Englischsprachiger Chemieunterricht in Theorie und Praxis

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
einer Magistra der Naturwissenschaften

an der Karl-Franzens-Universität Graz

vorgelegt von
Olivia BRAUNSCHMID

am Institut für Chemie
Begutachter: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Kroutil
Betreuung: Mag. Josefine Jaritz

Graz, 2018

INHALTSVERZEICHNIS

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG **4**

DANKSAGUNG **5**

ZUSAMMENFASSUNG **6**

ABSTRACT **7**

1 EINFÜHRUNG **8**

1.1 KONZEPTE DES FREMDSPRACHIGEN UNTERRICHTS 8

1.2 HISTORISCHER ÜBERBLICK DES FREMDSPRACHIGEN UNTERRICHTS IM EUROPÄISCHEN KONTEXT 11

1.3 VORTEILE UND RISIKEN DES FREMDSPRACHIGEN FACHUNTERRICHTS 14

1.4 ZIELSETZUNG 17

2 UNTERSUCHUNG DES ENGLISCHSPRACHIGEN CHEMIEUNTERRICHTS AN STEIRISCHEN SCHULEN **19**

2.1 METHODISCHE VORGANGSWEISE BEI DER BEFRAGUNG 20

2.2 ERGEBNISSE DER ALLGEMEINBILDENDEN HÖHEREN SCHULE (AHS) 21

2.3 ERGEBNISSE AN HÖHEREN TECHNISCHEN BUNDESLEHRANSTALTEN (HTBLA) 31

2.4 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG 33

3 UNTERRICHTSPRAKTISCHER TEIL **40**

3.1 GRUNDSÄTZE FÜR DIE ERSTELLUNG DER ARBEITSMATERIALIEN 41

3.2 ARBEITSMATERIALIEN FÜR DIE SEKUNDARSTUFE 1 44

3.2.1 Arbeitsmaterialien zum Kapitel Alkohol *44*

3.2.1.1 Molekülmodell-Vergleich zum Thema Ethanol 44

3.2.1.2 Expertengruppen zum Thema Ethanol 45

3.2.1.3 Mini-Destillation von Alkohol 56

3.2.1.4 Interaktive PowerPoint zum Thema Nomenklaturregeln von Alkohol 61

3.2.1.5 Arbeitsblatt zum Thema Nomenklatur von Alkoholen 63

3.2.2 Arbeitsmaterialien zum Kapitel Treibhauseffekt und Klimawandel *66*

3.2.2.1 Guess the Topic zum Thema Treibhauseffekt 66

3.2.2.2 Experiment zur Simulation des Treibhauseffektes 67

3.2.2.3 Arbeitsblatt zum Thema des natürlichen Treibhauseffekts 72

3.2.2.4 Text-Puzzle zum Thema des natürlichen Treibhauseffekts 75

3.2.2.5 Poster-Präsentationen zum Thema Klimawandel 77

3.3 ARBEITSMATERIALIEN FÜR DIE SEKUNDARSTUFE 2 FÜR DIE HTBLA 87

3.3.1 Arbeitsmaterialien zum Kapitel Proteine *87*

3.3.1.1 Think-Pair-Share zum Thema Proteine 87

3.3.1.2 Arbeitsblatt zur Struktur der Proteine 88

3.3.1.3 Experiment zur Denaturierung von Proteinen 91

3.3.2 Arbeitsmaterialien zum Kapitel Kunststoffe *95*

3.3.2.1 Brainstorming und Kategorisieren von Alltagsgegenstände aus Kunststoff 95
3.3.2.2 Experiment zu Eigenschaften von Kunststoffen 96
3.4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION 99

BIBLIOGRAPHIE 102

ABBILDUNGSVERZEICHNIS 104

ARBEITSMATERIALVERZEICHNIS 105

TABELLENVERZEICHNIS 109

ANHANG 111

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt durch meine eigene Unterschrift, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die wörtlich oder inhaltlich den angegebenen Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Graz, am …… ……

Unterschrift

Danksagung

Ein herzliches Dankeschön an

meine Mitbetreuerin, Frau Mag. Jaritz, die mir immer mit Rat zur Seite gestanden ist,

meinen Hauptbetreuer, Herrn Prof. Dr. Kroutil, der mich dabei unterstützt hat, diese Arbeit umsetzen zu können,

alle Lehrpersonen, die mir ihre Expertise zur Verfügung gestellt haben,

Frau Prof. Gerstman, Frau Prof. Chemloul und Herrn Prof. Dellinger, die es mir ermöglicht haben, meine Arbeitsmaterialien in ihren Klassen zu testen,

meinem Freund, Jakob, der mir endlose Geduld geschenkt hat,

meine Eltern, Ansuela und Herbert, die immer ermutigende Worte für mich hatten,

meine Schwester, Verena, die mir mit wissenschaftlichen Ratschlägen zur Seite stand,

und schlussendlich meine Lernkameraden, Vanessa, Maria, Dani, Flo und Rebecca, ohne die das Schreiben nur halb so viel Freude gemacht hätte.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird der englischsprachige Chemieunterricht an Schulen der Sekundarstufe in der Steiermark und im europäischen Kontext beleuchtet. Es soll gezeigt werden, wie der englischsprachige Chemieunterricht sowohl für das Erlernen des Fachs als auch der Sprache zielführend umgesetzt werden kann.

Im ersten Teil der Arbeit wird ein Überblick über den Stand der Forschung im fremdsprachigen Unterricht gegeben. Es wird in die Konzepte des fremdsprachigen Unterrichts eingeführt und ein historischer Überblick der Entwicklung des fremdsprachigen Unterrichts im europäischen Kontext gegeben, sowie dessen Vorteile und Risiken erörtert.

Im zweiten Teil der Arbeit wird der fremdsprachige Chemieunterricht in der Steiermark näher untersucht. Dazu wurden Gespräche mit Lehrpersonen aus der Praxis geführt. Es wird gezeigt, dass in Österreich im überwiegenden Maße das Konzept *Englisch als Arbeitssprache* verwendet wird. Ebenso wird eine Einteilung des fremdsprachigen Unterrichts vorgeschlagen und darüber hinaus darin verwendete Methoden und Hilfestellungen zusammengefasst. Zusätzlich wurde die Einstellung der Lehrpersonen zum englischsprachigen Fachunterricht analysiert, wobei festgestellt wurde, dass die Lehrpersonen Großteils ein verlangsamtes Lerntempo oder Probleme beim Verständnis komplexer Inhalte feststellen, jedoch trotzdem große Chancen im Sprachgewinn sehen.

Im dritten Teil der Arbeit werden exemplarisch Arbeitsmaterialien für den englischsprachigen Chemieunterricht erstellt. Dabei wird auf Methodenvielfalt geachtet, die Möglichkeit zur Kommunikation schafft. Zusätzlich werden verschiedene Möglichkeiten der Unterstützung im fremdsprachigen Fachunterricht angewandt. Die Arbeitsmaterialien wurden an verschiedenen Schultypen in der Steiermark ausprobiert und Feedback von den SchülerInnen und den Lehrpersonen erhoben. Zusätzlich wurden Beobachtungen des Kommunikationsverhalten der SchülerInnen sowie deren Motivation bei der Bearbeitung der englischen Inhalte analysiert.

Abstract

This thesis deals with the foreign language content instruction in the subject chemistry in the context of secondary education in Austria. It shows how the English language can be used effectively for both the learning of content and language in the subject of chemistry.

In the first part of this work, an overview of the newest research is given, and the different concepts are discussed. Furthermore, an overview of the historical development and the advantages and risks are summarized.

In the second part of the thesis, the practice of English medium instruction in Chemistry is analyzed. For this, nine active teachers from Styrian secondary schools were interviewed. It could be shown that the most common concept used in Styria is the Austrian model of *English als Arbeitssprache*. Additionally, the different schools were categorized due to the form of foreign language content instruction they practice. Finally, the teacher's attitudes towards foreign language content instruction were summed up. It was found that, while most teachers feel that instruction in the mother tongue is more effective, they still rate this form of education highly positive as a way of improving language skills.

In the third part of the thesis, exemplary teaching materials were created according to methodological principles of foreign language content education. Emphasis has been placed on using a range of different methodological approaches. Additionally, the concept of scaffolding was used. The materials were created with a focus on giving students a chance to communicate. The teaching materials were tested at secondary schools in Styria and evaluated through questionnaires collected from students and teachers. For secondary level I, the materials were created for high schools, while for secondary level II the materials were created for vocational schools. The communicative behavior and the motivation of students to use English as a medium of instruction was analyzed.

1 Einführung

1.1 Konzepte des fremdsprachigen Unterrichts

In einer zunehmend globalen Welt wird der Druck international kommunizieren zu können immer größer. Seit dem Ende des 20. Jahrhunderts gewinnt daher der fremdsprachige Unterricht als Möglichkeit zur Verbesserung der Fremdsprachenkompetenz zunehmend an Bedeutung. In vielen Teilen der Welt entstanden Konzepte und Ideen dafür.

Durch die Vielzahl an Quellen zu diesem Thema ist es herausfordernd, klare Definitionen der wesentlichen Konzepte zu finden. Oft wurde im Laufe der Entwicklung ein Begriff mehrmals verschieden definiert. Die Definitionen sind sowohl von der Zeitperiode als auch von den lokalen Gegebenheiten der Autorin oder des Autors abhängig. Zusätzlich werden einige Begriffe synonym verwendet. So schreibt Dalton-Puffer „in fact, whether a concrete program is referred to as immersion or CLIL often depends as much on its cultural and political frame of reference as on the actual characteristics of the program"[1]. Da die Begrifflichkeiten also verwirrend sind, wird in diesem Teil der Arbeit versucht, zentrale Konzepte zu definieren und ihre Probleme aufzuzeigen. Dabei wird besonders auf die im österreichischen Kontext verwendeten Begriffe eingegangen.

Um allgemein über das Konzept des Unterrichtes in einer anderen Sprache als der Muttersprache zu sprechen, wird in dieser Arbeit der Begriff des *fremdsprachigen Unterrichts* bzw. im speziellen des *englischsprachigen Unterrichts* verwendet. Dieser Überbegriff ist nicht vorbelastet. Er wird normalerweise nicht verwendet und kann so als Überbegriff für die verschiedenen Spielarten dieser Form des Unterrichts verwendet werden.

Einer der ersten Konzepte des fremdsprachigen Unterrichts war *Immersion Education.* Dieses Konzept wurde in Kanada in den 60er-Jahren eingeführt. Bei dieser Form des fremdsprachigen Unterrichts wird der Regelunterricht zum Teil (partial immersion) oder vollständig (total immersion) in der Fremdsprache gehalten, meist ohne expliziten Sprachunterricht. Dabei haben normalerweise beide Sprachen einen hohen Status [2]. Die ersten Programme wurden von englischsprachigen Eltern in der französischen Region von Quebec ins Leben gerufen und das Konzept erwies sich als erfolgreich. [3]. In Österreich wird dieser Begriff und auch dieses Konzept kaum eingesetzt.

In Österreich wurde Anfang der 90er-Jahre der Begriff *Englisch als Arbeitssprache* (EAA) eingeführt. In der Praxis wird der Begriff für Programme der allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) und manchmal auch im Bereich der berufsbildenden höheren Schulen (BHS)

verwendet. Während der Begriff *Englisch als Arbeitssprache* in der Praxis noch heute große Anwendung findet, ist er in neuerer Literatur kaum mehr zu finden. In einem von Abuja et al. im Jahre 1993 verfassten Bericht des *Zentrums für Schulversuche und Schulentwicklung* in Graz wird *Englisch als Arbeitssprache* für Österreich definiert. Beim EAA-Unterricht wird die Sprache als Instrument und nicht als eigenes Lernziel gesehen. Der EAA-Unterricht ist daher immer „Fachunterricht, nicht Sprachunterricht“ [4]. Das bedeutet, dass im EAA-Unterricht immer die fachlichen Inhalte das Ziel sind, während die Sprache als Mittel verwendet wird. Die Sprache ist daher nicht im Fokus des Lernens, sondern soll implizit gelernt werden. Der EAA-Unterricht soll den SchülerInnen ermöglichen, die Fremdsprache in verschiedenen alltags- und berufsbezogenen Situationen einzusetzen. Durch den Einsatz der Sprache soll auch das Interesse der SchülerInnen für das Sprachenlernen gefördert werden. Auch sollen die SchülerInnen höhere Flexibilität im Umgang mit der Sprache bekommen, sowie einen fachspezifischen Umgang darin erlernen. Die SchülerInnen sollen lernen, die Sprache in wissenschaftlichem Kontext einzusetzen. Zusätzlich soll diese Form des Unterrichts den SchülerInnen ermöglichen, sich mit authentischen Materialien auseinanderzusetzen und so ein tiefgreifenderes Verständnis zu erlangen. Darüber hinaus können auch interkulturelle Ziele erreicht werden [4].

Während der Begriff *EAA* in Österreich Bedeutung erlangte, wird in Deutschland der Begriff des *bilingualen Unterrichts (BU)* verwendet. Er findet sich sowohl in neuer Literatur als auch in der Praxis. Der Begriff bilingualer Unterricht wird jedoch nicht nur in Deutschland verwendet, sondern auch in anderen Sprachräumen, oft mit verschiedenen Definitionen. In einem Bericht des *Sekretariats der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland* von 2016 wird der bilinguale Unterricht als „Unterricht mit Teilen des Fachunterrichts in der Fremdsprache“ definiert [5]. Auch Bonnet [6] definiert in seinem Buch „Chemie im bilingualen Unterricht: Kompetenzerwerb durch Interaktion“ das Konzept des bilingualen Unterrichts für Deutschland als „Sachfachunterricht, der aus Sicht der Lernenden in einer Fremdsprache geführt wird“ [6]. Nach dieser Definition lässt sich der bilinguale Unterricht in Deutschland mit dem EAA-Unterricht in Österreich gleichsetzen. Der bilinguale Unterricht ist ebenso kein Sprachunterricht, sondern es sind dezidiert die Fachinhalte im Vordergrund. Die Fremdsprache ist Kommunikationsmittel und nicht Lernziel [7]. Im Kontext anderen europäischen Ländern und der USA wird der Begriff *bilingualer Unterricht* auf eine andere Weise verwendet. Ball et al. [2] definieren als bilingualen Unterricht Programme, in denen zwei oder mehr Sprachen als Unterrichtssprachen eingesetzt werden, wobei die Zweitsprache die Muttersprache einer Minorität darstellt. Daher sind normalerweise

Muttersprachler aller Lehrsprachen gemeinsam im Unterricht. Ein Ziel des bilingualen Unterrichts als Konzept wird hier der Erhalt einer Sprache in einer Gemeinschaft gesehen, die ansonsten verloren gehen würde, und, dass SchülerInnen von Sprach-Minoritäten die Möglichkeit haben, in ihrer Muttersprache akademische Kompetenz zu entwickeln. Dabei wird die Hälfte oder mehr des Unterrichtes in der Zweitsprache unterrichtet. Auch in Österreich findet der Begriff *des bilingualen Unterrichts* Verwendung. Auf der Website der *Graz International Bilingual School* steht „GIBS is a bilingual (German-English) senior secondary school" [8]. Der Begriff wird auf der Website nicht näher definiert, jedoch ist in der Schule die Unterrichtssprache in überwiegendem Ausmaß auf Englisch.

Als weiteres Konzept ist im europäischen Kontext vor allem *Content and Language Integrated Learning* (CLIL) gängig [3]. Im Vergleich zu EAA und BU soll bei CLIL der Fokus des Unterrichts sowohl auf die fachlichen als auch sprachlichen Inhalte gelegt werden. Der jeweilige Schwerpunkt einer Unterrichtseinheit soll dabei vom Ziel und den Rahmenbedingungen abhängen. In „*CLIL*: Content and Language Integrated Learning" [9] wird CLIL wie folgt definiert:

> *"CLIL is a dual-focused educational approach in which an additional language is used for the learning and teaching of both content and language. That is, in the teaching and learning process, there is a focus not only on content, and not only on subject education. It is an innovative fusion of both."* [9]

Das heißt, CLIL soll dual sprachliche Ziele und fachliche Ziele berücksichtigen. Da CLIL den Fokus sowohl auf Sprache als auch auf fachliche Inhalte legt, stellt sich die Frage, in welchem Fach, bzw. von welcher Lehrperson er unterrichtet werden soll. Es haben sich zwei verschiedene Richtungen entwickelt: Beim sogenannten *Soft CLIL* wird der Unterricht von einem/r SprachlehrerIn gehalten, wobei ein stärkerer Fokus auf Sprache als auf Content gelegt wird. Beim *Hard CLIL* hingegen hält ein/e FachlehrerIn den Unterricht, wobei der Schwerpunkt eher auf die fachlichen Inhalte gelegt wird. Problematisch an dem Begriff CLIL ist, dass er oftmals schwammig verwendet wird. So nennen Mehisto et al. [10] CLIL einen "umbrella term" der mehrere verschiedene Formen des Fremdsprachenunterrichts, wie "immersion, bilingual education, multilingual education, language showers and enriched language" umfasst. Dalton-Puffer definiert CLIL als "an educational approach where curricular content is taught through the medium of a foreign language, typically to students participating in some form of mainstream education at the primary, secondary, or tertiary level." Diese Definition würde ebenso auf *bilingualen Unterricht* in Deutschland oder *Englisch als Arbeitssprache* in Österreich zutreffen. Diese Sichtweise auf CLIL wirft die Frage auf, was CLIL nun in der konkreten Praxis bedeutet. Ball et al. sehen CLIL hingegen als abgegrenztes methodisches

Konzept des Fremdsprachenunterrichtes. Dabei werden verschiedene Parameter definiert, welche wichtig sind für die Umsetzung von CLIL. In Österreich wird der Begriff CLIL vor allem in berufsbildenden höheren Schulen (BHS) verwendet. Er ist in Österreich auch im Lehrplan der HTBLAs verankert [11].

Neben all diesen Konzepten des fremdsprachigen Fachunterrichts darf nicht außer Acht gelassen werden, dass der Regelunterricht für einen Teil der SchülerInnen auch Unterricht in einer Zweitsprache ist. So werden Kinder von Migranten und sprachlichen Minderheiten in Österreich oft komplett auf Deutsch, ihrer Zweitsprache, unterrichtet [12]. Um den Unterricht integrativ für diese SchülerInnen zu gestalten, können ähnliche Methoden wie im fremdsprachigen Fachunterricht angewandt werden. So muss auch im Regelunterricht auf die Sprache und mögliche Hindernisse beim Verständnis geachtet werden, um diese SchülerInnen beim Lernen in der Fremdsprache zu unterstützen.

1.2 Historischer Überblick des fremdsprachigen Unterrichts im europäischen Kontext

Das Konzept des fremdsprachigen Fachunterrichtes ist nicht neu. So gibt es in Europa schon seit mehreren Jahrzehnten Angebote dieser Art. Vor den 1970er Jahren waren diese jedoch auf Regionen mit linguistischen Besonderheiten und große Städte beschränkt. Ab den 1970er Jahren wurde, vor allem von den kanadischen Immersion Programmen beeinflusst, der Trend des fremdsprachigen Unterrichtes stärker [3].

In Europa wird der fremdsprachige Unterricht durch die Europäische Union gefördert. So gibt es seit den 1990er-Jahren Bestrebungen der EU, größere linguistische Diversität in der Bildung zu erreichen. Dies soll über innovative Methoden im Sprachunterricht erfolgen. Unter anderem fördert die EU Programme, bei denen der Fachunterricht in einer Fremdsprache erforscht wird. Beispiele solcher Programme sind z.B. das Erasmus Programm und das Socrates Programm, welches zwischen 2000-2006 lief und der 2003 ins Leben gerufene *Aktionsplan für das Sprachenlernen und die Sprachenvielfalt* [13], unter welchem auch der fremdsprachige Unterricht gefördert wurde. Dabei wurde CLIL speziell hervorgehoben:

> *„Content and language integrated learning (CLIL), in which pupils learn a subject through the medium of a foreign language, has a major contribution to make to the Union's language learning goals."* [14]

Eingesetzt wird der fremdsprachige Unterricht in der EU in fast allen Ländern. In Abbildung 1 ist dargestellt, welche der europäischen Länder fremdsprachigen Unterricht im Jahre 2004 anboten. Die Erhebung dieser Daten wurde im Zuge des *Aktionsplans für das Sprachenlernen und die Sprachenvielfalt* vom europäischen Informationsnetzwerk Eurydice durchgeführt [3].

