sondern qualitativ eine bestimmte Anzahl an LehrerInnen zu ihrem Unterricht in Erdwissenschaften zu ihren Tendenzen und zu den praktischen Umsetzungsmöglichkeiten zu befragen. Dazu wurden LehrerInnen von Süd- und Ostösterreich interviewt, um eventuelle Unterschiede zwischen Stadt und Land aufdecken zu können. So soll der vorliegende Beitrag die aktuelle Situation erheben mit dem Ziel, künftige und gegenwärtige BiologielehrerInnen zu motivieren. In Auseinandersetzung mit diesem Thema soll ein besseres Verständnis und der Zusammenhang erdwissenschaftlicher Teilgebiete mit der Biologie verdeutlicht werden. Dazu wurden Forschungsfragen formuliert, die im Laufe dieser Arbeit beantwortet werden sollen:

Hauptforschungsfrage: Wie kann der Unterricht in Erdwissenschaften im Biologieunterricht verbessert werden?

Forschungsfrage 1: Nehmen BiologielehrerInnen die Geologie und die Bodenkunde als biologische Themen im Schulunterricht wahr?

Forschungsfrage 2: Inwiefern gibt es Verbesserungsbedarf zu erdwissenschaftlichen Themen in Lehrplan und Schulbüchern für Biologie und Umweltkunde?

Forschungsfrage 3: Mit welchen Konzepten und Unterrichtsmaterialien können erdwissenschaftliche Themen im Biologieunterricht an österreichischen Schulen aufgewertet werden?

Aufbauend auf diese Fragestellungen gliedert sich diese Arbeit im Wesentlichen in vier große Teile. Der 1. Teil geht auf den aktuellen Lehrplan und die Lehrplanbestimmungen mit dem Fokus auf erdwissenschaftliche Inhalte im Schulfach Biologie ein. Der 2. Abschnitt beschäftigt sich mit der Analyse und Darstellung des gesammelten Materials. Der 3. Teil stellt eine Diskussion der Ergebnisse dar. Dabei soll die Zukunft von erdwissenschaftlichem Unterricht skizziert werden, wobei auch ein Blick auf die LehrerInnenausbildung an den Universitäten fällt. Danach schließen im 4. großen Abschnitt fachdidaktische Anregungen in Form von Arbeitsanleitungen für einen ideenreicheren Unterricht in Erdwissenschaften, sowie Tipps und Informationen für LehrerInnen in Form von Lehrbehelfen, Exkursionsmöglichkeiten und Links, die Arbeit ab.

1.2 Methodik

Als Methode wurde das Experteninterview anhand eines qualitativen offenen Leitfadens ausgewählt. Insgesamt wurden 21 Interviews geführt, davon wurden 10 BiologielehrerInnen aus Wien und 10 BiologielehrerInnen aus Kärnten interviewt. Es soll ersichtlich werden, ob es Stadt-Land-Unterschiede bezüglich der Wünsche und Zufriedenheit der LehrerInnen hinsichtlich ihres Unterrichts gibt. Die befragten LehrerInnen unterrichten an einer AHS oder NMS, darunter befindet sich zusätzlich noch eine Lehrkraft aus einer Waldorfschule. Alle erhielten die gleichen Fragen bezüglich ihres Unterrichts. Außerdem wurde eine Ansprechperson des BMUKK zu den zukünftigen Entwicklungen im Biologielehrplan für AHS und NMS befragt. Angemerkt sei, dass das Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (BMUKK) seit Dezember 2013 in das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) umbenannt worden ist. Der Terminus BMUKK wird jedoch weiterhin für diese Arbeit verwendet.

Tab. 1: Befragte LehrerInnen

	AHS	NMS
Stadt	5	5
Land	5	5
Summe	20	

Die Interviews dauerten im Schnitt 10 Minuten, wobei es sechs Leitfragen gab, zu denen sich der/die Interviewte äußern konnte. Als Auswertungsmethode wurde eine deskriptiv darstellende Methode in Form einer kleinen Inhaltsanalyse durchgeführt (vgl. Atteslander, 2008: 197). Durch dieses Vorgehen lassen sich Aussagen zusammenfassen, die dann inhaltlich präsentiert werden. Es wurde eine abgeschwächte Form der qualitativen Inhaltsanalyse verwendet, da dies sonst Zweck und Umfang der Arbeit deutlich überstiegen hätte. Im Fließtext der Arbeit werden Zitate von einem/einer beliebigen LehrerIn, die im Redefluss während des Interviews herausgenommen worden sind, präsentiert. Zusätzlich zur Analyse der BiologielehrerInnen-Interviews wurden 15 Schulbücher herangezogen, die laut der Schulbuchliste 2013/14 des BMUKK für die 3. Klasse AHS/NMS vorgesehen sind und die inhaltlich den größten Anteil an erdwissenschaftlichen Themen besitzen, wobei hauptsächlich die Geologie und die Bodenkunde betrachtet wurden. Laut offiziellem Lehrplan findet der erdwissenschaftliche Schwerpunkt in der 7. Schulstufe (sprich 3. Klasse AHS/NMS) statt, wobei es zwischen den beiden Schulformen keine wesentlichen inhaltlichen Unterschiede im Lehrstoff gibt. Der Leitfaden enthält sechs thematisch umfassende gestellte Fragen zur Geologie und Bodenkunde im Biologieunterricht. Die Fragestellungen des Leitfadens zielten darauf ab, die BiologielehrerInnen über ihre Erfahrungen bezüglich dieser Themen erzählen zu lassen. Die Fragen sind offen gestellt und weiterführende Fragen zum Thema waren - je nach Interviewpartner - möglich. Nachfolgend soll der Leitfaden vorgestellt werden:

Schultyp:

Fragebogenleitfaden

Bundesland:

- 1) Warum unterrichten Sie das Thema „Boden“ im Schulunterricht bzw. warum nicht?
- 2) Finden Sie Bodenkunde wichtig/unwichtig im Biologieunterricht?
- 3) Warum unterrichten Sie die „geologischen Zonen“ im Unterricht bzw. warum nicht?
- 4) In welcher Klasse/Schulstufe wird in Ihrem Unterricht Geologie bzw. der Boden unterrichtet und was müsste sich verbessern, um diese Themen mehr in den Unterricht aufzunehmen?
- 5) Welches Biologiebuch verwenden Sie? Sind sie zufrieden mit dem geologischen und bodenkundlichen Teil Ihres Biologiebuches bzw. was könnte man zu diesen Themen darin verbessern? Gibt es stoffliche Unterschiede zwischen alten und neuen Biologiebüchern?
- 6) Erfolgt Ihr Unterricht in Geologie viel mit Anschauungsmaterial bzw. müssen die SchülerInnen das Thema aktiv selbst erarbeiten (Versuche, Stationenbetrieb)? Wie schaut der Unterricht in Bodenkunde aus? Wird der Einbau eines geologischen oder bodenkundlichen Themas bei Wandertagen bedacht?

1.2.1 Die Methode des Experteninterviews

„Experteninterviews sind Interviews mit Menschen, die aufgrund ihrer beruflichen Stellung über besonderes Wissen verfügen“ (Gläser/Laudel, 2010: 13).

Als Experte kann jede Person gesehen werden, die über ein bestimmtes Spezialwissen über das zu erforschende Thema verfügt. Sie sind nicht das Objekt der Untersuchung, sondern mehr Zeugen der zu erforschenden Prozesse. Die Rolle des Interviewpartners, in diesem Fall des Lehrers oder der Lehrerin, kann als die von Experten zu einem bestimmten Sachverhalt gesehen werden. Da BiologielehrerInnen im Prinzip laut Lehrplan den Themenkreis der Erdwissenschaften in irgendeiner Form unterrichten müssen, dienen sie als Quelle zur Informationsbeschaffung. Experteninterviews werden in der Regel als Leitfadeninterviews geführt, wobei versucht wird, individuelle Information durch offen gestellte Fragen zu erheben. Diese Fragen sollen neutral, klar und möglichst einfach formuliert sein. Die Anordnung der einzelnen Punkte sollte so sein, dass Themengebiete, die inhaltlich zusammengehören, auch nacheinander angesprochen werden. Dieses Vorgehen nähert sich einer Alltagssituation an, in der man genauso inhaltlich zusammengehörende Fragen und Antworten findet. Die einzelnen Themenblöcke fallen durch deutliche Übergänge auf, es soll jedoch ein möglichst natürlicher Gesprächsverlauf simuliert werden (vgl. Gläser/Laudel, 2010: 12ff.). Zentral bei allen Leitfadengesprächen ist, dass der/die ForscherIn im geeigneten Moment Zwischenfragen stellen kann. Leitfadeninterviews dienen allgemein zur Hypothesenentwicklung und zu einer Systematisierung eines vorwissenschaftlichen Verständnisses (vgl. Atteslander, 2008: 132). Interviews mit Experten durchzuführen erfordert ein hohes Maß an intellektueller und kommunikativer Kompetenz, da der Gegenstand der Befragung bereits weitgehend bekannt sein sollte und der/die InterviewerIn sich nur an einem Leitfaden orientieren kann. Die Antworten der/des Interviewten müssen transkribiert und bei der Analyse verständlich herausgearbeitet und formuliert werden, wobei folgende Phasen ein Leitfadeninterview charakterisieren: Auditive Aufzeichnung, Transkription, generalisierende Analyse, Kontrollphase (vgl. Lamnek, 2005: 354ff.). Standardisierte Vorgehensweisen eignen sich nicht dazu, das spezifische Wissen des Experten zu erschließen. Quantifizierung würde kleine Zahlen ergeben und eine Relation zu bestimmten Annahmen wäre nicht herstellbar. Gesucht wird dabei das besondere Wissen der Experten, wobei Sachverhalte vorkommen können, die in einem bestimmten Interview einmalig sind (vgl. Gläser/Laudel, 2010: 37ff.).

1.2.2 Die Vorgehensweise

Die Forschungsfragen dienten als Anhaltspunkt für die Entwicklung des Interviewleitfadens. Die Interviews wurden mit einem Aufnahmegerät aufgezeichnet und mussten anschließend transkribiert werden. Nach der Transkription, sprich der Verschriftlichung der sprachlichen Informationen, wurde der Inhalt mit den anderen Interviews verglichen und die für diese Arbeit wichtige Information hervorgehoben. Nach Mayring/Gläser-Zikuda (2008) lassen sich einzelnen Schritte wie folgt zusammenfassen:

(1) Festlegung des Materials

Es handelt sich um Experteninterviews im Rahmen einer Befragung zum Thema Erdwissenschaften im Biologieunterricht.

(2) Führung der Interviews

Die 21 Experteninterviews wurden in einem Zeitraum von eineinhalb Monaten durchgeführt und mit einem Aufnahmegerät aufgezeichnet.

(3) Transkription

Nach den Interviews erfolgten die Bestimmung des zu analysierenden Ausgangsmaterials und die Transkription. Viele einzelne Aussagen bilden das Material, das im transkribierten Text ausgewertet wurde. Es wurde jeder Satz im Falle eines Dialektes auf Hochdeutsch transkribiert, ohne Verwendung von speziellen Interpunktionen oder Mimik-Beschreibungen.

(4) Auswertung der Ergebnisse

Prinzipiell kann man anhand von Inhaltsanalysen Kommunikationsinhalte untersuchen, wobei der Schwerpunkt auf der Analyse von Textinhalten liegt. Die qualitative Inhaltsanalyse ist aus der Kritik der quantitativen Ansätze hervorgegangen und wird zum „interpretativen Paradigma“ gerechnet. Bei der Auswertung werden Kategorien aus dem vorliegenden Material entwickelt. Die Kategorien werden entweder durch Schlüsselwörter oder durch beispielhafte Wörter aus dem Material gebildet. Prinzipielle Merkmale von qualitativen Verfahren sind Offenheit, Kommunizierbarkeit, Natürlichkeit und Interpretierbarkeit (vgl. Lamnek, 2005: 21ff.). Zum Schluss können die wichtigsten Übereinstimmungen sowie gegenteilige Erfahrungen nochmals zusammengefasst oder gegenübergestellt werden.

Daneben erweitert sich das Datenmaterial der Analyse auf 15 Schulbücher der 3. Klasse AHS/NMS in Biologie und Umweltkunde, in denen erdwissenschaftliche Themen den Schwerpunkt bilden. Die Schulbuchanalyse wurde anhand von vorher generierten

Kategorien durchgeführt, wobei die Betrachtungspunkte durch die LehrerInnen-Interviews gestützt werden (vgl. Interviews 1-20). Die Analyse der Schulbücher wurde erst nach der Interviewanalyse durchgeführt, da die Aussagen der LehrerInnen eventuell wichtige Informationen zu fehlenden Aspekten in Biologiebüchern liefern konnten. Wichtig war es zu erfahren, welche Inhalte von den LehrerInnen in den Schulbüchern für den Unterricht in Geologie oder Bodenkunde gewünscht werden. Somit konnten aus der Auswertung der Interviews wichtige Kategorien für die Schulbuchanalyse abgeleitet werden (siehe Kapitel 3.2: Kategorien für die Schulbuchanalyse). Sie sollen Meinungen, Erfahrungen und Wünsche der BiologielehrerInnen zum Unterricht in Erdwissenschaften widerspiegeln.

2) Aktueller Forschungsstand

In diesem Abschnitt soll erläutert werden, welche erdwissenschaftlichen Themen in Bezug zur Geologie und zur Bodenkunde im Biologieunterricht angesprochen werden und wie ihre Umsetzung im Lehrplan definiert ist.

2.1 Allgemeine Infos zum Lehrplan

„Bei der Erarbeitung aller Themen ist stets die Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen, sowohl bei der Auswahl der Inhalte und Methoden als auch durch Anwendung des Wissens auf den eigenen Bezugsrahmen“
(BMUKK: Artikel I: Allgemeiner Teil, 2013).

Durch das Herstellen von Bezügen zur Lebenswelt und im Sinn des exemplarischen Lernens, sind für den Unterricht möglichst zeit- und lebensnahe Themen zu wählen. Die Materialien und Medien, die eingesetzt werden, sollen aktuell und anschaulich sein, wobei außerschulischen Lernorten und den neuen Technologien verstärkt Bedeutung zukommt.

„Praktische Tätigkeiten wie Freilandarbeit und Naturerfahrung zur Erweiterung des Lern- u. Erlebnissbereichs sollen trotzdem nicht außer Acht gelassen werden“ (BMUKK, 2013: Unterstufenlehrplan Biologie und Umweltkunde).

Die Unterrichtsplanung der Lehrerinnen und Lehrer verläuft *„in verantwortungsbewusster- und eigenständiger Weise auf der Grundlage des Lehrplans“*. Die Vorgaben der Kernbereiche in der Unterstufe sind verbindlich, jedoch können die BiologielehrerInnen in ihrem Unterricht individuelle Schwerpunkte setzen und dabei bestimmte Inhalte auslassen und anderen Stoffgebieten den Vorzug geben. Die genauen Inhalte und Beispiele sollen dabei durch die einzelnen Lehrerinnen und Lehrer festgelegt werden. Auch Teilziele und wie die verschiedenen Bereiche zusammenwirken sollen, bestimmt die Lehrkraft. Danach kann jede/r LehrerIn für sich selbst bestimmen, wie die konkrete Umsetzung des Lehrplans aussieht. Es sollen, durch individuelle zeitliche Einteilung und Gewichtung der Ziele, die Vorgaben flexibel angewendet werden können. Prinzipiell herrscht laut Lehrplan freie Methodenwahl bei Lehrmitteln und Medien für die Bearbeitung der Inhalte und Erreichung der Ziele (vgl. BMUKK: Artikel I: Allgemeiner Teil: 7ff.). Folgenderweise bedeutet das, dass

es als BiologielehrerIn durchaus legitim ist, gewisse Inhalte ohne Konsequenzen auszulassen.

2.2 Erdwissenschaften im Lehrplan Biologie und Umweltkunde

Zur Ausgangslage ist zu sagen, dass die Lehrpläne in Biologie für die AHS und NMS von der 1.- 4. Klasse inhaltlich ident sind. Konkret werden geologische Inhalte in der 3. Klasse ausformuliert. Geologie wird im offiziellen Lehrplan der Unterstufe dem Kernbereich „Ökologie und Umwelt“ zugeschrieben. Die SchülerInnen sollen *„Organismen und ihr Zusammenwirken, Einsicht in die Zusammenhänge zwischen belebter und unbelebter Natur sowie Umweltprobleme und Schutzmaßnahmen“* kennenlernen. So sind BiologielehrerInnen dazu angehalten, ein Verständnis für die Zusammenhänge zwischen belebter und unbelebter Natur herzustellen. Es sollen Aktivitäten im Sinn der Ökologisierung der Schule und Naturbegegnungen gefördert werden. Auch die Bodenkunde wird dem Kernbereich „Ökologie und Umwelt“ zugeschrieben und der Boden wird im Lehrplan als Ökosystem beschrieben. Hier heißt es, dass *„anhand des Ökosystems Boden ökologische Grundbegriffe erarbeitet und grundlegende geologische Kenntnisse dem Verständnis des Bodens und des Zusammenwirkens von belebter und unbelebter Natur dienen sollen“*. Die Auswirkungen menschlichen Handelns sollen bezüglich ihrer positiven und negativen Folgen auf den Boden hinterfragt und analysiert werden. Probleme, Ursachen und Lösungsvorschläge sollen hinsichtlich des Naturschutzes an konkreten Beispielen demonstriert werden. Laut Lehrplan wird erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler zentrale Zusammenhänge, Kreisläufe und Abhängigkeiten erkennen und ein Verständnis für naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erwerben sollen (vgl. BMUKK 2013: Unterstufenlehrplan AHS für Biologie und Umweltkunde).

Im AHS-Oberstufenlehrplan für Biologie findet man die Geologie in der 10. Schulstufe (sprich 6. Klasse), wobei die Erde und ihre geodynamischen Kräfte angesprochen werden. Stoffinhalte wie Plattentektonik und Vulkanismus werden in einem größeren globalen Gesamtkontext umschrieben. Im Themenbereich „Weltverständnis und Naturerkenntnis“ legt der Oberstufenlehrplan fest, dass der Planet Erde im größeren Kontext behandelt werden soll. Einblick in die Stellung der Erde im Weltall und den Aufbau der Erde soll ebenso gegeben werden. Auch geodynamische Formungskräfte, die als Grundlage der Entstehung (österreichischer) Landschaften dienen, werden als Zielinhalt festgesetzt. Im Oberstufenlehrplan für Biologie sollen bezüglich dieser Themen insbesondere fächerübergreifende Kontexte angesprochen werden. Demnach sind Ökosysteme intensiver theoretisch zu behandeln, praktische Tätigkeiten wie Freilandarbeit und Naturerfahrung

sollen aber trotzdem nicht außer Acht gelassen werden. Das Thema Boden wird im Lehrplan indirekt durch das Stoffgebiet Landwirtschaft im Kontext von Ressourcenverteilung behandelt (vgl. BMUKK 2013: Oberstufenlehrplan AHS für Biologie und Umweltkunde: 2f.).

2.3 Informationen des BMUKK zu Neuerungen im Biologie-Lehrplan

„An mittleren und höheren Schulen haben die Lehrpläne der 10. bis einschließlich der vorletzten Schulstufe die Bildungs- und Lehraufgaben sowie den Lehrstoff der einzelnen Unterrichtsgegenstände (...) als Kompetenzmodule festzulegen (...)“

(vgl. BMUKK: BGBl. Nr. 242/1962. Artikel 1).

Eine Ansprechperson des BMUKK¹ informierte über die Entwicklungen im Lehrplan Biologie und Umweltkunde und zieht Bilanz, dass in Zukunft der Unterricht an Schulen und damit auch der Biologieunterricht auf Kompetenzorientierung ausgerichtet sein werden. Laut den Angaben findet zurzeit ein Umdenken im pädagogischen Handeln statt. Man entfernt sich von reiner Theorie und will Inhalte praxisnaher werden lassen. Fraglich ist, ob Biologiebücher für die AHS und NMS bereits darauf ausgerichtet sind. Ziel ist es, dass neue Unterrichtsmethoden die Kompetenzen der SchülerInnen fördern sollen, indem mehr praktische Beispiele und Experimente im Unterricht herangezogen werden.

In der AHS Oberstufe findet laut aktuellem Stand des BMUKK eine Umbruchphase statt. Im März 2012 wurde ein neues Gesetzespaket, in dem von einer „Modularisierung“ oder „Semestrierung“ der Oberstufe gesprochen wird, verabschiedet. So soll der offizielle Oberstufenlehrplan ab der 10. Schulstufe umgestellt werden. Eine Arbeitsgruppe arbeitet zurzeit an einer Lehrplannovelle für die Oberstufe, jedoch soll die Änderung auf die zu unterrichtenden Inhalte im Schulfach Biologie keine Auswirkungen haben. Die Themengebiete sollen lediglich anders zusammengestellt werden. In der Unterstufe gibt es eine größere Änderung vorwiegend im allgemeinen Teil des Lehrplans, damit AHS und NMS aufeinandertreffen können. In Zukunft könnten laut Frau Kasparovsky geologische Inhalte in andere Schulstufen verschoben oder in anderen Kontexten behandelt werden. Der neue Lehrplan wird nicht mehr in Jahre gegliedert sein, sondern in Semester. Dadurch soll eine andere Herangehensweise an die Themengebiete und auch an die Kompetenzen gewährleistet werden. Geologische Themen im Unterrichtsfach Biologie blieben im neuen Lehrplan bestehen. Das Thema soll weiterhin ein Bestandteil des Biologielehrplans sein, könnte jedoch thematisch in andere Schulstufen verschoben werden.

¹ Frau Mag. Eva Kasparovsky. Abteilung I. Allgemein bildendes Schulwesen in Österreich, Bildungsforschung und Qualitätsentwicklung im Schulsystem.

Geologie und Bodenkunde sollen also weiterhin Teilgebiete von Biologie und Umweltkunde bleiben. Es besteht sogar die Wahrscheinlichkeit, dass erdwissenschaftliche Inhalte wieder vermehrt von den BiologielehrerInnen unterrichtet werden müssen, da sich die Lehrkräfte (auch vor allem durch die Modularisierung in der Oberstufe) strikter an den Lehrplan halten müssten. Nach Frau Kasparovsky werden Erdwissenschaften zurzeit im Lehrplan in Details ausgewiesen. Es kommt zu kurzen Einblicken in der Unterstufe als auch in der Oberstufe. Eine Änderung der Inhalte im aktuell geltenden Lehrplan ist jedoch nicht vorgesehen. Man kann sagen, dass die Erdwissenschaft im Laufe der Jahre im Lehrplan für Schulen drastisch reduziert worden ist. Umso wichtiger ist es, den Unterricht praktischer und vernetzter mit anderen Themen anzulegen. Durch die neue kompetenzorientierte Matura sind die Stoffgebiete in Kernbereiche eingeteilt worden. Geologie wird dort als ein Kernthema definiert und bildet deshalb auch einen Teil der neuen Matura in Biologie. Der alte Lehrplan von 1999 war ein Rahmenlehrplan, wobei die LehrerInnen zusätzlich eigene Inhalte auswählen konnten. Laut den Angaben des BMUKK war dieser Lehrplan lernzielorientiert. Es wurden Lernziele vorgegeben und die Lehrkräfte mussten sich in eigener individueller Weise danach richten. Wenn man also geologische und bodenkundliche Themen betrachtet, lässt der aktuelle Lehrplan viel Handlungsspielraum für die LehrerInnen. Aktuell bestimmt vorwiegend der/die LehrerIn, wo er/sie seine/ihre Schwerpunkte setzt. Laut Ministerium werden die neuen Lehrpläne kompetenzorientierter sein und eine Basis für die spätere Leistungsbeurteilungsverordnung darstellen. Zudem sollen die Inhalte verbindlich und anders strukturiert sein. Die SchülerInnen sollen von der Lernzielorientierung zur Kompetenzorientierung geführt werden. Man strebt nicht mehr in Richtung Leistungsbeurteilung, sondern die SchülerInnen werden zu Beginn eines Semesters über den Lernstoff aufgeklärt werden. Zu diesem Zweck soll von der Lehrkraft eine Checkliste erstellt werden, die am Anfang eines Schuljahres den SchülerInnen ausgeteilt wird. Daran soll erkennbar sein, was am Ende des Semesters gekonnt werden muss und jede/r SchülerIn wird dazu aufgefordert werden, die Vorgaben während des Semesters abzuarbeiten. Dadurch soll den SchülerInnen eine Basis für ihre Vorbereitung im Unterricht gegeben werden (vgl. Interview mit Fr. Kasparovsky, 2013).

2.4 Definition und Themengebiete im Biologieunterricht

Wie oben beschrieben wird die Geologie, als auch die Bodenkunde im Lehrplan nicht genau definiert und festgesetzt. Es sollen aber in näherer Zukunft verbindlichere Lehrpläne für den Biologieunterricht herausgegeben werden, wo Erdwissenschaften nicht mehr verstreut, sondern in ein Semester zusammengefasst werden könnten (vgl. BMUKK).

2.4.1 Begriffsklärung

Erdwissenschaft

„Die Erdwissenschaften beschäftigen sich mit der Entstehung und Veränderung von Mineralen und Gesteinen unserer Erde und mit den Prozessen, die tief im Inneren und an der Oberfläche des Planeten ablaufen“ (Piffner/ Engi / Schlunegger/ et al., 2012: 7).

Erdwissenschaftliche Phänomene entstehen durch das Zusammenspiel vieler Prozesse des Systems Erde. Unter dem allgemeinen Begriff Erdwissenschaft ist in dieser Arbeit die Zusammenfassung sehr weitläufiger Fachgebiete gemeint (Geologie, Mineralogie, Paläontologie, Petrografie, Bodenkunde etc.), wobei im Schulunterricht davon meist nur ein kleiner Teil präsentiert wird.

Geologie

Um der Frage nachzugehen, was unter Geologie im Schulunterricht gemeint ist, lässt der Lehrplan keine klare Eingrenzung zu. Sie wird mit „unbelebter Natur“ beschrieben, man erkennt jedoch nur schwammig die genauen Inhalte. Bahlburg/Breitkreuz definieren die Geologie als „*Wissenschaft unserer Erde*“ und meinen weiter:

„Basierend auf den physikalischen, chemischen und biologischen Grundgesetzen erklärt die Geologie die Entstehungsbedingungen der Gesteine und des fossil überlieferten Lebens“ (Bahlburg/Breitkreuz, 2012: 4).