Dabei wird nicht darauf eingegangen, wie verbreitet diese Art des Unterrichts ist. Auch wird nicht nach der Sprache unterschieden, in der unterrichtet wird. So gibt es Länder, in denen die zweite Unterrichtssprache die Sprache einer Minorität ist (wie z.B. Katalonisch in Spanien) oder eine zweite offizielle Sprache (wie z.B. Deutsch in Belgien). Die Wahl der Fächer ist dabei je nach Region oder Schule sehr verschieden. In einigen Ländern ist der fremdsprachige Unterricht in der Sekundarstufe auf die Naturwissenschaften und Sozialwissenschaften, bzw. zum Teil auch künstlerische Fächer und Sport beschränkt [3].

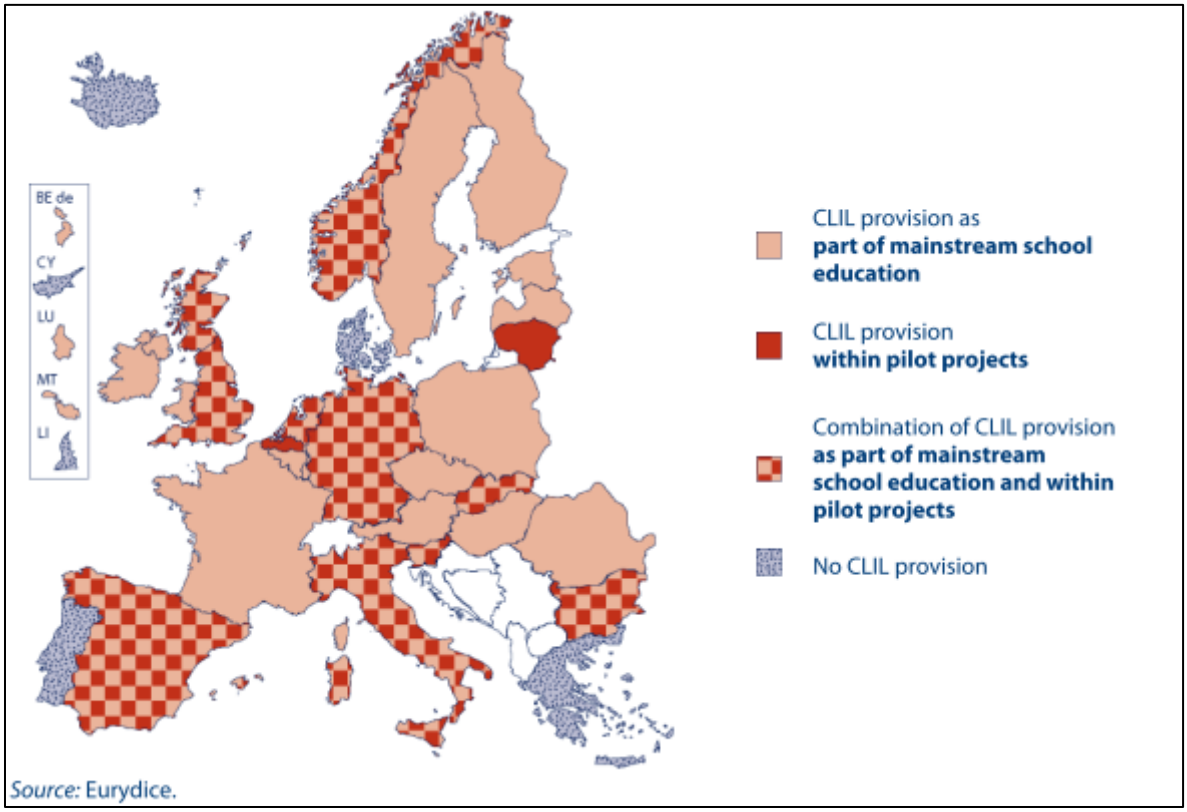


Abbildung 1: fremdsprachiger Fachunterricht (hier: CLIL genannt) in Grundschule und Sekundarstufe in Ländern der EU im Jahre 2004/2005 [3]

In Deutschland waren Bestrebungen des fremdsprachigen Fachunterrichts schon früh etabliert. Schon in den 1940er-Jahren gab es in Deutschland den ersten Unterricht in der Sprache einer Minorität. Seit den 80er Jahren wurden Deutsch-Französische und Deutsch-Englische bilinguale Programme etabliert und 1987 gesetzlich festgelegt. Noch heute sind die meisten bilingualen Zweige Deutsch-Französisch oder Deutsch-Englisch. Während der bilinguale Unterricht in der englischen Sprache stark zunimmt, ist der Zuwachs der Deutsch-Französischen Züge sehr gering. So stieg die Anzahl der Schulen, die Deutsch-Englische Klassenzüge anboten, zwischen 1993 und 2005 von 81 auf 349. Insgesamt gab es im Jahre 2005 847 Schulen, die bilinguale Zweige in einer Sprache anboten [5]. Der Aufstieg des englisch-deutschen Unterrichts lässt sich vor allem durch die Position der Sprache als Weltsprache

erklären. Weiters steigt die Bedeutung der englisch Sprache als *Lingua franca* und als Sprache der Wissenschaft und Forschung [7]. In Deutschland gibt es für den bilingualen Unterricht keine einheitlichen Vorgaben des Kultusministeriums. Daher ist der fremdsprachige Unterricht in Deutschland sehr inhomogen. Verschiedene Modelle und Formen existieren nebeneinander. Trotzdem hat sich so etwas wie ein „Regelmodell“ in Deutschland entwickelt, wobei in der 5. und 6. Schulstufe verstärkt die Fremdsprache unterrichtet wird und ab der 7. Schulstufe schrittweise mehr Fächer bilingual unterrichtet werden [6]. An Fächern werden in Deutschland eher die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer als die naturwissenschaftlichen Fächer in einer Fremdsprache unterrichtet. So bieten in Deutschland nur 11% der bilingualen Schulen englischsprachigen Unterricht in den Naturwissenschaften an. Ein Grund dafür ist, dass die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer als gut geeignet für die Übermittlung von kulturellen Werten gesehen werden. Auch spielt es eine Rolle, dass bei LehrerInnen die Fächerkombination von Sprachen und Gesellschaftswissenschaften in Deutschland häufiger ist als Sprache und Naturwissenschaften [7].

In Österreich wurden die ersten Programme des fremdsprachigen Fachunterrichts in den 1980er-Jahren gesetzlich verankert. Dabei ging es um Unterricht in Minoritätensprachen. Anfang der 90er Jahre wurden die ersten offiziellen Programme mit Fachunterricht in englischer Sprache gestartet. Dabei ist es in Österreich schwierig einen Überblick über den fremdsprachigen Unterricht zu geben, da keine gesammelten Daten über alle Schultypen erhoben werden. Die Landesschulräte haben meist nur Daten zu einzelnen Schultypen und Sprachen. In einer Untersuchung des *ÖSZ* (*Österreichischen Sprachenkompetenzzentrum*) im Jahre 2005 wurde festgestellt, dass das Interesse am englischsprachigen Unterricht groß ist und Schwerpunkte dafür zunehmen. Dabei ist vor allem Englisch wegen seiner Bedeutung als *Lingua franca* vermehrt als Sprache für den Fachunterricht zu finden [15].

Gesetzlich ist der Fachunterricht in einer Fremdsprache im Schulunterrichtsgesetz verankert. In §16 Abs. 3 wird festgelegt, dass eine lebende Fremdsprache als Unterrichtssprache auf Antrag des Schulleiters von der Schulbehörde angeordnet werden darf, wenn dadurch eine bessere Ausbildung in der Fremdsprache möglich ist, solange dadurch nicht “die allgemeine Zugänglichkeit der einzelnen Formen und Fachrichtungen der Schularten […] beeinträchtigt wird“. Es wird auch festgelegt, dass die lebende Fremdsprache als Unterrichtssprache für einzelne Klassen oder Unterrichtsgegenstände eingesetzt werden kann. Nicht geregelt ist im Gesetz, wer den Fachunterricht in der Fremdsprache unterrichten darf. Daher ist es der Schulleitung überlassen, welche Kriterien zur Auswahl der Lehrpersonen verwendet werden

[16]. Zur Fortbildung der Lehrpersonen gibt es verschiedene Angebote auf der pädagogischen Hochschule. In der Steiermark wurden pH-online für das Schuljahr 2017/18 17 Fortbildungen zum Thema „CLIL“ angeboten. Jedoch wurden 8 davon wieder abgesagt. Die Ausbildungen sind sowohl für den Primär- als auch für den Sekundärbereich, wobei zum Teil auch zwischen Fortbildungen im AHS und BHS-Bereich unterschieden wird (vergleiche PHst_online [17])

1.3 Vorteile und Risiken des fremdsprachigen Fachunterrichts

Es gibt bereits viele Studien und Fachliteratur die sich mit den Vorteilen und Risiken des fremdsprachigen Fachunterrichtes beschäftigen. Dabei konzentrieren sich viele Studien auf den Sprachfortschritt, der durch den fremdsprachigen Unterricht erreicht wird. Einige der wesentlichen Argumente für und gegen den fremdsprachigen Unterricht werden in diesem Kapitel angeführt.

Als ein Hauptargument für den fremdsprachigen Fachunterricht kann das sogenannte 2-for-1 Argument gesehen werden [18]. Der fremdsprachige Fachunterricht ist eine Möglichkeit, die sprachlichen und fachlichen Kompetenzen zur gleichen Zeit zu erweitern. In mehreren Studien (reviewed in Dalton-Puffers *Content-and-Language Integrated Learning: From Practice to Principles?*[1]) wird gezeigt, dass SchülerInnen mit fremdsprachigem Fachunterricht höhere Sprachkompetenz in vielen Bereichen erzielen. Diese SchülerInnen sind ihren muttersprachlich unterrichteten MitschülerInnen beispielsweise in der spontanen Sprechkompetenz, dem Wortschatz und der Fehlerfreiheit überlegen. Allerding müssen diese Ergebnisse vorsichtig betrachtet werden, da andere Studien darlegen, dass die SchülerInnen zum Teil schon mit besseren Sprachkenntnissen in diese Programme einsteigen [1].

Darüber hinaus wird am fremdsprachigen Fachunterricht im Vergleich zum herkömmlichen Sprachunterricht als Vorteil gesehen, dass die Sprache als Kommunikations*mittel* anstatt als *Ziel* eingesetzt wird. Er bietet eine Möglichkeit der authentischen Interaktion in der Fremdsprache. Die Sprache ist nicht mehr Ziel des Unterrichtes, sondern dient dazu etwas zu erreichen, nämlich Fachinhalte zu lernen. Somit kommt es zu einer Interaktion, die mehr als nur dem Selbstzweck dient. Bruton [18] fasst dies zusammen als „what makes CLIL so attractive in current L2 pedagogy is that the content is expected to give the use of the foreign language (FL) a communicative purpose”.

Vielfach wird der fremdsprachige Unterricht auch als motivierend für die SchülerInnen gesehen. Laut Dale [19] sind die SchülerInnen im fremdsprachigen Unterricht mehr gefordert und bauen so auch ein stärkeres Gefühl des eigenen Erfolges auf. Zusätzlich kann die

Fremdsprache SchülerInnen, die sich nicht für das betreffende Fach interessieren, aber dafür für die Sprache, für den Unterricht motivieren (eigene Beobachtung im Gespräch mit LehrerInnen).

Ein weiterer Vorteil des fremdsprachigen Unterrichtes ist die Vorbereitung auf die zukünftige Arbeits- und Ausbildungswelt, die sehr international geprägt ist. Viele SchülerInnen werden in ihrem professionellen Umfeld auf Englisch kommunizieren müssen. Sei es, dass sie internationale KollegInnen haben, sie im Ausland studieren wollen oder einen Bericht auf Englisch verfassen müssen. Auch während der Schulzeit stoßen SchülerInnen durch die Recherche für die vorwissenschaftlichen Arbeit oft bereits auf die Relevanz der englischen Sprache, da zum Teil einschlägige Fachliteratur nur auf Englisch zu finden ist. Der fremdsprachige Unterricht ist eine Möglichkeit, die SchülerInnen auf diese Forderung der Englischkompetenz vorzubereiten und ihnen die Sicherheit und das Können zu vermitteln, um auf diese Erwartungen vorbereitet zu sein. Er ermutigt SchülerInnen dazu, zu kommunizieren und über Fachinhalte zu reden, eine Fähigkeit, die viele brauchen werden.

Trotz dieser Vorteile des fremdsprachigen Unterrichts birgt er auch seine Tücken. Eines der meist genannten Bedenken gegen den fremdsprachige Unterricht ist, dass durch die Fremdsprache Fachinhalte nicht adäquat vermittelt werden können. Die Studien zu dieser Fragestellung zeigen kein eindeutiges Bild. So gibt es viele Studien, in denen kein solcher Nachteil festgestellt werden konnte [20]. Manche Studien fanden sogar einen Vorteil im Wissenszuwachs gegenüber den muttersprachlich unterrichteten SchülerInnen. So beschreiben Koch et al. in ihrem Artikel *Fachbezogener Wissenserwerb im bilingualen naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht* einen höheren Lernzuwachs im Fach der englischsprachig unterrichteten SchülerInnen im Vergleich zu ihren muttersprachlich unterrichteten MitschülerInnen. Einige Studien zeigen jedoch auch eine Abnahme in der Fachkompetenz. So sank die Leistung in einem standardisierten Science-Test in Malaysia geringfügig, nachdem der fremdsprachige Unterricht dort flächendeckend für die Naturwissenschaften eingeführt wurde [20]. In einer von March et al. durchgeführten Studie in Hong Kong [21] konnten große negative Auswirkungen auf die Leistung der auf Englisch unterrichteten SchülerInnen im Vergleich zu den in der Muttersprache unterrichteten SchülerInnen gezeigt werden. Eine weitere Studie von Zydatiß [22] legt nahe, dass SchülerInnen eine Mindestschwelle an Fremdsprachenkompetenz überschreiten müssen, um Fachinhalte in der Fremdsprache erfassen zu können. Somit hieße das in der Praxis, dass der

fremdsprachige Unterricht nur ab einer bestimmten Mindestkompetenz der SchülerInnen in der Fremdsprache sinnhaft ist.

Ein Einwand gegen den fremdsprachigen Fachunterrichtes ist auch, dass der Fachunterricht zum Teil weit von der Erfahrungswelt und der Alltagssprache der SchülerInnen weg ist und daher wenig Möglichkeiten zur Anwendung dieser Sprache bietet. Bruton argumentiert in seinem Artikel *CLIL: Some of the reasons why... and why not* [18], dass, um für die Kommunikationsfähigkeit der SchülerInnen hilfreich zu sein, die Sprache auf dem Vertrauten und Alltäglichen basieren sollte. Durch den englischen Fachunterricht lernen die SchülerInnen zum Teil englische Fachsprache, die sie selten in ihrer Alltagswelt brauchen werden.

Zusätzlich wird dem fremdsprachigen Unterricht vorgeworfen, elitär zu sein. Für viele Zweige mit fremdsprachigem Unterricht (z.B. in Deutschland und Österreich) gibt es Aufnahmeverfahren, sodass nicht alle SchülerInnen die Möglichkeit haben, diese Programme in Anspruch zu nehmen. So kommt es, dass Zweige mit fremdsprachigem Unterricht oft eine Gruppe von motivierteren SchülerInnen mit höherer Leistungsfähigkeit haben. Sie werden oft schon früh selektiert und damit wird die Chancengleichheit unterbunden [18].

Auch in der Chemie ist der englischsprachige Unterricht umstritten. So wird fremdsprachiger Unterricht in den Naturwissenschaften von vielen Lehrpersonen des Faches skeptisch gesehen [20]. Bonnet [6] schreibt, dass häufig gegen den fremdsprachigen Naturwissenschaftsunterricht vorgebracht wird, er sei nicht geeignet für interkulturelles Lernen, er enthalte nicht genügend Alltagssprache und er sei zu schwierig. Ein Argument, das für die englische Unterrichtssprache in Chemie spricht ist, dass Englisch als Wissenschaftssprache gerade in den Naturwissenschaften eine große Bedeutung zukommt. De facto ist Englisch die Lingua Franca der Naturwissenschaften, daher die Sprache, die in der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft verwendet wird. So wird immer häufiger, um ein internationales Zielpublikum zu erreichen, in English publiziert. Am Institut für Chemie an der Karl-Franzens Universität werden zum Beispiel die Publikationen im überwiegenden Ausmaß auf Englisch verfasst (vergleiche Universitätswebsite [23]). Dazu kommt, dass der Anspruch an das Sprachniveau durch steigende Konkurrenz bei wissenschaftlichen Journals steigt. Aus diesem Grund ist es für die naturwissenschaftliche Forschung von großer Bedeutung, ein gutes Englischniveau zu haben. Dabei hat sich in den Naturwissenschaften eine eigene Form des Englischen etabliert, das „Scientific English“, also die Sprache von wissenschaftlichen Texten. So werden zum Beispiel die Pronomen „I“ oder „we“ kaum verwendet und dafür das Passiv viel gebraucht. Zusätzlich wird in Scientific English mehr Wert auf Verständlichkeit als auf

verschlungene „literarisch“ schöne Beschreibungen gelegt. Der fremdsprachige Chemieunterricht hat somit die Aufgabe, die SchülerInnen auf diese Ansprüche vorzubereiten. Ein weiteres Argument für den fremdsprachigen Unterricht in Chemie ist, dass die Sprache zum Teil auf Deutsch und Englisch große Überschneidungen aufweist. Einerseits ist die Formelsprache international und daher in beiden Sprachen ident. Auch sind viele Fachbegriffe sehr ähnlich. So sind in der Elektrochemie zum Beispiel die englische Begriff für *Ion*, *Anion* und *Kation* fast ident wie die deutschen (auch wenn die Aussprache abweicht) und auch die englischen Begriffe *electrolyte* und *battery* gleichen den deutschen Begriffen. Zusätzlich kommt hinzu, dass manche Begriffe im Englischen klarer sein können als im Deutschen. Der Begriff *Ladung*, zum Beispiel, ist im Deutschen mehrdeutig belegt, da er auch die Last eines LKWs meinen könnte. Der Begriff *charge* kann daher laut Bonnet [6] vorbeugen, dass Konzepte der Alltags- und Fachsprache vermischt werden.

Zum Schluss ist festzustellen, dass trotz der vielen Forschung, die im fremdsprachigen Unterricht betrieben wird, noch vieles gründlicher erforscht werden muss. So sind große Studien notwendig um zu zeigen, wie der CLIL-Unterricht in den Naturwissenschaften flächendeckend für alle SchülerInnen eingesetzt werden kann, ohne die Fachkompetenz negativ zu beeinflussen oder um Vorteile dafür zu bringen. Dazu müssen Untersuchungen zur Sprachschwelle, zur Methodik des Unterrichtes, sowie dessen positiven und negativen Effekten gemacht werden [20].

1.4 Zielsetzung

In den vorgehenden Kapitel wurde ein Überblick über die Konzepte des fremdsprachigen Unterrichts und dessen Entwicklung in Europa und genauer in Österreich und Deutschland gegeben. In weiterer Folge wird in dieser Arbeit ausschließlich auf den fremdsprachigen Chemieunterricht in der Steiermark eingegangen. Es wird dabei nur die Sekundarstufe (d.h. 5. bis 12. Schulstufe) in verschiedenen Schultypen betrachtet. Dazu wurde, basierend auf den im ersten Teil dieser Arbeit angeführten Grundlagen des fremdsprachigen Unterrichts, mittels Gesprächen mit in der Praxis stehenden Lehrpersonen, sowie durch Anfragen beim Landesschulrat und Recherche der Schulseiten der aktuelle Stand der fremdsprachigen Chemieunterrichts in der Steiermark erhoben. Durch diese Recherche soll ein Überblick über den tatsächlichen Stand des fremdsprachigen Unterrichtes im Fach Chemie in der Steiermark gegeben werden. Dazu wurden grundlegende Daten zur Organisation des Fachunterrichtes in der Fremdsprache erhoben. So wurde bestimmt, ob der fremdsprachige Fachunterricht auf bestimmte Klassen oder Schulstufen begrenzt ist, welche Ausbildung die Lehrkräfte in der

Sprache haben und in welchem Ausmaß bzw. in welcher Form der fremdsprachige Chemieunterricht stattfindet. Zusätzlich wird der englischsprachige Chemieunterricht im Anschluss mit den im ersten Teil beschriebenen Konzepten des fremdsprachigen Unterrichts verglichen, unter genauerer Betrachtung der verwendeten Begriffe *EAA* und *CLIL* an den verschiedenen Schultypen. Im Anschluss wird der englischsprachige Chemieunterricht näher betrachtet. Dabei sollen die eingesetzten Methoden im fremdsprachigen Unterricht betrachtet und ermittelt werden, welche Hilfestellungen die Lehrerpersonen einsetzen (z.B. Bilder, Realien, Modelle, Textvorgaben…) um die SchülerInnen beim Lernen in der Fremdsprache zu unterstützen. Zum Schluss wird erfragt, ob die Lehrpersonen Nachteile für die Vermittlung der Fachinhalte feststellen können. Diese Fragestellung wurde gewählt, da, wie im vorherigen Kapitel festgestellt, dies ein umstrittener Punkt des fremdsprachigen Unterrichtes ist.

Basierend auf den Ergebnissen der Gespräche und der einschlägigen Fachliteratur wurden im zweiten Teil der Arbeit Arbeitsmaterialien für den englischsprachigen Chemieunterricht der Sekundarstufe erstellt. Ziel der Erstellung ist es, Beispiele zu geben und Möglichkeiten aufzuzeigen, wie der fremdsprachigen Chemieunterricht gestaltet werden kann. Die Arbeitsmaterialien sollten Anregungen für interessierte Lehrpersonen sein, die überlegen, fremdsprachigen Chemieunterricht anzubieten oder sich neue Ideen für ihren Unterricht holen wollen. Bei der Erstellung der Arbeitsmaterialien wurden mehrere Schwerpunkte gesetzt. Einerseits sollte die Methodenvielfalt gezeigt werden, welche diese Form des Unterrichts ermöglicht. Auch werden verschiedenste Möglichkeiten aufgezeigt, wie der fremdsprachige Unterricht durch verschiedenste Methoden unterstützt werden kann, um den SchülerInnen die fachlichen Inhalte in der Fremdsprache zugänglich zu machen. Dabei kommen Bilder, Modelle, Realien, mediale Unterstützung, sowie sprachliche Hilfestellungen wie Lückentexte, Satzstrukturen und Textpuzzle zum Einsatz. Zusätzlich werden Experimente als Möglichkeit der Erkenntnissicherung eingesetzt.

Die Arbeitsmaterialien wurden auch an Schulen erprobt. Dazu wurden sie in der Sekundarstufe I sowohl in einer ausgewiesenen EAA-Klasse als auch in einer Regelklasse getestet. Dadurch wurde die Anwendbarkeit der Arbeitsmaterialien überprüft und eine Möglichkeit geschaffen, die Arbeitsmaterialien dem Feedback entsprechend zu überarbeiten. Dazu wurde mittels Fragebogen das Feedback der SchülerInnen und der Lehrpersonen erfragt. Um Missverständnisse oder Unverständlichkeiten zu vermeiden wurde der Fragebogen auf Deutsch verfasst. Zusätzlich sollten durch die praktische Erfahrung mehrere Beobachtungen gemacht und im Anschluss die Erkenntnisse diskutiert werden. Dabei wurde im speziellen auf das

Kommunikationsverhalten der SchülerInnen bei Gruppenarbeiten und während dem Experimentieren geachtet. Wie in der Einleitung erklärt, ist ein wichtiges Argument des fremdsprachigen Unterrichts der authentische Einsatz der Fremdsprache und der Einsatz der Fremdsprache als Kommunikationsmittel. Aus diesem Grund wurde die Sprachwahl der SchülerInnen beobachtet. Auch wurde die Rolle des Experimentierens als Möglichkeit zur Kommunikation betrachtet. Es sollte geschaut werden, ob das Experimentieren eine Möglichkeit für die SchülerInnen bietet, sich über authentische Inhalte mit ihren Kameraden zu verständigen. Zusätzlich wurde auf die Motivation der SchülerInnen, die Inhalte auf Englisch zu bearbeiten, geachtet. Ein Indiz dafür war wiederum die Wahl der Sprache der SchülerInnen und ihre Partizipation bei Gruppenarbeiten und Mitarbeit im Plenum. Hierbei wurde auch der Unterschied der Motivation von Klassen mit und ohne Vorerfahrung im englischen Chemieunterricht beobachtet. Da bei den Befragungen der Lehrerpersonen festgestellt wurde, dass die fachlichen Ziele im fremdsprachlichen Unterricht im Vordergrund stehen, wurde auch hier das Augenmerk auf den fachlichen Lernzuwachs gelegt und dieser im Schülerfragebogen abgefragt.

2 Untersuchung des englischsprachigen Chemieunterrichts an steirischen Schulen

Nachdem im ersten Teil der Arbeit der fremdsprachige Unterricht allgemein beleuchtet wurde, werden nun lokalen Gegebenheiten des fremdsprachigen Unterrichts speziell im Fach Chemie in der Steiermark betrachtet. In der Steiermark gibt es laut Statistik Austria insgesamt 902 Schulen. Im Sekundarbereich gibt es 166 neue Mittelschulen (NMS), 48 allgemeinbildende höhere Schulen (AHS) und 48 berufsbildende höhere Schulen (BHS), wobei davon 10 technische gewerbliche höhere Schulen [24] (siehe Abbildung 2).

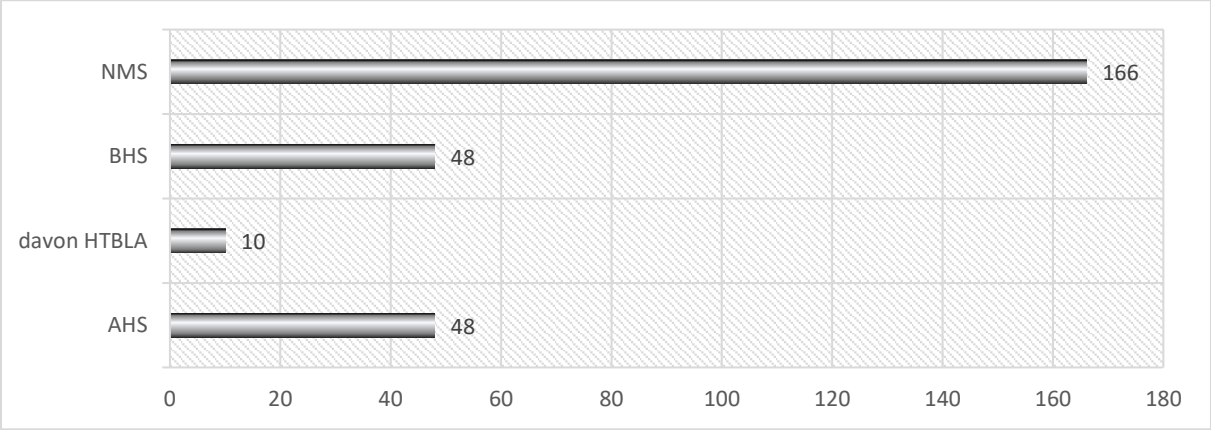


Abbildung 2: Schulen der Sekundärstufe in der Steiermark nach Schultypen

2.1 Methodische Vorgangsweise bei der Befragung

Im ersten Schritt wurde eruiert, welche Schulen in der Steiermark den fremdsprachigen Chemieunterricht bereits durchführen. Um festzustellen, welche allgemeinbildenden höheren Schulen in der Steiermark Chemieunterricht auf Englisch anbieten, wurde ein Fragebogen bei der Fachkoordinationstag Chemie 2017 der steirischen AHS ausgeteilt. Aufgrund des Fragebogens konnte ermittelt werden, welche Schulen dies anbieten. Zusätzlich wurde bei Frau Mag. Andrea Kasper, Fachinspektorin für lebende Fremdsprachen beim Landesschulrat für Steiermark, um Daten über den englischsprachigen Fachunterricht in Chemie an AHS und BHS angefragt. Es wurde eine Liste der AHS, welche EAA in Chemie in der Steiermark anbieten, erhalten. Die Schulen, welche über die Befragung und über den Landesschulrat ermittelt werden sind in Tabelle 1 angegeben. Dabei ist erkennbar, dass die Liste des Landesschulrates weniger Schulen enthält als beim Fachkoordinationstag ermittelt wurden. Für die BHS konnte ermittelt werden, dass höhere technische Bundeslehranstalten (HTBLA) in Österreich verpflichtend CLIL anbieten müssen. Darüber hinaus wurde auch beim Landesschulrat angefragt, ob der englischsprachige Chemieunterricht an neuen Mittelschulen (NMS) in der Steiermark stattfindet. Für diesen Schultyp waren leider keine Informationen verfügbar.

Tabelle 1: Vergleich der Ergebnisse der Fachkoordinatorentag und der Daten des Landesschulrates über AHS, welche EAA in Chemie haben

Über Befragung bei der Fachkoordinationstag ermittelte AHS	**Über Landesschulrat für Steiermark ermittelte AHS**
BRG WIKU Graz	WIKU-BRG Sandgasse
BG/BRG Leibnitz	BG/BRG Leibnitz
BG/BRG Pestalozzi	BG/BRG Pestalozzistraße
BG/BRG Judenburg	BG/BRG Judenburg
PORG der Schulschwestern	-
BRG Petersgasse	-
BG/BRG Seebacher	-
GIBS (nicht EAA, sondern bilingual)	-

Im Anschluss wurde Kontakt mit den oben angeführten AHS, sowie mit allen HTBLAs mit Standort in der Steiermark aufgenommen. Dabei kamen Rückmeldungen von sechs der acht AHS. Bei den HTBLAs konnte bei der HTBLA Kaindorf, der HTBLA Kapfenberg und der HTBLA Weiz ermittelt werden, dass englischsprachiger Chemieunterricht stattfindet. An der

HTBLA Zeltweg findet kein englischsprachiger Chemieunterricht statt. Für die restlichen HTBLAs in der Steiermark konnten diesbezügliche keine Informationen erhalten werden.

In weiterer Folge wurden Gespräche mit jeweils einer Lehrperson der betreffenden Schulen geführt. Dabei wurde eine offene Form des Gespräches gewählt, wobei die folgenden Leitfragen verwendet wurden:

1. Wie schauen die Rahmenbedingungen für den englischsprachigen Chemieunterricht an ihrer Schule aus?
2. Wie setzen Sie die Muttersprache und die Fremdsprache im Unterricht ein?
3. Wie (und inwiefern) ist das Sprachen-Lernen in Ihren Unterricht eingebettet?
4. Welche Unterrichtsmethoden wenden Sie im englischsprachigen Unterricht an?
5. Wie geht es Ihnen mit der Übermittlung der Fachinhalte?
6. Wie werden die SchülerInnen unterstützt, um in der Fremdsprache fachlich lernen und arbeiten zu können?
7. Wie bekommen (erstellen) Sie Ihre Unterrichtsmaterialien?
8. Wie hat sich Ihre Vorbereitung für den Unterricht durch die Arbeitssprache verändert?
9. Wie hat sich Ihr Chemieunterricht durch Englisch als Arbeitssprache verändert?

Die Ergebnisse dieser Befragung wurden zusammengefasst. Um mögliche Missverständnisse zu vermeiden und Ergänzungen zu ermöglichen wurde die Zusammenfassung an die entsprechenden Lehrpersonen gesendet. Die überarbeiteten Ergebnisse werden im nachfolgenden Teil angeführt und diskutiert.

2.2 Ergebnisse der allgemeinbildenden höheren Schule (AHS)

Im Allgemeinen ist, wie bereits im Kapitel 1.1 Konzepte des fremdsprachigen Unterrichts beschrieben, im Bereich der AHS der Begriff *Englisch als Arbeitssprache (EAA)* für den englischsprachigen Fachunterricht gebräuchlich. Daher wird in weiterer Folge für dieses Kapitel der hier gebräuchliche Begriff *EAA* verwendet.

Durch die Befragung der Lehrpersonen an den verschiedenen Schulen, die EAA im Fach Chemie anbieten, konnte festgestellt werden, wie vielfältig diese Form des Unterrichts praktiziert wird. Daher wurde eine Klassifizierung der Varianten der EAA-Angebote und des EAA-Chemieunterrichtes in der Steiermark erstellt. Dabei werden die Formen des EAA Unterrichtes nach der Implementierung an der Schule und nach dem Ausmaß im Chemieunterricht unterschieden.

<u>Unterscheidung nach dem Ausmaß der Implementierung an der Schule:</u>

- EAA komplett für alle Klassen implementiert
- EAA komplett für speziell dafür ausgewählte Klassen implementiert

- EAA abschnittweise für alle Klassen implementiert
- EAA abschnittweise für ausgewählte Klassen implementiert

Es ist anzumerken, dass die tatsächliche Umsetzung an den Schulen oft von den Kapazitäten und dem Interesse der Lehrerpersonen abhängt. Zum Teil sind nicht genügend Lehrkräfte, welche sich den fremdsprachigen Unterricht zutrauen oder Interesse daran haben, vorhanden, sodass zwei Schulen mit demselben Schulprofil sehr unterschiedliche Umsetzungen haben können. Es gibt dabei keine gesetzlichen Vorgaben, die eine EAA-Lehrperson zu erfüllen hat. Die Lehrperson muss lediglich Interesse daran haben und ihre/seine Sprachkenntnisse als „gut genug“ einschätzen. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist es an den Schulen der Direktion überlassen, diesbezüglich Vorgaben zu machen.

Unterscheidung nach dem Ausmaß der Implementierung im Chemieunterricht:

- Teil-EAA: Der Unterricht wird abschnittsweise auf Englisch und Deutsch gehalten.
- Komplett-EAA: Der gesamte Unterricht wird auf Englisch gehalten. Auf Deutsch wird nur selten zur Klarstellung oder bei Fragen gewechselt.
- Experimental-EAA: Englisch als Arbeitssprache wird vor allem beim Experimentieren eingesetzt. Dabei ist die Experimentvorschrift auf Englisch und das Protokoll ist auf Englisch zu verfassen.

Der Bereich des Teil-EAA ist wiederum sehr inhomogen. So kann das Ausmaß des englischsprachigen Chemieunterrichts von wenigen Stunden bis über die Hälfte der Zeit reichen.

Das Angebot im Chemieunterricht hängt stark mit der schulischen Ebene zusammen. So werden auf der schulischen Ebene vorgegeben Grundsätze auf der Ebene des Unterrichts umgesetzt. Im Chemieunterricht ist die schulische Ebene im Vergleich zu anderen Fächern von besonderer Bedeutung. Der Chemieunterricht fängt in den AHS in der 4. Klasse (8. Schulstufe) oder in Realgymnasien in der 3. Klasse (7. Schulstufe) an. Daher haben die betreffenden SchülerInnen bereits zwei bis drei Jahre Englischunterricht, wenn sie mit dem Chemieunterricht beginnen. Aus diesem Grund haben sie bereits Vorkenntnisse in der Fremdsprache. Auch haben die SchülerInnen oft bereits englischsprachigen Fachunterricht in anderen Fächern. Somit können die SchülerInnen, je nach Ausmaß des EAA Unterrichtes in anderen Fächern bereits mit unterschiedlichen Voraussetzungen in den englischsprachigen Chemieunterricht kommen. Daher ist gerade der EAA-Chemieunterricht stark abhängig von dem Ausmaß, in dem EAA auch in er in anderen Fächern eingesetzt wird.

Bei der Auswertung der Befragung wird zwischen der schulischen Ebene und der Ebene des Unterrichts unterschieden, wobei das Augenmerk auf die Unterrichts-Ebene gelegt wird. Die schulische Ebene umfasst die Rahmenbedingungen, die der EAA-Unterricht an der Schule hat. Darunter fällt, welche Lehrkräfte daran beteiligt sind und welche Klassen daran beteiligt sind. Auf der Unterrichts-Ebene geht es darum, in welcher Form der EAA-Unterricht tatsächlich im Chemieunterricht umgesetzt wird. Hier ist wichtig, in welchem Ausmaß und wie die Fremdsprache eingesetzt wird, welche Unterrichtsmethoden im fremdsprachigen Unterricht verwendet werden und welche Rolle das Sprachen-Lernen in diesem Unterricht einnimmt. Auch wird betrachtet, auf welche Weise die SchülerInnen im fremdsprachigen Unterricht für die Bewältigung des Stoffes unterstützt werden. Zusätzlich wird die Herkunft der Arbeitsmaterialien erfragt und wie sich der Chemieunterricht allgemein durch die Arbeitssprache verändert hat.

Befragung von Frau Prof. Frühwirth im BG/BRG Seebacher

Schul-Ebene

In dieser Schule wird Teil-EAA in den meisten Fächern und Klassen in der Unterstufe angewandt. Interessierte Lehrerpersonen sind dazu angehalten, manche Inhalte auf Englisch zu erarbeiten. Dabei ist die Hauptsprache in allen Fächern Deutsch und Englisch wird gezielt für manche Kapitel oder Abschnitte eingesetzt. Es ist vorgegeben, dass pro Jahr mindestens 1x 2 Einheiten hintereinander auf Englisch gehalten werden müssen.

Unterrichts-Ebene

Aus diesem Grund wird auch in Fach Chemie eine Form des Teil-EAA angewendet. Die befragte Lehrperson, Frau Prof. Frühwirth, ist in diesem Fall keine Sprachlehrerin. Eingesetzt wird die Fremdsprache selektiv für 1-2 Kapitel im Semester.

In der 4. Klasse wir das Thema *Atombau* auf Englisch durchgenommen. Dieses Thema wurde deswegen für den EAA Unterricht ausgewählt, da die SchülerInnen bereits vertraut mit dem Thema sind, da dieses bereits in der 3. Klasse im Physikunterricht auf Deutsch durchgenommen wird. Daher werden die SchülerInnen auf Englisch mit keinem völlig neuen Konzept konfrontiert. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Fachinhalte nicht zu kurz kommen.

Beim englischsprachigen Unterricht werden Videos, Quizze, Experimente (wobei die Protokolle, welche auch bewertet werden, auf Deutsch verfasst werden), Frontalunterricht, sowie auch das selbstständige Erarbeiten eines Themas durch die SchülerInnen als Methoden verwendet. Um den SchülerInnen das Arbeiten mit der Fremdsprache zu erleichtern, werden im Unterricht Vokabellisten erstellt und die SchülerInnen werden ermutigt, nach der Bedeutung

von unbekannten Wörtern zu fragen. Die Überprüfungen des auf Englisch gelernten Stoffs erfolgen dabei auf Deutsch.

Das Ziel des EAA-Unterrichtes ist es vor allem, den SchülerInnen die Scheu vor dem Einsatz der englischen Sprache im Kontext der Naturwissenschaften zu nehmen. Den SchülerInnen soll ein authentischer Einsatz der Sprache gezeigt werden.

Befragung von Frau Prof. Gerstman am WIKU Graz

Schul-Ebene

In der Schule wird EAA für bestimmte, designierte „bilinguale Klassen" eingesetzt. Die SchülerInnen werden für diese Klassen durch einen Einstufungstest ausgewählt. Pro Jahrgang gibt es eine bilinguale Klasse. Diese hat ab der 1. Klasse (5. Schulstufe) wenn möglich Unterricht auf Englisch. Das Ausmaß des Unterrichts in der Fremdsprache liegt auch in dieser Schule im Ermessen der einzelnen Lehrpersonen.

Unterrichts-Ebene:

Im Chemieunterricht am WIKU Graz wird eine Form des Teil-EAA angewandt. EAA wird im Unterricht implementiert, was heißt der Unterricht wird nicht durchgehend auf Englisch gehalten, sondern nur abschnittweise. Frau Prof. Gerstman ist Lehrende sowohl für Englisch als auch Chemie. Da dies ein Realgymnasium ist, wird Chemie in der Unterstufe sowohl in der 3. als auch in der 4. Klasse unterrichtet.