Es wird betont, dass der Planet Erde Lebensraum und Lebensgrundlage zugleich ist und damit nicht nur der feste Boden gemeint ist, auf dem wir stehen. Geologie dokumentiert und beschreibt im weitesten Sinne die Entwicklungsgeschichte der Erde, wobei in der Forschung

Gesteine, ihre Beziehung zueinander und ihre aufbauenden Komponenten, zum Beispiel Fossilien im Mittelpunkt stehen. Man könnte die Geologie auch als ein komplexes und dynamisches System bezeichnen. Exogene Dynamiken sind beispielsweise sedimentäre Prozesse, die, neben Erosion, zu abiogener und biogener Ablagerung von Gesteinen führen, und dadurch die Oberfläche der Erde verändern. Endogene Dynamiken beschreiben geologische Prozesse im Erdinneren, wie Plattentektonik, Magmatismus und die Deformation von Gesteinen während einer Gebirgsbildung (vgl. ebd.: 4f.). Eine andere Definition nach Murawski/Meyer bezieht sich mehr auf die historischen Aspekte: Sie zählt zu den Naturwissenschaften und stelle eine „*historisch ausgerichtete Wissenschaft*“ dar.

Geologie ist „jene Wissenschaft, die durch Untersuchung (...) der Erdkruste mit ihren Gesteinen, deren Lagerungs- und Umwandlungsgesteinen sowie ihrem Fossilinhalt versucht, ein Bild der Geschichte der Erde und des Lebens zu entwerfen“ (Murawski/Meyer, 2010: 58).

Bodenkunde

Für Bodenkunde im Schulunterricht wird der allgemeine Begriff „Boden“ verwendet. Das im Lehrplan definierte „Ökosystem Boden“ soll einen Konnex zwischen belebter und unbelebter Natur darstellen. Im Unterricht sollen dazu konkrete Beispiele in Bezug zu Umweltproblemen, Natur- und Biotopschutz gegeben werden (vgl. BMUKK 2013: Unterstufenlehrplan Biologie und Umweltkunde). Der Terminus Boden wird im Oberstufenlehrplan nicht mehr verwendet und man kann Bodenkunde abgeschwächt im Themengebiet der intensiven und extensiven Landwirtschaft finden. Nach Scheffer/Schachtschabel könnte man Bodenkunde wie folgt charakterisieren:

„Die Bodenkunde (...) ist die Wissenschaft von den Eigenschaften und Funktionen, sowie der Entwicklung und Verbreitung der Böden“
(Scheffer/Schachtschabel, 2010: 1).

Der Boden stellt den obersten belebten Teil der Erdkruste dar. Er stellt einen Naturkörper dar, der je nach Ausgangsgestein und Relief unter bestimmten klimatischen Bedingungen durch bodenbildende Prozesse entstanden ist. Die Nutzungsmöglichkeiten, aber auch Fehlnutzung und Gefahren, sowie die Vermeidung von Bodenbelastungen stellen ein Thema der Bodenkunde dar (vgl. ebd.:1). Für den schulischen Bereich eine weitaus passendere Definition wäre: „*Böden sind Umwandlungsformen von Gesteinen*“ und „*Böden sind Lebensraum*“. Dabei wird Boden von den Autoren als Haut der Erde angesehen, die

verletzlich und einmalig ist (vgl. Stahr/Kandeler et al., 2012: 12ff.). Man kann sagen, dass Bodenkunde mit Geologie eng zusammenhängt und auf ihr aufbaut:

„Die Bodenwissenschaft als junge geowissenschaftliche Disziplin baut auf dem Wissen anderer Wissenschaften, insbesondere der Geologie, Petrografie und Mineralogie, auf“
(Stahr/Kandeler, 2012: 24).

2.4.2 Geologische Themen im Biologieunterricht

Interessant ist es zu erforschen, welche geologischen Schwerpunkte im Biologieunterricht gesetzt werden und welche Inhalte in Biologie wirklich unterrichtet werden. In vielen Schulen halten sich hierbei die LehrerInnen an das Schulbuch. Angemerkt sei, dass diese Themen, sowie auch die nächste Darstellung zur Bodenkunde, einen ungefähren Wert anhand von Beobachtung der 15 Schulbücher beschreiben und nicht systematisch (z.B. anhand einer quantitativen Analyse) ausgewertet wurden. So findet man in den aktuell laut BMUKK angebotenen Schulbüchern folgende geologische Themen:

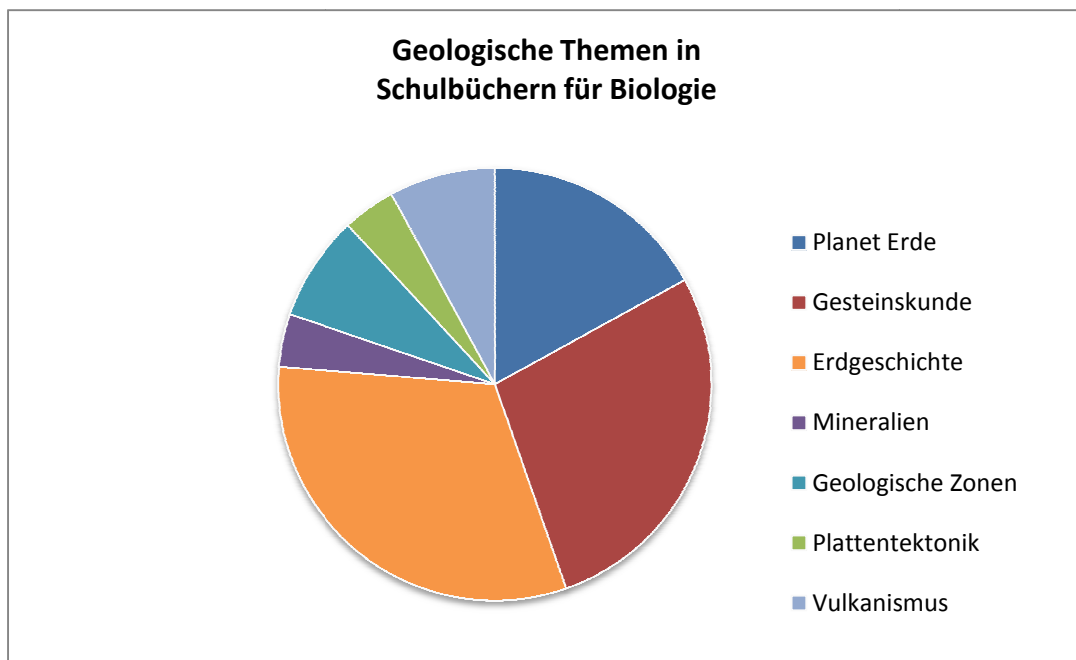


Abb. 1: Geologische Themen in Schulbüchern für Biologie. Grafische Darstellung der Häufigkeit eines geologischen Themas im Durchschnitt im Biologieunterricht anhand von 15 Schulbüchern für Biologie und Umweltkunde

In der Gesteinskunde werden die Entstehung der verschiedenen Gesteinsgruppen, Erstarrungsgesteine, Ablagerungsgesteine (terrigen klastische, chemische, biogene Sedimente), Umwandlungsgesteine und die Geologie Österreichs mit ihren verschiedenen geologischen Zonen behandelt. Oft werden Mineralien gemeinsam mit Gesteinen vorgestellt. Die Entstehung der Erde und ihr Aufbau werden in den verschiedenen Schulbüchern einmal zur Erdgeschichte mit der Entwicklung des Lebens gezählt, an anderer Stelle zur Geologie. Nicht alle Schulbücher der Unterstufe behandeln Plattentektonik und Vulkanismus. Seltener findet man Themen wie Verwitterung, Bodenschätze, Kristalle und das Sonnensystem mit seinen Planeten. Manchmal werden die Atmosphäre und der Klimaschutz im Rahmen der Geologie angesprochen. Jene geologischen Schwerpunkte, die Schulbücher im Biologieunterricht bieten, sind demnach der Planet Erde mit seinem Aufbau, der Kreislauf der Gesteine mit den Erstarrungs-, Sediment- und Umwandlungsgesteinen, sowie die Geologie Österreichs. Nimmt man Erdgeschichte zu den geologischen Themen hinzu, so wird dieser am meisten Raum im Schulbuch gegeben. Alle anderen geologischen Themen variieren je nach Schulbuch in Detail und Tiefe (vgl. BMUKK, 2014: Schulbücher der Schulbuchliste Biologie und Umweltkunde).

2.4.3 Bodenkundliche Themen im Biologieunterricht

Großteils wird das Thema Boden in schulischen Biologiebüchern anhand folgender Überschriften aufgebaut:

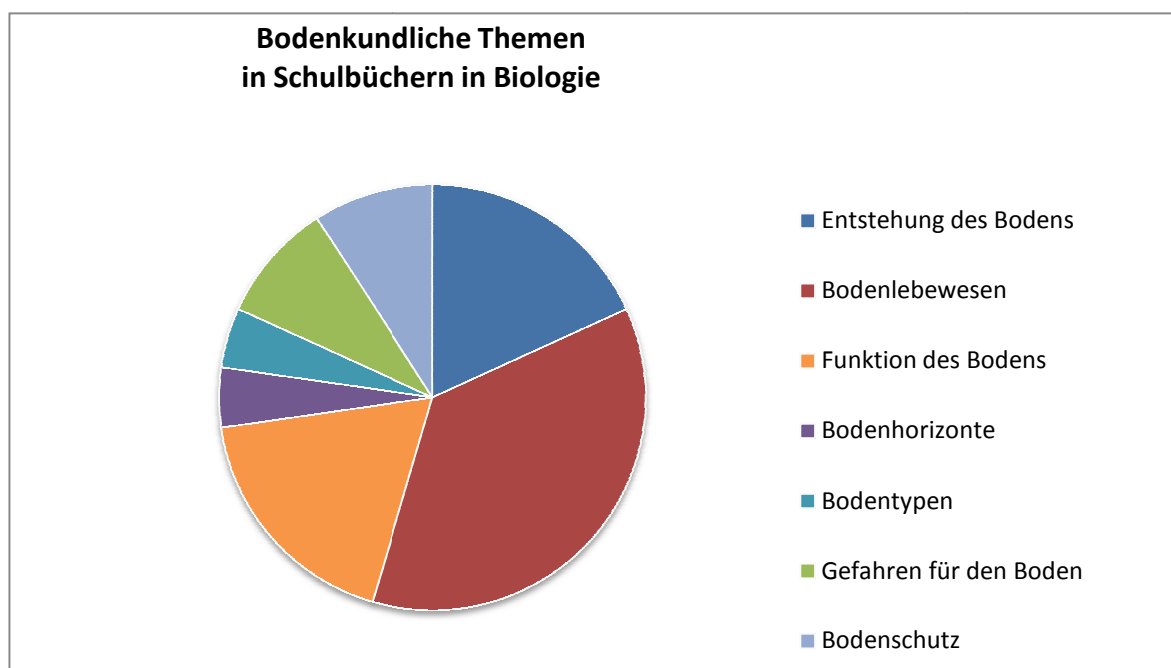


Abb. 2: Bodenkundliche Themen in Schulbüchern in Biologie. Grafische Darstellung der Häufigkeit eines bodenkundlichen Themas im Durchschnitt im Biologieunterricht anhand von 15 Schulbüchern für Biologie und Umweltkunde

In den meisten Schulbüchern werden die Entstehung des Bodens, die Einteilung in seine Bodenhorizonte, Bodentypen, das Ökosystem Boden und Gefahren für den Boden angesprochen. Schwerpunkte bilden die Entstehung des Bodens und der Lebensraum Boden mit seinen Bodenbewohnern. Verschieden sind jedoch Inhalte zu Bodenprofilen, Bodenhorizonten und Gefahren und Schutz von Böden in Schulbüchern. Diese findet man mehr oder weniger detailliert oder sie sind im Schulbuch nicht vorhanden (vgl. BMUKK, 2014: Schulbücher der Schulbuchliste Biologie und Umweltkunde).

3) Analyse

Anhand einer Umfrage von 20 BiologielehrerInnen und einer Schulbuchanalyse, sowie einer Darstellung des Lehrplans in Bezug zur Erdwissenschaft in Biologie und Umweltkunde, wurden der Unterricht und die Unterrichtsmethoden zu geologischen, sowie auch zusätzlich zu bodenkundlichen Themen an Gymnasien und Neuen Mittelschulen ermittelt.

3.1 Biologie-LehrerInnen Befragung

Es wurden Kategorien erstellt, die sich in folgende Abschnitte einteilen lassen:

- (1) Bodenkunde
- (2) Geologische Zonen
- (3) Schulstufe/Klasse
- (4) Biologiebuch mit erdwissenschaftlichen Inhalten
- (5) Geologische und bodenkundliche Themen im Biologieunterricht
- (6) Unterricht in Erdwissenschaften an der Schule
- (7) Verbesserungsvorschläge

Diese Erhebungsabschnitte wurden durch den Leitfaden festgelegt und können durch die Aussagen der befragten LehrerInnen belegt und an anderer Stelle auch für eine Schulbuchanalyse verwendet werden. Es soll eine Zusammenfassung der Ergebnisse der jeweiligen Abschnitte gegeben werden, wobei die Informationen aus den transkribierten Interviews stammen. Diese Informationen können nachfolgend Aufschluss darüber geben, wie der Unterricht in Erdwissenschaften bei den jeweiligen BiologielehrerInnen gestaltet wird.

3.1.1 Bodenkunde

„Weil die Schüler eigentlich überhaupt keine Ahnung haben, wie der Boden aufgebaut ist und vor allem wie der Boden entstanden ist“

(Interview 20: Z 2-3).

Um der Frage nachzugehen, wie der Bodenkundeunterricht in einigen Schulen in Biologie aussieht, werden von den LehrerInnen folgende Angaben gemacht: Die meisten Kinder wissen ohne dieses Thema im Biologieunterricht nicht Bescheid, wie wichtig der Boden als

Grundlage aller Tätigkeiten für jeden Bauer und für jeden Gärtner ist (vgl. Interview 19). Außerdem haben viele keinen Zugang dazu und es fehlt der Alltagsbezug (vgl. Interview 11). Dadurch kommt es vor, dass das Interesse bei den Schülern oft fehlt.

*„Man muss dazu sagen, dass es jetzt für
die Schüler nicht der ‚Reißer‘ ist“ (Interview 17: Z 13).*

Ein Verbesserungsvorschlag wäre, die Klassen in Kleingruppen einzuteilen, sodass in halben Klassen Versuche gemacht werden können. Das soll den Vorteil haben, den Stoff weniger theoretisch, dafür aber präsenter darzustellen (vgl. Interview 17). Ein/e andere/r LehrerIn schlägt vor, man könne sich Konzepte überlegen, die für 12-13-jährige SchülerInnen interessanter sind, zumal in den heutigen Schulbüchern oft langweiliges Faktenwissen widergegeben wird. Kritisiert wird dabei die theoretische Horizontgliederung, welche, im Schulbuch betrachtet, nicht verstanden wird (vgl. Interview 14).

*"Ich unterrichte das Thema(...), weil eigentlich die
meisten Kinder überhaupt nicht Bescheid wissen,
wie wichtig der Boden (...) ist"
(Interview 19: Z 2-3).*

Um das Thema greifbarer zu machen, sei viel praktisches Arbeiten wichtig und die SchülerInnen sollten den Boden angreifen können (vgl. Interview 16, 18). Die Kinder sollen lernen, welcher Boden über welchem Ausgangsgestein entstehen kann und welche biogenen, chemischen und physikalischen Einflüsse auf das Gestein wirken müssen, damit er entstehen kann. Zudem wird betont, dass auch die Faktoren, die vom Boden ausgehen, seine Bestandteile und ihre Wechselwirkungen wichtig für ökologische Kreisläufe sind. In Auseinandersetzung mit der anorganischen Masse und folglich der Fruchtbarkeit des Bodens ist das „Hands-on“ im Unterricht sehr wichtig (vgl. Interview 16).

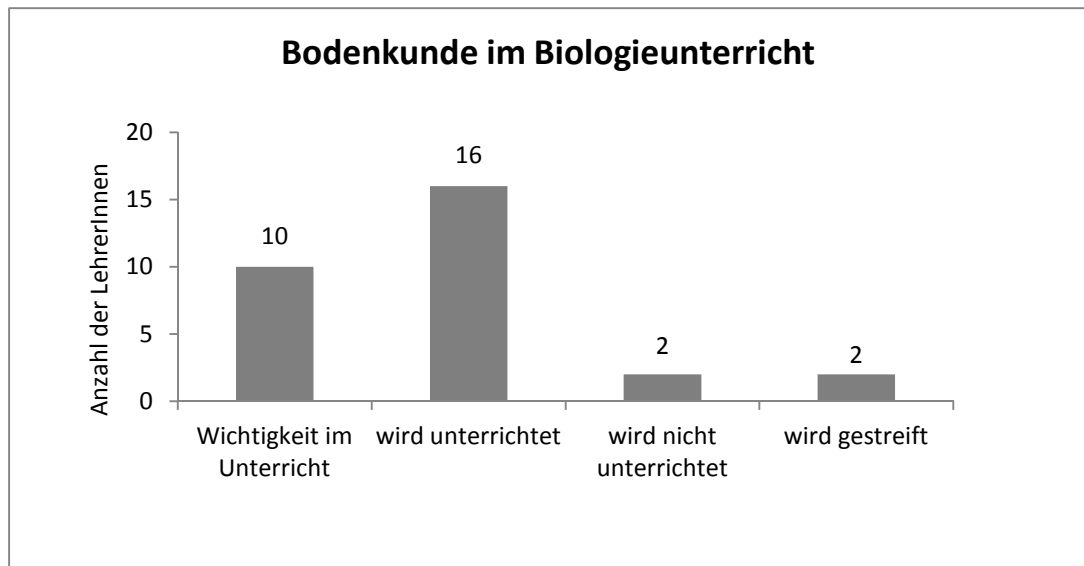


Abb. 3: Bodenkunde im Biologieunterricht. 20 BiologielehrerInnen zur Wichtigkeit von Bodenkunde im Unterricht. Zusammengefasste Aussagen

*„Weil Boden als ein gleichwertiges Teilgebiet (...)
eine gewisse Beachtung braucht“
(Interview 16: Z 2-3).*

Die Hälfte der befragten Personen gab an, dass der Boden als Thema im Biologieunterricht wichtig ist. Den meisten LehrerInnen geht es um das Verständnis der Entstehung und des Aufbaus des Bodens, der stattfindenden Kreisläufe und um die Wahrnehmung des Bodenschutzes. Ein/e LehrerIn sagte zudem aus, dass der Boden als Grundlage der Ernährung verstanden werden sollte (vgl. Interview 2). Nur zwei von zwanzig BiologielehrerInnen lassen den Boden im Biologieunterricht komplett aus, zwei weitere streifen das Thema nur. Somit nimmt der Großteil der Lehrkräfte das Thema Boden im Unterricht wahr.

3.1.2 Geologische Zonen

„Die [geologischen] Zonen unterrichte ich nicht, weil da spreche ich mich immer mit dem Geografielehrer ab“ (Interview 20: Z 10).

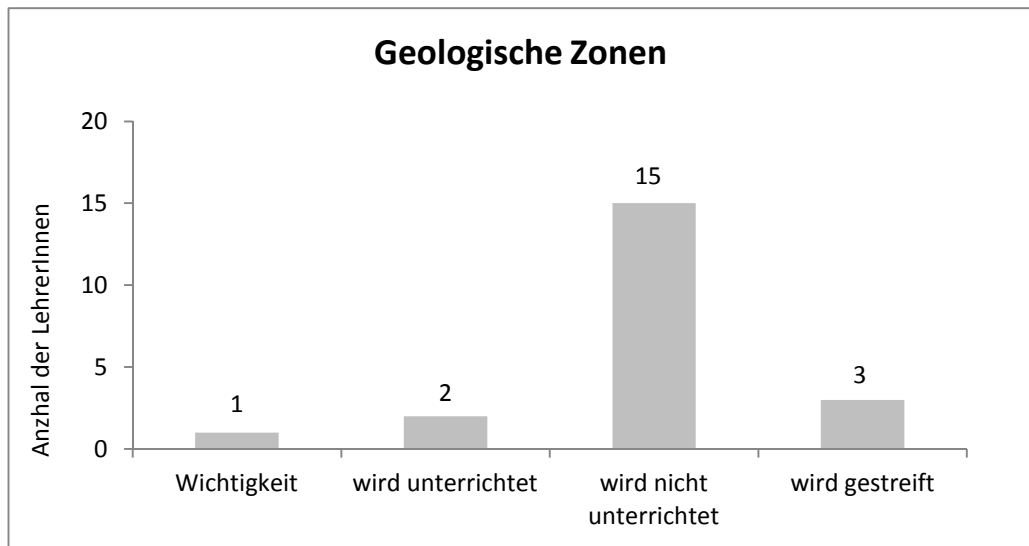


Abb. 4: 20 BiologielehrerInnen zur Wichtigkeit von geologischen Zonen im Unterricht.
Zusammengefasste Aussagen

„Es ist halt auch schwierig zu integrieren“ (Interview 5: Z 78).

Laut dieser Umfrage wird im Unterricht der befragten LehrerInnen das Stoffgebiet der geologischen Zonen selten behandelt. Drei von zwanzig LehrerInnen streifen dieses Thema nur, lediglich zwei Lehrkräfte unterrichten die geologischen Zonen als fixen Bestandteil der Geologie im Biologieunterricht (vgl. Interview 5, 15). Nur eine Interviewperson empfindet dieses Thema für den Biologieunterricht wichtig. Mehr als die Hälfte der interviewten LehrerInnen lassen die geologischen Zonen im Unterricht aus. Grund für das Auslassen sind die Absprache mit dem/der GeografielehrerIn oder das persönliche Empfinden dieses Stoffgebiet weglassen zu können. Wenn die geologischen Zonen unterrichtet werden, ist die chemische Zusammensetzung der Gesteine der verschiedenen Zonen für die Lehrkraft wichtig (vgl. Interview 5). Bei dem Thema der geologischen Zonen Österreichs könne man Biologie und Geografie besonders gut verknüpfen. LehrerInnen an einer Landschule konzentrieren sich, was die Geologie betrifft, dabei hauptsächlich auf ihre Gegend. Die meisten sind der Meinung, eine komplette Übersicht über Österreich sollte von der/dem GeografielehrerIn gemacht werden. Jedoch sollten Einzelheiten, wie zum Beispiel Gesteine, von dem/der Biologielehrer/In unterrichtet werden (vgl. Interview 1, 2, 19, 20).

3.1.3 Schulstufe / Klasse

Geologie und Bodenkunde werden überwiegend in der 3. Klasse (7. Schulstufe) AHS/NMS unterrichtet. Manchmal kommt es vor, dass geologische Themen noch einmal in der 5. Klasse (9. Schulstufe), in der 6. Klasse (10. Schulstufe) oder im naturwissenschaftlichen Labor unterrichtet werden. Der Großteil der BiologielehrerInnen unterrichtet Geologie in der Unterstufe, wobei in der Oberstufe dieser Inhalt gern ausgelassen wird. Gründe dafür sind Zeitmangel, die Fülle des Stoffes und die Benennung von wichtigeren, zum Teil interessanteren Themen.

*„Die Geologie ist trockener und die wird dann
eher nicht so ausführlich gemacht (...)“*

(Interview 2: Z 36-37).

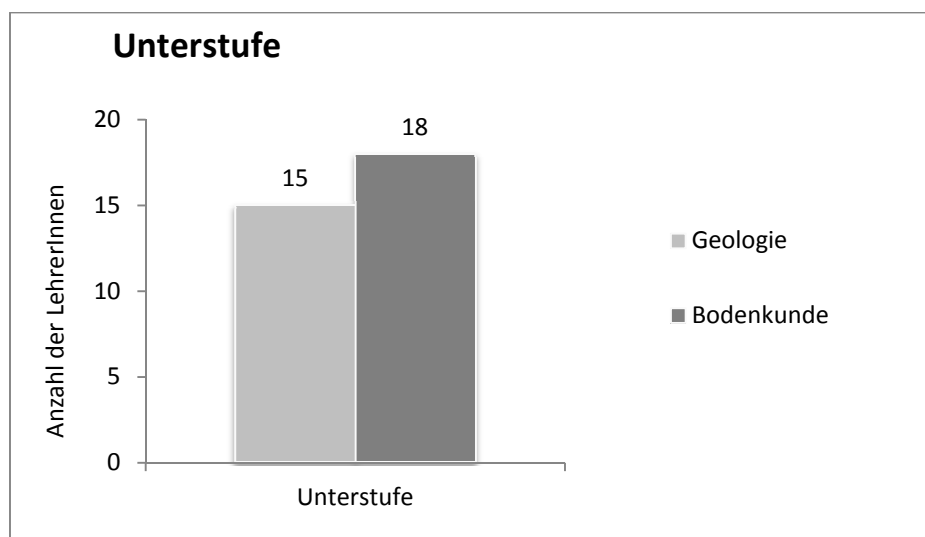


Abb. 5: Unterricht Geologie bzw. Bodenkunde in der Unterstufe. 20 BiologielehrerInnen zur Frage, ob sie Geologie bzw. Bodenkunde in der Unterstufe unterrichten

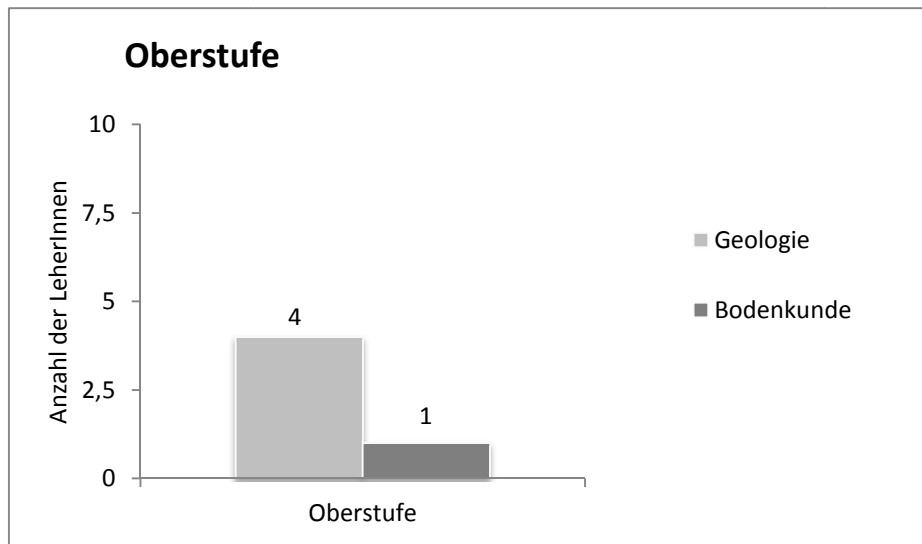


Abb. 6: Unterricht Geologie bzw. Bodenkunde in der Oberstufe. 10 AHS BiologielehrerInnen zur Frage, ob sie Geologie bzw. Bodenkunde in der Oberstufe unterrichten

In der Unterstufe unterrichten fünfzehn der zwanzig befragten LehrerInnen Geologie, achtzehn davon unterrichten Bodenkunde. Drei von zehn der befragten AHS-LehrerInnen gaben an, dass sie nicht mehr oder überhaupt keine geologischen Themen unterrichten, sehr wohl aber den Boden behandeln (vgl. Interview 3, 10, 11). Zwei von zehn NMS LehrerInnen ziehen andere Themen der Geologie vor und unterrichten keine geologischen Inhalte (vgl. Interview 2, 4). In der Oberstufe unterrichten vier der Befragten Geologie, und einer von zehn befragten AHS-LehrerInnen unterrichtet Bodenkunde.