In der Unterstufe wird Englisch gezielt für manche Kapitel, sowie für Übungen oder Aufgaben in anderen Kapiteln eingesetzt. So wird z.B. das Thema *Atombau* und *Säuren und Basen* auf Englisch unterrichtet, während die Kapitel *Redox-Reaktionen* und *Bindungsarten* Großteiles auf Deutsch durchgenommen werden. Die Kapitel werden auf Grund mehrerer Kriterien ausgewählt. Der Hauptgrund für die Auswahl der Kapitel ist, wie alltagsbezogen das Vokabular ist. Das heißt, es werden vorwiegend Kapitel für den englischsprachigen Unterricht gewählt, bei denen viele Begriffe bereits bekannt sind bzw. auch im Alltag einsetzbar sind. Aus diesem Grund wird z.B. das Thema *Säuren und Basen* auf Englisch unterrichtet. In diesem Kapitel kommen viele Alltagsbegriffe vor, die bereits zum Teil bekannt sind, wie z.B. *Vinegar* und *Soap*. Ein weiteres Entscheidungskriterium für die Auswahl ist die Komplexität des Kapitels. So werden Kapitel wie *Redox Reaktionen* wegen ihrer Komplexität, bzw. ihres komplett neuen Konzeptes bevorzugt auf Deutsch unterrichtet.

In Chemieunterricht des WIKU Graz werden im EAA-Unterricht neben den Fachinhalten auch die sprachlichen Fähigkeiten auf mehrere Arten gefördert. Einerseits werden durch verschiedene Übungen englische Begriffe gelernt. Es werden sowohl die Sprechfertigkeiten

(z.B. durch designierte „speaking tasks“ auf Englisch und durch beantworten von Fragen), die Hörfertigkeiten (z.B. durch Videos und Frontalunterricht auf Englisch), die Schreibfertigkeiten (z.B. durch Schreiben von Protokollen auf Englisch) als auch die Lesekompetenz gefördert. Um den SchülerInnen den Umstieg zwischen Deutsch und Englisch zu vereinfachen, wird „code switching“ vermieden. Das heißt, dass eine Stunde (oder ein bestimmter Abschnitt) rein auf Deutsch oder Englisch gemacht wird und der schnelle Umstieg zwischen den Sprachen vermieden wird. Wenn eine Stunde auf Englisch gehalten wird, beginnt Frau Prof. Gerstman daher die Stunde bereits auf Englisch.

An Methoden werden im EAA-Unterricht dabei der Frontalunterricht, Gruppenarbeiten, Spiele und Schülerexperimente eingesetzt. Es werden auch mehrere Methoden zur Unterstützung der SchülerInnen im EAA-Unterricht verwendet. So werden beispielsweise Satz-Konstrukte vorgegeben, um die SchülerInnen beim Sprechen zu unterstützen. Zusätzlich werden zum Vokabellernen und zum Lernen der Fachinhalte Spiele (wie z.B. Memory-Spiele oder matching-Spiele) eingesetzt. Auch werden Comics und Chemistry Witze verwendet. Die SchülerInnen haben auch Lehrbücher (auf Deutsch) in denen sie Inhalte nachschlagen können.

Frau Gerstman berichtet, dass der Chemieunterricht ihrer Erfahrung nach auch Vorteile für das Erlernen der fachlichen Fähigkeiten bringt. Sie habe selbst bei sich die Erfahrung gemacht, dass Chemie auf Englisch leichter zu lernen sein kann als auf Deutsch. Der Grund dafür sei, dass die chemische Fachsprache auf Englisch zum Teil einfacher sei als die Deutsche. Zusätzlich erklärt sie, dass bei ihr der englischsprachige Unterricht zum Teil abwechslungsreicher sei und dass mehr Witz vorhanden sei, da sie im EAA-Unterricht viele Chemie(sprach)-Witze einbaue, da diese auf Englisch mehr zu finden seien.

In der Oberstufe werden die bilingualen Klassen am WIKU Graz nur dann fortgeführt, wenn die bilingualen Klassen ohne neue SchülerInnen bestehen bleiben können. Der genannte Grund dafür ist, dass sonst die SchülerInnen ohne bilinguale Unterstufe benachteiligt wären. In diesem Fall war somit die 8. Klasse von Frau Prof. Gerstman eine fortgesetzte bilinguale Klasse, während die 7. Klasse nicht bilingual geführt wurde. Trotzdem werden in Chemie (nach Abstimmung mit der jeweiligen Klasse) beide Klassen auch auf Englisch unterrichtet. Im Vergleich zur Unterstufe wird in der Oberstufe der Inhalt in der Fremdsprache unterrichtet, ohne besonderes Augenmerk auf sprachliche Bildung oder sprachliche Unterstützung. Laut Frau Prof. Gerstman sind die Sprachfähigkeiten der SchülerInnen in der Oberstufe soweit entwickelt, dass sie dem englischsprachigen Unterricht folgen können. Für sehr komplexe

Kapitel wird auf Ersuchen der SchülerInnen auf Deutsch gewechselt (z.B. Molekülorbital-Modell).

Befragung von Frau Prof. Klemm am BRG Petersgasse

Schul-Ebene

Im BRG Petersgasse findet der EAA-Unterricht in der Unterstufe in fast allen Klassen statt. Dabei werden wiederum nicht alle Fächer auf Englisch gehalten und das Ausmaß der Fremdsprache im Unterricht ist abhängig von den Lehrpersonen.

Unterrichts-Ebene

Frau Prof. Klemm ist Chemie- und Physiklehrerin. Sie unterrichtet Chemie mit EAA seit 25 Jahren und hat eine Ausbildung dafür absolviert. Im Chemieunterricht in der Unterstufe wird eine Form des Experimental-EAA angewandt. Dabei sind die meisten Experiment-Vorschriften auf Englisch und auch die Protokolle sind auf Englisch zu verfassen. Zusätzlich werden Spiele und kleine Übungen eingesetzt um, die nötigen Vokabel zu lernen. Die Spiele dienen dabei zum Erarbeiten, Üben und Festigen der Begriffe. Während des Experimentalunterrichts verwendet auch die Lehrperson Englisch als Unterrichtssprache. So müssen SchülerInnen bei Fragen diese auch auf Englisch stellen und dann so lange nachfragen, bis sie es verstanden haben. Beim Theorieunterricht sowie bei organisatorischen Abschnitten des Unterrichts wird Deutsch als Arbeitssprache verwendet.

Als wichtiger Grundsatz für den EAA-Unterricht wird die Freiwilligkeit gesehen. Frau Prof. Klemm betont, es sei wichtig, dass jeglicher Beitrag der SchülerInnen auf Englisch nicht verpflichtend ist. So können Protokolle, wenn die SchülerInnen das bevorzugen, auch auf Deutsch abgegeben werden. Testfragen, die auf Englisch gestellt sind, dürfen auch auf Deutsch beantwortet werden und weitere englische Übungen im Unterricht werden meist als Mitarbeits-Plus gewertet und sind nicht verpflichtend.

Um die englischen Inhalte für die SchülerInnen zugänglich zu machen, verwendet die Lehrperson Spiele (wie z.B. Rätsel, die von den SchülerInnen selbst erstellt werden und Legespiele, bei denen Begriffe, Erklärungen oder Bilder zuzuordnen sind). Zusätzlich wird im EAA-Unterricht viel mit graphischer Unterstützung gearbeitet. So verwendet Frau Prof. Klemm Bilder, Diagramme, Sketches und Cartoons, um die Inhalte verständlicher zu machen. Zusätzlich können die SchülerInnen, wenn auf Englisch gearbeitet wird, im Unterricht am Computer Online-Wörterbücher verwenden und es liegt ein englisches Chemie-Wörterbuch bereit, sodass Vokabel jederzeit von den SchülerInnen nachgeschlagen werden können.

In der Unterstufe sieht die Lehrperson keine Nachteile für das Übermitteln der Fachinhalte durch den EAA-Unterricht. Als Vorteil des EAA-Unterrichtes sieht sie, dass durch den englischen Fachunterricht sprachorientierte SchülerInnen angesprochen werden können und durch den Fokus auf die Sprache auch für die Naturwissenschaften begeistert werden können. Frau Prof. Klemm spricht von einem „Motivationsschub“ dieser SchülerInnen. Ein weiterer Vorteil sei, dass der EAA-Unterricht den SchülerInnen ein tiefgründiges Befassen mit einem Thema in der Fremdsprache ermögliche. Dies sei ein Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Sprachunterricht, da dort Inhalte meist eher oberflächlich behandelt werden. Durch den EAA-Unterricht würden die SchülerInnen vor allem das Argumentieren lernen und darüber tiefgreifenderes Verständnis in der Sprache aufbauen.

Als allgemeinen Vorteil des EAA-Unterrichts merkt Frau Prof. Klemm an, dass diese Form des Unterrichts die Zusammenarbeit mit anderen Lehrpersonen gestärkt habe. Sie sieht es als Vorteil des EAA-Unterrichtes, dass sie die Möglichkeit hat mit anderen LehrerInnen zu kooperieren. Auch merkt sie an, dass es für sie wichtig sei, wieviel Rückhalt sie im Direktorat habe.

In der Oberstufe wird Englisch im Regelunterricht nicht verwendet. Der Grund dafür ist, dass die Inhalte in der Oberstufe so komplex werden, dass nicht ausreichend Zeit da sei, diese auf Englisch zu erklären. Ein weiterer genannter Grund, der gegen den EAA-Chemieunterricht in der Oberstufe spräche ist, dass die ChemielehrerInnen nicht kompetent genug in der Sprache seien, um die komplexen Inhalte für die Oberstufe adäquat erklären zu können. Allerdings wird ein Kurs (ähnlich eines Wahlpflichtfaches) mit dem Titel „Englisch als Arbeitssprache“ angeboten. In diesem Kurs werden naturwissenschaftliche Inhalte rein auf Englisch bearbeitet. Dabei arbeiten hier Englisch- und ChemielehrerInnen zusammen, um diese Inhalte auszuarbeiten und zu unterrichten. In diesem Kurs wird auch sowohl die fachliche als auch sprachliche Kompetenz der SchülerInnen benotet.

Befragung von Frau Prof. Lechner am BG/BRG Leibnitz

Schulische Ebene

Am BG/BRG Leibnitz gibt es das Projekt EAA seit dem Schuljahr 2014/15. Dieses wird auf einer eigenen Website unter https://gym-leibnitz.lima-city.de/erasmusplus/ präsentiert. An der Schule wird EAA für eigene EAA-Klassen angeboten. Die SchülerInnen werden durch einen deutschsprachigen schriftlichen und mündlichen Kompetenzcheck für das Programm ausgewählt. Das Projekt wurde im Jahre 2014/15 für die ersten Klassen etabliert, sodass heuer (2017/18) erstmals zwei 4. Klasse als EAA-Klasse geführt werden. Das bedeutet, dass dieses

Jahr, nach nur einzelnen Themen in den Vorjahren, erstmals englischsprachiger Chemieunterricht in überwiegenden Ausmaß stattfinden kann. Im EAA-Zweig wird intensiv versucht, ab der ersten Klasse progressiv vermehrt Englisch als Arbeitssprache in bis zu 5 Sachfächern einzusetzen. Zusätzlich werden in den gymnasialen Klassen auch einzelne, kleine Abschnitte in der 2. lebenden Fremdsprache bearbeitet. Die EAA-Klassen werden sowohl im Gymnasium als auch im Realgymnasium ab dem Schuljahr 2018/19 fortgesetzt und werden durch Erasmus+ Projekte mit internationalen Kontakte aufgewertet werden.

Unterrichts-Ebene

Frau Prof. Lechner ist sowohl Chemie- als auch Englischlehrerin. Der Chemieunterricht fängt in dieser Schule in der 4. Klasse (8. Schulstufe) an. In der Unterstufe wird in Chemie EAA im überwiegenden Ausmaß angewandt. Im Fall von Frau Prof. Lechner bedeutet das, dass sie den gesamten Unterricht in Chemie auf Englisch hält. Frau Prof. Lechner verwendet daher selbst nur Englisch, um mit den SchülerInnen zu kommunizieren. Auch die Arbeitsmaterialien sind komplett auf Englisch. Auf Deutsch wechselt sie nur, um wichtige Inhalte zu wiederholen, falls es unbedingt nötig ist.

Die Fremdsprache wird bei diesem Unterricht implizit durch das Verwenden der Sprache erlernt. So werden keine extra Sprachübungen gemacht und auch wenig Fokus auf Vokabellernen gelegt. Manche Vokabel werden explizit erarbeitet – so wird am Anfang des Jahres ein Glossar von wichtigen Begriffen mit den SchülerInnen erstellt, welches ihnen über Moodle zugänglich gemacht wird. Viele Begriffe werden jedoch (wie auch im deutschsprachigen Unterricht) nur durch die Verwendung mitgelernt. Als Hauptzweck des EAA-Chemieunterrichts wird das Übermitteln der chemischen Fachinhalte gesehen mit dem Bonus von Englisch als Unterrichtssprache, was besonders für die zukünftige VWA-Recherche vorteilhaft ist. Zur Unterstützung der SchülerInnen werden im Unterricht Bilder und Videos eingesetzt. Dazu wird oft eine Power-Point-Präsentation verwendet, um die Inhalte anschaulich aufzubereiten und das Verständnis durch picture dictionaries zu erleichtern. Zusätzlich werden im Unterricht oft Zwischenfragen (dialogisch) verwendet, um das Verständnis der SchülerInnen zu überprüfen. Auch Aufgaben zum selbstständigen Erarbeiten von Inhalten kommen zum Einsatz, sowie Experimente.

Für das Vermitteln der Fachinhalte sieht Frau Prof. Lechner keinen Nachteil durch die Fremdsprache. Ihrer Meinung nach sind die EAA-SchülerInnen ähnlich gut in Chemie wie ihre Nicht-EAA-SchülerInnen. Einzig beim mündlichen Formulieren von neuen Konzepten bräuchten die SchülerInnen mehr Zeit in der Fremdsprache als auf Deutsch. Der Grund dafür,

dass die SchülerInnen so gut mit der Fremdsprache im Fachunterricht zurechtkommen, ist laut der Lehrperson, dass die SchülerInnen in der 4. Klasse, nach bereits 3 Jahren EAA in anderen Fächern, ausreichend Kompetenz in der Fremdsprache haben.

Auch diese Lehrperson merkt an, dass ein Prinzip der Freiwilligkeit beim Gebrauch von Englisch bestehe. SchülerInnen können jederzeit auch auf Deutsch Fragen beantworten oder Fragen stellen. Dies sei ein verankertes Recht der SchülerInnen[1].

Als größten Unterschied zwischen dem deutschsprachigen und englischsprachigen Unterricht sieht Frau Prof. Lechner, dass der Unterricht durch den Einsatz der Fremdsprache medien-interaktiver geworden sei. Durch die Fremdsprache sei es notwendiger geworden, sicherzustellen, dass auch wirklich alles verstanden wurde.

Befragung von Herrn Prof. Klar am GIBS

Schul-Ebene

Im GIBS (Graz International Bilingual School) wird ab der 1. Klasse als Hauptunterrichtssprache Englisch eingesetzt. Die Schule hat auch SchülerInnen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist. Die Mehrheit der SchülerInnen hat aber Deutsch als Muttersprache und kommt mit wenig Englischkenntnissen an die Schule.

Unterrichts-Ebene

Chemieunterricht findet an der Schule in der 4. Klasse Unterstufe und in der 6. und 7. Klasse Oberstufe statt. Zusätzlich gibt es Wahlangebote für Chemielabor in der 6., 7. und 8. Klasse. Herr Prof. Klar ist Chemielehrer und hat eine Fortbildung im Bereich CLIL absolviert. Im Unterricht wird vorwiegend Englisch als Unterrichtssprache verwendet, jedoch wechselt Herr Prof. Klar bei Bedarf auf Deutsch. So werden zum Teil Klarstellungen auf Deutsch gemacht. Auch persönliche Kommentare werden oft auf Deutsch gemacht und auch die Pausengespräche führt Herr Prof. Klar auf Deutsch. Zusätzlich spricht der Lehrer im Einzelgespräch mit SchülerInnen meist in der Muttersprache, bzw. passt sich der Sprache an, welche der/die SchülerIn vorgibt. Die Übergänge zwischen Englisch und Deutsch sind dabei unregelmäßig. Die SchülerInnen reden untereinander meist Deutsch, es sei denn es sind SchülerInnen nicht-deutscher Muttersprache in der Gruppe, in welchem Fall auf Englisch gesprochen wird. Auch Fragen an die Lehrperson werden sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch gestellt. Fachbegriffe werden in beiden Sprachen gelernt.

[1] Empfehlung des Landesschrulates für Steiermark [37]

Der Unterricht ist meist als Frontalunterricht aufgebaut, wobei die Lehrperson Wert darauflegt, dass die SchülerInnen dabei Gelegenheit haben, sich (in angemessenem Ausmaß) über den Stoff auszutauschen. Dadurch haben die SchülerInnen die Möglichkeit, das Thema sofort in ihrer Muttersprache aufzuarbeiten. Dabei stellt der Herr Prof. Klar immer wieder Fragen, die die SchülerInnen zum Mitzudenken anregen sollen. Als Vorteil dieser Methode im Vergleich zur Workshop-Methode sieht Herr Prof. Klar, dass er sofort Rückmeldungen der SchülerInnen bekommt, wenn etwas unklar ist. Auch achtet der Lehrer darauf, dass in der Stunde möglichst alle SchülerInnen angesprochen werden.

Um den SchülerInnen das Verständnis in der Fremdsprache zu erleichtern, setzt der Lehrer visuelle Hilfsmittel wie Bilder, Modelldarstellungen und Videos ein. Zusätzlich lässt er seine SchülerInnen oftmals zeichnen, d.h. Modelle in ihr Heft skizzieren, um über die Haptik weiter das Verstehen zu fördern. Darüber hinaus verwendet Herr Prof. Klar Experimente um das Verständnis durch „schauen, greifen und arbeiten“ zu fördern. Nach jeder Lektion wird mit Arbeitsblättern (aus englischsprachigen Schulbüchern) der Lehrstoff noch einmal wiederholt.

Befragung anonymer Lehrperson

Diese Lehrperson bat darum, anonym zu bleiben und keine Aussagen zur schulischen Ebene zu machen. Sie unterrichtet an einer AHS in der Steiermark. Diese Lehrperson ist sowohl Englisch als auch Chemie-Lehrerin. Der Chemieunterricht (der in der 4. Klasse beginnt), wird kapitelweise auf Englisch gehalten. So werden Kapitel wie *Einteilung der Stoffe* und *das Atommodell* auf Englisch gehalten, während *das Bohr'sche Atommodell* und *Bindungsarten* auf Deutsch unterrichtet werden. Die Auswahl der Kapitel erfolgt über die Komplexität des Themas. Bei Themen, welche von den SchülerInnen höhere kognitive Leistung erfordert (da neue Konzepte zu verstehen sind) wird die Muttersprache bevorzugt. Am Ende jedes Kapitels wird jedoch das Thema zusätzlich auf Englisch wiederholt.

Im EAA-Unterricht werden als Methoden Frontalunterricht, Gruppenarbeiten und Experimente genutzt. Um die englische Sprache explizit zu fördern, werden Lückentexte, Videos und das Verfassen von Protokollen eingesetzt. Im Allgemeinen sind jedoch die chemischen Fachziele im Vordergrund und die Sprache wird durch den Gebrauch gefördert.

Was das Übermitteln der Fachinhalte angeht, stellt die Lehrperson fest, dass im Vergleich zum muttersprachlichen Unterricht mehr Zeit gebraucht wird, um Fachinhalte zu vermitteln. Aus diesem Grund wird nicht der gesamte Unterricht, sondern nur abschnittsweise auf Englisch unterrichtet. Um sicherzustellen, dass die in EAA vermittelten Inhalte verständlich sind, werden wichtige Merksätze zum Teil übersetzt, bzw. Teile des Stoffes auf Deutsch wiederholt. Auch

wird gefördert, dass sich SchülerInnen sofort melden, wenn sie etwas nicht verstehen. Andere Hilfsmittel, die sprachunabhängig eingesetzt werden, sind grafische Hilfsmittel, wie Bilder oder Modelldarstellungen.