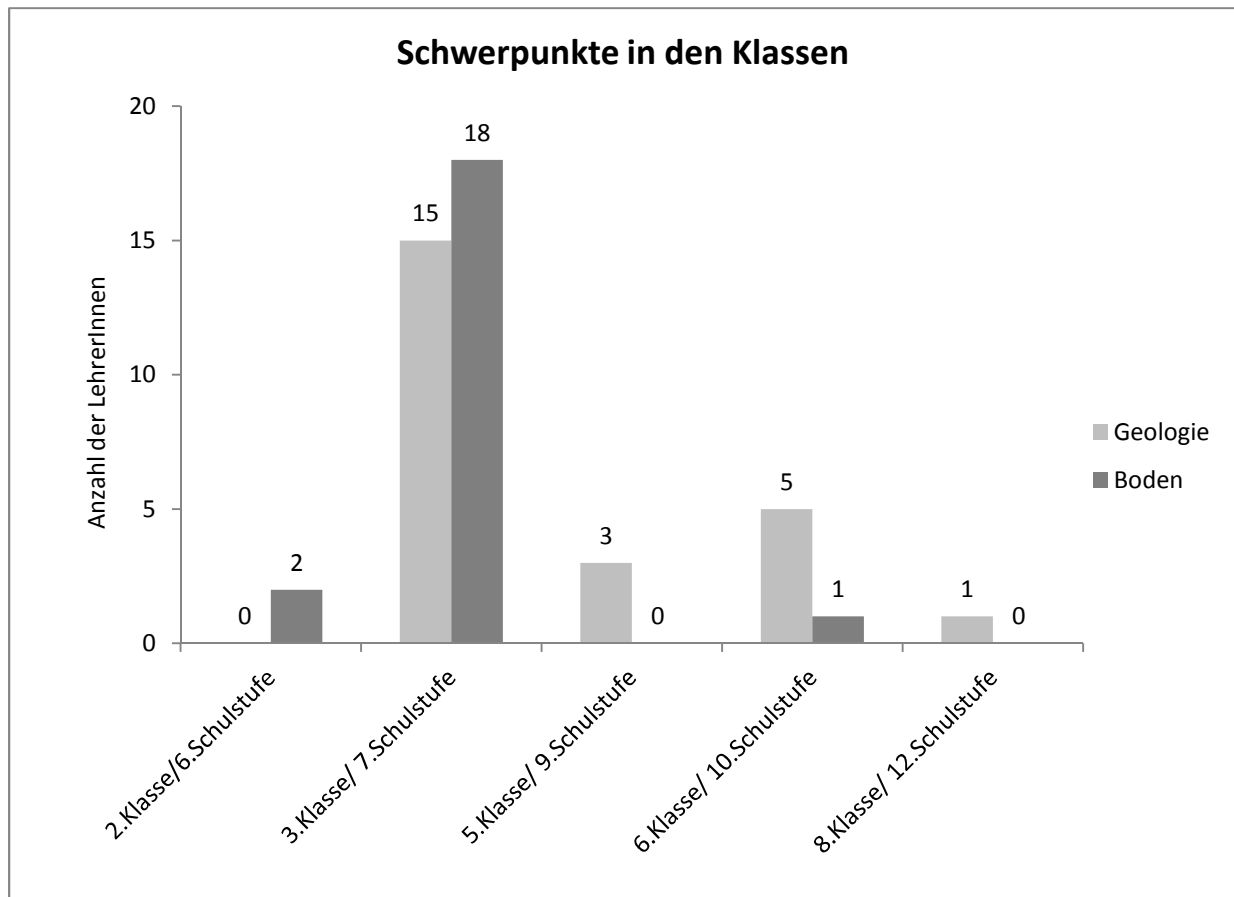


Abb. 7: Bevorzugte Klassen für geologische bzw. bodenkundliche Themen. 20 BiologielehrerInnen zu den Klassen/Schulstufen, in denen sie ihre jeweiligen Schwerpunkte in Geologie, sowie Bodenkunde setzen

Geologie

Allgemein ist das Interesse zum Thema Geologie in der Unterstufe gering, weswegen es vorkommen kann, dass dieses Thema nur im naturwissenschaftlichen Zweig gemacht wird. In der Unterstufe sollte Geologie deswegen auf einem nicht zu wissenschaftlichem Niveau unterrichtet werden und mehr ein Erlebnis sein. Somit versuchen manche der befragten BiologielehrerInnen in der Unterstufe praxisbezogener zu agieren (vgl. Interview 10, 14, 19). Obwohl Geologie in der Oberstufe weniger unterrichtet wird, finden trotzdem sieben von zehn AHS-LehrerInnen, dass dieses Stoffgebiet noch einmal in der Oberstufe wiederholt werden sollte. Andererseits wurde erwähnt, dass in der Oberstufe so viele andere Themengebiete zu machen wären, dass sich die Geologie nicht mehr ausginge (vgl. Interviews 1, 6, 12- 16).

„Ich komm einfach nicht mehr zu diesem Stoffgebiet in letzter Zeit“

(Interview 11: Z 19-20).

In der Oberstufe sei es für die SchülerInnen schwierig, den Zusammenhang herzustellen, weil der Inhalt detaillierter wird. Die Mehrheit findet, dass man geologische Themen sowohl in der Unterstufe als auch Oberstufe unterrichten sollte, da die SchülerInnen sonst den Inhalt vergessen würden. Das Verständnis sei nämlich oft erst in der Oberstufe gegeben. Letztendlich kann man sagen, dass es für BiologielehrerInnen eine schwierige Aufgabe darstellt, einen komplexeren Inhalt wie die Geologie didaktisch sinnvoll im Unterricht zu erarbeiten und interessant zu vermitteln (vgl. Interview 5, 16). Es wird außerdem angegeben, dass die Geologie ein eher ungeliebtes Teilgebiet für die SchülerInnen sei. Aufgrund dieser Tatsachen ist es umso wichtiger, ein gutes Konzept für dieses Themengebiet vorbereitet zu haben (vgl. Interview 1, 3, 9, 18).

„Es ist ein ungeliebtes Teilgebiet, kann man angehen wie man will, leider.“

In der Oberstufe ist es noch viel unbeliebter“ (Interview 9: Z 28- 29).

In der Unterstufe wird meist die Geologie von Österreich durchgenommen, wobei in der Oberstufe den LehrerInnen der globale Zusammenhang mit Vulkanismus und Plattentektonik wichtiger ist.

*"Ich würde es auch in der 6. Klasse noch einmal machen,
aber vor allem aus der globalen Perspektive (...)"*

(Interview 14: Z 30-31).

In der Oberstufe kann der geologische Teil von der 6. Klasse in die 8. Klasse verlagert werden, mit der Begründung, dass die Plattentektonik thematisch gut mit der Evolution und den Fossilien zusammenpassen würde (vgl. Interview 10). Man sollte dazu einen unmittelbaren Konnex zur Biologie herstellen, weil alle Tier- und Pflanzenarten diesen natürlichen Veränderungen folgen müssen. Die SchülerInnen hätten dann eher eine Idee, warum die Geologie für die Biologie interessant ist. Die plattentektonischen Dinge, die eigentlich in die 6. Klasse gehören, würden dann nicht mehr in der Luft hängen. Ein paar Lehrkräfte gaben an, dass Erdwissenschaften im alten Lehrplan der 5. Klasse zugeordnet waren und sie es zum Teil immer noch in dieser Schulstufe unterrichten (vgl. Interview 3, 4, 15).

Boden

„Wenn man es nur in der Unterstufe macht, ist es bis zur Matura komplett weg und aus den Augen, aus dem Sinn“

(Interview 5: Z 57- 58).

Bodenkunde wird in den befragten Schulen in der Unterstufe sehr wichtig genommen, lediglich zwei LehrerInnen unterrichten den Boden in der Unterstufe nicht. Boden sollte für die meisten LehrerInnen auch noch einmal in der Oberstufe besprochen werden, nur ein/e LehrerIn findet den Unterricht in der Unterstufe ausreichend (vgl. Interview 3). Dem Großteil der Befragten ist es ein Anliegen, dass der Boden auch in den höheren Schulstufen oder im naturwissenschaftlichen Labor angesprochen wird. Effektiv unterrichtet wird das Thema Boden in der Oberstufe jedoch nicht mehr.

„Ich muss bei diesem riesen Stoff in jedem Jahr eine Auswahl treffen und dann konzentriere ich mich auf ein paar Dinge“

(Interview 19: 29-30).

Oft ist es dem/der BiologielehrerIn selbst überlassen, zu welchem Zeitpunkt ein bestimmtes Thema gemacht wird und man hat die Freiheit, selbst Schwerpunkte im Unterricht zu setzen. So kann der Boden in die 2. Klasse geschoben oder ganz ausgelassen werden.

3.1.4 Biologiebuch mit erdwissenschaftlichen Inhalten

Die Schulbücher, die von den Interviewpersonen verwendet werden sind *Bio@School*, *Bio Logisch*, *Begegnungen mit der Natur*, *Bio Buch*, *Arbeitsbuch Biologie und Umweltkunde*, *Expedition Biologie*, *Leben und Umwelt*, *Ganz Klar Biologie* und *Biologie kompakt*. Der Großteil verwendet nebenbei viel eigenes Material für den Unterricht, mit der Begründung, dass die Schulbücher schlecht zu diesen Themen aufbereitet seien oder nicht ausreichen würden. Andere sind der Meinung, dass man heute aufgrund von medialen Möglichkeiten wie Internet überhaupt kein Schulbuch mehr brauchen würde. Ob Anschauungsmaterial, Bilder, Texte oder Filme - man könne sich alles aus dem Internet holen. Mit dieser digitalen Vorbereitung seien Schulbücher für eine kleine Anzahl der Befragten heutzutage überflüssig. Ein Fortschritt ist, dass einige LehrerInnen das Gefühl haben, dass die neuen Unterrichtsbücher praxisorientierter sind und vermehrt versucht wird, Anleitungen zu geben, wie man den Unterricht besser gestalten könnte (vgl. Interview 4, 14, 17, 19).

Betont wird, dass die alten Biologiebücher oft sehr theoretisch waren und große Stoffansammlungen enthielten. Mit einem zu großen Fachvokabular sei der geologische Inhalt in Schulbüchern zudem nicht sehr ansprechend gestaltet. Die neuen Biologiebücher enthalten dagegen eher eine Basiswissensvermittlung und bessere Abbildungen und Fotos.

*„Der große Unterschied zwischen alten und neuen Schulbüchern
ist einfach die Optik und das Layout“ (Interview 10: Z 49- 50).*

Außerdem gibt es SchülerInnen, die durch ein Überangebot an Information überfordert werden. Wichtig sei deshalb, dass alles im Zusammenhang unterrichtet wird. Details seien nicht mehr so wichtig wie früher, sondern gerade in der Erdwissenschaft eher ein Allgemeinwissen (vgl. Interview 3, 6, 7, 12).

Verbesserungsvorschläge der befragten BiologielehrerInnen für den erdwissenschaftlichen Teil eines Schulbuches lauten wie folgt: Der Inhalt sollte nicht zu wissenschaftlich und ausführlich sein, weil zu viel theoretischer Input die SchülerInnen überfordert. Auch die Schreibart sollte leicht verständlich sein, da es sonst für die Kinder schwer wird den Inhalt zu bearbeiten. Die meisten BiologielehrerInnen wünschen sich mehr Versuchsvorschläge, Arbeitsanleitungen, sowie Fragestellungen für die jeweiligen Inhalte. Am Ende sollte ein Überblick über das gesamte Thema gegeben werden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist auch, dass der Inhalt optisch ansprechend und die Auswahl an Inhalten zu einem Thema nachvollziehbar sein sollte (vgl. Interview 14, 20).

*„Es gibt ein paar [Schulbücher], wo wir alle sagen,
die sind ein bisschen sehr flach“
(Interview 12: 50).*

Die LehrerInnen erklären, dass manche Biologiebücher für die Schule besonders im erdwissenschaftlichen Teil inhaltlich zu flach sind. Es wird angegeben, dass von Geologie recht wenig, vom Boden aber oft mehr Theorie im Schulbuch zu finden sei (vgl. Interviews 1-20).

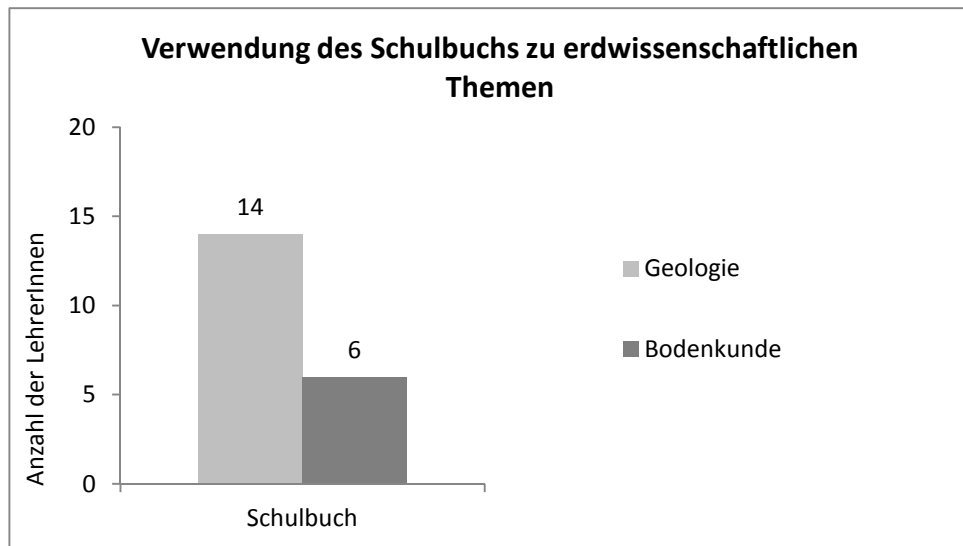


Abb. 8: Verwendung des Schulbuchs zu erdwissenschaftlichen Themen. 20 BiologielehrerInnen zur Verwendung des Schulbuches in Geologie und zum Thema Boden

„Da verwende ich mehr das Schulbuch als bei anderen Themen, weil ich da nicht so sattelfest bin“ (Interview 5: Z 32)

Jene LehrerInnen, die das Schulbuch für Geologie verwenden, verwenden es vorrangig, weil das Wissen der Lehrkraft selbst nicht so groß ist wie bei anderen biologischen Themen. Deswegen wird das Schulbuch bei diesen Themen vermehrt zur Orientierung verwendet. Zum Thema Boden findet es bei den Befragten weniger Verwendung. Außerdem will man den Stoff relativ kompakt durchziehen. Umso mehr scheint dann ein gut aufbereiteter geologischer, sowie auch bodenkundlicher Inhalt im Schulbuch relevant zu sein (vgl. Interview 5).

3.1.5 Geologische Themen und bodenkundliche Themen im Biologieunterricht

Den meisten LehrerInnen der Unterstufe sind die Gesteinsbildung und der Gesteinskreislauf wichtig. Zudem wird die Einteilung der Gesteine in Erstarrungs-, Sediment-, und Umwandlungsgesteine oft genauer gemacht. Interessant ist, dass in der Unterstufe wie auch in der Oberstufe Erdgeschichte für BiologielehrerInnen interessanter ist als andere geologische Themen. Deshalb stellt Erdgeschichte ein Teilgebiet dar, das von den LehrerInnen bevorzugt unterrichtet wird. Als sehr wichtiger Bestandteil des Geologie-Schwerpunkts in der 3. Klasse wird der Aufbau der Erde genannt. Viele beginnen den Geologieunterricht mit dem Aufbau der Erde und der Erklärung der Planeten in unserem

Sonnensystem. In der Oberstufe werden erdwissenschaftliche Themen wie Plattentektonik, Vulkanismus und Erdgeschichte unterrichtet, wobei der Inhalt manchmal spezifischer werden kann, wie z.B. die Verbindung der Plattentektonik mit Naturkatastrophen. In den Interviews war man der Meinung, dass Geologie eine wichtige Basis ist, um die Erde als Ganzes verstehen zu können und um in die Umweltproblematik überwechseln zu können.

Der Boden wird von den LehrerInnen teils im Zusammenhang mit Geologie, teils im Themenkreis der Ökologie unterrichtet. Er wird hauptsächlich von den befragten BiologielehrerInnen in der Unterstufe durchgemacht, wobei manche den Schwerpunkt auf die Ökologie legen und danach noch die Landwirtschaft hineinnehmen. Häufig wird der Stoffkreislauf des Bodens im Zusammenwirken mit Destruenten und dem mineralischen Abbau besprochen, wobei die Bodenlebewesen (wie der Regenwurm) laut dieser Befragung den größten Stellenwert im Unterricht einnehmen. Auch die Entstehung des Bodens durch Verwitterung/Erosion wird öfter durchgemacht, wobei aber der genaue Aufbau des Bodens und die verschiedenen Schichten in Form von Bodenhorizonten bei den Befragten eine untergeordnete Rolle einnehmen (vgl. Interview 1-20). An anderer Stelle (siehe oben) wurde bereits besprochen, welche Themen der Unterricht in Geologie und in Bodenkunde im Schulunterricht derzeit beinhaltet.

3.1.6 Der Unterricht in Erdwissenschaften an der Schule

Um Auskunft darüber zu geben, wie der Unterricht in Erdwissenschaften bei den befragten BiologielehrerInnen aussieht, kann folgendes gesagt werden: Viele BiologielehrerInnen wollen die Geologie sehr kompakt machen und unterrichten es frontal mit Anschauungsmaterial aus den Gesteinsladen. Im Unterricht einer weiteren Lehrkraft werden vor allem Kartenstudien in Begleitung mit Artikeln und Fotos aus den verschiedenen Regionen gezeigt. Besonders in der NMS wird dieses Stoffgebiet oft in Kombination mit Geografie unterrichtet. Nur wenige bereiten dieses Thema medial auf (z.B. mit Filmen), jedoch verwendet ein kleiner Teil der interviewten Personen den GEOLAB®-Koffer oder eine Anschauungsbox aus dem Naturhistorischen Museum für den Geologieunterricht (vgl. Interview 17, 18, 20). Besonders im naturwissenschaftlichen Labor können Experimente gemacht werden. Dort wird Themen, die sonst nicht so ausführlich behandelt werden, mehr Beachtung geschenkt. Zum Boden ist zu sagen, dass dieser in der Klasse oft nur theoretisch durchgemacht wird. Ein paar wenige versuchen Experimente dazu zu machen, es fehlen aber häufig die Anregungen und Ideen. Außerdem erfolgt der Unterricht oft frontal und es wird selten bis gar nicht ins Freie gegangen. Zum Thema Boden oder Bodentiere lässt ein kleiner Teil der Befragten die SchülerInnen den Stoff als Portfolio oder in Form von Referaten ausarbeiten. Angegeben wurde auch die Verwendung von Powerpoint-

Präsentationen (vgl. Interview 3, 5, 14, 15). Folgende Tendenz kann man unter den 20 befragten LehrerInnen erkennen:

In Landschulen gehen die BiologielehrerInnen für den geologischen oder bodenkundlichen Unterricht nicht öfter ins Freie als BiologielehrerInnen in der Stadt (vgl. Interviews 1-20).

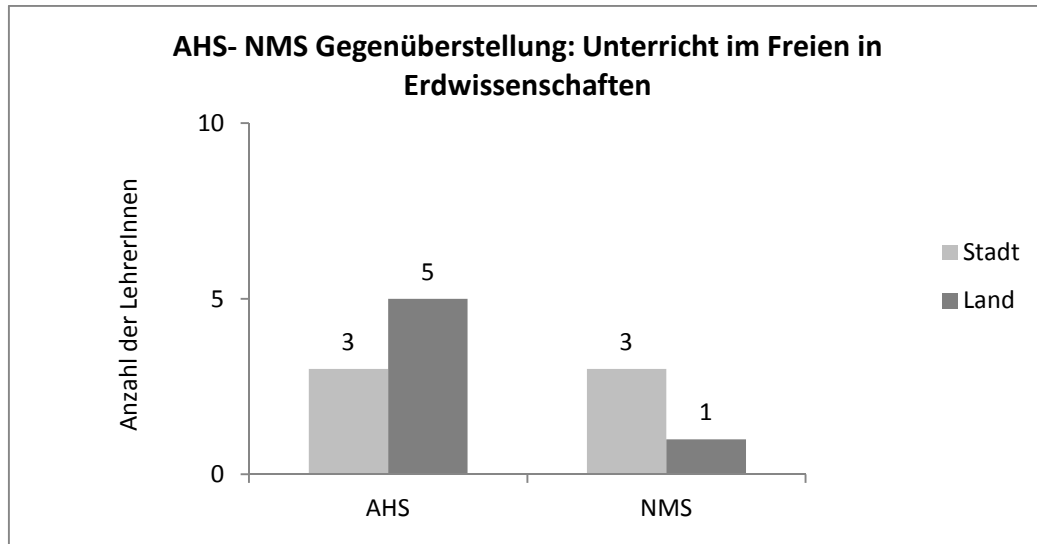


Abb. 9: Stadt-Land Vergleich: Unterricht im Freien in Erdwissenschaften. 20 BiologielehrerInnen zur Frage, ob sie für geologische oder bodenkundliche Themen hinaus in die Natur gehen. AHS- NMS Gegenüberstellung

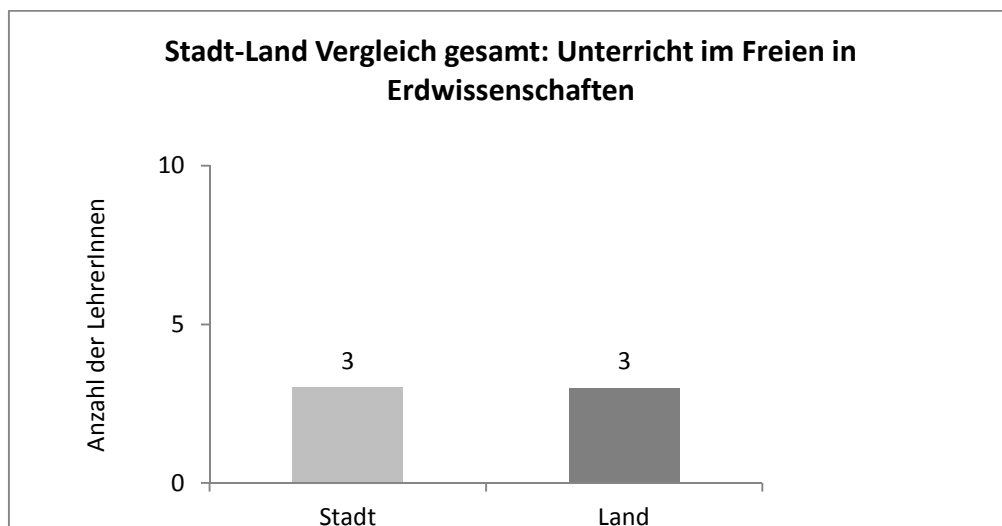


Abb. 10: Stadt-Land Vergleich gesamt: Unterricht im Freien in Erdwissenschaften. 20 BiologielehrerInnen zur Frage, ob sie für geologische oder bodenkundliche Themen hinaus in die Natur gehen. Stadt- Land gesamt

„Ich kann versuchen ein paar Highlights eben aufzuzeigen, aber ich sehe meine Grundaufgabe eigentlich woanders“ (Interview 3: Z 46-47).

Überraschenderweise gehen nur drei von zehn der befragten LehrerInnen im Biologieunterricht für ein geologisches oder bodenkundliches Experiment ins Freie. Wandertage bzw. Exkursionen gibt es regelmäßig, jedoch werden bei diesen Aktivitäten generell keine geologischen Themen angesprochen, weil der Fokus auf die belebte Natur gesetzt wird. Auch dem Boden wird bei Ausflügen keine Bedeutung zugeschrieben. Lediglich zwei LehrerInnen von einer Landschule gaben an, dass sie Exkursionen gemacht haben, in der auch die Geologie besprochen wurde (vgl. Interview 11, 15). Keiner gab an, jemals für das Thema Boden einen interessanten Ort besucht zu haben.

*„Für mich hat das bei Wandertagen nicht so extrem Priorität, weil es gibt so viel Defizite bei den Kindern, dass ich da die ganzen geologischen Themen eigentlich hinten anstelle“
(Interview 5: Z 62-64).*

Eine Ausnahme zum Thema Geologie bildet eine Landschule in Kärnten, die ein fixes Programm von der 1.- 4. Klasse mit dem Namen „Sport, Spiel, Spaß“ erstellt hat. Für jede Schulstufe gibt es fixe Aktivitäten. Beim Wandern in den Bergen werden die landschaftliche Umgebung und verschiedene Gesteine besprochen. Die Devise lautet, dass man oben in den Bergen das beste Anschauungsmaterial hätte und die SchülerInnen unterwegs alles anfassen können. Dadurch wird Geologie direkt erfahrbar. Zudem gibt es vor Ort in den Hohen Tauern einen Geologie-Lehrpfad, der bei den verschiedenen Klassen gut ankommt. Die geologischen Begebenheiten beschränken sich jedoch auf die Region, in der sich die Schule befindet. So stellt das Tauernfenster einen Fixpunkt der Exkursionen dar. Ziel ist es, die Wichtigkeit der Geologie aufzuzeigen und es wird Wert auf die Entstehung der Gegend gelegt (vgl. Interview 19, 20). Ein/e andere LehrerIn kombiniert ihr geologisches Wissen auf dem jährlich stattfindenden Schikurs und bespricht mit den SchülerInnen neben dem Schifahren die Geologie und die Form der Berge, Täler und Gletscher. Ein/e Befragte/r bearbeitete mit ihrer Klasse im Rahmen einer Exkursion im Steinbruch Fossilien. Viele der Befragten empfinden die historische Geologie als spannendsten Teil der Erdwissenschaft (vgl. Interview 10, 13, 18).

„Das ist ein bisschen sozusagen Geologie unterm Deckmantel“ (Interview 10: Z 77).

Eine Tendenz, geologische und bodenkundliche Themen auf Wandertagen zu ignorieren, ist demnach gegeben. Die SchülerInnen arbeiten meist in der Klasse oder im naturwissenschaftlichen Labor mit Mineralien, Gesteinen und Bodenproben, um dieses Thema nicht zu theoretisch zu gestalten (vgl. Interviews 1-20).

3.1.7 Verbesserungsvorschläge der BiologielehrerInnen

„Geologie, weil das jeden betrifft. Das ist den meisten in dem Umfang oft gar nicht bewusst“ (vgl. Interview 1: Z 64- 65)

- ***Vorstellbarkeit***

Ein großer Nachteil ist, dass alles schwer vorstellbar ist. Wichtig ist es, einen guten Einstieg in das Thema zu finden. Dadurch soll bei den SchülerInnen Interesse für diese Themen geweckt werden (vgl. Interview 13).

*„[Es ist] schwierig den Kindern das zu vermitteln. Sehr schwierig, weil die Kinder interessiert einfach nur das Lebendige“
(Interview 20: Z 62-63).*

- ***Aktueller Einstieg***

Ein aktueller Einstieg bringt Nähe zur Theorie. Aktuelle Themen sollten vor allem in der Oberstufe angesprochen werden. Andere Vorschläge sind Videos, die man zu Unterrichtsbeginn zeigen kann, um das Interesse zu wecken (vgl. Interview 2, 13, 18).

- ***Alltagsbezug***

Ein großes Problem stellt der fehlende Alltagsbezug zur Erdwissenschaft dar. Nachdem die Biologie eine boomende Wissenschaft ist, die überall in den Medien und im täglichen Leben der SchülerInnen eine Rolle spielt, kann man hier Alltagserfahrungen viel weniger ansprechen. Je weniger die Kinder rauskommen und je weniger sie von der Natur sehen, umso eher ist ihnen besonders die Geologie fremd. Von einer Lehrperson vorgeschlagen wird ein Schulfach mit dem Namen „Science“, das als Überbegriff für Naturwissenschaften mit Chemie und Physik kombiniert werden könnte. So wäre der Unterricht breiter gefächert und hätte mehr Wirkung auf die SchülerInnen (vgl. Interview 1, 12).

- **Konzept für einen spannenden Unterricht**

Die Anregungen der Interviewpersonen führten zur Entwicklung eines Konzeptes, das den Unterricht in Erdwissenschaften spannender und nachhaltiger machen soll. Das Problem dabei sei oft die fehlende Zeit der Lehrkräfte, um sich über einen attraktiveren Unterricht zu diesem Thema Gedanken zu machen (vgl. Interview 13, 14).

- **Bessere Aufbereitung des Stoffes**

„Was ich vermisse, das sind Arbeitsaufträge“ (Interview 20: Z 31).

Viele vermissen im erdwissenschaftlichen Unterricht Arbeitsaufträge und eine bessere Aufbereitung des Stoffes im Biologiebuch. Woran es laut der Umfrage mangelt, das sind anschaulichere Erklärungen, bessere Vergleiche und sinnvolle Workshops besonders im Bereich der Geologie (vgl. Interviews 1-20).

- **Gesamtverständnis**

Alle Dinge, die zu einem besseren Verständnis in Erdwissenschaft führen, werden von den BiologielehrerInnen als wünschenswert bezeichnet. Dabei ist das Gesamtverständnis am wichtigsten, Details seien nicht so relevant. Ein Grundgedanke ist dabei die Aufhebung der Unnahbarkeit und der Entfernung zum Thema. Da die SchülerInnen zur belebten Natur einen besseren Zugang hätten, wäre es sinnvoll, die Erdwissenschaft immer ein wenig mit Tieren zu verbinden z.B. mit Fossilien oder Bodentieren. Dadurch würden die SchülerInnen mehr Vorstellungskraft für das Thema entwickeln können (Interview 6, 17, 20).

- **Methodenvielfalt**

*"In Summe mit allen Facetten das Thema beleuchten,
das ist einfach wichtig. Methodenvielfalt!" (Interview 16: Z 98-99).*

Durch einen vielfältigen Unterricht soll Erdwissenschaft spannender werden, wobei Interaktivität als wichtigste Eigenschaft eines guten Unterrichts im Vordergrund stehen soll.

„Das ‚Hands-on‘ ist ganz wichtig im Unterricht“ (Interview 16: Z 78).

Das Anfassen von Dingen wie Gesteinen und Boden soll das Thema erfahrbarer machen. Wesentlich ist, dass die SchülerInnen während des Unterrichts aufstehen und herumgehen können, mit dem Ziel sich selbst in kleineren oder größeren Gruppen zu organisieren. Bewegung statt ständiger Frontalunterricht steht dabei im Vordergrund. Nichtsdestotrotz brauche es manchmal trotzdem theoretischen Unterricht wie z.B. Informationsphasen, Powerpoint und Filmeinsatz bei Dingen, die nicht mit "Hands-on" funktionieren" (vgl. Interview 16).

3.1.8 Alternativschulen

An Alternativschulen, wie an der Rudolf-Steiner-Waldorfschule in Mauer, wird der Unterricht anders gestaltet: Es gibt ein Klassenlehrersystem, das bedeutet von der 1. bis zur 8. Klasse unterrichtet in der Zeit von 8 - 10 Uhr immer der/die KlassenlehrerIn. Danach findet ein geblockter Fachunterricht mit verschiedenen FachlehrerInnen statt. In der 6. Schulstufe (also im Alter von 12 Jahren) findet bei den WaldorfschülerInnen eine Geologie-Epoche statt. Dabei bekommen die SchülerInnen eine geologische Einführung in die Gegend und lokale Gegebenheiten. In der 9. Schulstufe (mit 15 Jahren) wiederholt sich diese Geologie-Epoche noch einmal intensiver im Rahmen von 3 Wochen. Inhaltlich werden Vulkanismus, Plattentektonik und Gesteine behandelt. Frontalunterricht oder Schulbücher gibt es in dieser Epoche nicht, jedoch werden Exkursionen in die Gegend gemacht, wobei auch mit Filmen und Handmaterial gearbeitet wird. Zu den Gesteinen bekommen die SchülerInnen nicht viele Informationen, sie bekommen das Material und sollen durch selbstständige Betrachtung der Gesteine die Unterschiede lernen. Das Thema Boden wird dabei in einem ganz anderen Kontext unterrichtet. Im Forstpraktikum werden Boden und Bodenbildung besprochen und im eigenen Schulgarten werden Spatenproben von verschiedenen Böden genommen und angeschaut. Dazu wird auch in der Klasse anfallender Kompost angelegt und umgesetzt. WaldorflehrerInnen können genauso wie an Regelschulen selbst einen Schwerpunkt auf ein Thema legen. Essenziell am Unterricht in Erdwissenschaft an einer Waldorfschule ist die genaue Analyse der Umgebung um die Schule (vgl. Interview 8).

3.2 Kategorien für die Schulbuchanalyse

Nach dieser zusammenfassenden Darstellung der Interviews mit 20 BiologielehrerInnen werden folgende fünf Kategorien für die Schulbuchanalyse näher betrachtet:

- **Anschaulichkeit**

Gemeint sind Übersichtlichkeit, kurze Erklärungen sowie der Schwierigkeitsgrad. Es sollten genügend Bilder vorhanden sein, wobei Wert auf qualitativ hochwertige Fotos mit Themenzusammenhang gelegt wird. Zudem sollte ein guter Überblick und ein allgemeines Gesamtverständnis gegeben werden. Ein zu großes Fachvokabular ist für das Verständnis nicht förderlich, deswegen sollte der Stoff übersichtlich gegliedert und in Kurzzusammenfassungen dargestellt werden.

- **Interaktivität**

Arbeitsanleitungen und praktische Aufgaben sollen die Theorie ergänzen und die SchülerInnen zu Aktivität und Mitarbeit anregen. Am besten wäre es, die Aufträge animierend zu gestalten, um Spannung und Interesse zu wecken.

- **Aktualität**

Lebensnahe, aktuelle Beispiele zur Belegung von Phänomen und Ereignissen machen den Stoff erfahrbarer. Die Vorstellungen der SchülerInnen über die Inhalte sollen dadurch greifbarer werden.

- **Methodenvielfalt**

Es soll erhoben werden, welche Methoden sich im Unterricht zum Thema Geologie und zum Thema Boden anwenden lassen.

- **Zusammenhang zwischen den Themen**

Die Reihenfolge der aufeinander folgenden Kapitel sollte thematisch zusammenpassen und inhaltlich verknüpft sein. Ein logischer Aufbau soll den SchülerInnen helfen Zusammenhänge besser zu verstehen.

3.3 Das Thema Erdwissenschaften in Biologieschulbüchern

Folgende Biologiebücher wurden laut aktueller Schulbuchliste für AHS und NMS (vgl. BMUKK Schulbuchliste 2013/2014) für die Schulbuchanalyse herangezogen:

Tab. 2: Schulbuchliste BMUKK 2013 / 2014

Schulbuchliste 2013 / 2014	
1	B & U Biologie und Umweltkunde 3
2	Begegnungen mit der Natur 3
3	BIO BUCH 3. Wien
4	BIOS 3
5	bio@school 3
6	Biologie für alle 3
7	Biologie aktiv 3
8	BioTOP 3
9	Erlebnis Natur 3
10	Expedition Biologie 3
11	Ganz klar: Biologie 3
12	Leben und Umwelt kompakt 3
13	Welt des Lebens 3
14	Über die Natur 3
15	BIO LOGISCH 3

Anzumerken ist, dass dieses Kapitel eine persönliche Analyse von 15 Schulbüchern darstellt, die von anderen Personen nicht so gesehen werden muss. Die oben gebildeten Kategorien decken die für diese Arbeit bedeutenden Aspekte ab, wobei es sicherlich andere Betrachtungsweisen geben kann.

3.2.1 B&U Biologie und Umweltkunde 3

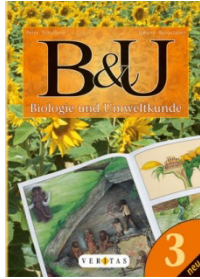


Abb. 11:
Buchabbildung

Zur Kategorie Anschaulichkeit ist zu sagen, dass beim Geologie-Teil mindestens zwei Bilder pro Seite zu finden sind, wobei diese den besprochenen Inhalt gut ergänzen. Die Überschriften sind übersichtlich dargestellt, der Text strukturiert. Positiv fällt auf, dass seitlich Kästchen mit B&U Facts zu finden sind, die die wichtigsten Fakten noch einmal kurz zusammenfassen. Wenn man die Interaktivität betrachtet, so gibt es die B&U Praxis mit Versuchsanleitungen/Arbeitsaufträgen und B&U-life, das aktuelle Themen anhand von praktischen Beispielen anschaulich darstellt. Es werden Beispiele zu den geologischen Zonen und Besonderheiten Österreichs gegeben und durch gemischte Arbeitsaufträge (siehe Interaktivität) lässt sich eine Vielfalt an Methoden erkennen. Der Zusammenhang zwischen den Themen ist gut gewählt. Begonnen wird mit dem Thema Erdgeschichte und Fossilien, danach folgen die Entstehung und der Aufbau der Erde. Das nächste Thema behandelt wiederum Fossilien und Urzeitlebewesen und die Evolution des Menschen. Im nächsten Kapitel werden die Geologie Österreichs mit den geologischen Zonen und die Gesteinsumwandlung skizziert, wobei anschließend kurz auf Verwitterung, Bodenschätze und Kristalle eingegangen wird. Dieses Kapitel schließt an den Boden mit seiner Ökologie, seinem Aufbau und seinem Schutz an (vgl. Burgstaller/Schullerer, 2010).

Fazit: Viele Bilder, eine Zusammenfassung der wichtigsten Fakten, praktische Experimente und eine logische Reihenfolge der Themen machen dieses Schulbuch übersichtlich.

3.2.2 Begegnungen mit der Natur 3



Abb. 12:
Buchabbildung

Es gibt genügend Abbildungen und Textinformationen. Am Rand werden schwierigere Begriffe erklärt. Auffallend ist die durchgehende Verknüpfung der Themenbereiche, wobei der geologische Teil geordnet und strukturiert wirkt. Nach jeder Überschrift gibt es Kästchen mit Arbeitsaufgaben und Anregungen für den Unterricht, die den Titel „Du bist dran!“ tragen. Kurzzusammenfassungen sind nicht zu finden, jedoch gibt es nach einem großen Kapitel eine Art Abschlusstest mit der Bezeichnung „Überprüfe dein Wissen!“. Hier kann auf einer A4 Seite das Wissen der SchülerInnen in Form von Multiple Choice Tests oder Frage-Antwort-Spielen überprüft werden. Interaktive Arbeitsmöglichkeiten sind somit gegeben. Betrachtet man die Kategorie Aktualität, so findet

man lebensnahe Beispiele. Hier wird z.B. die chemische Umwandlung der Sedimente anhand des Stephansdoms in Wien und anhand des Neuen Doms in Linz beschrieben. Dadurch wird das Thema für die SchülerInnen vorstellbarer. Man findet Methoden und Möglichkeiten, wie man den Geologieunterricht gestalten kann. Das Schulbuch beginnt mit der Erde und unserem Sonnensystem und geht dann auf unsere Atmosphäre und den Klimawandel ein. Danach werden die Planeten, der Bau der Erde und die Plattentektonik besprochen. Fortgeführt wird mit Mineralien, Gesteinen und in weiterer Folge wird genauer auf die geologischen Zonen Österreichs eingegangen. Anschließend werden Boden und Bodenorganismen besprochen, wobei den Anfang das Kapitel „Vom Gestein zum Boden“ macht. Zusätzlich werden dem Boden mehrere Seiten eingeräumt, wobei die Bodenarten, die Bodenformen und sogar die Humusformen beschrieben werden (vgl. Biegl, 2012).

Fazit: Es wird ein detailreicher und genauer Überblick über die Geologie und vor allem ein guter Einblick in den Boden gegeben. Der klein gedruckte Text wirkt etwas überladen, aber viele Versuchsbeschreibungen und Arbeitsaufträge lassen dieses Schulbuch interaktiv und spannend wirken. Kurzzusammenfassungen und schöne Fotos machen dieses Buch attraktiv für die SchülerInnen.

3.2.3 BIO BUCH 3



Abb. 13:
Buchabbildung

Der Schwierigkeitsgrad dieses Buches ist durch eine gewisse Textflut bzw. durch die Masse an Stoff, gegeben. Zwei Comicfiguren in Form von zwei SchülerInnen „Paul und Bianca“, führen im Laufe des Buches Unterhaltungen über den Stoff und zeigen Schwierigkeiten auf. Außerdem gibt es ein „BIO Quiz“ und sogenannte „Workshops“, bei denen Versuchsanleitungen gegeben werden. Kleine Zusammenfassungen wie „Merke dir!“ und spannende Details wie „Übrigens...“ lassen dieses Lehrbuch, trotz viel Text und kleiner Schriftgröße, geordnet wirken. Bilder sind auch ausreichend vorhanden. Zudem gibt es aktuelle Beispiele mit Österreich-Bezug, wie z.B. die Tatsache dass die Festung Riegersburg (Steiermark) auf einem vulkanischen Gestein errichtet wurde. Der Anfang des Buches ist von der Entstehung der Erde geprägt. Danach kommt die Entwicklung des Lebens und die Erdgeschichte, die intensiv behandelt wird. Anschließend folgt das Kapitel Gesteinskunde, das danach in die Entstehung des Bodens übergeht (vgl. Kugler, 2004).

Fazit: Zu viel Text, der den Inhalt nicht sehr überschaubar macht. Die Comicfiguren lockern die Kapitel jedoch etwas auf. Positiv sind die vielen Versuchsvorschläge für geologische Themen, sowie auch der vorgeschlagene Workshop für den Boden.

3.2.4 BIOS 3

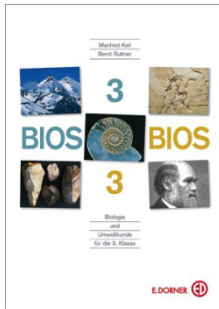


Abb. 14:
Buchabbildung

Man findet viel Text, jedoch nicht viele fachspezifische Begriffe, sodass der Text leichter verständlich wirkt. Neben aussagekräftigen Abbildungen fehlen beim Thema Gesteine aktuelle Beispiele mit Österreich-Bezug. Zur Kategorie Interaktivität lässt sich sagen, dass in kleinen Kästchen Arbeitsaufgaben und zum Teil Versuche beschrieben werden. Es wird eine Liste von Bestimmungsbüchern zu Mineralen und Gesteinen bereitgestellt, überblicksmäßige Stoffzusammenfassungen am Ende des Kapitels fehlen jedoch und der gesamte Stoff wirkt trotz Versuchsbeschreibungen sehr theoretisch, da Bildeindrücke fehlen. Zum Kapitel Boden kann man sagen, dass diesem Thema nur zwei Seiten Platz gegeben wurde, sich darunter aber eine Versuchsanleitung befindet. Die Reihenfolge der Themen im Schulbuch lässt sich wie folgt zusammenfassen: Zuerst werden die geologischen Inhalte wie Minerale und Gesteine, Plattentektonik und die Zonen Österreichs besprochen. Das Thema Boden ist an anderer Stelle in der Mitte des Buches angesiedelt und wird als „Bindeglied zwischen Erde und Leben“ beschrieben (vgl. Keil/Ruttner, 2004).

Fazit: Der Text ist leicht zu verstehen, jedoch fehlt an manchen Stellen wichtiger Input, besonders zum Thema Boden. Der Zusammenhang zwischen Gestein und Boden wird nicht dargestellt. Alles in allem fehlt der Faktor Spaß beim Lesen der geologischen Inhalte, der für die Zielgruppe der 13-Jährigen SchülerInnen wichtig wäre.

3.2.5 bio@school 3



Abb. 15:
Buchabbildung

Dieses Schulbuch verwenden die meisten der hier befragten BiologielehrerInnen in ihrem Geologieunterricht, sowie auch für das Thema Boden. Betrachtet man den Inhalt, so erscheint dieser eher schwierig mit vielen Fachbegriffen, die zusätzlich am Rand erklärt werden. Man findet sehr schöne Bilder und es gibt in jedem Kapitel eine „BIO-CHECK-BOX“, die Rätsel oder kleine Tests zum vorangegangenen Inhalt anbietet. In „Kurz und Knapp“ wird am Ende eines Themas ein Stoffüberblick gegeben und in dem Infokästchen „Genauer betrachtet“

können die SchülerInnen sich in Details einlesen. Zusätzlich zum Schulbuch wird ein Arbeitsbuch mit Versuchsanleitungen angeboten. Ein großer Vorteil ist, dass zu jedem Thema unter <http://bio-school3.veritas.at> online Links zur weiteren Vertiefung und Anregung angeboten werden. Für das Vorkommen von Gesteinen werden viele Beispiele aus Österreich herangezogen und auch die geologischen Zonen Österreichs werden genau behandelt. Der Lebensraum Gebirge bildet den Anfang des Buches, wobei sich dieses Kapitel nicht direkt auf die Geologie, sondern mehr auf die Tierwelt bezieht. Im nächsten großen Kapitel wird zuerst auf die Entwicklung des Lebens und auf die Erdgeschichte eingegangen, danach auf den Aufbau der Erde und die Plattentektonik. Darauf folgend werden die Gesteinsarten, Minerale und die geologischen Zonen erklärt, wobei es als Zusatz ein eigenes Kapitel für den geologischen Untergrund Österreichs in der Vergangenheit gibt. Danach wird der Boden behandelt, wobei der Zusammenhang zwischen Gestein und Boden nicht hergestellt wird (vgl. Schermaier/Weisl, 2010).

Fazit: Es wird detailliert auf geologische Inhalte eingegangen und es werden relativ viele Seiten dafür verwendet. Phänomene und Fakten werden ausführlich beschrieben. Der Text ist etwas schwierig, aber der Aufbau animierend und man findet Anregungen für eine weiterführende Beschäftigung mit der Geologie oder dem Boden. Der wissenschaftliche Zugang zu dem Thema Geologie und die umfassende Hintergrundinformation machen dieses Buch zu einem guten Nachschlagewerk für BiologielehrerInnen.

3.2.6 Biologie für alle 3

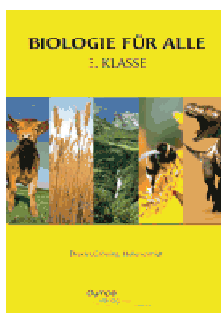


Abb. 16:
Buchabbildung

In diesem Schulbuch lässt sich eine innovative Idee finden: Hier wird der Alltag der Kinder mit der Geologie verglichen. So findet man zuallererst im Kapitel Geologie verschiedene Gegenstände aus dem Alltagsleben wie Laptop, Handy, Glas etc., die als Materialien der unbelebten Natur, aus sogenannten Rohstoffen hergestellt werden. Danach werden wichtige Rohstoffe wie Sand, Kies, Kohle, Eisen, Kupfer, Aluminium etc. vorgestellt und in unmittelbaren Zusammenhang mit Brillen, Autos, Batterien, Kochsalz, Kameras usw. gebracht. So soll der geologische Ursprung der Rohstoffe ergründet werden. Man findet weniger, und vor allem größeren Text, wobei große Bilder und Arbeitsaufgaben spielerisch illustriert werden. Es gibt „Aufgaben für schlaue Köpfe“, in denen man Kreuzworträtsel, Fehlertexte und Denkaufgaben lösen kann. Insgesamt gibt es viele Kästchen mit Anregungen und kurzen Zusammenfassungen. Den Abschluss eines großen Themas bildet beim Thema Erdwissenschaft „Der Geologie und

Boden-Report“ mit einer weiterführenden Bücherliste. Auch praktische Beispiele aus Österreich, wie das Gebäude des Wiener Naturhistorischen Museums, das aus verschiedenen Gesteinsarten aufgebaut ist, werden anschaulich demonstriert. Das Thema Entwicklungsgeschichte ist das erste Kapitel im Buch, wobei hier die Entstehung und der Aufbau der Erde behandelt werden. Danach folgen die Geologie mit den Gesteinsarten, der Gesteinskreislauf und der geologische Aufbau Österreichs. An das Ökosystem Boden wird langsam herangeführt und es wird veranschaulicht, dass aus dem Gestein durch Verwitterung Boden entsteht (vgl. Drexler/Grössing/Hellerschmidt, 2013).

Fazit: Ein gut durchdachtes und spielerisch aufgebautes Biologiebuch, das beim Thema Erdwissenschaften besonderen Wert auf den Alltagsbezug der SchülerInnen legt.

3.2.7 Biologie aktiv 3



Abb. 17:
Buchabbildung

Insgesamt wird viel Theorie mit kleinen Bildern präsentiert und man findet wenig praktische Beispiele. Lediglich zu den Sedimentgesteinen und zu den Umwandlungsgesteinen gibt es jeweils einen Arbeitsauftrag, der im Buch zu lösen ist. Es wird darauf hingewiesen, dass das Geologie Kapitel im Buch ein Onlinekapitel ist und dieser Inhalt nur eine Zusammenfassung darstellt. Das Kapitel Boden beginnt mit einem Arbeitsauftrag und in weiterer Folge werden mehrere Versuche zum Boden vorgeschlagen.

Außerdem gibt es Infokästchen „Hast du gewusst, dass...“, in dem interessante Fakten dargeboten werden sollen. Obwohl es am Ende des Schulbuches einen Arbeitsteil gibt, findet man keine Arbeitsblätter zur Geologie. Die Geologie und der Boden befinden sich als eigene Kapitel in der Mitte des Schulbuches. Zuerst wird der Boden als Grundlage des Lebens vorgestellt und danach folgt eine Kurzzusammenfassung der Geologie. In die Geologie eingeführt wird mit der Theorie und dem Aufbau der Erde. Danach wird auf die Plattentektonik und auf die Gesteinsarten eingegangen. Der gesamte geologische Stoff soll für SchülerInnen mit bestimmten Zugangsdaten als Internetkapitel online unter <http://www.sbx.at> abrufbar sein (vgl. Rogl/Bergmann, 2005).

Fazit: Dieses Schulbuch ist gut aufgebaut und enthält viele Arbeitsanleitungen für Bodenkunde. Jedoch wird im Schulbuch selbst relativ wenig geologischer Inhalt präsentiert, wobei auf den Online-Zugang für die detailliertere Version hingewiesen wird. Der Geologieunterricht mit diesem Schulbuch ist mangels Interaktivität und Aktualität direkt im

Klassenzimmer nicht vorteilhaft, da der geologische Teil im Buch nur eine Kurzzusammenfassung darstellt.

3.2.8 BioTOP 3



Abb. 18:
Buchabbildung

Zur Kategorie Anschaulichkeit ist zu sagen, dass die meisten Bilder im geologischen Teil am Rand angesiedelt sind. Es gibt viel Textinformation, die durchgängig in der Mitte verläuft, wobei die Schrift groß ausfällt. Es gibt einen „English Corner“, Rechercheaufgaben wie „Finde heraus“ und Kästchen mit „Mach mit“, praktische Versuchsanleitungen oder praktische Beispiele fehlen jedoch. Am Ende eines Kapitels wird das Wesentliche in einer „Zusammenfassung“ dargestellt. Dem Kapitel Boden werden einige Seiten gewidmet, jedoch wird dieser lediglich theoretisch behandelt ohne Arbeitsanleitungen oder Experimente. Eine große Methodenvielfalt ist nicht gegeben. Im ersten Kapitel des Buches wird der Aufbau der Erde, Minerale, Gesteine und der geologische Aufbau Österreichs behandelt. Danach folgt Erdgeschichte und Evolution. Der Boden wird mit der Geologie nicht verknüpft und im Rahmen der Ökologie behandelt (vgl. Jilka/Kadlec, 2010).