2.3 Ergebnisse an höheren technischen Bundeslehranstalten (HTBLA)

An HTBLAs in Österreich ist CLIL (Content and Language Integrated Learning) verpflichtend im Lehrplan verankert. Ab dem 3. Jahrgang müssen mindestens 72 Unterrichtsstunden pro Jahrgang in den Pflichtgegenständen in englischer Sprache gehalten werden. Die Wahl dieser Fächer ist den einzelnen Schulen überlassen [11]. Dadurch wird im Bereich der HTBLA der Begriff CLIL für den englischsprachigen Fachunterricht verwendet. In der Praxis konnte jedoch durch die Befragungen kein Unterschied zwischen der Verwendung der Begriffe *CLIL* und *EAA* festgestellt werden. Beide Begriffe werden von den Lehrpersonen mit dem Unterricht in der Fremdsprache beschrieben.

Auch vor der Verordnung gab es an HTBLAs das Bestreben, Englisch als Arbeitssprache einzusetzen. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch an HTBLAs der englischsprachige Unterricht als EAA bezeichnet. So gab es an der HTBLA Kaindorf, an der HTBLA Kapfenberg sowie an der HTBLA Weiz bereits Englisch als Arbeitssprache vor der Einführung des CLIL-Unterrichts im Jahre 2015. Da an den HTBLAs die schulische Ebene durch den Lehrplan vorgegeben ist, wird in der Beschreibung der Interviews diese nicht mehr aufgelistet.

Befragung von Frau Prof. Chemloul an der HTBLA-Kaindorf

An der HTBLA Kaindorf wird neben dem verpflichtenden CLIL-Unterricht auch Englisch als Arbeitssprache im Zweig Informatik angeboten. In diesem Zweig haben die SchülerInnen ab dem 1. Jahrgang Fachunterricht auf Englisch und darüber hinaus wird durch andere Mittel, wie Intensivsprachwochen, die Sprache gefördert [25].

In Chemie wird ab dem 3. Jahrgang in allen Klassen und im 1. und 2. Jahrgang in den Informatikklassen abschnittsweise auf Englisch unterrichtet. Die unterrichtende Lehrperson, Frau Prof. Chemloul, ist keine Sprachlehrerin. Bei der Wahl der Unterrichtssprache reagiert die Lehrperson auf die Bedürfnisse der SchülerInnen. So wird auf Deutsch gewechselt, wenn die Lehrperson das Gefühl hat, die SchülerInnen hätten Probleme zu folgen. Jedoch vermeidet Frau Prof. Chemloul das „hin und her switchen“, da dies nicht gut sei.

Als Methoden werden im englischsprachigen Unterricht einerseits Frontalunterricht mit Tafelbild und PowerPoint-Präsentation eingesetzt. Auch werden im Unterricht Bilder und Videos gezeigt. Zur Unterstützung der SchülerInnen beim Arbeiten in der Fremdsprache

werden Kopien und Arbeitsblätter verwendet. Zusätzlich werden bei Tests die Fragen auf Deutsch und Englisch gestellt. Das Sprachen-Lernen ist dabei implizit. Es soll eine „künstliche englische Welt“ geschaffen werden, um den SchülerInnen eine Anwendung der Sprache zu ermöglichen. Zusätzlich wird durch den Unterricht Hörverständnis geschult. Eher weniger Aufmerksamkeit wird dem Lesen und Schreiben in der Fremdsprache gewidmet. Frau Prof. Chemloul betont, dass der Fachinhalt durch die Arbeitssprache nicht zu kurz kämen. Bevor die Inhalte zu kurz kämen, würde sie in die Muttersprache wechseln. Im Allgemeinen sieht Frau Prof. Chemloul jedoch den englischsprachigen Fachunterricht als sehr positiv, da er die SchülerInnen auf Arbeitswelt und Universität vorbereitet.

Befragung von Herrn Prof. Tuisel an der HTBLA-Weiz

Auch an der HTBLA-Weiz wurde schon vor der Einführung des CLIL-Unterrichts zum Teil Fachunterricht auf Englisch angeboten. Herr Prof. Tuisel unterrichtet bereits seit ungefähr 15 Jahren Teile seines Chemieunterrichts auf Englisch. Er studierte Biochemie und Biologie an der Universität Graz und schrieb seine Diplomarbeit im Bereich Biotechnologie. Seine Englischkenntnisse erwarb er unter anderem in einem mehrjährigen Aufenthalt an einer amerikanischen Universität, bei dem er in einem Biotechnology Center mitarbeitete. Auch wollte er eine Fortbildung zum Thema besuchen, welche jedoch nur zum Teil stattfand. An der HTBLA Weiz wird das Chemielabor zum Teil in der Fremdsprache gehalten. Dazu werden englische Skripten an die SchülerInnen ausgegeben. Im Unterricht werden zuerst die Skripten durchgearbeitet und im Anschluss im Labor praktisch die Experimente durchgeführt. Um die SchülerInnen zum Mitarbeiten anzuregen, werden im Skript Lücken gelassen, welche während des Unterrichts von den SchülerInnen ausgefüllt werden. Im Anschluss erarbeiten die SchülerInnen in Partnerarbeit Protokolle mit den Messergebnissen auf Englisch. Um die SchülerInnen auch zum Sprechen zu bringen, wird die Prüfung des englischsprachigen Unterrichts mündlich auf Englisch abgenommen. Methodisch wird im Unterricht der Frontalunterricht mit Power-Point-Präsentation, sowie der Experimentalunterricht angewandt.

Obwohl der englischsprachige Unterricht von Herrn Prof. Tuisel weitgehend als positiv empfunden wird, nennt er auch einige Nachteile. So sei es nicht möglich in der gleichen Zeit den gleichen Inhalt auf Englisch zu bearbeiten. Zusätzlich sei problematisch, dass auf einer HTBLA meist das Englisch-Niveau der SchülerInnen, sowie deren Interesse an der Sprache weniger entwickelt sei als das der AHS-SchülerInnen. Die SchülerInnen würden darüber hinaus oft, da sie bereits viel Unterricht haben, nicht einsehen, warum sie dafür Energie aufwenden sollten. Zusätzlich erklärt Herr Prof Tuisel, dass es an HTBLAs schwierig sei, Lehrpersonen zu

finden, die die nötigen Englischkenntnisse haben, um den verordneten CLIL-Unterricht auszuführen.

Befragung von Frau Prof. Sammer an der HTBLA-Kapfenberg

Wie an den beiden anderen untersuchten HTBLAs wurde auch an der HTBLA Kapfenberg bereits vor der Einführung von CLIL, EAA in der Schule eingesetzt. In diesem Fall wurde EAA als einzelne kleine Projekte ausgeführt, bei denen die SchülerInnen viel Freiheit in der Gestaltung hatten. Dabei war wichtig, dass EAA auf Freiwilligkeit basierte und vor allem Interesse bei den SchülerInnen wecken sollte.

Im Zuge des CLIL-Unterrichts müssen die Lehrpersonen 20 Stunden pro Fach und Klasse auf Englisch halten. Frau Prof. Sammers ist keine Englischlehrerin, hat jedoch eine Ausbildung für EAA absolviert. Sie verwendet die Arbeitssprache in einzelnen Kapiteln. In den englischsprachigen Teilen des Unterrichts werden die gesamten Stunden auf Englisch gehalten, mit nur vereinzelten Sätzen auf Deutsch. Um Frustration bei den SchülerInnen zu vermeiden, wird die Fremdsprache meist eingesetzt um Themen zu wiederholen. Als Methode wird beim englischsprachigen Unterricht vor allem Frontalunterricht verwendet. Auch Arbeitsblätter mit Texten zur selbstständigen Erarbeitung durch die SchülerInnen kommen zum Einsatz. Zur Unterstützung werden Vokabellisten bzw. Vokabelboxen auf Arbeitsblättern eingesetzt.

Problematisch sieht Frau Prof. Sammers den CLIL-Unterricht in HTBLAs aus mehreren Gründen. Zum einen sagt Frau Prof. Sammers, dass die Fremdsprache an HTBLAs keinen hohen Stellenwert habe. Daher seien die SchülerInnen auch nicht sehr motiviert, sich intensiv damit zu beschäftigen. Andererseits sieht Frau Prof. Sammers auch den Zwang hinter dem CLIL-Unterricht als problematisch. So muss eine bestimmte Anzahl an CLIL-Stunden in jeder Klasse gehalten werden, jedoch fehlen oft die Lehrkräfte mit der nötigen Ausbildung bzw. Kenntnissen in der Sprache, da es an Weiterbildungen in diese Richtung mangle.

2.4 Diskussion und Zusammenfassung

Nachdem die Ergebnisse der einzelnen Befragungen angeführt wurden, sollen diese Ergebnisse nun verglichen und analysiert werden. Als erstes wird auf die Organisation des fremdsprachigen Unterrichtes eingegangen, wobei das Ausmaß des englischsprachigen Unterricht in den Schulen im Fach Chemie und nach Schulstufe betrachtet wird. Im Anschluss werden Methoden und gegebene Hilfestellungen im fremdsprachigen Chemieunterricht zusammengefasst. Am Ende wird die Meinung der LehrerInnen zum fremdsprachigen Unterricht diskutiert. Dabei wird zuerst durch die Anführung der genannten Vorteile gezeigt, dass der englischsprachige

Unterricht von den LehrerInnen überwiegend positiv gesehen wird. Im Anschluss wird jedoch gezeigt, dass die LehrerInnen auch Nachteile für die Vermittlung der Lerninhalte feststellen.

In Tabelle 2 ist ein Überblick der Schulen und eine Einteilung des englischsprachigen Unterrichtes auf der Schul-Ebene, der Fachebene und den Schulstufen gegeben. Von den neun befragten Schulen setzt nur eine die englische Sprache komplett in allen Fächern und Klasse ein. Bei dieser Schule handelt es sich um das GIBS (Graz International School). Weitere fünf Schulen (BG/BRG Seebacher, BRG Petersgasse und alle HTBLAs) setzen die Fremdsprache in allen Klassen abschnittsweise ein. In den restlichen drei AHS gibt es spezielle EAA-Klassen, deren Schüler durch ein Testverfahren für den Zweig ausgewählt werden. Durch die Auflistung des Einsatzes des fremdsprachigen Unterrichts nach Schulstufen wird ersichtlich, dass der Einsatz der englischen Unterrichtssprache in der Unterstufe an steirischen AHS häufiger ist als in der Oberstufe. Dies lässt sich einerseits auf den praktischen Grund zurückführen, dass spezielle EAA-Klassen nur fortgeführt werden können, wenn sie als solche (ohne neue SchülerInnen) bestehen bleiben können. Auch wurde als Grund genannt, dass die Themen in der Chemie in der Oberstufe komplexer wären und zum Teil Lehrpersonen fehlen würden, die das nötige Sprachniveau hätten.

Tabelle 2: Organisation des englischsprachigen Unterrichts in den untersuchten Schulen, im Chemieunterricht und nach Schulstufen

Schule	Einsatz des englischsprachigen Unterrichts im Chemieunterricht	Einsatz des englischsprachigen Unterrichts in der Schule	Einsatz des englischsprachigen Unterrichts nach Schulstufen
BG/BRG Seebacher	abschnittsweise	abschnittsweise für alle Klassen	nur US
WIKU Graz	abschnittsweise	abschnittsweise für bestimmte Klassen	US und OS (wenn möglich[2])
BRG Petersgasse	im Experimental-unterricht	abschnittsweise für alle Klassen	US OS (Wahlangebot)
BG/BRG Leibnitz	komplett	abschnittsweise für bestimmte Klassen	US und OS
GIBS Graz	komplett	komplett für alle Klassen	US und OS
anonyme Schule (AHS)	abschnittsweise	abschnittsweise für bestimmte Klassen	US
HTBLA Kaindorf	abschnittsweise	abschnittsweise für alle Klassen	ab 3. Jahrgang und ab 1. Jahrgang für EDV-Zweig
HTBLA Weiz	abschnittsweise	abschnittsweise für alle Klassen	ab 3. Jahrgang
HTBLA Kapfenberg	abschnittsweise	abschnittsweise für alle Klassen	ab 3. Jahrgang

Zusätzlich wurde erhoben, welche Ausbildungen bzw. Fortbildungen oder Qualifikationen die Lehrpersonen für den englischsprachigen Unterricht in Chemie haben. Vorweg ist zu sagen, dass alle Lehrpersonen (mit einer Ausnahmen) ein Lehramtsstudium im Fach Chemie absolviert haben. In dieser Erhebung wurde daher auf Qualifikationen im der Fremdsprache geachtet. In Abbildung 3 sind die Qualifikationen der befragten Lehrpersonen aufgeführt. Dabei werden sowohl Auslandserfahrungen, Fortbildungen als auch das Studium der englischen Sprache als

[2] nur wenn die bilinguale Klasse als Gesamtes in der Oberstufe fortgeführt werden kann

Zweitfach betrachtet. Es ist zu sehen, dass die meisten Lehrpersonen, die mit Unterrichtssprache Englisch unterrichten in irgendeiner Form eine Sprachausbildung haben. Nur zwei der Befragten gaben keine Fortbildungen an. Drei der neun Lehrpersonen unterrichten als Zweitfach Englisch und weitere vier Lehrpersonen besuchten Fortbildungen, wobei einer davon auch mehrere Jahre im Ausland verbrachte.

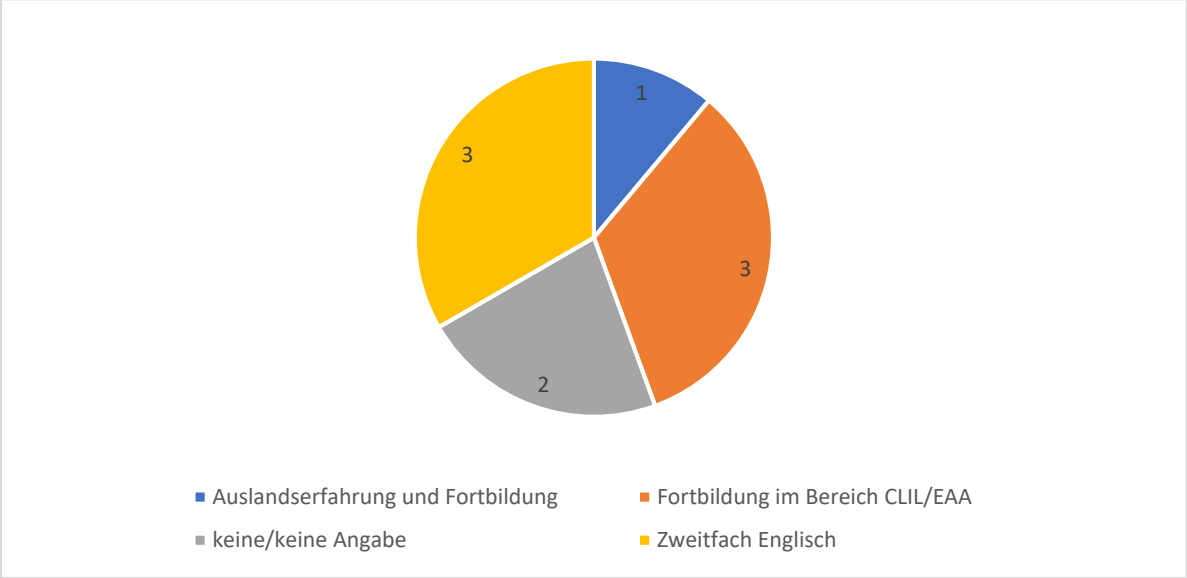


Abbildung 3: Aus- und Weiterbildungen der befragten Lehrpersonen in der englischen Sprache an den untersuchten Schulen

Nun soll betrachtet werden, welche Konzepte des fremdsprachigen Unterrichts in Österreich zur Anwendung kommen. Das Konzept von *Englisch als Arbeitssprache*, wie es in der Einleitung beschrieben wurde, wird in der Praxis gut wiedergespiegelt. So wird bei EAA in der Theorie der Fokus auf die Fachinhalte gelegt. Die Sprache wird als Kommunikationsmittel und nicht eigenes Lernziel gesehen. Sie soll dabei implizit durch den Einsatz gelernt werden. Im Laufe der Gespräche mit den Lehrpersonen wurde diese Einstellung immer wieder dargelegt. So werden im Unterricht kaum sprachliche Ziele definiert. Auch wird im Chemieunterricht die sprachliche Fähigkeit der SchülerInnen nicht überprüft bzw. gewertet. Sprachliche Ziele (z.B. durch das Spielen von Vokabelspielen oder dem Erstellen eines Glossars oder von Vokabellisten) werden dann verfolgt, wenn sie für das effektive Vermitteln der Fachinhalte notwendig sind. An konkreten sprachlichen Zielen wurden fast ausschließlich Vokabel genannt. Daher kann festgestellt werden, dass an AHS der Steiermark tatsächlich EAA und nicht CLIL (bei welchem Fach und Sprache einen dualen Fokus einnehmen) angewandt wird. Ansätze des Konzeptes von CLIL sind jedoch auch hier in der Praxis erkennbar. So wenden (vor allem LehrerInnen mit Zweitfach Englisch) Elemente der Sprachdidaktik im Fachunterricht an und auch CLIL-Schulbücher sind in den Schulbibliotheken zu finden.

Im Kontext der HTBLAs werden sowohl der Begriff *EAA* als auch *CLIL* verwendet. So gaben alle drei befragten Lehrpersonen der HTBLAs an, an den Schulen hätte es bereits EAA gegeben, bevor der CLIL-Unterricht verpflichtend eingeführt wurde. An der HTBLA Kaindorf gibt es (neben dem verpflichtenden CLIL-Unterricht) eine ausgewiesene EAA-Klasse. Dabei werden die Begriffe *EAA* und *CLIL* in der Praxis der HTBLAs synonym gebraucht. Sowohl EAA als auch CLIL werden als Fachunterricht auf englischer Sprache definiert, in dem keine sprachlichen Ziele definiert werden. Daher kann der CLIL-Unterricht an HTBLAs mit dem EAA-Unterricht gleichgesetzt werden.

Im Anschluss wird der englischsprachige Chemieunterricht näher betrachtet. Es wurde erfasst, welche Methoden im englischsprachigen Unterricht zum Einsatz kommen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 angeführt. Die am meisten genannte Methode im fremdsprachigen Unterricht war der Frontalunterricht. Neben dem Frontalunterricht gaben jedoch alle Lehrpersonen andere Methoden an, welche sie im englischsprachigen Unterricht anwenden. So gaben acht der neun Lehrpersonen an, dass sie Experimente einsetzen. Auch Gruppenarbeiten, selbstständiges Erarbeiten des Lehrstoffes durch Fachtexte und der Einsatz von Spielen wurde genannt.

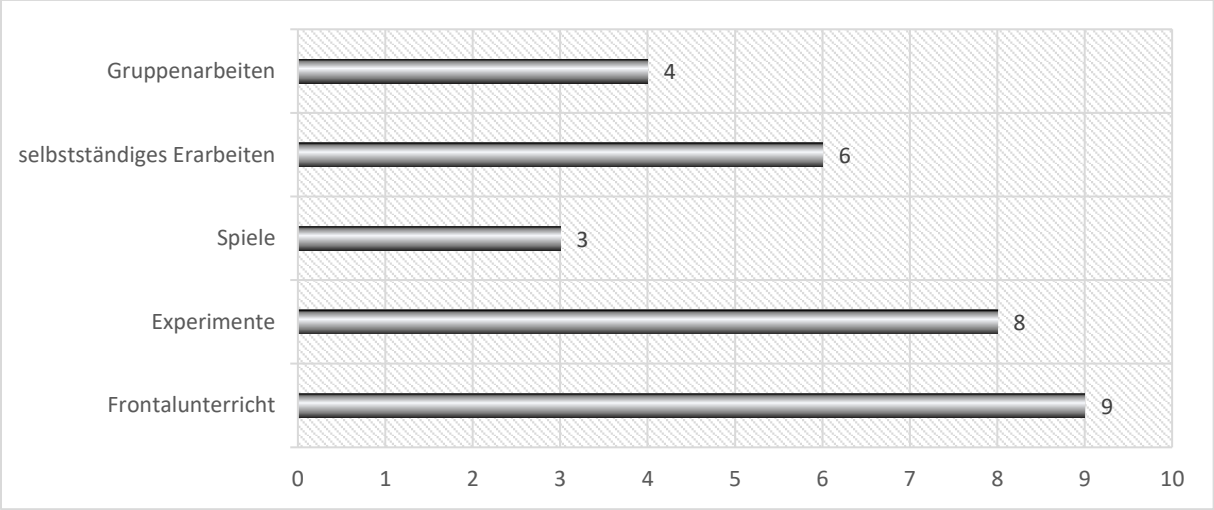


Abbildung 4: Von Lehrpersonen der untersuchten Schulen genannte Methoden im fremdsprachigen Unterricht

Neben den genannten Methoden nannten die Lehrpersonen auch verschiedene Arten, wie sie ihre SchülerInnen beim Lernen in der Fremdsprache unterstützen. Diese werden eingesetzt, um die Lerninhalte für die SchülerInnen zugänglich und anschaulich zu machen. Die ermittelten Möglichkeiten zur Hilfestellung sind in Tabelle 3 mit Beispielen aufgelistet. Dabei kann gesehen werden, wie vielfältig die Unterstützungen sind. Die Hilfestellungen wurden in tabellarischer Form anstatt als Diagramm angeführt, da bei den Gesprächen festgestellt wurde, dass viele dieser Methoden eingesetzt werden, ohne diese bewusst als Mittel für das Verständnis

im fremdsprachigen Unterricht zu sehen. So setzen vermutlich alle Lehrpersonen Bilder oder andere Formen der graphischen Hilfsmittel ein, jedoch nannten nur vier der Lehrpersonen explizit, diese Form der Unterstützung für das Verständnis der SchülerInnen in der Fremdsprache eizusetzen.