Fazit: Der Geologie-Stoff ist textlich detailliert aufbereitet, es fehlen aber praktische Versuchsanleitungen und Beispiele mit denen die SchülerInnen animiert werden sollen, sowie gut erkennbare Fotos um eine bessere Vorstellung zu bekommen. Das Thema Boden wirkt ohne Bildmaterial langweilig und theoretisch.

3.2.9 Erlebnis Natur 3



Abb. 19:
Buchabbildung

Die geologischen Themen bestehen aus viel klein gedrucktem Text. Auch die Auswahl an Bildern und Abbildungen ist nicht gut gewählt und es fehlt der praktische Alltagsbezug. Es gibt für die Geologie keine Versuchsanleitungen und am Ende des gesamten Themas befindet sich ein Rückblick zur Geologie der aus einer Seite reinem Text besteht. Es fehlt die Aktualität als auch die Methodenvielfalt. Zum Kapitel Boden ist zu sagen, dass es für dieses Thema am Ende ein „Praktikum“ gibt, mit Anleitungen für Bodenuntersuchungen und Vorschlägen für Aufgaben. Im ersten Kapitel des Buches werden die Gesteinsarten und die Geologie Österreichs, sowie die Alpen vorgestellt. Anschließend

folgt der Boden mit seinem Aufbau, den Lebewesen, den Bodentypen und es wird die Gefährdung des Bodens thematisiert (vgl. Jaenicke/Schirl, 2007).

Fazit: Viel zu viel Text, der die SchülerInnen überfordert. Ein reines Theoriebuch mit keinerlei praktischen Aspekten im geologischen Teil.

3.2.10 Expedition Biologie 3

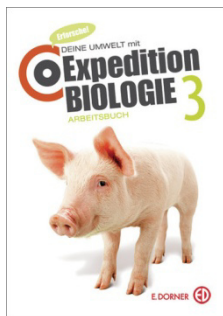


Abb. 20:
Buchabbildung

Den Einstieg in die Geologie bildet die Aufforderung „Erforsche!“, wobei man anhand der Abbildungen herausfinden soll, in welchen Bereichen der Erdkruste die Gesteinsschmelze erstarren kann. Auf der nächsten Seite sollen die SchülerInnen, anhand eines kurzen Versuches mit Sand in einem Marmeladeglas, erforschen, wie die Sandkörner verteilt sind. Dieser Einstieg in ein Thema, in Form einer Aufgabenstellung, zieht sich fort. Zusätzlich beginnt jede zweite Seite mit einem Rätsel oder einem Arbeitsauftrag. Man findet weniger Text, dafür sehr viele Abbildungen und interaktive Aufgaben. Zwischendrin findet man ein kleines Kästchen mit dem Titel „Wusstest du, dass...“, in dem interessante Fakten erzählt werden. Die Kästchen „Merke dir“ oder „Remember“ fassen den Stoff noch einmal kurz zusammen. Am Rand gibt es zusätzlich das Vokabular der wichtigsten Begriffe auf Englisch. Das Kapitel Boden wird in dieser interaktiven Art und Weise fortgeführt. Das Schulbuch beginnt mit der Geologie, zu der die Gesteine, der geologische Aufbau Österreichs und die Alpen gezählt werden. In das nachfolgende große Kapitel der Ökologie wird der Boden gezählt. Dabei werden der Aufbau des Bodens, seine Lebewesen, die Bodentypen und die Gefährdung des Bodens präsentiert (vgl. Schirl/Möslinger, 2013).

Fazit: In diesem Lehrbuch wird eine Vielzahl an Methoden angewandt. Anhand der zahlreichen spielerischen Arbeitsaufträge als Einstieg in ein Thema, ist dieses Buch interaktiv gut durchdacht. Der geologische Teil als auch der Boden sind in diesem Biologiebuch gut strukturiert und inhaltlich miteinander verknüpft. Das Buch stellt zudem Arbeitsunterlagen zur Verfügung, die man direkt im Unterricht verwenden kann.

3.2.11 ganz klar Biologie 3



Abb. 21:

Buchabbildung

In diesem Schulbuch findet man relativ wenig Text und große Abbildungen. Zur besseren Übersicht sind die einzelnen Kapitel bunt in verschiedene Farben unterteilt. In der Rubrik „Selbst gemacht“ werden Experimente für zuhause oder für den Unterricht beschrieben, im Kästchen „Nachgedacht“ werden Wissensfragen gestellt. Außerdem gibt es die Rubrik „Weißt du

schon“ mit interessanten Fakten. Es werden anschauliche geologische Beispiele aus Österreich und der Welt herangezogen. Eine kurze Zusammenfassung der geologischen Inhalte bietet der Abschnitt mit der Überschrift „Wichtig“. Es gibt Internettipps mit Links und Buchtipps zu Gesteinen und Mineralien. Im hinteren Teil des Schulbuches findet man einen Arbeitsteil mit praktischen Versuchsbeschreibungen zum Thema Geologie und zum Boden. Das erste Kapitel behandelt Erdgeschichte, danach beginnt das Kapitel Geologie. Dabei wird der Aufbau der Erde, Gesteine, Plattentektonik und Vulkanismus beschrieben. Beim Thema Boden findet man mehrere Versuchsbeschreibungen für die SchülerInnen wie z.B. Fingerproben oder Schlämmproben (vgl. Arienti/Gridling/Katzensteiner/Wulz, 2012).

Fazit: Sowohl für die Geologie, als auch für das Thema Boden werden viele Arbeitsaufträge und Versuchsbeschreibungen vorgeschlagen. Weniger Text und interaktives Arbeiten machen dieses Lehrwerk für SchülerInnen unterhaltsam.

Zum Vergleich werden hier fünf ältere Ausgaben von Schulbüchern präsentiert, die ebenfalls auf der Schulbuchliste stehen:

3.2.12 Leben und Umwelt kompakt 3



Abb. 22:

Buchabbildung

Auf den ersten Blick findet man in diesem Schulbuch sehr viel Text und wenige Bilder. Den Anfang des Geologiekapitels bilden Arbeitsaufträge und Denkaufgaben zu Gesteinen. Es gibt Tabellen und Schemata z.B. zum Gesteinskreislauf. Einen Überblick des behandelten Stoffes, sowie relevante Beispiele mit Österreich-Bezug gibt es jedoch nicht. Man hat den Eindruck, dass sehr viel Stoff auf wenige Seiten niedergeschrieben wird.

Beim Boden beginnt das Kapitel mit einer Flut an Arbeitsaufträgen, die unübersichtlich wirken. Danach folgen wieder viel Text und Tabellen ohne viel Bildmaterial. Die Kategorien Aktualität und Methodenvielfalt werden nicht erfüllt. Um auf den Zusammenhang der Themen einzugehen, so werden die Geologie

und der Boden zu einem Kapitel zusammengefasst. Begonnen wird mit dem Gesteinskreislauf und den Gesteinsgruppen, wobei neben den geologischen Zonen sonst keine anderen geologischen Inhalte erwähnt werden. Danach folgt ein sehr kurzer Überblick zum Thema Boden (vgl. Driza/Cholewa, 2003).

Fazit: Diese ältere Ausgabe eines Schulbuches lädt nicht sehr zum Lesen der geologischen Inhalte ein. Es gibt wenige Abbildungen und der Stoff beschränkt sich besonders zum Thema Boden nur auf die wesentlichsten Inhalte. Die erdwissenschaftlichen Inhalte und die Aufgaben sind für SchülerInnen der 3. Klasse AHS/NMS demnach unattraktiv gestaltet.

3.2.13 Welt des Lebens 3



Abb. 23:
Buchabbildung

In diesem Biologiebuch findet man viel klein gedruckten Text. Die Bilder und Abbildungen sind jedoch groß und ansprechend. Der Geologie werden viele Seiten zugesprochen und der Inhalt geht ins Detail. Nach einem Unterthema findet man eine Kurzzusammenfassung des Stoffes und am Rand befinden sich Kästchen mit Vorschlägen für Arbeitsaufträge und Versuche. Es werden auch aktuelle Beispiele aus Österreich, in Form von Bildern zur besseren Veranschaulichung, gezeigt. Das nachfolgende Kapitel Boden wird ebenfalls detailliert mit viel Text, aber auch mit Versuchsanleitungen und passenden Abbildungen präsentiert. Um die Reihenfolge der Themen zu beschreiben, so wird zuerst die Entstehung der Erde in Kombination mit Erdgeschichte behandelt. Danach wird die Evolution erläutert und als drittes großes Kapitel folgt die Geologie. Hier werden die geologischen Zonen, die Gesteine, der Gesteinskreislauf, sowie Vulkanismus und Plattentektonik beschrieben. Daran anschließend wird das Thema Boden beleuchtet, der in diesem Buch zur Geologie und nicht zur Ökologie gezählt wird (vgl. Hännl/Kopeszki/Tezner, 2002).

Fazit: Dieses Biologiebuch enthält detaillierten Inhalt, sowie auch praktische Experimente zur Geologie und zum Boden. Stellenweise kann der Text für diese Schulstufe zu schwierig sein, da viel theoretischer Input gegeben wird.

3.2.14 Über die Natur 3

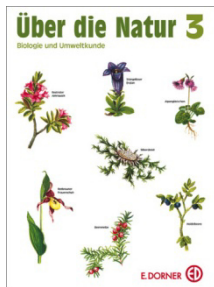


Abb. 24:
Buchabbildung

Der geologische Teil beinhaltet viel durchgängigen Text und große Bilder. Es wird viel Stoff durchgemacht, jedoch gibt es im Geologie-Kapitel kaum Arbeitsaufträge und keine Versuchsbeschreibungen. Am Ende eines Themas findet man eine kurze und knappe Zusammenfassung des geologischen Inhalts. Bis auf die geologischen Zonen, die mit großen Bildern belegt werden, werden keine aktuellen Beispiele (z.B. für die Gesteinsarten) angeführt. Schwierige Fachbegriffe sind nicht vorhanden und es wird ein Überblick über die Geologie und über den Boden gegeben, ohne in Details zu gehen. Das Thema Boden wird sehr kurz behandelt und ist inhaltlich nicht sehr ausführlich beschrieben. Experimente dazu fehlen und insgesamt fehlt die Vielfalt an Methoden. Der Boden, die Gesteine und der geologische Aufbau Österreichs werden zu dem großen Kapitel Ökosysteme gezählt (vgl. Dobers, 2002).

Fazit: Es dominiert viel Text. Alle Themen erscheinen gleich lang und werden durchgehend auf einer Doppelseite dargestellt. Geologische Inhalte und das Thema Boden werden in diesem Biologiebuch nur kurz behandelt, jedoch nicht im Detail. Insgesamt nicht sehr geeignet für den Unterricht in Erdwissenschaften.

3.2.15 BIO LOGISCH 3



Abb. 25:
Buchabbildung

Das Thema Boden, Gesteine und auch die geologischen Zonen werden in der Mitte dieses Schulbuches kurz angerissen und werden zum Kapitel Ökosysteme gezählt. Insgesamt gibt es nicht sehr ansprechende Bilder, die oft seitlich positioniert sind. Auf jeder Seite befindet sich viel durchgehender Text. Positiv fällt auf, dass aktuelle Beispiele mit Österreich-Bezug gegeben werden, wobei wieder auf die Burg Riegersburg (Steiermark) hingewiesen wird, die auf der Schlotfüllung eines ehemaligen kleinen Vulkans erbaut wurde. Es gibt zwar eine Versuchsanleitung für Bodenproben, jedoch keinerlei praktische Anregungen für den geologischen Teil des Buches. Zum Schluss eines Themas gibt es ein Kästchen mit einer kurzen Zusammenfassung des Stoffs. Bezüglich des Zusammenhangs der Themen ist zu sagen, dass der Boden nach den Kulturpflanzen behandelt wird und das Buch mit der Betrachtung der Gesteinen und der Geologie fortführt. Der Aufbau der Erde wird nicht gemacht, wobei es sein kann, dass die vorhergehende Ausgabe dieses Thema bereits

behandelt hat. Insgesamt ist die Kohärenz nicht ganz ersichtlich, die Themen erscheinen abgehackt aneinandergereiht (vgl. Jaenicke/Jungbauer, 2001).

Fazit: Der geologische Teil wird auf einer Doppelseite übersichtlich dargestellt, aber es wird insgesamt zu viel Theorie auf kleiner Fläche präsentiert. Die ausgewählten Bilder der Gesteine sind nicht optimal und es fehlen Arbeitsaufträge. Ein Mangel an Animation für die SchülerInnen lässt den erdwissenschaftlichen Inhalt fade wirken. Außerdem ist der Zusammenhang der Themen nicht ersichtlich.

Die folgende Übersicht dient der vereinfachten Darstellung und soll aufzeigen, inwieweit die jeweiligen Schulbücher die betrachteten Kategorien erfüllen. Angemerkt sei, dass hier lediglich Tendenzen der einzelnen Schulbücher aufgezeigt werden. Daher soll dies mehr eine subjektive, als eine systematisch ausgewertete Darstellung sein.

Tab. 3: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse der Schulbuchanalyse zu erdwissenschaftlichen Themen

Schulbuch	<i>Anschaulichkeit</i>	<i>Interaktivität</i>	<i>Aktualität</i>	<i>Methoden- vielfalt</i>	<i>Zusammen- hang</i>
B&U	+++	+++	++	+++	+++
Begegnungen mit der Natur	++	+++	+++	+++	+++
BIO BUCH	+	+++	++	+++	+++
BIOS	++	+	-	+	-
bio@ school	++	+++	+++	+++	+
Biologie für alle	+++	+++	+++	+++	+++
Biologie aktiv	+	++	-	+	-
BioTOP	+	-	-	+	+
Erlebnis Natur	-	-	-	+	+
Expedition Biologie	+++	+++	+++	+++	+++
ganz klar Biologie	+++	+++	+++	+++	+++
Leben und Umwelt	-	+	-	-	++
Welt des Lebens	+	+++	++	++	+++
Über die Natur	-	-	-	-	+
BIO LOGISCH	-	-	+	-	-

+++ sehr gut
 ++ gut
 + mäßig
 - unzureichend

4) Diskussion der Ergebnisse

4.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Zu Beginn dieser Arbeit wurden Forschungsfragen formuliert, die hier beantwortet werden sollen:

Forschungsfrage 1:

Nehmen BiologielehrerInnen die Geologie und die Bodenkunde als biologische Themen im Schulunterricht wahr?

Den interviewten LehrerInnen ist bewusst, dass der Biologieunterricht in der Schule geologische Themen enthalten soll und die meisten haben dieses Thema mindestens einmal unterrichtet. Dennoch wird dieses Kapitel bevorzugt ausgelassen. Manche gaben an, dass sie geologische Themen früher unterrichtet haben und jetzt nicht mehr behandeln (vgl. Interview 3, 7, 11, 13, 17). Gründe dafür sind, dass dieser Teil im Geografieunterricht nachgeholt werde und dass das Interesse der SchülerInnen bei diesem Thema nicht gegeben ist. Andere meinen, dass es keine guten Unterlagen dazu gäbe oder dass dieses Themengebiet für die Biologie nicht so wichtig sei. Mehr als die Hälfte der BiologielehrerInnen verstehen unter der Biologie als Schulfach nur die belebte Natur. Bezüglich der Bodenkunde ist jeder befragten Lehrkraft klar, dass das Thema Boden eindeutig zur Biologie gehört. Der Boden wird von den Befragten dabei zur lebendigen Natur gezählt (vgl. Interviews 1-20). Somit ist festzuhalten, dass BiologielehrerInnen die Geologie sehr wohl wahrnehmen, jedoch oft dem/der GeografielehrerIn zuschieben, was zeitsparend sein soll und dadurch andere „Biologie-lastigere“ Themen intensiver unterrichtet werden können. Der Boden scheint eindeutig in den Biologieunterricht zu gehören und wird von allen als Unterrichtsthema wahrgenommen. Die Hypothesen, die an dieser Stelle aufgestellt werden, lauten:

ad. Forschungsfrage 1.)

- BiologielehrerInnen nehmen die Geologie als Unterrichtsstoff wahr, verstehen aber unter dem Schulfach Biologie mehr die belebte Natur.
- BiologielehrerInnen zählen den Boden zum Schulfach Biologie.

Forschungsfrage 2:

Inwiefern gibt es Verbesserungsbedarf zu erdwissenschaftlichen Themen in Lehrplan und Schulbüchern für Biologie und Umweltkunde?

Der Lehrplan beschreibt nur undeutlich, was an erdwissenschaftlichen Themen im Biologieunterricht an Schulen unterrichtet werden sollte. Die Geologie betreffend, soll laut Lehrplan *„eine Einsicht in die Zusammenhänge zwischen belebter und unbelebter Natur“* hergestellt werden. Es obliegt somit allein den Lehrerinnen und Lehrern, diesen Lehrplan entsprechend dem Stundenangebot umzusetzen. Kritisiert werden in dieser Arbeit die ungenaue Formulierung und der große Interpretationsspielraum bezüglich der Geologie im Lehrplan für Biologie. Das Thema Boden wird etwas besser charakterisiert und soll im Unterricht mit der Geologie verknüpft werden: *„Anhand des Ökosystems Boden sollen ökologische Grundbegriffe erarbeitet und grundlegende geologische Kenntnisse dem Verständnis des Bodens und des Zusammenwirkens von belebter und unbelebter Natur dienen“* (vgl. BMUKK 2013: Unterstufenlehrplan AHS für Biologie und Umweltkunde). Der Boden wird als Ökosystem formuliert, was wiederum für den/die LehrerIn großen Spielraum im Unterricht lässt. Der aktuelle Lehrplan könnte - mit Blick auf erdwissenschaftliche Themen - in seiner Formulierung und besonders in der genaueren Umschreibung und Auflistung der Inhalte verbessert werden. Die Erarbeitung besserer Formulierungen würde jedoch an dieser Stelle den Umfang dieser Arbeit sprengen.

Die Autoren der diversen Schulbücher für Biologie interpretieren ihrerseits die Inhalte der Erdwissenschaften unterschiedlich. Geologie wird teilweise auch vom Unterrichtsfach Geografie unterrichtet, wobei jedoch wichtige Grundkenntnisse bis hin zu detailreichen Inhalten in den betrachteten Schulbüchern vorkommen. Das Thema Boden kommt sowohl im Lehrplan der Unterstufe, als auch eher in landwirtschaftlichem Kontext in der Oberstufe vor. Es wird jedoch in den verschiedenen Schulbüchern für Biologie ein sehr unterschiedliches Maß an bodenkundlichen Inhalten angeboten. Je nach Schulbuch werden die Inhalte detaillierter bis weniger detailliert ausgeführt. In den Büchern findet man also keine einheitliche Meinung, was in der Geologie gewusst werden sollte oder welche Fakten für die Bodenkunde relevant sind. Kritisiert wird hier, dass die Biologiebücher jeweils andere Schwerpunkte setzen und dadurch sehr verschieden sind. Es gibt folglich Verbesserungsbedarf sowohl beim Lehrplan, in der Eingrenzung des Stoffgebiets, als auch bei den Schulbüchern, die sehr unterschiedlich bezüglich der geologischen und bodenkundlichen Inhalte ausfallen. Folgende Hypothesen werden an dieser Stelle aufgestellt:

ad. Forschungsfrage 2.)

- Es gibt Verbesserungsbedarf in der Formulierung und Beschreibung der Erdwissenschaften im Lehrplan für Biologie und Umweltkunde für AHS und NMS.
- Der geologische sowie der bodenkundliche Stoff in Schulbüchern variiert von detailliert bis oberflächlich.

Forschungsfrage 3:

Mit welchen Konzepten und Unterrichtsmaterialien können erdwissenschaftliche Themen im Biologieunterricht an österreichischen Schulen aufgewertet werden?

„Es ist wichtig, dass ich mir ein Konzept überlege, wie das spannender und nachhaltiger für Schüler zu vermitteln ist. Es ist eine Arbeit, es ist ein Prozess“ (Interview 14: Z 82- 83).

Laut den befragten 20 BiologielehrerInnen sollen folgende Perspektiven den Unterricht in Geologie und in Bodenkunde an der Schule erleichtern, wobei Konzepte hier als Ideen und Zugangsmöglichkeiten verstanden werden sollen:

Tab. 4: Konzepte auf die im erdwissenschaftlichen Unterricht mehr Wert gelegt werden sollte. Erhebung anhand von Interviews mit 20 BiologielehrerInnen

Konzept	Aussagen von BiologielehrerInnen
<i>Einstieg</i>	„Ein aktuelles Thema als Aufhänger verwenden“ (Interview 6).
<i>Vermittlung</i>	„Es ist schwierig den Kindern das zu vermitteln (...) weil Kinder interessiert einfach nur das Lebendige“ (Interview 20).
<i>Perspektive</i>	"Ich würde es auch in der 6. Klasse noch einmal machen, aber vor allem aus der globalen Perspektive (...) eben mehr im globalen Zusammenhang und nicht nur auf Österreich bezogen" (Interview 14).

<i>Zusammenhang mit anderen Themen</i>	„Ziel ist es, den Gesamtzusammenhang zu verstehen“ (Interview 15).
<i>Naturerfahrung</i>	„Je weniger die rauskommen und je weniger sie sehen von der Natur, umso eher ist die Geologie ein völlig Fremdes“ (Interview 13).
<i>Workshops</i>	„Es braucht ein paar Anregungen, wie man zu der Theorie auch noch Versuche machen könnte“ (Interview 6).
<i>forschendes Lernen</i>	„Das „Hands-on“ ist ganz wichtig im Unterricht“ (Interview 16). „Man muss sich da Arbeitsaufträge überlegen, die dazu führen, dass die Schüler aktiviert werden. So wie überall und generell im Biologieunterricht“ (Interview 14).

Ganz wichtig sei der Einstieg in das Thema, der sogenannte „Aufhänger“ mit dem man bei den SchülerInnen das Interesse weckt. Oft scheitert es an der richtigen Vermittlung der Inhalte, weil diese Themen nicht im Alltag der SchülerInnen zu finden sind. Deswegen sollte man die Perspektive ändern oder einen Ausflug in die Natur an geologisch oder auch bodenkundlich interessante Orte machen. Ebenso sollte eine bewusste Verbindung mit anderen biologischen Themen wie z.B. Evolution geschaffen werden. Dadurch wird Erdwissenschaft spannender und die Zusammenhänge mit Biologie können besser erkannt werden. Workshops in Form von Projekten oder als täglicher Begleiter im Unterricht lassen die Dinge erfahrbarer werden. Der Zugang zur Theorie soll durch praxisnahen Unterricht wie ein „Hands-on“ bei Bodenproben oder Gesteinen und durch sinnvolle Arbeitsaufträge geschaffen werden. Zu diesem Zweck gibt es einige spannende Unterrichtsutensilien wie zum Beispiel verschiedene Unterrichts-Materialkoffer für LehrerInnen. Lehrbehelfe für den geowissenschaftlichen Unterricht sind der GEOLAB® und der Rohstoffkoffer - „Was steckt alles im Handy“. Dieser enthält Mineralien und Rohstoffe eines Mobiltelefons und begleitende Unterrichtsankregungen, um den Unterricht interaktiver und die Herkunft und Anwendung unserer Rohstoffe anhand eines alltäglichen Gebrauchsgegenstandes aufzuzeigen (vgl. Kapitel Informationsmaterial für LehrerInnen). Anregungen für den Unterricht in Form von Unterrichtsvorschlägen werden im Kapitel „Fachdidaktische Anregungen“ näher erläutert. All diese Gedanken von BiologielehrerInnen lassen folgende Hypothesen entstehen:

ad. Forschungsfrage 3.)

- Durch ein interessantes Thema als Einstieg, eine breitere Perspektive und durch die Darlegung des Zusammenhangs mit anderen biologischen Themen wird der Unterricht in Erdwissenschaften für SchülerInnen interessanter.
- Workshops, forschendes Lernen anhand von Alltagsmaterial und Naturerfahrung führen zu einem besseren Unterricht in Erdwissenschaften.

Die gebildeten Hypothesen könnten in einer nachfolgenden Arbeit für die Weiterbeschäftigung mit diesem Thema verwendet und systematisch überprüft werden.

4.2 Die wichtigsten Erkenntnisse

Diese Arbeit soll eine Erhebung darstellen, mit dem Ziel, Meinungen und vor allem Tendenzen von einer Gruppe von BiologielehrerInnen zu dem Thema „Geologieunterricht“ und „Bodenkundeunterricht“ darzustellen. Die Erkenntnisse dieser Arbeit sollen für zukünftige BiologielehrerInnen als Information dienen und wertvolle Hinweise liefern, wie man die behandelten Themen im Biologieunterricht besser gestalten könnte.

4.2.1 Schulbücher in Biologie und Umweltkunde

Tatsache ist, dass es viele verschiedene Schulbücher für Biologie gibt. Es gibt ein paar sehr gute Schulbücher für die erdwissenschaftlichen Bereiche, die ein geologisches Thema ergiebig erklären oder den Boden gut charakterisieren. Darüber hinaus, findet man jedoch auch ungeeignete Exemplare.

„Ich hab das Gefühl, dass die neueren Unterrichtsbücher praxisorientierter sind, dass sie versuchen mehr Anleitungen zu geben (...) Die alten Lehrbücher waren sehr theoretisch und sehr dicht theoretisch“ (Interview 17: 33-36).

In den letzten Jahren hat sich viel getan und es werden bereits neue, zum Teil kompetenzorientierte Schulbücher als Unterstützung für den Biologieunterricht herausgegeben. Die Ergebnisse dieser kleinen Schulbuchanalyse zeigen, dass neuere

Schulbücher, wie *Biologie für alle*, *Expedition Biologie* und *Ganz klar Biologie*, gute Ansätze für den Schulunterricht in den Kapiteln der Geologie und der Bodenkunde aufweisen. Jedoch existieren in vielen Schulen weiterhin noch Schulbücher, die die SchülerInnen durch ihre Masse an Text und durch unstrukturierte Informationen überfordern können. Was in den meisten Biologiebüchern der AHS/NMS fehlt, ist der Hinweis auf die Aufgaben der Teilgebiete der Erdwissenschaft, ihre Tätigkeiten und wozu man ihre Erkenntnisse braucht.

Zusammenfassung was sich BiologielehrerInnen von einem Schulbuch wünschen:

Der erdwissenschaftliche Teil eines Schulbuches sollte ...

- ... mehr Arbeitsaufträge und Versuchsanleitungen enthalten
- ... die Möglichkeit des selbstständigen Lernens bieten
- ... thematisch nachvollziehbar ausgewählt sein
- ... von reinen Textbüchern weggehen
- ... keinesfalls alt wirken und Textmassen beinhalten
- ... nicht die Leselust bremsen
- ... ausgearbeitete Fragen, Lückentexte und Links anbieten
- ... kompakt zusammengefasst und aufbereitet sein
- ... eine gute Optik und Layout aufweisen
- ... animierend sein (Anregungen für eine eventuelle Weiterbeschäftigung)
- ... Drehscheibe der Unterrichtskoordination sein

(vgl. zusammenfassende Erhebung aus den Interviews).

4.2.2 Schlussfolgerungen für den Unterricht

Der derzeitige Unterricht in Geologie erfolgt größtenteils theoretisch. Anschauungsmaterial, wie Gesteinssammlungen, spielt jedoch eine große Rolle und überwiegt im derzeitigen Geologieunterricht deutlich vor den Experimenten. Exkursionen wie etwa Ausflüge gibt es zu geologischen Themen kaum. Eine mediale Aufbereitung des Themas mittels Filmen, Internet usw. findet nur bedingt statt, da laut Angaben der Befragten nichts Passendes zu diesen Stoffthemen für den Unterricht gefunden wird. Der GEOLAB[®]-Koffer, den Schulen bestellen können, kommt im Geologieunterricht bei manchen LehrerInnen zum Einsatz.

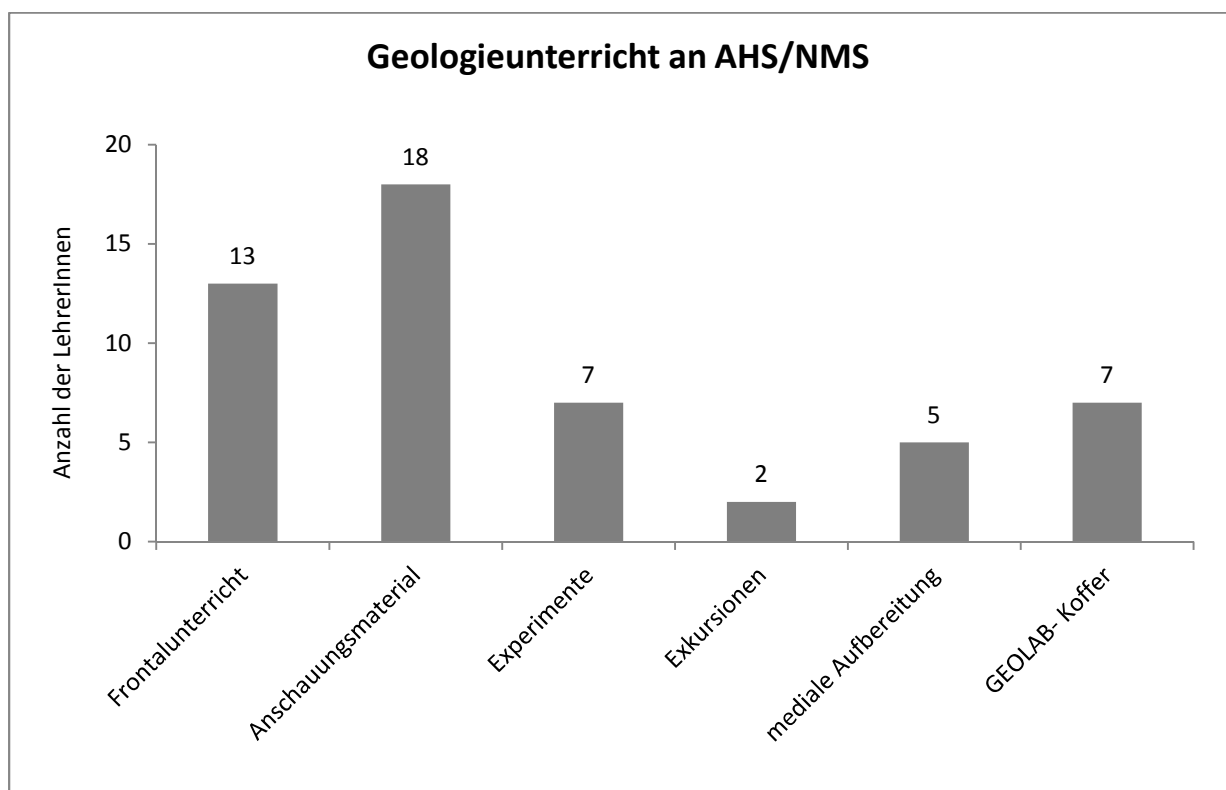


Abb. 26: Geologieunterricht an AHS/NMS. 20 BiologielehrerInnen zu ihrem derzeitigen Geologieunterricht an AHS/NMS. Auflistung von Unterrichtsmöglichkeiten im Schulunterricht

Auch die Möglichkeiten der Gestaltung des Bodenkundeunterrichts werden bei den befragten BiologielehrerInnen nicht ausgeschöpft. Es überwiegt der Frontalunterricht mittels Schulbuch oder eigenen Unterlagen. Zum Boden werden öfter Experimente, meistens in Kombination mit Bodentieren, durchgeführt, jedoch Exkursionen oder mediale Mittel so gut wie nie in Betracht gezogen.

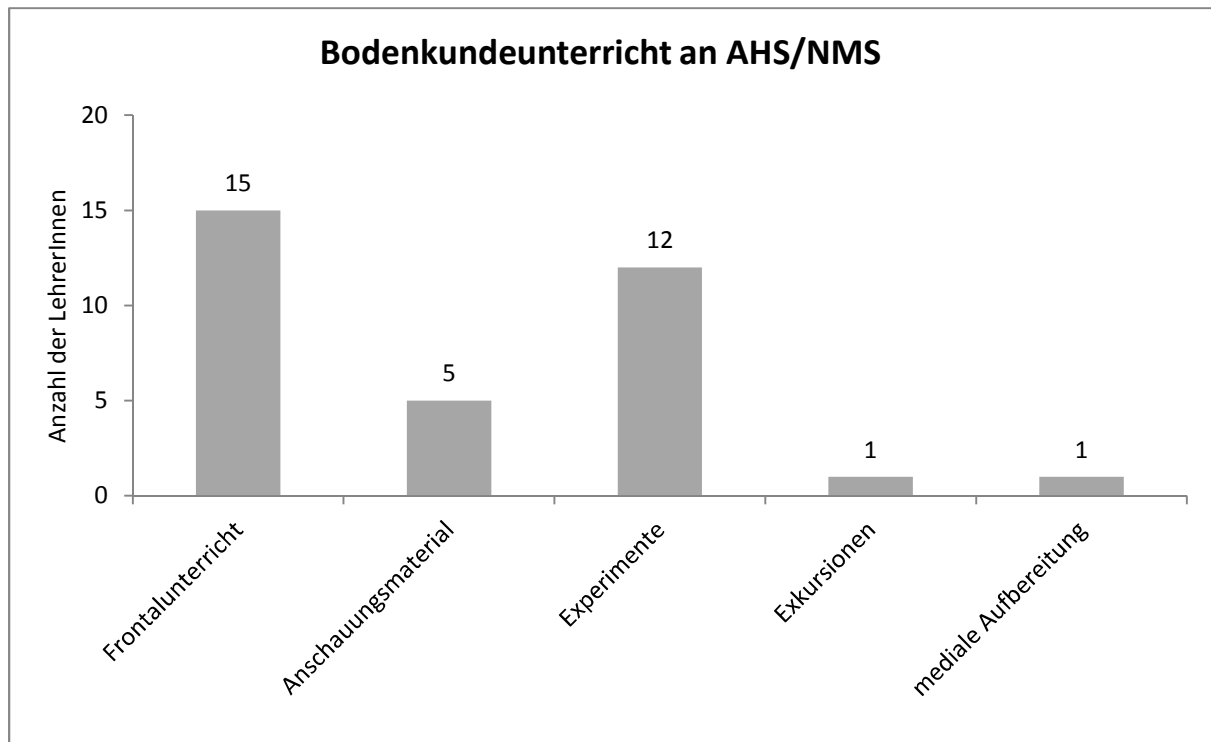


Abb. 27: Bodenkundeunterricht an AHS/NMS. 20 BiologielehrerInnen zu ihrem derzeitigen Bodenkundeunterricht an AHS/NMS. Auflistung von Unterrichtsmöglichkeiten im Schulunterricht

Folgende Verbesserungsvorschläge wurden von den LehrerInnen und Lehrern für den Unterricht in Erdwissenschaften vorgeschlagen:

Tab. 5: Verbesserungsvorschläge der BiologielehrerInnen für den Unterricht in Geologie und Bodenkunde

Geologie	Bodenkunde	Allgemeine Wünsche von BiologielehrerInnen
Mehr Experimente, Arbeitsanleitungen	„Hands on“	Mehr Interaktivität
Anschaulichere Erklärungen und Vergleiche	Besser aufbereitete Theorie	Interesse wecken
Aktualität	Alltag mit einbeziehen	Besserer Zugang
Leichter verständlich	Fragestellungen im Kontext	Gesamtverständnis
Exkursionen	Workshops	Methodenvielfalt

Schlussfolgerungen für den Geologieunterricht in Biologie und Umweltkunde:

- Geologie ist im Lehrplan für Biologie und Umweltkunde schwammig definiert
- Die meisten BiologielehrerInnen unterrichten Geologie hauptsächlich in der 3. Klasse Unterstufe
- Es besteht die Tendenz die geologischen Zonen im Unterricht auszulassen
- Der Unterricht erfolgt vorwiegend im Klassenzimmer, tendenziell keine Unterschiede im Unterricht zwischen AHS und NMS, keine Stadt-Land Unterschiede erkennbar
- Wandertage bzw. Exkursionen zu geologischen Themen werden von den Befragten nicht wahrgenommen
- Geologie ist schwierig zu unterrichten, da der Alltagsbezug fehlt
- Anschauungsmaterial in der Klasse spielt eine Rolle
- Das Schulbuch wird zu diesem Thema als zentrale Unterrichtshilfe angesehen
- In Alternativschulen am Beispiel einer Walddorfschule finden 3-wöchige Geologie-Epochen statt, die nichts mit dem Unterricht an einer Regelschule gemein haben

Schlussfolgerungen für den Bodenkundeunterricht in Biologie und Umweltkunde:

- Das Thema Boden wird im Lehrplan als Teilgebiet der Ökologie definiert
- Die meisten BiologielehrerInnen unterrichten das Thema Boden hauptsächlich in der 2.-3. Klasse Unterstufe
- Es besteht die Tendenz vermehrt auf die Bodenlebewesen einzugehen, als auf den Boden selbst
- Der Unterricht erfolgt vorwiegend im Klassenzimmer, tendenziell keine Unterschiede im Unterricht zwischen AHS und NMS, keine Stadt-Land Unterschiede erkennbar
- Wandertage bzw. Exkursionen zum Thema Boden werden von den Befragten nicht durchgeführt
- Tendenziell wird der Boden als Teil der lebendigen Natur gesehen
- Es überwiegt Frontalunterricht
- Das Schulbuch wird zum Thema Boden seltener verwendet
- In Alternativschulen am Beispiel einer Walddorfschule gibt es einen Versuchsgarten, wo unterschiedliche Böden bearbeitet werden können

5) Ausblick

5.1 Aktueller Stand im Lehramtsstudium an den Universitäten

Stand: Sommersemester 2014

„Die Erdwissenschaften fliegen aus dem Lehrplan“

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Interesse der BiologielehrerInnen für Erdwissenschaften tendenziell weniger vorhanden ist und das spiegelt sich im Unterricht wider. Das lässt die Frage offen, was in Zukunft geändert werden muss, um dieser Tendenz vorzubeugen. So könnte man bei der LehrerInnenbildung ansetzen und die zukünftigen BiologielehrerInnen schon im Studium mit Ideen und Beispielen, sowie Versuchsanleitungen ausrüsten, um den Unterricht insgesamt interessanter und die späteren LehrerInnen offener für die Erdwissenschaften zu machen.

Die Zukunft dieser Disziplin im Lehramtsfach Biologie lässt weniger positive Entwicklung hoffen: Wenn man einen kurzen Blick auf die LehrerInnenausbildung an den verschiedenen Universitäten wirft, lässt sich sagen, dass erdwissenschaftliche Inhalte im Lehramtsstudium Biologie an der Universität Wien wahrscheinlich um mehr als die Hälfte gekürzt werden. Der neue Bachelor-Studienplan für das Lehramtsfach Biologie ist in Bearbeitung und es gibt Hinweise darauf, dass Erdwissenschaften von ehemals 13 Semesterwochenstunden (Biologie Lehramt Diplomstudienplan 2002) auf nur mehr 4 Semesterwochenstunden gekürzt werden, die den Lehrveranstaltungstitel „Feste Erde“ und „Paläobiologie“ tragen sollen. In jeweils 2 Stunden sollen alle Fachgebiete wie Mineralogie, Rohstoffkunde, Paläontologie (Erdgeschichte), Geologie, Bodenkunde etc. für das Lehramtsstudium abgedeckt werden.

An der Universität Salzburg hingegen gibt es bereits seit dem Wintersemester 2013/2014 den Lehramtsbachelor Biologie. Dort nehmen erdwissenschaftliche Fächer von ehemals 8 Semesterwochenstunden im Diplomstudium aktuell im Bachelor 7 Stunden ein. Die Studiendauer beträgt 8 Semester, wobei das Studium in 14 Module eingeteilt ist. Das Modul 8 mit dem Titel „Bioplanet Erde“ repräsentiert erdwissenschaftliche Fächer, in welches auch zwei einstündige Exkursionen integriert sind. Die Universitäten Graz und Innsbruck führen, so wie die Universität Wien, noch ein Diplomstudium für das Lehramtsfach Biologie. Das derzeitige Diplomstudium in Graz enthält erdwissenschaftliche Inhalte im Ausmaß von 11 Semesterwochenstunden, in Innsbruck sind es 6 Semesterwochenstunden. Es bleibt spannend, wie die neuen Studienpläne für den Bachelor im Lehramtsfach aussehen werden, jedoch erlebt die Erdwissenschaft im Unterrichtsfach Biologie pädagogisch nichts

entscheidend Neues, sondern eher eine dramatische Kürzung, die schon bei der neuen LehrerInnenbildung an den Universitäten beginnen wird.

5.2 Conclusio

Der derzeitige Unterricht in Erdwissenschaften an AHS und NMS ist für die befragten BiologielehrerInnen insgesamt verbesserungswürdig. So sollte in Zukunft mehr darauf geachtet werden, dass bedeutungsvolle erdwissenschaftliche Themen, als wichtiger Bestandteil für manche Gebiete der Biologie, nicht ausgelassen und vermehrt in einem biologischen Kontext unterrichtet werden. Um abschließend die Hauptforschungsfrage zu beantworten, wie der Unterricht in Erdwissenschaften verbessert werden kann, so lässt sich sagen, dass diese Thematik an einigen Stellen noch mehr Aufmerksamkeit und gut ausgearbeitetes didaktisches Unterrichtsmaterial benötigt, um mehr Zufriedenheit in der Unterrichtssituation zwischen LehrerInnen und SchülerInnen zu schaffen. Insgesamt wünschen sich die befragten LehrerInnen mehr Versuchsanleitungen und somit einen praxisbezogeneren Unterricht in Erdwissenschaften. Besonders der Zusammenhang der Biologie mit erdwissenschaftlichen Themen sollte klar dargestellt werden. Der Boden als Gesteinsverwitterung dient dabei als Verbindungsstück des Lebendigen und soll geologische Begebenheiten mehr an die Biologie knüpfen, sodass ein Gesamtzusammenhang als essentielles Lehrziel ersichtlich wird. Insgesamt sollte deshalb ein Umdenken stattfinden, denn kein Thema, das für die Allgemeinbildung wichtig ist, sollte einfach ausgelassen werden. Diese Ratlosigkeit der LehrerInnen in Bezug auf den erdwissenschaftlichen Unterricht könnte mit fachdidaktischen Anregungen überwunden werden. Der Umsetzung, sowie dem fachlichen Verständnis erdwissenschaftlicher Themen, als Teilgebiet des Biologie Lehramtsstudiums, sollte auch in der LehrerInnenbildung mehr Anerkennung und Wichtigkeit zugewiesen werden.

6) Fachdidaktische Anregungen

Es ist wichtig, praktischen Aspekten in der Schule mehr Platz zu geben und den Lehrstoff speziell für den Schulunterricht gut aufzubereiten. Als fachdidaktische Anregungen sollen deswegen hier Beispiele gezeigt werden, die für den Schulunterricht verwendet werden können. Zuerst wird der Versuch gestartet, den Boden mit geologischen Aspekten zu verbinden. Es gibt sehr viele Versuchsanleitungen und Materialien zum Thema Boden, daher soll hier der Schwerpunkt auf die Kombination von Boden mit seinen geologischen Komponenten fallen. Demnach wird an dieser Stelle die Geologie des Bodens demonstriert und es werden einfache Versuchsanleitungen für den Schulunterricht vorgeschlagen. Ziel ist es, dass LehrerInnen diese Anregungen leicht in einer Unterrichtsstunde und ohne große Vorbereitung durchführen können. Anschließend soll ein selbst kreierter Unterrichtsvorschlag zum Kennenlernen von Gesteinen präsentiert werden.

6.1 Versuche zum Boden in Verbindung mit geologischen Aspekten

In diesem Kapitel werden Versuche zur Entstehung des Bodens durch Gesteinsverwitterung und seiner Zusammensetzung vorgestellt. Die Ideen wurden teilweise verändert und aus verschiedenen Quellen adaptiert.

- **Mechanische Verwitterung**

6.1.1 Frostsprengung

Hintergrund: Mit Hilfe dieses Versuches soll gezeigt werden, wie Boden entstehen kann. Frostsprengung ist temperaturabhängig und eine Form der physikalischen Verwitterung. Dabei dringt Wasser in Spalten und Risse des Gesteins ein. Bei Kälte gefriert das Wasser und dehnt sich aus. Das Gestein wird gesprengt. Die SchülerInnen sollen die Mechanismen der Frostsprengung erkennen und beobachten wie es durch Kälte zu einer Verwitterung und schließlich zu einer Gesteinsabtragung kommt, aus der später neuer Boden entstehen kann. Man benötigt keine besondere Vorbereitungszeit, man sollte aber die benötigten Gesteine bereitstellen.

Versuchsdauer: Der Zeitrahmen für diesen Versuch beträgt ca. 35 Minuten für die Durchführung, jedoch mehrere Tage für das Ergebnis, da die Gesteine über Nacht eingefroren werden müssen.

Material: Bechergläser, Wasser, Gefrierfach, Sandstein, Tonstein, Kalkstein oder Granit (z.B. Pflasterstein).

Durchführung: Die Gesteine werden ca. 30 Minuten in Bechergläser mit Wasser eingelegt. Danach werden sie nass über Nacht ins Gefrierfach gestellt und anschließend wieder aufgetaut. Für optimale Ergebnisse sollte dieser Frost-Tauvorgang mehrmals wiederholt werden.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Stelle zuerst Vermutungen an, was über Nacht mit dem Gestein geschehen könnte.
2. Schau dir das Ergebnis an und versuche eine Erklärung für den abgelaufenen Prozess zu finden.
3. Wozu dient die Frostsprengung?
4. Wo können wir die Folgen der Frostsprengung im Alltag entdecken?
5. Lückentext für die SchülerInnen zur Frostsprengung:

Gelangt in die Fugen und Ritzen der Felswände, kommt es bei häufigen Wechseln zwischen und Tauwetter zur Diese beruht auf der des Wassers. Wasser..... sich beim Abkühlen unterhalb des Gefrierpunktes aus. Somit verursacht die Verwitterung ein von Gesteinen und Mineralen. Die Gesteinsritzen werden und kleinere Gesteinsstückchen werden abgesprengt.

Lösung: Wasser, Frost, Frostsprengung, Anomalie, dehnt, physikalische, Zerkleinern, größer

(vgl. Unterrichtsmaterialien zum Thema Boden:
Berg / Rößing - Böckmann, 2003: 58; 104)

6.1.2 Temperatursprengung

Hintergrund: Die Temperatursprengung wird durch Temperaturschwankungen verursacht. Gestein dehnt sich bei Erwärmung aus und zieht sich bei Abkühlung wieder zusammen. Bei einem schnellen Temperaturwechsel kommt es zu Druckunterschieden, die Sprünge hervorrufen. Das Gestein wird brüchig und es kann durch weitere Verwitterungseinflüsse angegriffen werden. Dieses Ereignis tritt besonders im Gebirge und in Wüsten auf, da es hier zu hohen tageszeitlichen Temperaturschwankungen kommt. Je nach Gesteinsart kann dieser Vorgang schneller oder langsamer ablaufen.

Versuchsdauer: Man braucht keine besondere Vorlaufzeit, wobei der Zeitrahmen für diesen Versuch bei 15 - 20 Minuten liegt.

Material: Schutzbrille, Bunsenbrenner, Zange, Gefäß mit kaltem Wasser, unterschiedliche grobkörnige Gesteine wie z.B. Granit.

Durchführung: Setze die Schutzbrille auf, ergreife das Gestein mit einer Zange und erhitze es in der Flamme des Bunsenbrenners für einige Sekunden. Halte es anschließend in ein Gefäß, das mit kaltem Wasser gefüllt ist, um das Gestein abzukühlen. Den Vorgang gegebenenfalls mehrmals wiederholen, bis um ein besseres Ergebnis zu bekommen.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Beobachte, was mit dem Gestein nach der Abkühlung im Wasserbad passiert.
2. Finde Erklärungen für das Ergebnis.
3. Wie geschieht die Temperatursprengung und wo kann sie vorkommen?

(vgl. Wir begreifen Boden: Stacherl, 2007: 11)

- **Chemische Verwitterung**

6.1.3 Hydrolyse (Lösen)

Hintergrund: Regen bzw. Wasser löst über Jahre Stoffe aus dem Gestein heraus. Das Gestein kann sich verändern oder sogar ganz auflösen. Aber nicht jedes Gestein reagiert gleich. Schwefeldioxid und Stickoxide aus der Luft reagieren mit dem Wasser und der Regen wird sauer, da aus diesen Verbindungen Säuren entstehen. Dieser saure Regen verstärkt das Herauslösen von Stoffen aus Gesteinen und verstärkt die Korrosion. Neben dem Erlernen der Tatsache, dass sich Gestein auch (auf)lösen kann, können die SchülerInnen auch Beobachtungen zum Kalk- oder Eisengehalt machen. Testet man Gesteine auf ihre Löslichkeit mit verdünnter Salzsäure, so gibt es Unterschiede. Kalkhaltiges Gestein (Kalkstein, Marmor) fängt an zu schäumen, da sich Kalk löst und Kohlendioxid entweicht. Bei anderen Gesteinen können sich auch andere Stoffe herauslösen. Herausgelöstes Eisen kann mit Kaliumhexacyanoferrat nachgewiesen werden. Unter Zugabe von Kaliumhexacyanoferrat (Blutlaugensalz) kann man zum Beispiel Eisenionen nachweisen. Kaliumhexacyanoferrat II (gelb) reagiert mit Fe^{3+} , Kaliumhexacyanoferrat III (rot) reagiert mit Fe^{2+} in einer salzsauren Probelösung. In beiden Fällen entsteht bei Vorhandensein der jeweiligen Eisenionen eine blaue Färbung.

Versuchsdauer: Eine besondere Vorbereitungszeit ist nicht nötig, der Zeitrahmen für diesen Versuch beträgt ca. 20 Minuten.

Material: Becherglas, Wasser, verschiedene Gesteine wie Granit, Sandsteine, Kalksteine wie z.B. Marmor, Schutzbrille, Labormantel, Handschuhe, Pipette, Salzsäure (max. 10%), Kaliumhexacyanoferrat II (Gelbes Blutlaugensalz) und Kaliumhexacyanoferrat III (Rotes Blutlaugensalz).

Durchführung: Beachte, dass man beim Arbeiten mit Salzsäure immer Schutzbrille und Schutzkleidung trägt! Zuerst mehrere Bechergläser mit Wasser füllen, die verschiedenen Gesteinsproben hineinlegen und beobachten. Danach vorsichtig etwas Salzsäure zu den Proben hineintröpfeln und beobachten. Beim Herausholen der Gesteine aus der Lösung müssen diese mit Wasser abgespült werden. Mit ein paar Tropfen Spülmittel (leicht alkalisch) lassen sich Salzsäurereste auf der Hand neutralisieren.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Was beobachtest du im Wasser und was in der Säure?

Für kalkhaltige Gesteine gilt:

- kein Aufbrausen: Kalkgehalt < 1 %
- schwaches Aufbrausen: Kalkgehalt 1- 3 %
- deutliches, aber kurzes Aufbrausen: Kalkgehalt 3- 5 %
- anhaltendes Aufbrausen: Kalkgehalt über 5 %

2. Welche Unterschiede sind zwischen den Gesteinen erkennbar?

3. Durch welche Stoffe wird die chemische Verwitterung beschleunigt?

4. Was ist das Ergebnis dieser chemischen Verwitterung und welche Bedeutung hat sie für den Kreislauf der Gesteine?

5. Wo sind Schäden durch chemische Verwitterung erkennbar und gibt es ähnliche Prozesse in der Natur?

(vgl. Unterrichtsmaterialien zum Thema Boden:
Berg / Rößing - Böckmann, 2003: 56; 73; 105)

6.1.4 Kalkgehalt in Böden

Hintergrund: Einen Kalktest kann man auch mit Böden durchführen. Kalk verhindert, dass der Boden zu sauer wird und verbessert die Bodenstruktur, indem er den Boden krümeliger macht und so kann (tonreicher) Boden besser durchlüften. Durch Zugabe von verdünnter Salzsäure bei einer kalkhaltigen Bodenprobe wird gasförmiges Kohlendioxid freigesetzt. Das erkennt man am Aufbrausen des Bodens. Starkes, lang anhaltendes Aufbrausen gibt einen Hinweis auf einen hohen Kalkgehalt, während schwaches oder kein Aufbrausen auf einen niedrigen Kalkgehalt hinweist.

Versuchsdauer: Als Vorlaufzeit kann man die Beschaffung von verschiedenen kalkhaltigen und nicht kalkhaltigen Böden sehen. Die Dauer des Experiments beträgt ca. 10 Minuten.

Material: Bechergläser, Petrischalen, verschiedene Bodenproben (Gartenboden, Waldboden, Sandboden etc.), Schutzbrille, Labormantel, Handschuhe, Pipette, Salzsäure (max. 10%).