Tabelle 3: Von den Lehrpersonen der untersuchten Schulen genannte Hilfestellungen für die SchülerInnen im fremdsprachigen Unterricht mit Beispielen

Methoden zur Hilfestellung	**Beispiele**
grafische Hilfsmittel	Modelle, Bilder, Grafen, Comics, Realien (z.B. Chemikalien, Alltagsstoffe usw.)
Vokabel-arbeit	Vokabellisten, Glossar, Wörterbücher (online, Chemie-Englisch)
Comics/Chemistry Witze	ChemCat-Witze, Concept-Cartoons
Spiele	Memory, Crossword-Puzzle, Element-Schiffeversenken usw.
Videos	The element song, Acapella science
andere sprachliche Hilfsmittel	Lückentexte, Satz-Strukturvorgaben, Matching-Aufgaben
Experimente	Separating Salt from Sand, Experimente zu Säuren und Basen

Die meisten befragten Lehrpersonen sehen die englische Sprache als Bereicherung für den Chemieunterricht. Als Vorteil nannten sie, dass vor allem sprachorientierte SchülerInnen durch die Fremdsprache motivierter wären. Die Lehrpersonen waren überwiegend davon überzeugt, dass der englische Fachunterricht sprachliche Vorteile für die SchülerInnen bringt. Auch schienen die Lehrpersonen Vorteile dieser Form des Unterrichtes gegenüber dem herkömmlichen Sprachunterricht zu sehen. So würden die SchülerInnen die Scheu vor der Sprache im Kontext der Naturwissenschaften verlieren und sich tiefgreifender in der Fremdsprache mit Inhalten befassen, was das Verständnis in der Sprache fördere. Zusätzlich wird der englischsprachige Fachunterricht als Vorbereitung der SchülerInnen auf Arbeitswelt und Universität gesehen.

Neben diesen Vorteilen wurde auch ermittelt, ob Nachteile für die Vermittlung der Fachinhalte von den Lehrpersonen festgestellt werden. Obwohl die meisten Lehrpersonen dem englischsprachigen Unterricht sehr positiv gegenüberstehen und das Konzept vertreten, wurden oft Nachteile bei der Vermittlung des Fachstoffes genannt. So gaben 7 der 9 Befragten an, ein langsameres Lerntempo zu bemerken oder, dass komplexe Inhalte schwerer vermittelt werden

könnten. Einige Lehrpersonen gaben daher auch an, die Kapitel für den fremdsprachigen Unterricht nach deren Komplexität zu wählen. Diese Feststellung legt nahe, dass der englische Fachunterricht durch zusätzliche Stunden im Fach ergänzt werden sollte. Interessant ist festzustellen, dass zwei Lehrpersonen keine Nachteile bzw. Beeinträchtigungen des Verständnisses der SchülerInnen feststellen können. Diese beiden Lehrpersonen unterrichten in den Schulen, welche die englische Sprache am meisten auch schon vor dem Chemieunterricht in anderen Fächern einsetzten (GIBS Graz und BG/BRG Leibnitz). Diese Erkenntnis ist interessant hinsichtlich der Schwellentheorie von Cummins, welche besagt, dass eine gewisse grundlegende Sprachkompetenz erreicht werden muss, um Konzepte in einer Fremdsprache begreifen zu können [26]. Auch in anderen Studien, wie der von Zydatiß [22] konnte ein Zusammenhang zwischen dem linguistischen Niveau der SchülerInnen und deren Verständnis im fremdsprachigen Unterricht gezeigt werden.

3 Unterrichtspraktischer Teil

Nachdem nun der fremdsprachige Chemieunterricht in der Steiermark beleuchtet wurde, werden in diesem Teil exemplarisch Beispiele für den fremdsprachigen Chemieunterricht angeführt. Ziel dieser Unterlagen ist es, Beispiele zu geben, wie der fremdsprachige Unterricht mit methodischer Vielfalt und durch Hilfestellungen für die SchülerInnen so gestaltet werden kann, dass er anregend und zielführend für den Erwerb der Fachinhalte ist. Auch wurde darauf geachtet, dass die SchülerInnen neben sprachlichem Input Gelegenheit für Kommunikation bekommen. Bevor die Arbeitsmaterialien näher beschrieben werden, werden diese Grundsätze, nach denen die Unterrichtsmaterialien aufgebaut sind, im nächsten Kapitel näher diskutiert.

Im Anschluss werden die Arbeitsmaterialien im Detail dargestellt. Es wurden jeweils zwei Kapitel für die Sekundarstufe I und Sekundarstufe II ausgearbeitet. Für die Sekundarstufe I wurden die Themengebiete *Treibhauseffekt und Klimawandel* und *Alkohol* ausgearbeitet. Für die Sekundarstufe II wurden Unterrichtsmaterialien für die HTBLA zum Thema *Kunststoffe* und *Proteine* bearbeitet. Diese Kapitel wurden in Zusammenarbeit mit den Schulen, an denen sie ausprobiert wurde, ausgewählt. Dabei wurde der Wunsch der Schulen bei der Wahl der Kapitel berücksichtigt. Zusätzlich wurde versucht Kapitel zu wählen, welche einen Bezug zum Alltag der SchülerInnen haben. Für die Erstellung der Arbeitsmaterialien wurden verschiedene Quellen verwendet. Alle verwendeten Quellen sind im Arbeitsmaterialverzeichnis auf Seite 105 angeführt. Abbildungen, deren Quelle nicht explizit angegeben wird, wurden selbst erstellt. Zur Erstellung der Abbildungen wurden die Programme ChemSketch, Photoshop, Microsoft Word und eine Kamera verwendet. Die Arbeitsmaterialien werden jeweils mit *AM* für *Arbeitsmaterial* bezeichnet. Für jedes Themengebiet wurden mehrere, separat verwendbare Arbeitsmaterialien erstellt. Exemplarische Schülerantworten sind für die Expertengruppen (AM6), das Experiment *Earth in a Glass (AM 10)*, das Arbeitsblatt *The Natural Greenhouse Effect* (AM 11) und dem Arbeitsblatt *Structure of Protein* 21) im Anhang zu finden.

Die Arbeitsmaterialien wurden auch an Schulen getestet und, im Anschluss, überarbeitet. Es wurde Feedback von den Lehrpersonen und den SchülerInnen mittels Fragebogen eingeholt. Die SchülerInnenfragebögen und LehrerInnen-Feedbackbögen wurden anhand der Vorlage der Diplomarbeit *Englisch als Arbeitssprache im Chemieunterricht* von Andreas Kaplan [27] erstellt. In der Sekundarstufe I wurden die Arbeitsmaterialien am WIKU Graz bei Frau Prof. Eva Gerstman in den bilingualen Klassen getestet. Ein zweites Mal wurden die Arbeitsmaterialien im BG/BRG Carneri bei Herrn Prof. Dellinger ausprobiert. Das Thema *Treibhauseffekt* wurde jeweils in einer 3. Klasse unterrichtet, wobei die Klasse im BG/BRG

Carneri eine Realklasse ist. Das Thema *Alkohol* wurde in der vierten Klasse getestet. Die vierte Klasse im BG/BRG Carneri war eine Gymnasialklasse. Im WIKU startet der Chemieunterricht für alle Klassen ab der 7. Schulstufe. Beide Klassen im WIKU waren Klassen des bilingualen Zweigs, weshalb sie bereits öfters Fachunterricht auf Englisch (auch in Chemie) hatten. Für die SchülerInnen im BG/BRG Carneri hingegen war der englische Fachunterricht etwas Neues. In der Sekundarstufe II wurden die Arbeitsmaterialien an der HTBLA Kaindorf bei Frau Prof. Christine Chemloul getestet. Das Thema *Kunststoffe* wurde in einer 2. Klasse (10. Schulstufe) im Mechatronik-Zweig ausprobiert. Das Thema *Proteine* wurde in der 3. Klasse (11. Schulstufe) in einer EDV-Klasse ausprobiert. Die EDV-Klasse war dabei eine EAA-Klasse, was bedeutet, dass diese Klasse verstärkt Unterricht auf Englisch hat [25]. Im Anschluss wurden die Arbeitsmaterialien dem Feedback und der Erfahrung entsprechen überarbeitet.

3.1 Grundsätze für die Erstellung der Arbeitsmaterialien

In diesem Kapitel sollen die Grundsätze des fremdsprachigen Fachunterrichts angeführt werden, welche für die Erstellung der Arbeitsmaterialien verwendet wurden. Vorab ist festzustellen, dass es keine einheitliche Didaktik des fremdsprachigen Unterrichtes gibt. CLIL kann als ein Ansatz gesehen werden, eine solche Didaktik dafür aufzustellen. Neben den Prinzipien, welche im Konzept von CLIL aufgestellt werden, werden in dieser Arbeit jedoch auch andere didaktische Richtungen verwendet. Einerseits wird hierbei auf die Erfahrungen zurückgegriffen, die aus den Gesprächen mit LehrerInnen in der Praxis gesammelt wurden. Andererseits werden auch didaktische Ansätze aus der Literatur, die sich mit Lernenden beschäftigen, die im Regelunterricht in einer Zweitsprache lernen (wie z.B. Lernende mit Migrationshintergrund) verwendet. Im speziellen wird hierbei auf den dualen Fokus auf Sprache und Fachinhalte, auf die Sequenzierung des Unterrichtes auf das Prinzip des Scaffolding (also des Hilfestellungen zu geben, ohne den Inhalt zu reduzieren) und auf die Rolle der Kommunikation, sowie die Rolle der Muttersprache im englischsprachigen Unterricht eingegangen.

Der erste Grundsatz, der beim Erstellen der Arbeitsmaterialien bedacht werden muss, ist, dass im Vergleich zur Didaktik sowohl des Fach- als auch des Sprachunterrichts, im fremdsprachigen Unterricht ein dualer Fokus gelegt werden muss. Es müssen sowohl die fachlichen Inhalte festgelegt werden als auch überlegt werden, welche Sprache für die Vermittlung dieser Inhalte notwendig ist. Die sprachlichen Ziele werden somit durch die fachlichen Ziele definiert. Es werden jene Sprachziele verfolgt, die zum Verstehen und Bearbeiten der Fachinhalte vonnöten sind. Sprachliches Lernen ist somit eine notwendige

Hilfestellung für das Verständnis des Faches [28]. Es muss dabei immer darauf geachtet werden, welche sprachlichen Schwierigkeiten bei der Bearbeitung eines Themas entstehen können [12]. Auch muss darauf geachtet werden, dass fachliche Inhalte nicht zu kurz kommen. So ist es das Ziel des fremdsprachigen Unterrichtes, trotz der Fremdsprache keine Abstriche bei den fachlichen Inhalten zu machen.

Neben dem Fokus auf Sprache ist es im fremdsprachigen Fachunterricht wichtig, den Unterricht in Sequenzen aufzubauen. So sollen am Beginn eines neuen Themas oder einer Schulstunde die SchülerInnen bei Ihrem Wissensstand abgeholt werden. Dies kann durch sogenannte Aktivierungsübungen geschehen. Diese Übungen sollen auf das Thema hinführen, Vorwissen aktivieren und zugleich das Interesse der SchülerInnen wecken [19]. Auch können sie dazu verwendet, die SchülerInnen „aufzuwecken", also ohne Druck die SchülerInnen animieren mitzuarbeiten. Ebenso wie Aktivierungsaufgaben ist es wichtig, den Wissenserwerb durch Wiederholungsaufgaben zu sichern. Diese können in unterschiedlichen Formen präsentiert werden. So kann eine Wiederholung auch in Form eines Spieles oder eines Lückentextes sein.

Ein weiteres sehr wichtiges Prinzip des fremdsprachigen Unterrichts ist Scaffolding. Das Wort *scaffolding* bedeutet im englischen Wortgebrauch *Baugerüst*. Seit den 1970er Jahren wird es metaphorisch in der Sprachendidaktik verwendet. Scaffolding steht für eine Hilfestellung, die gegeben wird bis sie nicht mehr gebraucht wird. Wie ein Baugerüst beim Bau eines Gebäudes schrittweise entfernt wird, soll auch im Unterricht Unterstützung gegeben werden bis die SchülerInnen sie nicht mehr brauchen. Scaffolding soll dabei nicht den Inhalt vereinfachen, sondern eine Hilfestellung sein, um den komplexen Lehrstoff leichter verstehen zu können [29]. Es gibt verschiedene Möglichkeiten des Scaffoldings. Eine Variante ist, graphische Hilfsmittel zu verwenden. So können Abbildungen verwendet werden um Begriffe verständlich zu machen. Auch können Graphen, Diagramme und Modelle verwendet werden um Konzepte zu erklären. Darüber hinaus können auch graphische Organizer verwendet werden, um Konzepte zu erklären. Auf diese Weise können komplexe Zusammenhänge heruntergebrochen werden. Es ist einfacher, Prozesse, Vorgänge oder Konzepte zu verstehen, wenn diese in Bruchstücke aufgeteilt sind, anstatt in einem Stück präsentiert zu werden. Beispiele solche graphischen Organizer sind Flow-Diagramme, Venn-Diagramme oder Spinnen-Diagramme [19]. Zusätzlich können vorgegebene sprachliche Hilfestellungen als Scaffodlings dienen. Eine Möglichkeit ist das Vorgeben von Satzteilen oder Lückentexte, um den SchülerInnen das Sprechen oder Schreiben in der Fremdsprache zu erleichtern. Weiters können auch Word-Boxen, Word-Poster o.Ä. verwendet werden, um SchülerInnen die nötigen Begriffe greifbar zu machen, welche sie

für den sprachlichen Output benötigen. Durch diese Hilfestellung soll die SchülerInnen dahingehend eingeschränkt werden, dass sie sich auf die wesentlichen Inhalte konzentrieren können [30]. Beim Bearbeiten von Inhalten ist es wichtig, immer mehrere Aufgaben mit Scaffolding einzubauen, durch welche sich die SchülerInnen aktiv mit den zu lernenden Inhalten beschäftigen. So wird beispielsweise in 3.2.2.3 *Arbeitsblatt zum Thema des natürlichen Treibhauseffekts* ein Text von den SchülerInnen gelesen. Im Anschluss muss der im Text beschriebene Prozess in einen graphischen Organizer (hier ein Diagramm des Vorganges) eingetragen werden. Danach muss der Prozess von den SchülerInnen selbstständig zusammengefasst werden. Bei dieser Übung kann der graduell steigende Freiheitsgrad bei den Aufgaben, die durch das Scaffolding entsteht, gut gesehen werden.

Ein weiterer didaktischer Grundsatz des fremdsprachigen Unterrichts ist, dass Kommunikation in der Sprachendidaktik eine große Rolle spielt. In den 1960er Jahren wurde der communicative approach entwickelt, was bedeutet, dass im Sprachunterricht ein großes Augenmerk auf das Erlernen der Kommunikationsfähigkeit der SchülerInnen gelegt wird [31]. Der fremdsprachige Fachunterricht kann dazu einen großen Beitrag leisten, da er eine authentische Lernsituation in der Fremdsprache schafft. Daher sind im fremdsprachigen Unterricht verschiedenen Unterrichtsformen notwendig, um den SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, zu kommunizieren. Methoden wie Gruppenarbeiten oder Partnerarbeiten eignen sich gut für diesen Zweck. Darüber hinaus kann der Experimentalunterricht, bei dem die SchülerInnen in einem Team zusammenarbeiten, um ein Ziel zu erreichen, als Möglichkeit der authentischen Kommunikation gesehen werden.

Ein besonderes Augenmerk ist beim fremdsprachigen Fachunterricht auf die Funktion der Muttersprache zu legen. Dazu gibt es verschiedene Ansätze in der Literatur. So befürworten Deller et al. in ihrem Buch *Teaching Other Subjects through English* den Einsatz der Muttersprache zur Unterstützung des Unterrichts. Die Muttersprache ist ein wichtiges Mittel, dass beim Verstehen der Lerninhalte förderlich sein kann. So schreiben sie:

> *"There is no reason to abandon the use of the mother tongue where it can be used as a support and learning tool. A good example would be group work in which students could discuss a problem or piece of information in their mother tongue as a route to achieving the given task in English. In reality a lot of code-switching – moving between the two languages – will take place and that is perfectly natural, particularly in lower grades."* [28]

In *CLIL-Activities* von Dale et al. wird im Gegensatz dazu ein Ansatz gewählt, bei dem SchülerInnen durch positive Verstärkung dazu gebracht werden sollen, rein in der Fremdsprache zu kommunizieren. Die Autoren empfehlen, SchülerInnen, die in der Muttersprache sprechen zu „ignorieren" und mit ihnen zu besprechen, warum in der

Fremdsprache kommuniziert wird [19]. Diese Überlegung hat jedoch wenig Auswirkungen auf die Erstellung der Unterrichtsmaterialien. Bei der Anwendung im Unterricht muss jede Lehrperson überlegen, wieviel die Kommunikation in der Fremdsprache geführt und forciert werden soll.

3.2 Arbeitsmaterialien für die Sekundarstufe 1

3.2.1 Arbeitsmaterialien zum Kapitel Alkohol

3.2.1.1 Molekülmodell-Vergleich zum Thema Ethanol

Beschreibung:
Diese Übung ist eine Einleitungssequenz zum Thema Ethanol. Die Sequenz ist so aufgebaut, dass das Thema Ethanol mit dem Vorwissen aus dem Gebiet Kohlenwasserstoffe in Verbindung gebracht wird. Dabei wird auf der Teilchenebene gearbeitet. Als Hilfsmittel zur Erklärung der Struktur von Ethanol wird dabei ein Molekülmodell von Ethanol (siehe Abbildung 5) verwendet. Gemeinsam mit den SchülerInnen wird anhand des Modells der Unterschied zwischen diesem Molekül und den Kohlenwasserstoffen erarbeitet, d.h. die funktionelle Gruppe. Im Anschluss werden die wichtigsten Informationen zu Ethanol kompakt zusammengefasst. Dies kann als Vorbereitung für die Aufgabe in Kapitel 3.2.1.2 *Expertengruppen zum Thema Ethanol* verwendet werden.