Durchführung: Platziere jede Probe in ein Becherglas oder eine Petrischale. Tropfe nun mit einer Pipette jeweils ein paar Tropfen verdünnte Salzsäure zu den verschiedenen Proben.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Schätze vor der Durchführung den Kalkgehalt der Proben ein.
2. Was ergab die Schätzung der Kalkgehalte? Fasse die Ergebnisse tabellarisch zusammen und interpretiere diese.
3. Gibt es Unterschiede im Kalkgehalt der Bodenproben? Wenn ja, versuche dieses Ergebnis zu interpretieren.
4. Welche Wirkung hat Kalk auf den Boden?

Tab. 6: Ergebnistabelle Kalkgehalt in Böden

Material	10%ige Salzsäure	Kalkgehalt geschätzt
Sandboden		
Schwarzerde		
Mergel		
Gartenboden		
Waldboden		
Komposterde		
etc.		

Ergänzung: Zusätzlich kann man diesen Versuch mit anderen Materialien kombinieren wie z.B. verschiedene Gesteine (Kalkstein, Granit) oder Schneckenhäuser und Eierschalen. Dieser Versuch kann eventuell auch dem Nachweis von Sulfiden im Boden dienen. Entsteht beim Auftröpfeln der Salzsäure ein Geruch nach faulen Eiern (Schwefelwasserstoffgeruch), so sind Sulfide in der Bodenprobe vorhanden.

(vgl. Unterrichtsmaterialien zum Thema Boden:
Berg / Rößing - Böckmann, 2003: 73; 114).

6.1.5 Bestimmung der mineralischen Zusammensetzung des Bodens

Hintergrund: Böden sind Mineralgemische. Die mineralischen Bestandteile des Bodens entstehen aus der Verwitterung der Gesteine und bilden einen großen Teil der Bodensubstanz. Wichtige bodenbildende Silikate sind Feldspäte, Quarz, Amphibole, oder Pyroxene. Sie bestimmen die Bodeneigenschaften und Strukturierung des Bodenkörpers, liefern wichtige Mineralsalze für Pflanzen, wobei deren Größenbestimmung bzw. Korngröße wichtig ist. Die Untersuchung von Bodenproben mit Lupe oder Binokular lässt auf das mineralische Ausgangsgestein des Bodens schließen. Aufgrund von Verwitterungsprozessen der gesteinsbildenden Erdschichten findet man die Minerale stark zerkleinert und verteilt im Boden vor. Durch das Verrühren der Bodenprobe mit Wasser können einzelne Bestandteile sichtbar werden: pflanzliche Reste, Tiere und feste Bestandteile in verschiedenen Größen, Formen und Farben.

Versuchsdauer: Die Vorlaufzeit besteht darin, verschiedene Bodenproben zu sammeln. Der Zeitrahmen für dieses Experiment beträgt in etwa 20 Minuten.

Material: verschiedene Bodenproben (Gartenboden, Waldboden etc.), Wasser, Petrischale, Lupe oder Binokular, Spatel, Millimeterpapier.

Durchführung: Lege die Petrischale auf das Millimeterpapier. Mische eine Spatelspitze der Bodenprobe mit Wasser und gebe sie in die Petrischale. Versuche nun mit Hilfe der Lupe oder des Binokulars die mineralischen Bodenbestandteile im Detail zu betrachten.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Stelle anhand des Millimeterpapiers die Größen fest und bestimme Farbe und Form der Mineralkomponenten.
2. Protokolliere die Ergebnisse und vergleiche sie mit der Ergebnistabelle.

Tab. 7: Ergebnistabelle zur Bestimmung der mineralischen Zusammensetzung des Bodens

Merkmale	Bodenbestandteile
weiße, gelbe bis rötliche Körnchen	Feldspat
hellgraue, im durchfallenden Licht klare rundliche Gebilde	Quarz
glänzende, das Licht reflektierende Blättchen	Glimmer
sehr kleine (unter 0,002 mm) blättchenförmige Partikel, gelb, gelb-braun, orange, rot, rotbraun oder schwarz	Tonminerale
dunkel bis schwarze Bestandteile	Amphibole oder Pyroxene
olivgrüne bis hellgrüne Bestandteile	Olivin
verschiedene andere Schwerminerale in unterschiedlichen Farben und Formen	Hämatit, Magnetit, Granat, Zirkon etc.

(vgl. Boden - Eine Lehrerhandreichung: Roch, 2010: 70).

6.2 Allgemeine Versuche zum Boden

Um die Voraussetzung eines Verständnisses des Bodens zu schaffen, ist es wichtig, schon vorab mit den SchülerInnen wichtige Fragen zum Boden zu klären, die jedoch nicht alle Thema dieser Arbeit sind.

Wichtige Fragen zum Boden:

- Woraus und wie entsteht Boden?
- Welche verschiedenen Böden kennst du?
- Aus welchen Gesteinsarten kann Boden entstehen?
- Wovon ist die Bodenmächtigkeit abhängig?
- Benenne die verschiedenen Zonen des Bodens.
- Welche Bodentypen kennst du?

6.2.1 Bodeneigenschaften - Fingerprobe

Hintergrund: Um eine Bodenart ansatzweise bestimmen zu können, verwenden Bodenkundler oft die Fingerprobe. Die Bodenprobe wird mit Wasser angefeuchtet und mit den Händen gerieben, geformt und geknetet. Wichtige Bestimmungsmerkmale von Böden sind Sichtbarkeit und Fühlbarkeit der Einzelkörner, Formbarkeit, Wiederholbarkeit der Verformung, Rauheit beim Reiben, Klebrigkeit, Haften in den Hautrillen etc. Mithilfe der Fingerprobe sollen die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Böden angreifen und genau ansehen, ihren Geruch prüfen, sowie schätzungsweise die Bodenart bestimmen. Dadurch bekommen sie ein Verständnis, wie sich unterschiedliche Böden anfühlen können.

Versuchsdauer: Die Vorlaufzeit besteht darin, die Bodenproben zu besorgen, der Versuch selbst dauert ca. 15 Minuten.

Material: Verschiedene Bodenproben (Gartenboden, Waldboden, Sandboden, Komposterde), mehrere Teller, Wasser, Lupe.

Durchführung: Feuchte jede Bodenprobe mit etwas Wasser an. Der Boden soll feucht, aber nicht breiig sein. Zerreiße und knete die Bodenprobe nun zwischen Daumen und Finger. Du kannst die Probe auch mit der ganzen Hand bearbeiten. Untersuche danach seine Eigenschaften mit einer Lupe.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Wie fühlen sich die einzelnen Böden an (körnig, mehlig)?
2. Welche Farben lassen sich erkennen und was verursacht die unterschiedliche Färbung?
3. Bleiben die Handflächen schmutzig?
4. Lässt sich der Boden formen bzw. rollen, klebt er oder rieselt er durch die Finger?
5. Wie riechen die Böden und warum riechen Sandböden anders als Waldböden?
6. Welche Bestandteile kann man in den Bodenproben entdecken?

Tab. 8: Ergebnistabelle Fingerprobe - Beispiel für einen Auswertebogen

	Boden 1	Boden 2	Boden 3	Boden 4
				
Einzelne Körner spürbar				
Mehlig beim Reiben				
Farbe				
Handflächen schmutzig				
Rollbar, klebrig oder rieselig				
Geruch				
Bestandteile				
Bodenart				

Hier sollen die Ergebnisse der Fingerprobe und weitere Beobachtungen eingetragen werden.

Tab. 9: Hilfestellung Boden

Sand	fühlt sich rau an, klebt nicht, zerbröseln und lässt sich nicht formen, haftet nicht in den Fingerrillen, größere Einzelkörner erkennbar
Schluff	fühlt sich samtig-mehlig an, haftet in den Fingerrillen, lässt sich kaum formen, zerbröckelt leicht, keine Einzelkörner erkennbar
Ton	fühlt sich klebrig an, zeigt glänzende Reibflächen, lässt sich gut formen, keine Einzelkörner erkennbar
Lehm	fühlt sich klebrig an, samtig-stumpfe Reibflächen, lässt sich formen, ist aber rissig, Einzelkörner noch erkennbar

(vgl. Boden- Eine Lehrerhandreichung: Roch, 2010: 20)

6.2.2 Bodenbestandteile - Schlämmanalyse

Hintergrund: Die Schlämmanalyse dient dazu, die Korngrößenverteilung der verschiedenen Bodenproben zu bestimmen. Je nach Korngröße kommt es zu einem unterschiedlich schnellen Absinken der Bestandteile. Somit werden die einzelnen Bestandteile aufgrund ihrer unterschiedlichen Korngröße und Dichte voneinander getrennt. Zuerst setzen sich grobe, dann feinere Sandteilchen ab. Es folgen die feineren Schluff- und Tonteilchen und auf der Wasseroberfläche schwimmen die leichtesten organischen Bestandteile (Humus).

Die Schülerinnen sollen das Prinzip dieses mechanischen Trennverfahrens verstehen und die Ergebnisse selbstständig interpretieren können.

Versuchsdauer: Vorbereitet werden verschiedenen Bodenproben, die sich in ihrem Sandanteil unterscheiden sollten. Der Zeitrahmen für die Durchführung beträgt ca. 15 - 20 Minuten.

Material: Verschiedene Bodenproben (z.B. Sand, Lehm, Garten-, Waldboden), hohe durchsichtige Plastikflaschen mit Schraubverschlüssen, Esslöffel, Wasser, Stoppuhr.

Durchführung: Plastikflaschen jeweils zu einem Drittel mit einer Bodenprobe befüllen und bis zu 2 cm unter den Rand mit Wasser auffüllen. Danach die Flaschen mit den Schraubdeckeln verschließen, kräftig schütteln und auf einer ebenen Unterlage abstellen. Die Proben werden nach 10 Sek., 1 Min., 5 Min., 10 Min., 15. Min. usw. angesehen und die Ergebnisse aufgeschrieben.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Beobachte den Inhalt und die Verteilung der Erdbestandteile in der Plastikflasche.
2. Wo liegen die schweren und wo die leichten Bestandteile?
3. Was schwimmt an der Wasseroberfläche?
4. Welche Erklärung könnte es dafür geben, dass die Bodenpartikel horizontale Schichten bilden?

Ergänzungen:

- 1. Gib Kochsalz (NaCl) dazu und beobachte.
- 2. Gib Calciumchlorid (CaCl₂) dazu. Bemerkest du einen Unterschied zwischen den Proben?

Durch Kochsalz schweben die Tonteilchen und die feinen Partikel länger im Wasser und verteilen sich besser. Durch Hinzugabe von Calciumchlorid bilden die Tonteilchen Aggregate, flocken aus und sinken schneller zu Boden, weil die Anziehung der Tonteilchen zunimmt.

(vgl. Bodenwerkstatt: Martin, 2009: 12)

6.2.3 Boden als Wasserspeicher

Hintergrund: Die Wasserspeicherkapazität des Bodens ist abhängig von seinen organischen und mineralischen Bestandteilen. Sie bestimmen die Porengröße und Porenform, wobei die Bodenporen je nach Größe entweder mit Wasser oder Luft gefüllt sind. Die Menge des gespeicherten Wassers hängt von der Teilchengröße und dem Humusgehalt ab und variiert je nach Bodenart. Je feinkörniger ein Boden ist, desto größer ist das Speichervolumen. Sand besitzt hauptsächlich Grobporen, die das Wasser schnell versickern lassen. Humusteilchen dagegen können sich mit einer Wasserhülle umgeben und viel Wasser speichern. Das Wasser verdrängt die alte, durch Atmungsprozesse mit Kohlendioxid angereicherte Luft aus den Poren und beim Versickern fließt frische Luft nach. Bei verdichteten Böden z.B. durch Fahrspuren werden die Poren zerstört und es entstehen Stauungen. Deshalb ist eine gute Struktur des Bodens wichtig für eine gleichmäßige Wasserversorgung.

Versuchsdauer: Es gibt keine besondere Vorbereitungszeit, es sollten die Proben und die verschiedenen Materialien bereits bereitstehen. Der Versuch dauert ca. 15 Minuten.

Material: Verschiedene Bodenproben (z.B. Sand, Lehm, Garten- und Waldboden), Blumentöpfe, Bechergläser, Kaffeefilter, Messbecher oder Messzylinder, Wasser, Stoppuhr.

Durchführung: Die Bodenproben sollten ohne Steine und Pflanzenteile sein. Die Blumentöpfe mit Filterpapier auslegen und jeweils die verschiedenen Bodenproben bis 2 cm unter den Rand gleichmäßig auffüllen. Dann die Blumentöpfe auf die Bechergläser setzen, und die Proben mit 200 ml Wasser begießen. Das durchgesickerte Wasser aus den Bechergläsern immer wieder (bis zu 3 x) über die Bodenproben gießen, damit alle Bereiche der Bodenprobe gleichmäßig durchnässt werden.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Beobachte: Durch welche Proben fließt das Wasser schneller? Überlege warum.
2. Wie viel Wasser sammelt sich in den Gläsern?
3. Was passiert mit der in den Bodenporen enthaltenen Luft?
4. Welche Bedeutung hat das Verdrängen von Luft durch Wasser für Pflanzen und Tiere?

Tab. 10: Ergebnistabelle Boden als Wasserspeicher

Die Speicherung von Wasser im Boden ist abhängig von ...
• den mineralischen und organischen Bestandteilen, Porengröße und Porenform
• der Korngröße: je feinkörniger ein Boden ist desto größer ist das Speichervolumen
• dem Anteil an Humus - Humusteilchen können viel Wasser speichern
• der Struktur des Bodens

Je nach Bodenart wird Wasser unterschiedlich stark festgehalten. Die Teilchengröße und der Humusgehalt bestimmen wie viel Wasser im Boden gespeichert wird.

(vgl. Bodenwerkstatt: Martin, 2009: 14)

6.2.4 pH-Wert-Bestimmung des Bodens

Hintergrund: Der pH-Wert des Bodens ist ein wichtiges chemisches Merkmal. Er beeinflusst die Verwitterung der mineralischen Ausgangsmaterialien, den Wasser- und Lufthaushalt des Bodens, die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen und die Aktivität von Mikroorganismen. Böden neigen bei einem Ungleichgewicht zur Versauerung. Sinkt der pH-Wert unter einen bestimmten Wert, so kommt es zu Verlagerungen von Humus- und Tonteilchen in den darunter liegenden Bodenhorizont. In einem sehr sauren Bodenmilieu können auch giftige Stoffe wie Aluminium in Lösung gehen, die für Pflanzen und andere Organismen schädlich sind. Gründe dafür sind Aktivitäten von Bodenorganismen, die Atmung von Pflanzenwurzeln oder andere Einflüsse von außen wie z.B. saurer Regen.

Versuchsdauer: Im Vorfeld sollte neben dem Bodenmaterial ein pH-Meter besorgt werden, der Versuch selbst dauert ca. 10 Minuten.

Material: Verschiedene Bodenproben, mehrere Probenröhrchen mit Deckel, pH-Meter.

Durchführung: Miss den pH-Wert der verschiedenen Bodenproben mit dem pH-Meter. Gibt dazu ca. 2 cm Bodenmaterial in das Röhrchen und gieße ungefähr die gleiche Menge Wasser dazu. Schüttle danach die Probe kräftig, stelle sie auf den Tisch und lass die Partikel ca. 1 Minute lang absetzen. Schalte das pH-Meter ein, entferne die Schutzkappe und spüle die Elektrode mit deionisiertem Wasser. Tupfe sie vorsichtig mit einem fusselfreiem Papiertuch trocken und tauche die pH-Elektrode in die überstehende Lösung (nicht ins Bodenmaterial!) im Probenröhrchen. Sobald der pH-Wert konstant ist, den Wert notieren (eine Kommastelle), die Elektrode mit Wasser spülen, trockentupfen und die Messung wiederholen. Aus den pH-Wert-Ergebnissen den Mittelwert für die verschiedenen Bodenproben berechnen.

Aufgaben für die SchülerInnen:

1. Überprüfe welcher pH-Wert in den meisten Böden vorherrscht.
2. Wofür ist der pH-Wert in Böden ausschlaggebend?
3. Was bedeuten die pH-Werte für die Lebensbedingungen von Tieren und Pflanzen?
4. Was passiert, wenn der pH-Wert in Böden unter einen gewissen Wert sinkt?
5. Wie kann der pH-Wert des Bodens wieder erhöht werden?

Böden haben normalerweise einen pH-Wert zwischen 3 und 8. Bei einem pH-Wert von 7 reagiert ein Boden neutral, darüber basisch und darunter sauer. Die meisten Lebewesen im Boden wie Bodentiere und Pflanzen bevorzugen einen pH-Wert im neutralen bis schwach sauren Bereich.

Tab. 11: Ergebnistabelle pH-Wert Boden

Der pH-Wert beeinflusst...
die Verwitterung der mineralischen Ausgangsmaterialien
den Wasser- und Lufthaushalt des Bodens
die Verfügbarkeit an Pflanzennährstoffen
die Aktivität der Mikroorganismen
Sinkt der pH-Wert...
finden Verlagerungen von Ton- und Humusteilchen in den darunter liegenden Bodenhorizont statt
gehen Stoffe in Lösung wie z.B. giftiges freies Aluminium (Al^{3+})
Ursachen für Versauerung sind...
Atmung der Pflanzenwurzeln
Aktivitäten von Bodenorganismen
äußere Einflüsse z.B. saure Niederschläge

(vgl. Bodenwerkstatt: Martin, 2009: 23)

6.3 Unterrichtsvorschlag zum Thema Gesteine

Ich möchte hier als Beispiel eine eigens zusammengestellte Unterrichtsstunde präsentieren. Dieser Unterrichtsentwurf zielt auf eine Einführung in die Geologie und die drei großen Gesteinsklassen und ihre Unterscheidung ab. Dieser Vorschlag wurde an einer Oberstufenklasse im Kollegium Kalksburg im 23. Bezirk in Wien getestet und kam gut bei den SchülerInnen und der anwesenden Biologielehrerin an.

Klasse	Thema	Lehrziel	Sozialform
7C	Gesteine	Kennenlernen der drei Gesteinsklassen Magmatite, Metamorphite und Sedimentgesteine anhand von Gesteinsproben	Frontalunterricht Tafelarbeit Overhead-Folie Gesteinsmaterial offenes Lernen

Beschreibung der Unterrichtseinheit:

Am 21.11.2013 unterrichtete ich die 7C zum Thema Gesteine. Einleitend wurde die Frage behandelt, wieso wir hier im Biologieunterricht eigentlich Geologie lernen. Ich erklärte den SchülerInnen den Zusammenhang mit Plattentektonik und Evolution sowie Gesteinen und Boden. Nachfolgend wurde der Unterschied zwischen einem Mineral und einem Gestein erklärt. Anschließend wurde ein Tafelbild mit den Überschriften Magmatite (Erstarrungsgesteine), Metamorphite (Umwandlungsgesteine) und Sedimentgesteine (Ablagerungsgesteine) angefertigt. Passend zu den Gesteinsbeispielen (Granit, Basalt, Gneis, Marmor, Kalkstein, Sandstein) wurde auf praktische Aspekte eingegangen. Es wurde erwähnt, dass die Stufen des Parlaments aus Granit bestehen oder der Stephansdom aus Kalksandstein aufgebaut ist. Zur Darstellung und Erklärung des Gesteinskreislaufes wurden anschließend zwei Overheadfolien verwendet. Die letzten 15 Minuten bekamen die SchülerInnen ein Arbeitsblatt ausgeteilt. Mithilfe dieses Blattes sollten sie aus den vorne aufgelegten Gesteinen eines aussuchen und näher analysieren. Dazu wurden ca. 10 Gesteine aus der Biokammer geholt und als Anschauungsbeispiele vor den SchülerInnen aufgelegt. Es wurden drei Steckbriefe, mit Merkmalen von jeweils drei Gesteinen pro Blatt zur zusätzlichen Orientierung vorbereitet.

6.3.1 Unterrichtsplanung

1. Einführung

Was ist Geologie, was hat sie mit Biologie zu tun? Wofür brauchen wir sie? Woher kommen Gesteine? Baumaterial (Granit, Marmor), Alltagsbeispiele: Stephansdom (Kalksandstein bzw. Leithakalk).

2. Was ist ein Mineral, was ein Gestein?

Tab. 12: Unterschied Mineral vs. Gestein

Mineral	Gestein
homogen (physikalisch und chemisch) natürlicher Festkörper der Erde anorganisch kristallisiert definiert durch chem. Zusammensetzung	heterogen Naturkörper besteht aus Mineralen (Mineralaggregat) definiert durch mineralogische Zusammensetzung und Gefüge (Textur)
<u>Bsp:</u> Quarz (SiO_2), Feldspat, Glimmer, Hornblende, Calcit (CaCO_3), Hämatit, Magnetit	<u>Bsp:</u> Basalt, Granit, Gabbro, Gneis, Marmor

3. Gesteinsunterteilung

Tafelbild: Magmatische Gesteine, metamorphe Gesteine, Sedimentgesteine

Gesteine werden unterteilt in...

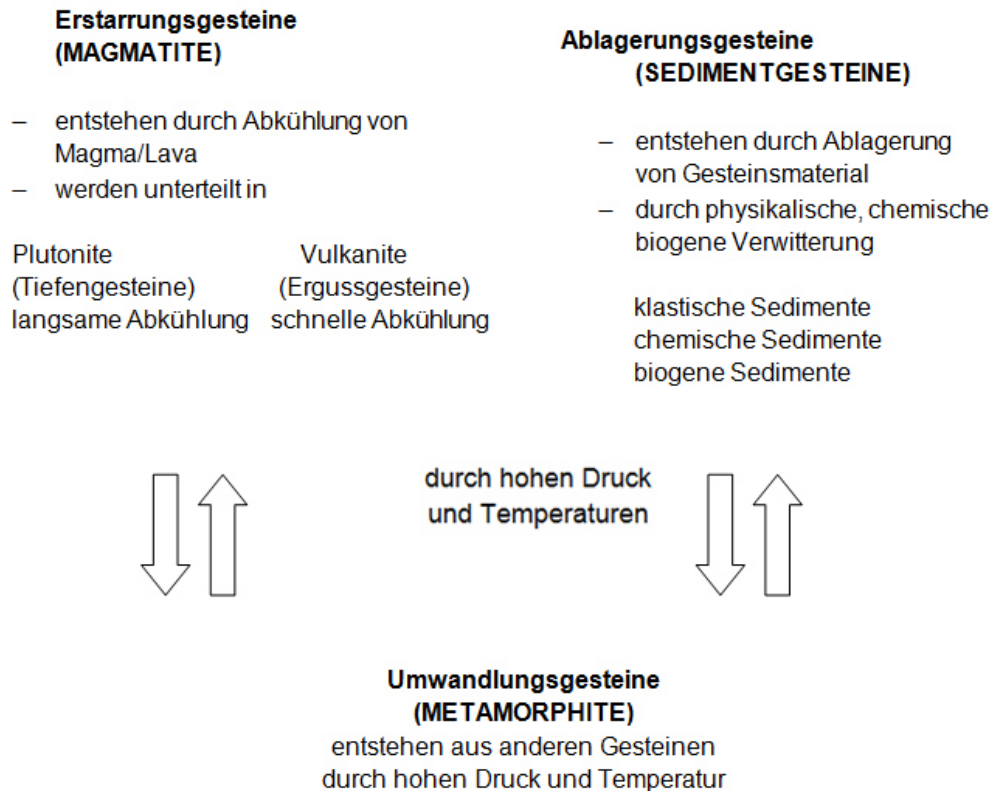


Abb. 28: Tafelbild Gesteinsunterteilung

(vgl. von mir erstelltes Tafelbild)

4. Gesteinskreislauf

Folgende Overhead-Folien wurden den SchülerInnen präsentiert:

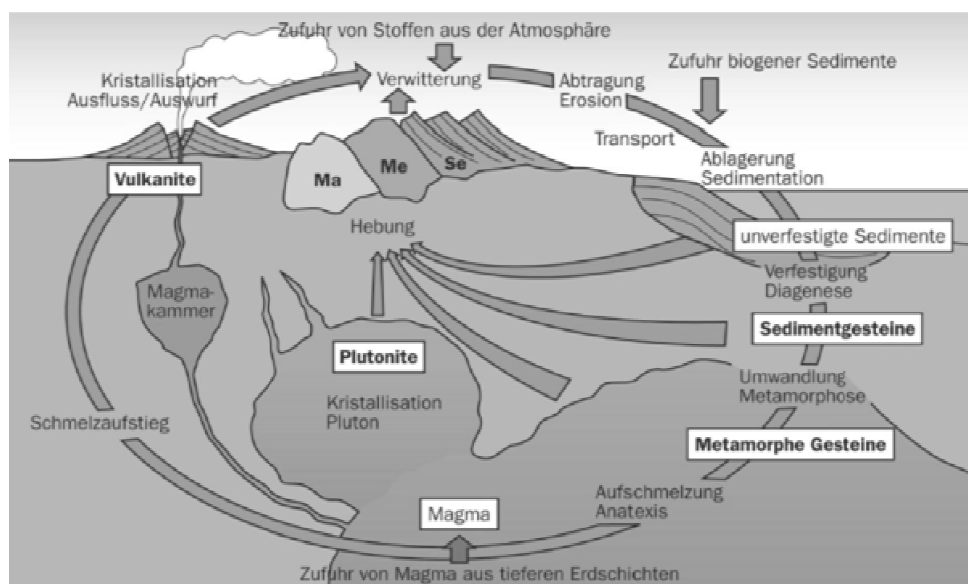


Abb. 29: Overheadfolie Gesteinskreislauf 1

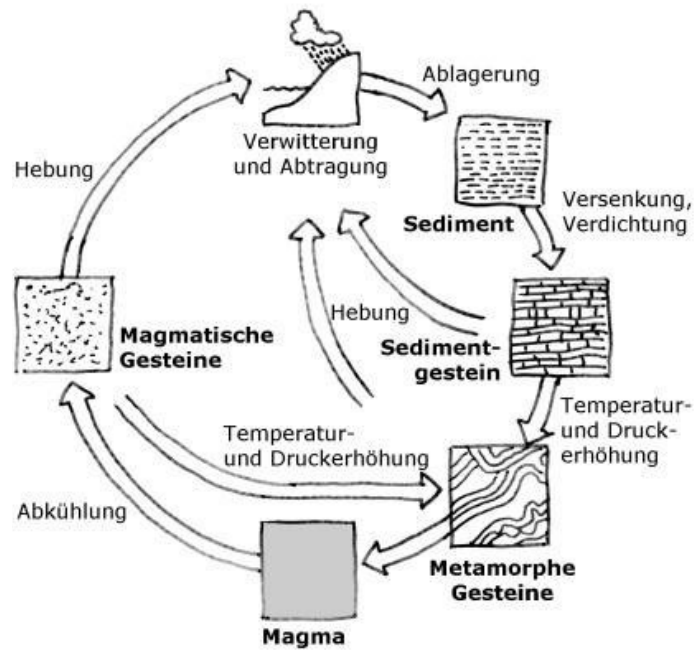


Abb. 30: Overheadfolie Gesteinskreislauf 2

5. Welche Struktur können Gesteine haben?

feinkörnig, grobkörnig, porös, weich, gut spaltbar, Bänderung (Schieferung), glatt, rau, glänzend, feine Masse, matt, leicht abreibbar

Tab. 13: Struktur der Gesteine

Magmatite		Sedimentgesteine	Metamorphite
Vulkanite (Ergussgestein)	Plutonite (Tiefengestein)		
feinkörnig, oft einheitliche Grundmasse, mit Einsprenglingen, hohe Festigkeit und Dichte	sichtbare große Kristalle, regellos angeordnet, hohe Festigkeit und Dichte	Schichtung, porös und weich, leicht abreibbar, Gesteinstrümmer sichtbar, können Fossilien enthalten	sichtbare Schieferung bzw. Bänderung, Parallelstruktur, oft gut spaltbar
Basalt Porphyry Rhyolith	Granit Gabbro Syenit	Sandstein, Kalkstein, Kohle, Brekzie, Konglomerat, Tuff, Salze, Schiefertone, Löss	Gneis, Glimmerschiefer, Marmor, Phyllit, Tonschiefer, Quarzit

6. Offenes Lernen

Sechs Gesteine zur Auswahl (Granit, Basalt, Gabbro, Pegmatit, Gneis, Glimmer, Marmor, Salzstein, Kalkstein, Tuff)

<u>Kennenlernen von Gesteinen</u> Name: Wähle dir ein Gestein A , B , C , D , E , F (Markiere das ausgewählte Gestein) Wie würdest du das Gefüge beschreiben (Struktur und Textur, Korngröße, Kornform)? Fertige dazu eine Skizze zu deinem Gestein an! Tausche dich danach mit deinem Sitznachbar über euer Gestein aus. Was siehst und fühlst du (Farbe, Härte, Struktur, Glanz, Bruch etc.)? Das Gestein ist ein ... magmatisches Gestein ☐ metamorphes Gestein ☐ Sedimentgestein ☐
--

Abb. 31: Handout Gesteinsbestimmung

(vgl. Kennenlernen von Gesteinen: Idee adaptiert von:
Gier/Koller: LV- UE Boden- und Gesteinskunde Lehramt, Universität Wien)

Verwendete Gesteinssteckbriefe zum Thema Gesteine

Granit:



Merkmale: Farbe grau, gelblich, bräunlich, bläulich, rötlich bis rot; häufig dunkle glitzernde Bestandteile; Gefüge des Granits ist grobkörnig, es ist ein relativ hartes Gestein

Entstehung: durch sehr langsame Abkühlung glutflüssiger Gesteinsschmelze (=Magma) in der Tiefe der Erdkruste

Verwendung: graue Sorten als Pflaster-, Rand- und Grenzsteine, farbige Granite dienen als Rohstein für Skulpturen und Statuen, geschliffen und poliert wird Granit als Fußboden genutzt

Basalt:



Merkmale: Farbe grau, blaugrau bis schwarz, seltener bräunlich bis braunrot. Gefüge des Basalts gewöhnlich feinkörnig bis dicht, gelegentlich kleine Hohlräume, Basalt ist fest und zäh

Entstehung: durch relativ rasche Abkühlung einer bis zur Erdoberfläche aufgedrungenen Gesteinsschmelze

Verwendung: als Bruchschotter und Splitt, geschmolzener Basalt ist Rohstoff für Mineralwolle und Bodenplatten

Pegmatit:



Merkmale: Die Farbe variiert mit dem Mineralbestand, hell oder dunkel aber vergleichsweise hell mit meist dunklen Einsprenglingen. Das Gefüge ist richtungslos, die Korngröße ist grobkörnig.