Methode: Frontalunterricht

Dauer: 5-10min

Material:

- Molekülmodell von Ethanol, möglichst groß
- Folie: Characterizing Ethanol

Fachliche Ziele:

- fachliches Vorwissen im Gebiet Kohlenwasserstoffe
- Einführung in das Thema „Ethanol“

Sprachliche Ziele:

- sprachliches Vorwissen im Gebiet Kohlenwasserstoffe,
- wiederholen oder erlernen der Atomnamen auf Englisch

Scaffolding:

- Molekülmodell zur Veranschaulichung der Molekülstruktur
- Vorwissen aktivieren zur Unterstützung des Lernprozesses

Vorwissen:

- Struktur der Kohlenwasserstoffe
- Sprache zur Bearbeitung der Kohlenwasserstoffe in englischer Sprache (von Vorteil)

Molekülmodell von Ethanol:

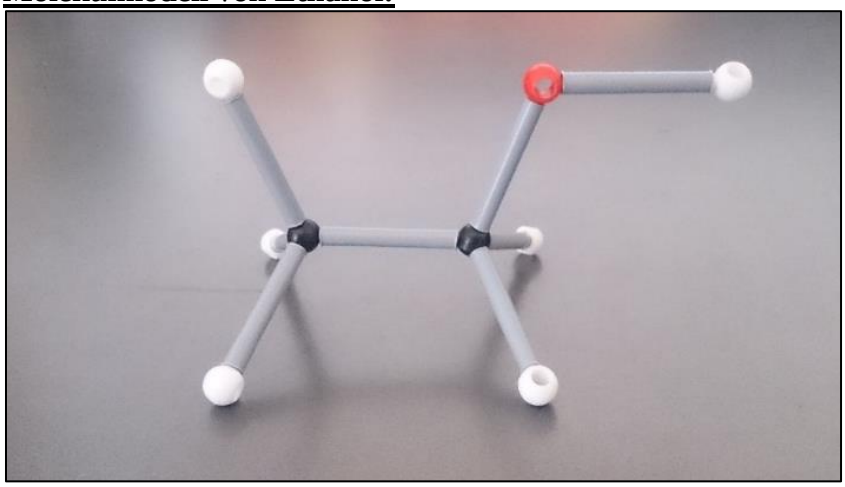
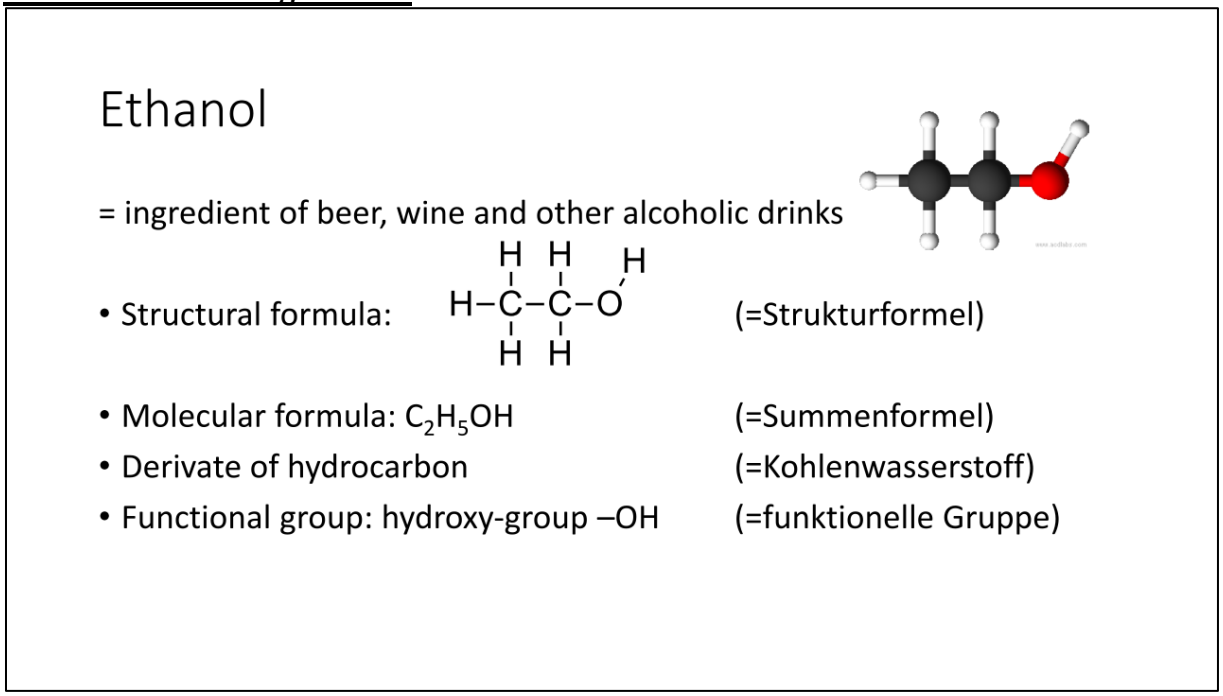


Abbildung 5: Molekülmodell von Ethanol gebaut mit ORBIT® Molekülbaukasten Chemie

Folie: Characterizing Ethanol



AM 1: Folie: Characterizing Ethanol

3.2.1.2 Expertengruppen zum Thema Ethanol

Beschreibung:

Bei dieser Aufgabe wird das Thema Ethanol in Gruppen bearbeitet. Dabei werden vier verschiedene Teilgebiete behandelt: die Destillation, die Fermentation, der Effekt von Ethanol auf den Körper und der Effekt von Ethanol auf das Gehirn. Die Texte wurden aus verschiedenen Quellen genommen und für die genauen Anforderungen angepasst und ergänzt, bzw.

umgeschrieben. Dazu ist anzumerken, dass die fachlichen Inhalte für die 4. klasse vereinfacht wurden. So wurde beim *Expertentext A: Distillation* weggelassen, dass es sich bei dem Gemisch aus Wasser und Ethanol um ein azeotropes Gemisch handelt und somit bei der Destillation nicht reiner Ethanol, sondern das Azeotrop aus Ethanol (96%) und Wasser (4%) verdampft [32]. Beim Erstellen der Texte wurde darauf geachtet, dass die vier Texte ähnliche Schwierigkeit und Länge haben und die wichtigsten Inhalte anschaulich und kompakt vermittelt werden.

Methode: Expertengruppe [19]

Das Thema Ethanol wird im Zuge einer Expertengruppe erarbeitet. Das Schema einer Expertengruppe wird in Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellt. Für die Expertengruppen gibt es vier Expertentexte, in denen verschiedene Teilgebiete des Themas dargestellt werden. Zuerst werden Stammgruppen gebildet, wobei jede Stammgruppe mindestens aus vier Personen bestehen muss. Jede SchülerIn aus der Stammgruppe wird Expertin/Experte für je einen der Expertentexte. In Phase 1 treffen sich die ExpertInnen des gleichen Expertentextes in den Expertengruppen (in Abbildung 6 mit A-D benannt), um ihren Text gemeinsam auszuarbeiten und mögliche Unklarheiten zu klären. Um den SchülerInnen das Herausfiltern der wichtigen Informationen zu vereinfachen, gibt es für jede Expertengruppe bestimmte Aufgabestellungen, die sie zu erfüllen hat. Die Aufgaben sind so formuliert, dass sie auf wichtigsten Inhalte hinführen (z.B.: Prepare to explain the process and products of distillation to your classmates) an. Zusätzlich sind die SchülerInnen aufgefordert, 5 Wörter aus dem Text herauszusuchen, die sie für besonders wichtig halten. Im Anschluss treffen sich die SchülerInnen für Phase 2 (in Abbildung 7 mit Gruppe 1-5 dargestellt) in ihren Stammgruppen. Nun bekommen alle SchülerInnen ein Antwortbogen mit Fragen zu den einzelnen Expertentexten. In den Stammgruppen werden gemeinsam mit den jeweiligen Experten die Erklärungen der Antwortbögen erarbeitet. Um den Wissenserwerb zu sichern wird im Anschluss der Antwortbogen im Plenum verglichen.

Das Schema der Expertengruppe kann bei größeren Klassen leicht angepasst werden, indem mehr Stammgruppen gebildet werden. Falls sich die Anzahl der SchülerInnen nicht durch Vier teilen lässt, können in manchen Gruppen mehrere SchülerInnen gemeinsam als Experten fungieren. In Abbildung 6 und Abbildung 7 und ist die Expertengruppe für eine Klasse mit 22 SchülerInnen angelegt. Da es sich somit nicht ausgeht in den Stammgruppen, gibt es in Gruppe 1 und 2 jeweils zwei Expertinnen/Experten für einen Text. Dies eignet sich auch um schwächere SchülerInnen zu unterstützen. Die Gruppen können leicht mithilfe von Kärtchen, wie sie in

Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellt sind, eingeteilt werden. Auf diese Art wissen alle SchülerInnen sofort, welchen Experten- und Stammgruppen sie angehören.

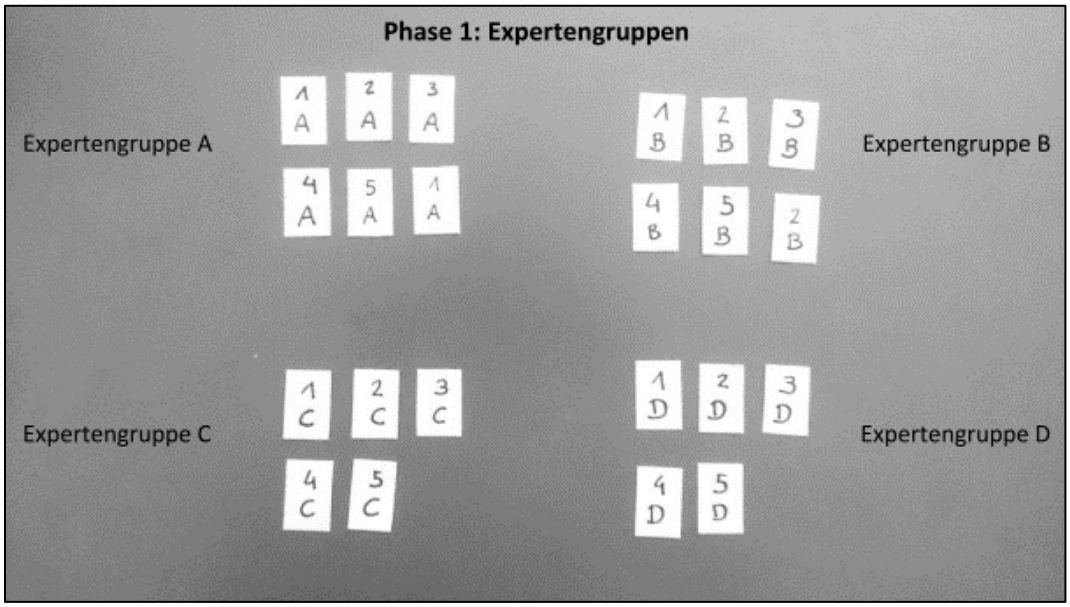


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Phase 1: Expertengruppen

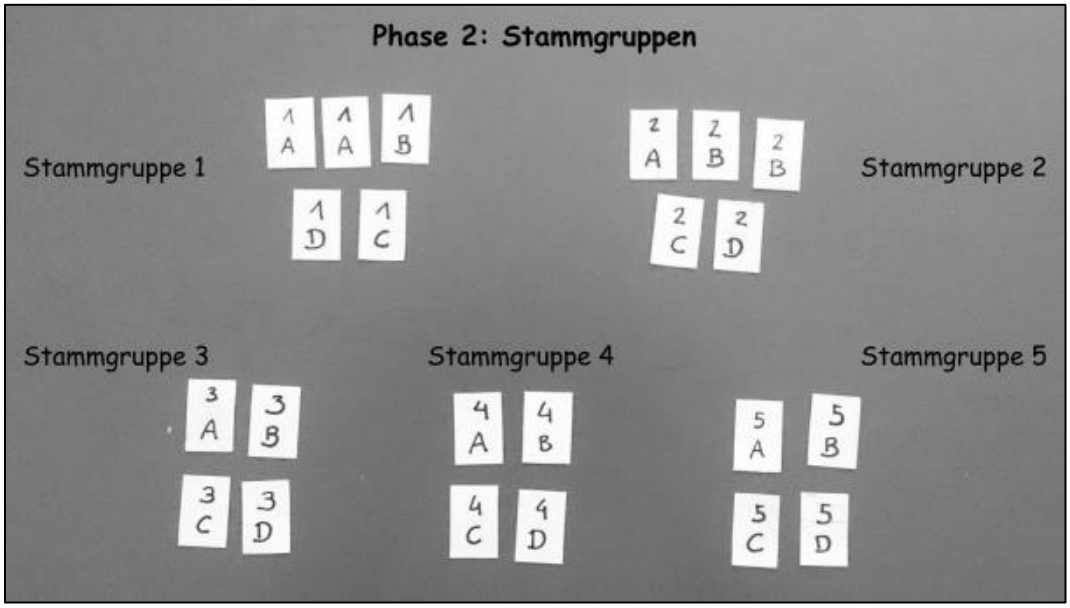


Abbildung 7: Schematische Darstellung von Phase 2: Stammgruppen

Dauer: ca. 60 Minuten (Doppelstunde oder auf zwei Einzelstunden aufgeteilt)

Material:

- Experten-Texte der jeweiligen Expertengruppe für alle SchülerInnen
- Antwortbögen für alle SchülerInnen

Lehrplanbezug:
Thematisch ist das Themengebiet Alkohol im Bereich der „Biochemie und Gesundheitserziehung“ einzuordnen. Dabei ist im speziellen der Teil „Erste Hinführung zur Entscheidungsfähigkeit betreffend Nahrungs- und Genussmittel, Medikamente und Drogen“ relevant. Zudem werden durch die Destillation Teile des Kapitels „Trennverfahren“ wiederholt. Durch die Aufgabe wird „im Sinne der Persönlichkeitsentwicklung das Bewusstsein für Eigenverantwortung gefördert und zu mündigem Freizeit- und Konsumverhalten“ erzogen. Das geschieht durch das Aufmerksam machen auf die Gefahren des Alkoholkonsums. Auch wird durch die Aufgabenstellung, wie im Lehrplan gefordert, „Erziehung zu Team-, Kommunikations- und Solidarfähigkeit“ gefördert [33].

Fachliche Ziele
- das Prinzip der Destillation am Beispiel eines Ethanol-Wassergemisches
- das Prinzip der Fermentation und die Rolle der Hefe bei dieser
- die Wirkung von Ethanol auf das Gehirn
- körperliche Schäden, die durch Ethanol entstehen können
- Alkoholismus und seine Folgen

Sprachliche Ziele
- lesen eines Fachtexts und herausfiltern der wesentlichen Inhalte
- finden der wichtigsten Begriffe und einer Übersetzung oder Erklärung
- erklären der fachlichen Inhalte
- in schriftlicher Form die wichtigsten Inhalte zusammenfassen

Scaffolding
- bearbeiten der Texte in Gruppen
- herausarbeiten der wichtigsten Vokabel
- Aufgabenstellungen, die beim Herausfiltern der wichtigen Inhalte unterstützen

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:
Das Lehrmaterial für die Expertengruppen wurde zweimal an Schulen getestet. Das ersten Mal wurde es am WIKU Graz ausprobiert. Danach wurden die Texte überarbeitet und im BG/BRG Carneri in einer vierten Klasse (Gymnasialzweig) ein zweites Mal ausprobiert. In beiden Klassen wurde das Feedback der Lehrperson eingeholt und über SchülerInnenfragebogen die Meinung der SchülerInnen nach Abschluss aller Einheiten abgefragt. Dabei wurde bei der Auswertung unterschieden, welche Texte die SchülerInnen bearbeiteten. Da die Texte nach erstmaligem Erproben noch einmal überarbeitet wurden, sind die Auswertungen separat angeführt. Dabei ist die erste Spalte jeweils die Auswertung der Fragebögen der Ergebnisse am

WIKU Graz und die 2. Spalte gibt die Auswertung der Fragebögen am BG/BRG Carneri. Als Anhaltspunkte für die Überarbeitung wurden hierbei die Rückmeldung der Lehrerin des WIKU Graz, Prof. Gerstman, verwendet.

Die Fragebögen zeigen, dass die Aufgaben, obwohl sie überwiegend positiv bewertet wurden (mit Notendurchschnitt zwischen 1,4 und 2,0) für manche SchülerInnen etwas anspruchsvoll waren. So gaben vier SchülerInnen des Carneri an, dass es etwas schwierig gewesen sei, mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten. Dabei waren je zwei SchülerInnen aus den Gruppen A (Destillation) und Gruppe B (Fermentation). Ein Grund dafür könnte sein, dass diese Themen etwas komplexer sind und dies für die SchülerInnen, die es nicht gewohnt sind auf einer Fremdsprache zu arbeiten, etwas herausfordernd war. Auch war das Konzept der Expertengruppen neu für die Schülerinnen. Auch gaben vier SchülerInnen an, dass etwas zu viele unbekannte Wörter in den Texten seien. Weitere 6 SchülerInnen des Carneri gaben an, dass die englischen Sätze etwas zu kompliziert formuliert seien. Da die Texte, die am WIKU Graz verwendet wurden komplexer waren als die des am BG/BRG Carneri verwendeten Texte, kann hier darauf geschlossen werden, dass SchülerInnen ohne Vorbildung im englischsprachigen Chemieunterricht einen Nachteil in der Bearbeitung der Aufgabe hatten. Weiters gab eine Person an, ihr hätten die Expertengruppen nicht so gut gefallen. Zwei weitere SchülerInnen schrieben, sie hätten gerne mehr Zeit für die Expertengruppen gehabt. Im Gegenzug gaben auch zwei SchülerInnen an, dass ihnen die Expertengruppen am besten gefallen hätten.

Tabelle 4: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Expertengruppen, Expertentext A: Distillation *am WIKU Graz (schraffiert) und BG/BRG Carneri (weiß)*

	Völlig		**Etwas**		**Kaum**		**Gar nicht**	
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	3	4	1	0	0	0	0	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	0	0	2	2	2	2	0
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	2	3	1	1	0	0	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	4	1	0	3	0	0	0	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	0	0	1	4	2	0	1
Ich wusste immer, was zu tun war.	3	2	1	2	0	0	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	0	0	2	4	0	0	2
Notendurschnitt:	**1,8/1,8**							

Tabelle 5: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Expertengruppen, Expertentext B: Fermentation *am WIKU Graz (schraffiert) und BG/BRG Carneri (weiß)*

	Völlig		Etwas		Kaum		Gar nicht	
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	2	1	2	4	0	0	0	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	0	0	2	0	1	3	2
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	2	5	1	0	0	0	1	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	2	2	1	3	0	0	0	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	0	0	2	2	3	2	0
Ich wusste immer, was zu tun war.	2	1	2	3	0	1	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	0	0	2	0	0	4	3
Notendurschnitt:	**2,0/1,8**							

Tabelle 6: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Expertengruppen, Expertentext C: What Ethanol *does to our brain am WIKU Graz (schraffiert) und BG/BRG Carneri (weiß)*

	Völlig		Etwas		Kaum		Gar nicht	
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	2	2	0	3	0	0	0	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	0	0	0	1	2	1	3
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	2	4	0	1	0	0	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	2	3	0	2	0	0	0	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	0	0	0	1	4	1	1
Ich wusste immer, was zu tun war.	1	1	1	4	0	0	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	0	0	1	1	1	1	3
Notendurschnitt:	**1,5/1,6**							

Tabelle 7: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Expertengruppen, Expertentext D: What Ethanol does to our bodies *am WIKU Graz (schraffiert) und BG/BRG Carneri (weiß)*

	Völlig		Etwas		Kaum		Gar nicht	
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	4	1	0	3	0	0	0	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	0	0	0	2	1	2	3
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	4	4	0	0	0	0	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	3	2	1	1	0	0	0	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	0	0	1	1	2	3	1
Ich wusste immer, was zu tun war.	2	2	2	2	0	0	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	0	0	1	0	0	4	3
Notendurschnitt:	**1,4/1,8**							

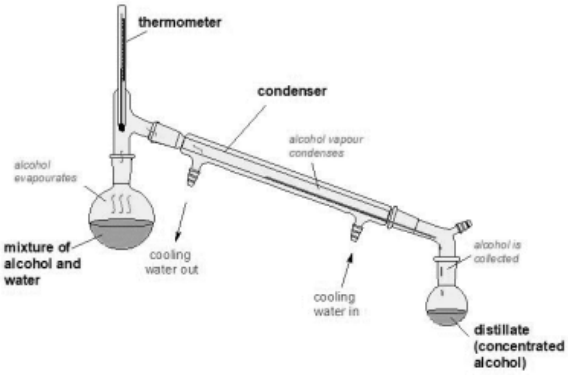
Expertentext A: Distillation

Group A – Expert Sheet

Distillation of ethanol

Distillation is the process used to make alcoholic drinks with a percentage higher than 16%, like schnaps or wiskey. In this process alcohol is separated from water to concentrate it.