Entstehung: Pegmatit ist ein magmatisches Gestein, das durch Abkühlung von Magma im Erdinneren entsteht (=Plutonit).

Verwendung: Neben der Nutzung als Arbeitsplatte, Wandverkleidung und Bodenbelag, sind Pegmatite für die Gewinnung der enthaltenen Mineralen von Bedeutung (Feldspat, Quarz, Glimmer...).

Marmor:



Merkmale: Farbe selten rein weiß, meist geflammt, gefleckt, gemasert oder gestreift, in allen Farbtönen möglich; Gefüge kompakt; Mineralien mit bloßem Auge erkennbar (z.B. Glimmer)

Entstehung: durch Umwandlung aus Kalkstein infolge großer Drücke und hoher Temperaturen

Verwendung: z.B. für Innenarchitektur, Bildhauerarbeiten, Ornamente, Fassadenverkleidungen

Gneis:



Merkmale: Farbe vorherrschend grau, aber auch bräunlich, rötlich, grünlich möglich; Gefüge grobkörnig mit erkennbarer Parallelstruktur

Entstehung: durch Umwandlung kieselsäurereicher Gesteine (z.B. Granit, Sandstein) als Folge großer Drücke und hoher Temperaturen

Verwendung: als Baustein und Bruchschotter, für Wandplatten, früher auch als Dachplatten genutzt

Glimmerschiefer:



Merkmale: Farbe gewöhnlich hell; Gefüge grobkörnig mit deutlicher Parallelstruktur (Schieferung); Glimmerteilchen mit bloßem Auge erkennbar

Entstehung: durch Umwandlung aus tonigen und sandigen Gesteinen als Folge großer Drücke und hoher Temperatur

Verwendung: gelegentlich als plattiger Baustein

Sandstein:



Merkmale: Farbe meist gelb und braun, auch andere Farben möglich; Gefüge kann sehr locker bis kompakt sein, geringe Härte, daher gut ritzbar, Sandsteine sind immer geschichtet

Entstehung: Verfestigung von angesammeltem Sand, häufig in Mündungsbereichen von Flüssen entstanden

Verwendung: als Baustein, früher für Dome, Burgen, repräsentative Gebäude, heute außerdem für Bodenplatten und zur Fassadengestaltung

Kalkstein:



Merkmale: Farbe weiß, wenn nahezu reiner Kalkstein, kann aber in allen Farbtönen erscheinen; Gefüge sehr kompakt, fein oder grobkörnig

Entstehung: im Meer, aus Bruchstücken tierischer und pflanzlicher Hartteile kalkiger Zusammensetzung (z.B. Kalkalgen, Korallen), häufig sind Teile einstiger Lebewesen zu erkennen

Verwendung: als Straßenschotter, als Baustein und für Dekorplatten

Steinsalz:



Merkmale: Farbe leicht bräunlich, grau, schwarz oder rötlich gefärbt, mit durchsichtigen oder durchscheinenden leicht löslichen Kristallen; salziger Geschmack, unter Druck kann es zu fließen beginnen

Entstehung: entsteht aus stark salzhaltigem Wasser z.B. in Salzseen

Verwendung: als Speisesalz, außerdem als wichtiger Rohstoff für die chemische Industrie z.B. zur Herstellung von Salzsäure

Abb. 32: Gesteinskasten Kopiervorlagen

6.3.2 Informationsmaterial für LehrerInnen

Hier sollen wertvolle Tipps und Möglichkeiten sowie interessante Links zum Thema Erdwissenschaften für den Schulunterricht aufgelistet werden.

- **Unterrichtsbehelfe:**

Rohstoffkoffer „Was steckt im Handy“: Dieser Unterrichts-Materialkoffer, der von Dipl. Geol. Britta Bookhagen entwickelt wurde, ist für LehrerInnen mit naturwissenschaftlichen Fächern gedacht, die anhand der Rohstoffe eines Mobiltelefons ein aktuelles interdisziplinäres Thema unterrichten wollen. SchülerInnen ab der 7. Schulstufe bekommen durch den Alltagsgegenstand „Handy“ Einblick in die Herkunft, Verwendung und Wiederverwertung unserer Rohstoffe. Er enthält Mineralien, Gesteine und industrielle Rohstoffe, die eine Beziehung zwischen Geologie und Alltag schaffen, sowie eine ausführliche Hintergrundbroschüre mit Arbeitsbögen für den Unterricht. Erhältlich ist der Rohstoffkoffer im Naturhistorischen Museum Wien.

GEOLAB® - Mein erstes Geologie-Labor: Ist ein interaktiver Lehrbehelf für den naturwissenschaftlichen Unterricht ab der 5. Schulstufe. Dieser Materialkoffer stellt den ersten Kontakt mit dem Reich der Steine her, wobei SchülerInnen auf spielerische Weise Minerale, Gesteine und Fossilien bestimmen und kennenlernen sollen. Dadurch wird versucht, SchülerInnen Kenntnisse von einem eher vernachlässigten Teil unserer Umwelt zu lehren. GEOLAB® enthält 20 Minerale, Gesteine und Fossilien, eine Lupe, einen Magnet und eine Strichtafel. Zusätzlich gibt es ein Schülerbeihäft mit Versuchsanleitungen und eine Bestimmungstafel. Er wird von der österreichischen geologischen Gesellschaft (ÖGG) in Zusammenarbeit im dem Wiener Naturhistorischen Museum zur Verfügung gestellt und kann ebenfalls dort bestellt werden.

Nähere Informationen zum Rohstoffkoffer und zum GEOLAB® unter: http://www.nhm-wien.ac.at/ausstellung/angebote_fur_schulen__kindergarten/schulen/lehrmittel.

„Das mobile Bodenlabor“ Bioforschung: Ist ein Projekt der Bio Forschung Austria und für Schuloberstufen gedacht. MitarbeiterInnen erklären die Demonstrationsobjekte anhand von Versuchen. Es sollen die Funktionen des Bodens, sein Wasserhaushalt, Stoffkreisläufe und Gefahren für den Boden durch den Menschen vermittelt werden. Außerdem werden Beispiele aufgezeigt, wie die biologische Landwirtschaft aktiv zur Hochwasservorbeugung und zum Bodenschutz beiträgt.

Diese Veranstaltung ist ebenfalls für alle Bodeninteressierte und kostenlos buchbar unter <http://www.unserboden.at/bodenserviceportal/>.

- **Exkursionen:**

Führungen für Schulklassen im Naturhistorischen Museum: Ausstellungsrundgänge, Aktionsführungen und Workshops werden zum Thema: System Erde - Minerale, Gesteine und ihre Entstehung angeboten. http://www.nhm-wien.ac.at/ausstellung/angebote_fur_schulen__kindergarten/schulen.

Nationalpark Kalkalpen: Geopark und geologischer Lehrpfad in Windischgarsten. <http://www.kalkalpenweg.at/sehenswertes/pyhrn-priel/geopark.html>.

GeoDorf Gams bei Hieflau: befindet sich im Naturpark Steirische Eisenwurzten, GeoZentrum, Geologie Ausstellung, Erlebnistour am Geopfad, GeoWerkstatt, Projekt- und Wandertage. <http://www.geoline.at/angebote/schulen/>.

Geopark Karnische Alpen macht Schule: Geowanderungen, Indoorprogramme, individuelle Programme, Schulworkshops bis zu mehrtägige geführte Wanderungen. <http://www.geopark-karnische-alpen.at/Schulprogramm.1342.0.html?&L=0>.

Geopark Karawanken: Geoparkwoche, Geo-Nachrichten, Geo-Projekttage, Geo-Spiele, Unterrichtsmaterial. www.geopark-karawanken.at.

Geotrail Kapfenstein: Geo-Info, Geo-Trail des Kapfensteiner Vulkans. www.kapfenstein.at.

Bodenlehrpfade in Österreich: Taferlklausen und Wanderwege. <http://www.bodenlehrpfad.at/>.

„Bodenklassenzimmer“ St. Peter in der Au: Geologischer Themenweg- Böden und ihre Funktionen. www.unserboden.at oder http://www.unserboden.at/files/folder_stpeter.pdf.

„Bodenreich“ - Bodenlehrpfad Agrarium:

<http://www.agrarium.at/agrarium/bodenlehrpfad.html>.

Bodenlehrpfade in Oberösterreich (Thema Umwelt-Boden): <http://www.land-oberoesterreich.gv.at/>.

Schulworkshop Boden macht Schule:

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/boden/schule/seminare/>.

Wir sind Boden- Ein Projekttag für Schulen: Bodenprojekte, Bodenwissen, Bildungsangebote. <http://www.bildungsschmiede.at/>.

Soilcaches: Bodeninformation für Abenteuerlustige: http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/ooe/hs.xsl/126375_DEU_HTML.htm und www.geocaching.com.

- **Weitere interessante Tipps und Links:**

Geologie

Österreichische Geologische Gesellschaft : <http://www.geol-ges.at/>.

Geologische Bundesanstalt: <https://www.geologie.ac.at/>.

Gesteine - Baumaterial unserer Erde: <http://www.gesteine-projekt.de/>.

Digitale Geologische Übersichtskarte Österreich: <http://geomap.geolba.ac.at/>.

Planet Erde. Erdwissenschaften zum Nutzen der Menschheit: <http://www.geologie-ist-alles.at/>.

Datenbank für Mineralien, Fossilien, Gesteine: <http://www.mineralienatlas.de/>.

Informationsplattform Geologie: <http://www.geologieinfo.de/>.

Geologe Magnus Lantschner: Geologische Exkursionen, Schulungen und andere Bildungsprogramme sowie Lehrbehelfe. <http://www.lantschner.priv.at/>.

Spielpädagogik zum Thema Erdgeschichte: Diplomarbeit „Erdgeschichte im Schulunterricht“ von Britta Platt.

Boden

Bodenplattform Österreich: <http://www.bodeninfo.net/>.

Entdeckungsreise durch die Bodenschichten: www.bodenkompass.at.

Gute Informationsseite zum Thema Boden: <http://www.bodenwelten.de/>.

Unser Boden wir stehen drauf!: Bodenbewusstsein, BodenTATENbank, Bodenkarte, Bodenschutz. <http://www.unserboden.at/>.

Digitale Bodenkarte von Österreich:

http://gis.lebensministerium.at/eBOD/frames/index.php?&gui_id=eBOD.

Lehrmaterial wie Graphiken, Broschüren, Filmmaterial zum Boden:

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/boden/schule/>.

HyperSoil - Entwicklung einer hypermedialen Lernumgebung zum Themenfeld Boden.

<http://hypersoil.uni-muenster.de/>.

7) Literatur

- Arienti, Henriette/Gridling, Helga/ Katzensteiner, Klaus/Wurz, Ingrid (2012): ganz klar: Biologie 3. Wien: Jugend und Volk.
- Atteslander, Peter (2008): Methoden der empirischen Sozialforschung. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Bahlburg, Heinrich/Breitkreuz, Christoph (2012): Grundlagen der Geologie. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.
- Berg, Thore / Rößing - Böckmann, Monika (2003) Unterrichtsmaterialien zum Thema Boden. I. und II. Sekundarstufe. Regierungspräsidium Karlsruhe: Baden Württemberg.
- Biegl, Christine-Eva (2012): Begegnungen mit der Natur 3. Wien: öbv.
- Burgstaller, Johann/ Schullerer, Peter (2010): B & U 3. Biologie und Umweltkunde . Linz: Veritas Verlag.
- Dobers, Joachim/ Schirl, Karl u.a.: Über die Natur 3 (2002). Wien: E. DORNER Verlag.
- Dobers, Joachim/ Schirl, Karl u.a. (2007): Erlebnis Natur 3. Wien: E. DORNER Verlag.
- Drexler, Margit/ Grössing, Helga/ Hellerschmidt, Brigitte (2013): Biologie für alle 3. Wien: Olympe.
- Driza, Manfred/Cholewa, Georg (2003): Leben und Umwelt kompakt, Band 3. Wien: Ed. Hölzel.
- Gläser, Jochen/ Laudel, Grit (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. Wiesbaden: VS Verlag. 4.Auflage.
- Hännl, Heinz/ Kopeszki, Hubert/ Tezner, Herbert (2002): Welt des Lebens 3. Graz: Leykam.
- Jaenicke, Joachim/ Jungbauer, Wolfgang/ Gereben-Krenn, Barbara-Amina u.a.(2003): BIO LOGISCH 3. Wien: E. DORNER Verlag.
- Jilka, Susanna/ Kadlec, Vera (2010): BioTOP 3 Wien: öbv.
- Keil, Manfred/ Ruttner, Bernt u.a.(2004): BIOS 3. Wien: E. DORNER Verlag.
- Kugler, Robert (2004): BIO BUCH 3. Wien: Ed. Hölzel.
- Lamnek, Siegfried (2005): Qualitative Sozialforschung. Weinheim/Basel: Beltz Verlag.
- Martin, Ursula (2009): Bodenwerkstatt- Kompetenzerwerb durch Experimentieren. Hamburg: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt.
- Mayring, Philipp/ Gläser-Zikuda, Michaela (2008): Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. Weinheim/Basel: Beltz Verlag. 2.Auflage.
- Murawski, Hans/Meyer, Wilhelm (2010): Geologisches Wörterbuch. Heidelberg: Spektrum Verlag.
- Pfiffner, O. Adrian/ Engi, Martin/ Schlunegger, Fritz / Mezger, Klaus / Diamond, Larryn (2012): Erdwissenschaften. UTB basics. Stuttgart: Haupt Verlag.

- Roch, Katalin (2010): Boden- Eine Lehrerhandreichung. Görlitz: Senckenberg Museum für Naturkunde. Gefördert durch Deutsche Bundesstiftung Umwelt.
- Rogl, Helga/Bergmann, Laura (2005): Biologie aktiv 3: Graz: Leykam.
- Scheffer, Fritz /Schachtschabel, Paul/ Blume, Hans-Peter /Brümer, Gerhard ua. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg: Spektrum Verlag.
- Schermaier, Andreas/ Weisl, Herbert (2010): bio@school 3. Linz: Veritas Verlag.
- Schirl, Karl/ Möslinger, Eva (2013): Expedition Biologie 3. Wien: E. DORNER Verlag.
- Stacherl, Heidi (2007): Wir begreifen Boden. Unterrichtshilfe für den Themenbereich Boden mit Hintergrundinformationen und praktischen Tipps zur Umsetzung. Wien: Klimabündnis Österreich. Gefördert durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft.
- Stahr, Karl /Kandeler, Ellen /Herrmann, Ludger /Streck, Thilo (2012): Bodenkunde und Standortlehre. Stuttgart: Ulmer UTB.

Internetquellen

- BMUKK (2013): Lehrplan Biologie und Umweltkunde AHS Unterstufe:
http://www.BMUKK.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_unterstufe.xml [Zugriff am 26.08.2013]
- BMUKK (2013): Lehrplan Biologie und Umweltkunde NMS:
http://www.BMUKK.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_nms.xml [Zugriff am 09.09.2013]
- BMUKK (2013): Lehrplan für Biologie und Umweltkunde. AHS Oberstufe:
http://www.BMUKK.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.xml [Zugriff am 28.08.2013]
- NMS-Umsetzungspaket: BGBl. II - Ausgegeben am 30. Mai 2012 - Nr. 185. 1-108.
http://www.BMUKK.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_nms.xml [Zugriff am 09.09.2013]
- BMUKK: Artikel I: Allgemeiner Teil: Verordnung der Bundesministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur. <http://www.BMUKK.gv.at> [Zugriff am 30.08.2013]
- Änderung des Schulorganisationsgesetzes. BGBl: Artikel 1. Nr. 242/1962
www.parlament.gv.at [Zugriff am 30.08.2013]

Schulbuchliste 13/14 des Bundesministerium für Unterricht, Kunst, Kultur:

http://www.BMUKK.gv.at/schulen/unterricht/schulbuch/schulbuchlisten_2013_2014.xml

[Zugriff am 12.08.2013]

Diplomstudienplan Lehramt Biologie und Umweltkunde an der Universität Wien (2012):

<http://ssc-lebenswissenschaften.univie.ac.at/studienrichtungen/biologie/curricula-studienplaene/> [Zugriff am 21.04.2014]

Diplomstudienplan Lehramt Biologie und Umweltkunde an der Universität Graz (2013):

https://online.uni-graz.at/kfu_online/wbMitteilungsblaetter.display?pNr=527070 [Zugriff am 21.04.2014]

Diplomstudienplan Lehramt Biologie und Umweltkunde an der Universität Innsbruck

(2011): http://www.uibk.ac.at/fakultaeten-servicestelle/pruefungsreferate/gesamtfassung/la-natwi_stand-01.10.2011.pdf [Zugriff am 21.04.2014]

Studienplan Bachelor Biologie und Umweltkunde an der Universität Salzburg (2013):

https://online.uni-salzburg.at/plus_online/wbMitteilungsblaetter.display?pNr=241797 [Zugriff am 21.04.2014]

Diplomstudienplan Lehramt Biologie und Umweltkunde an der Universität Salzburg (2012):

http://www.unisalzburg.at/fileadmin/multimedia/Fakultaetsbuero%20Naturwissenschaftliche%20Fakultaet/documents/Studienplan_NW-Lehramtsstudium_2012.pdf

[Zugriff am 21.04.2014]

Interviews

Anonymisierte Interviews (1-20) mit BiologielehrerInnen an AHS/NMS in Österreich.

Alternativschule: Rudolf-Steiner Schule Mauer

Ansprechperson BMUKK: Mag. Kasparovsky Eva. Abteilung I. Allgemein bildendes Schulwesen in Österreich, Bildungsforschung und Qualitätsentwicklung im Schulsystem.

Quellen zum Abbildungsverzeichnis

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Abb.1-10: eigene Erhebung

Abb.11: B&U 3: <http://www.veritas.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.12: Begegnungen mit der Natur 3: <http://www.oebv.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.13: Biobuch 3: <http://www.veritas.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.14: BIOS 3: <http://www.westermann.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.15: bio@school 3: <http://www.veritas.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.16: Biologie für alle 3: <http://www.oebv.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.17: Biologie aktiv 3: <http://www.oebv.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.18: Bio TOP 3: <http://www.oebv.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.19: Erlebnis Natur 3: <http://www.westermann.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.20: Expedition Biologie 3: <http://www.westermann.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.21: Ganz Klar Biologie 3: <http://www.oebv.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.22: Leben und Umwelt 3: <http://www.hoelzel.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.23: Welt des Lebens 3: <http://www.hoelzel.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.24: Über die Natur 3: <http://www.westermann.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.25: Bio Logisch 3: <http://www.westermann.at> [Zugriff am 07.01.2014]

Abb.26-27: eigene Erhebung

Abb.28: eigenes erstelltes Tafelbild

Abb.29: Gesteinskreislauf: gefunden auf der Seite www.gymneufeld.ch [09.01.2014]

Abb.30: Schneider, Jens: http://www.herborner-mineralienfreunde.de/?page_id=146 [Zugriff am 09.01.2014]

Abb.31: Idee adaptiert von Gier/Koller aus der LV Boden-u. Gesteinskunde an der Universität Wien

Abb.32: Gesteinskasten Kopiervorlagen Blatt 1:

http://www.erdkunde.com/vdsg_lv/bay/unterricht/arbeitsblaetter.htm [Zugriff am 26.05.2014]

Quellen zum Tabellenverzeichnis

Tab. 1- 5: eigene Darstellung

Tab. 6: Ergebnistabelle zur mineralischen Zusammensetzung des Bodens: Roch, Katalin (2010): Boden- Eine Lehrerhandreichung. Görlitz: Senckenberg Museum für Naturkunde. Gefördert durch Deutsche Bundesstiftung Umwelt: 70.

Tab. 7: Ergebnistabelle Kalkgehalt in Böden: Berg, Thore / Rößing - Böckmann, Monika (2003) Unterrichtsmaterialien zum Thema Boden. I. und II. Sekundarstufe. Regierungspräsidium Karlsruhe: Baden Württemberg: 114.

Tab. 8: Ergebnistabelle Fingerprobe: verändert nach: Roch, Katalin (2010): Boden- Eine Lehrerhandreichung. Görlitz: Senckenberg Museum für Naturkunde. Gefördert durch Deutsche Bundesstiftung Umwelt: 20.

Tab. 9: Hilfestellung Boden: Roch, Katalin (2010): Boden- Eine Lehrerhandreichung. Görlitz: Senckenberg Museum für Naturkunde. Gefördert durch Deutsche Bundesstiftung Umwelt: 20.

Tab. 10: Ergebnistabelle Boden als Wasserspeicher: Martin, Ursula (2009): Bodenwerkstatt- Kompetenzerwerb durch Experimentieren. Hamburg: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt: 14.

Tab. 11: Ergebnistabelle pH-Wert Boden: Martin, Ursula (2009): Bodenwerkstatt- Kompetenzerwerb durch Experimentieren. Hamburg: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt: 23.

Tab. 12: Unterschied: Mineral vs. Gestein: eigene Zusammenfassung

Tab. 13: Struktur der Gesteine: Magmatite, Sedimentgesteine, Metamorphite: Arbeitsblatt 1: <http://www.gesteine-projekt.de/> [09.01.2014]

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name:	Viktoria Höfferer
Geburtsdatum:	09.05.1990
Geburtsort:	Klagenfurt
Staatsangehörigkeit:	Österreich

Ausbildung

1996 bis 2000	Volksschule Straßburg
2000 bis 2008	Matura am BG/BRG St. Veit a. d. Glan
2008 bis 2011	Bachelorstudium der Publizistik und Kommunikationswissenschaft an der Universität Wien (abgeschlossen)
2010 bis 2015	Lehramtsstudium Französisch & Biologie an der Universität Wien

Berufliche Erfahrung und studienbegleitende Tätigkeiten

Juli 2006	Sprachaufenthalt mit Sprachkurs in St.Raphael und Nizza/ Frankreich
Juli 2007	Kinderkrippe „Die Burgspatzen“ Betreuung
April/Mai 2009	Werbeagentur Kraftart Communication Promotion/Eventmanagement
September 2009	Tageszeitung KURIER in Wien Praktikum Ressort Sonntag
Juni 2010 bis September 2010	Vier Pfoten: Praktikum internationale Pressearbeit Assistenz und Vertretung der Pressesprecherin
August 2012	Sprachaufenthalt in Aurignac/ Frankreich

Ende August 2014 bis
Jänner 2015

Aupair Aufenthalt in Castres/Frankreich

Zusätzliche Qualifikationen

Sprachen

Englisch und Französisch fließend in Wort und Schrift

EDV

Gute PC- Kenntnisse (MS-Office, Adobe Photoshop)