In distillation the boiling point[1] is used to separate mixtures of liquids. Alcohol has a boiling point of 78°C, while water has a boiling point of 100°C. For distillation the liquid is heated to a temperature between 78°C and 100°C. At these temperatures alcohol evaporates[2] (which means it turns into gas), but water does not. The alcohol vapour rises up. The alcohol vapour is then cooled down in the condenser. To make it cool enough, cold water flows around the condenser. The alcohol vapour[3] condenses, which means that it becomes liquid again. The liquid alcohol is then collected. The product is called a distillate. It is highly concentrated alcohol. Most alcoholic drinks and all "hard drinks" are made by distillation.



Task:

1. Prepare to explain the process and product of distillation to your classmates!

2. Find 5 words that you think are important to remember and find translations or explanations for them.

ABGEÄNDERT VON: © KLEMM & STÜCKLER, 2012

[1] boiling point = Siedepunkt
[2] to evapourate = verdampfen
[3] vapour = Dampf

AM 2: Experten-Text A: Distillation

Expertentext B: Fermentation

Group B – Expert Sheet

How ethanol is made

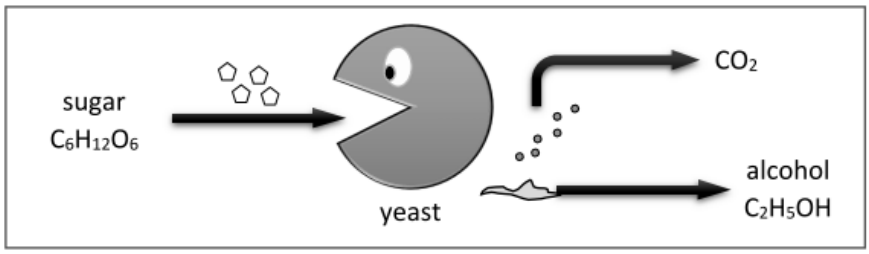
Ethanol is made by a process called fermentation[4]. This process is used to produce alcohol. In this process the microorganism yeast[5] makes alcohol and carbon dioxide out of sugar:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$$

Just like humans eat food, yeast eats sugar. It then secretes (which means poops) carbon-dioxide and ethanol. Yeast lives off the energy that it gets from this process.

Everything that contains sugar or starch[6] can be fermented. Therefore, alcohol can be made from fruit (like grapes for wine), cereal[7] (for beer) or some vegetables (like potatoes for vodka).

At an alcohol concentration higher than 16%, the yeast dies. This means that alcohol with a higher percentage cannot be made by fermentation.



Task:

1. Prepare to explain how ethanol is produced and what it is made from to your classmates!

2. Find 5 words that you think are important to remember and find translations or explanations for them.

[4] fermentation = Gärung
[5] yeast = Hefe
[6] starch = Stärke
[7] cereal = Getreide

Expertentext C: What alcohol does to our brain

Group C – Expert Sheet

What alcohol does to our brain

Alcohol is a drug, which means that the body reacts to it. The molecule ethanol can get into the brain. Most other molecules in our blood cannot pass the barrier to our brain. Therefore, alcohol has an effect on the brain. The state when alcohol has passed into our brain is called alcohol intoxication or drunkenness.

Alcohol intoxication shows itself through a flushed face, slurred speech[8] and difficulties in keeping balance, as well as slowed reactions. It can also change the mood, making the person happier or more aggressive. Alcohol intoxication also impairs the judgment[9], which means that people in the state of drunkenness do things that they would normally not do. They can lose control over what they do.

ABGEÄNDERT VON: HTTP://WWW.WHO.INT/SUBSTANCE_ABUSE/TERMINOLOGY/ACUTE_INTOX/EN/

Task:

1. Prepare to explain the effect of alcohol on the brain and its symptoms to your classmates!

2. Find 5 words that you think are important to remember and find translations or explanations for them.

[8] slurred speech = undeutliche Sprache
[9] to impair judgment = beeinträchtigt das Urteilungsvermögen

AM 4: Experten-Text C: The Effects of Alcohol on the Brain

Expertentext D: What alcohol does to our body

Group D – Expert Sheet

What ethanol does to our body

Alcohol is a poisonous substance. In the body, alcohol is taken up into the bloodstream. Through the blood it is transported to nearly every organ in our body. Alcohol can have short-term effects on the body, like a stomachache. It can also lead to alcohol poisoning, which is deadly.

Long-term abuse[10] can damage vital organs[11] such as the heart, liver, kidneys[12], and stomach. This damage can lead to deadly diseases, such as kidney failure[13] or a fatty liver. The effects of alcohol on an individual's body depend on many factors, like age, weight, gender, and genetics.

Alcohol is also addictive[14]. When a person is addicted to alcohol he/she is called an alcoholic. Alcoholics mostly cannot stop drinking by themselves, but need medical help. Around 14% of people in Austria drink too much alcohol.

ADAPTIERT VON: HTTPS://KIDSHEALTH.ORG/EN/KIDS/ALCOHOL.HTML

Task:

1. Prepare to explain what alcohol does to the body to your classmates!

2. Find 5 words that you think are important to remember and find translations or explanations for them.

[10] abuse = Missbrauch
[11] vital organs = lebenswichtige Organe
[12] kidney = Niere
[13] kidney failure = Nierenversachen
[14] addictive = süchtig machend

AM 5: Experten-Text D: The Effect of Ethanol on the Body

Antwortbogen für Expertengruppen

Name_____ Class_____ Date_____

Expert groups "Alcohol" Answer-sheet

Group A

Describe the process of distillation.	
Why can ethanol and water be separated by distillation?	
Choose 5 words important from this section and give a translation	1. ____ 2. ____ 3. ____ 4. ____ 5. ____

Group B

What are alcoholic drinks made from?	
Explain the process of fermentation and give the reaction formula!	
Choose 5 words important from this section and give a translation	1. ____ 2. ____ 3. ____ 4. ____ 5. ____

Group C

What does drunkenness mean and when does it happen?	
Name three important symptoms of alcohol intoxication and explain them.	
Choose 5 words important from this section and give a translation	1. ____ 2. ____ 3. ____ 4. ____ 5. ____

Group D

Which serious health problems can result from drinking alcohol? (both for short-term and long-term abuse)	
What is alcoholism?	
Choose 5 words important from this section and give a translation	1. ____ 2. ____ 3. ____ 4. ____ 5. ____

AM 6: Antwortbogen: Expertengruppen

3.2.1.3 Mini-Destillation von Alkohol

Beschreibung:
In diesem Experiment wird Rum (37%) mittels einer selbst gebauten Destillationsanlage, wie in Abbildung 8 zu sehen, destilliert. Für diese Aufgabe wurde die Anleitung aus dem Buch *Viktor Obendraufs schöne Experimente* von Kickuth et al. auf Englisch übersetzt und für den fremdsprachigen Unterricht angepasst [34]. Im Anschluss zur Destillation wird das Destillat auf einer feuerfesten Arbeitsfläche entzündet. Zur Festigung des Prinzipes der Destillation und zum Überprüfen des Verständnisses wird im Anschluss ein Lückentext von den SchülerInnen ausgefüllt.

Anmerkung zum Versuch:
Da der Destillationsaufsatz etwas schwierig zu bauen ist und sich die SchülerInnen dabei leicht mit den spitzen Nadeln verletzen können, ist es ratsam, diese für die Unterstufe vor dem Unterricht zu bauen. Dazu wird jeweils ein Gummistopfen mit vier Injektionsnadeln durchstochen. Daraufhin werden die Injektionsnadeln ca. 1-2cm über dem Stopfen um etwa 90° gebogen, sodass sie gemeinsam in das zweite Reagenzglas passen. Damit die Nadeln nicht mehr so scharf sind, können die Spitzen mit einer Kombizange abgezwickt werden.

Abbildung 8: Apparatur zur Mini-Destillation von Obendrauf während der Durchführung des Versuchs im WIKU Graz

Methode: Experimenteller Unterricht in Teamwork

Dauer: 50 Minuten

Material:
- Experimentvorschrift: Mini-Distillation
- 2ml Rum (37%)
- Destillations-Aufsatz (bestehend aus je 4 Injektionsnadeln und 1 Gummistopfen)
- 1cm großes Stück Stahlschwammerl
- 2-3 Siesteinchen

- 1 Bunsenbrenner
- 2 Reagenzgläser
- 2 Holzklemmen
- Feuerzeug/ Zündhölzer
- Schutzbrillen
- Labormäntel
- evt. Schutzglasvorrichtungen

Sicherheitshinweise:
Vorsicht beim Arbeiten mit den Destillationsaufsätzen, da die Nadeln spitz sind. Auch ist beim Arbeiten mit dem Bunsenbrenner achtzugeben. Die Öffnungen der Reagenzgläser müssen immer von anderen Personen weggehalten werden. Haare müssen zusammengebunden und Schutzbrille und Labormantel getragen werden. Zusätzlich ist zu beachten, dass das Destillat brennbar ist.

Abbildung 9: Warnsymbole des Versuchs Mini-Destillation von Obendrauf

Lehrplanbezug:
In diesem Experiment wird das chemisch-naturwissenschaftliche Denken der SchülerInnen durch das bewusste Beobachten chemischer Vorgänge geschult. Die SchülerInnen lernen Arbeitstechniken anhand eines selbst durchgeführten Experimentes kennen. Ausgegangen wird hierbei, wie im Lehrplan vorgegeben, vom Erfahrungsbereich der SchülerInnen, da Speisealkohol verwendet wird, der den SchülerInnen bekannt ist. Durch das Experiment mit dem Bunsenbrenner werden auch Genauigkeit, Sorgfalt und Verantwortung geschult [33].

Im Lehrstoff ist das Experiment, wie in Kapitel 3.2.1.2 Expertengruppen zum Thema Ethanol im Bereich „Ernährungs- und Gesundheitserziehung“, und „Aufklärung über Drogen“ und im Bereich „Kennenlernen von Trennverfahren und deren Anwendung“ einzuordnen.

Vorwissen:
- Prinzip der Destillation zur Trennung von Ethanol und Wasser
- struktureller Aufbau des Moleküls Ethanol

Fachliche Ziele
- festigen des Verständnisses des Prinzips der Destillation

- lernen des verantwortungsvollen und sicherheitsbewussten Arbeiten beim Experimentieren
- überprüfen der Destillation durch das Verbrennen des Destillats

Sprachliche Ziele:

- praktische Anwendung der Fremdsprache durch ein zu erreichendes Ziel
- wiedererkennen und benennen der verwendeten Materialien in englischer Sprache
- erklären des Prozess der Destillation anhand des Versuches

Scaffolding:

- aktives Lernen der englischen Begriffe der Laborgeräte durch das Beschriften der Skizze
- Lückentext zur Festigung und Überprüfung der Erkenntnisse
- Ankreuz-Übung bei der Erklärung zur Sicherung des Verständnisses

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:

Der Versuch wurde auch sowohl im WIKU Graz und im BG/BRG Carneri ausprobiert. Die Ergebnisse der SchülerInnenfragebögen sind in Tabelle 8 angeführt. Da das Arbeitsblatt nur geringfügig zwischen dem Ausprobieren am WIKU Graz und am BG/BRG Carneri verändert wurde, wurden beide Klassen gemeinsam ausgewertet. Dabei erwies sich die Durchführung als für die 8. Schulstufe sehr geeignet. Die SchülerInnen waren motiviert und sicher beim Experimentieren und das Prinzip konnte gut beobachtet werden. Von den SchülerInnen wurde das Experiment und dessen Experimentvorschrift durchwegs positiv bewertet. So gaben 25 der 36 SchülerInnen an, das Arbeitsblatt sehe ansprechend aus. Auch gaben 17 der Befragten an, dass es gar nicht schwer gewesen sei, mit dem Arbeitsblatt zu arbeiten und 12 gaben an, dass es kaum schwierig war. Auch scheint das Niveau des Englisch gut zu passen, da 20 SchülerInnen angaben, die englischen Sätze seien nicht zu kompliziert formuliert. Es stimmte auch niemand der Aussage zu, dass zu viele unbekannte Wörter auf dem Arbeitsblatt seien. Insgesamt gefiel den SchülerInnen das Experiments sehr gut. So schrieben 20 der SchülerInnen bei der Frage, was ihnen am gesamten Themengebiet Alkohol am besten gefallen habe, das Experiment habe ihnen am besten gefallen. Zwei dieser SchülerInnen schrieben: „die Mini-Destillation, weil ich viel davon gelernt habe.“, und „Die Mini-Destillation, weil das Experiment sehr spannend war“.

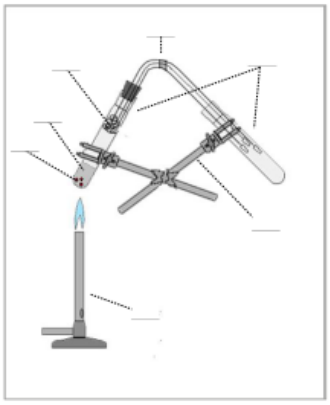
Tabelle 8: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsblatt – Mini-Destillation *am WIKU Graz und BG/BRG Carneri*

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar Nicht**
Das Arbeitsblatt sieht ansprechend aus.	25	10	0	0
Es war schwierig mit dem Blatt zu arbeiten.	1	5	12	17
Das Arbeitsblatt ist übersichtlich gestaltet.	24	9	1	1
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	20	12	1	2
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	2	16	16
Ich wusste immer, was zu tun war.	14	19	1	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	4	9	20
Notendurchschnitt	**1,5**			

Experimentvorschrift: Mini-Distillation

Name_____ Class_____ Date_____

Mini-Distillation



1) Write the numbers into the sketch[1]:

Material:

(1) 2 test tubes
(2) 2 clamps
(3) 1 gas burner
(4) 1 distilling device[2] (rubber stopper with injection needles)
(5) 2-3 boiling stones
(6) 1 steel wool

Chemicals:

(7) rum (38%)

2) Task (What you have to do):

1. put **2ml of rum** into one test tube and add **2-3 boiling stones**
2. put the **steel wool** in the top quarter of the test tube
3. put the rubber stopper of the **distilling device** on top
4. put the ends of the injection needles inside the other test tube
5. fix the test tubes to the **clamps**
6. **heat the rum** with a gas burner
7. collect the distillate in a cup
8. the teacher will burn the distillate

3) Observation (What did you see?):

SAFETY-FIRST!

- **The needles are sharp.**
- **Safety goggles[2] on!**
- **You are working with fire!**
  - always point the test tubes away from people
  - stand up
  - tie your hair back

4) Explanation (Why did this happen?): Circle the right answer:

What was collected in the second test tube?

a. highly concentrated ethanol
b. alcohol, but in a lower concentration
c. methanol
d. water

What physical property[3] was used to separate the liquids?

a. the freezing point
b. the colour
c. the boiling point
d. polarity

How did we check that the distillation worked?

[1] sketch=Skizze
[2] device = Vorrichtung
[3] physical property = physikalische Eigenschaft
[4] safety goggles= Schutzbrille

AM 7: Experimentvorschrift: Mini-Distillation

Lückentext - Distillation

Gap-text

Distillation of ethanol

Ethanol has a _____ of 78°C, while water has a boiling point of _____. Therefore, ethanol and water can be separated using _____. When you heat a solution of ethanol and water over 78°C, _____ evaporates before _____ does. The ethanol _____ can be collected and condensed. The product is highly concentrated ethanol.

fill in these words:	100°C	boiling point	vapour	distillation	ethanol	water

AM 8: Lückentext: Distillation

3.2.1.4 Interaktive PowerPoint zum Thema Nomenklaturregeln von Alkohol

Beschreibung

Diese Arbeitsmaterialien dienen dazu gemeinsam mit den SchülerInnen die Nomenklaturregeln von Alkohol zu erarbeiten. Dazu wurde eine interaktiven PowerPoint-Präsentation erstellt. Eine Interatkive Power-Point ist so aufgebaut, dass die SchülerInnen dazu angeregt werden sollen mitzuarbeiten und selbstständig anhand der Präsentation etwas erarbeiten müssen. Diese Methode wurde von CLIL Activities adaptiert [19]. Die interaktive PowerPoint ist so aufgebaut, dass auf jeder Folie zwei Strukturformeln abgebildet sind. Die beiden Strukturformeln unterscheiden sich jeweils in einem Merkmal (Anzahl der C-Atome, Stelle der OH-Gruppe, Anzahl der OH-Gruppe). Die SchülerInnen müssen jeweils den Unterschied der beiden Strukturen erkennen. Dabei werden auf den Folien zuerst nur die Strukturen angezeigt. Die Überschrift (d.h. die Regel) und die Namen der Verbindungen (z.B. der OH-Gruppen) werden in der Erarbeitung schrittweise eingeblendet. Somit können die Regeln schrittweise erarbeitet werden. Diese Form der Arbeitsmaterialien wurde aus dem praxisnahen Grund gewählt, dass zu viele Kopien unbeliebt und teuer sind. Die Form der interaktiven PowerPoint bietet eine Methode, um kommunikativ und gleichzeitig ökonomisch arbeiten zu können.

Methode: Interaktive PowerPoint Präsentation [19]

Dauer: ca. 20min

Material: PowerPoint Folien (siehe Anhang)

Lehrplanbezug:

Bei diesen Arbeitsmaterialien wird den SchülerInnen die „chemische Symbol- und Formelsprache“ nähergebracht. Auch sollen, wie im Lehrplan angegeben, den SchülerInnen verschiedene Einteilungskriterien für Materie, sowie ein Basiswissen über die organischen Stoffe und die Struktur gegeben werden [33].

Vorwissen:

- Struktur und Formel von Ethanol
- Nomenklatur der Kohlenwasserstoffe
- Sprache zum Thema Ethanol und Kohlenwasserstoffe (von Vorteil)

Fachliche Ziele

- Alkohole als Stoffklasse und deren funktionelle Gruppe
- Alkohole anhand ihrer Strukturformel erkennen und nach IUPAC benennen können

Sprachliche Ziele

- Unterschiede erkennen und beschreiben
- beschreiben von Strukturformeln

Scaffolding:

- graphische Hilfsmittel durch die Strukturformeln zur Veranschaulichung der Nomenklaturregeln
- Aufspalten der Nomenklatur in klar untergliederte Regeln

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:

Praktisch wurde die interaktive PowerPoint Präsentation sowohl am WIKU Graz als auch am BG/BRG Carneri ausprobiert. Feedback wurde dabei nur von den SchülerInnen des BG/BRG Carneri erhoben. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 angegeben. Die Power-Point wurde dabei mit einem Notendurschnitt von 1,6 relativ gut bewertet. Jedoch gaben 5 SchülerInnen an, es sei schwierig gewesen, mit der PowerPoint zu arbeiten. Auch gaben 2 SchülerInnen an, es seien etwas zu viele unbekannte Wörter auf der Power-Point gewesen und 4 SchülerInnen gaben an, die englischen Sätze seien zu kompliziert formuliert gewesen. Eine Person gab an, ihr habe die PowerPoint auf Englisch nicht so gefallen und eine weitere, „dass man das, was wir aufgeschrieben [haben] auch auf Deutsch hätte schreiben können, zum besseren Lernverständnis“. Jedoch schrieb auch eine Person „Mir hat sehr gut gefallen das wir die Strukturformeln so genau gemacht haben“.

Tabelle 9: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zur Interaktive PowerPoint Präsentation Zum Thema Nomenklaturregeln von Alkoholen *am WIKU Graz und BG/BRG Carneri*

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar nicht**
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	6	12	0	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	5	5	8
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	16	2	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	8	10	0	0
Auf der Power Point waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	2	12	4
Ich wusste immer, was zu tun war.	8	10	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	4	2	11
Notendurchschnitt:	**1,6**			

3.2.1.5 Arbeitsblatt zum Thema Nomenklatur von Alkoholen

Beschreibung

Bei diesem Arbeitsblatt sollen die SchülerInnen selbstständig die in durch die Interaktive PowerPoint gelernten Nomenklaturregeln anwenden. Dazu gibt es drei verschiedene Aufgaben, die steigend mehr Eigenständigkeit verlangen. Bei der ersten Aufgabe müssen die SchülerInnen alle wichtigen Merkmale eines Alkohols anführen (also wie viele C-Atome das Molekül hat, welcher Stamm im Namen daher verwendet wird, wie viele OH-Gruppen das Molekül hat und an welche C-Atome diese binden). Bei der zweiten Aufgabe müssen die SchülerInnen die Namen von Alkoholen mit deren Strukturen verbinden. Erst bei der dritten Aufgabe sollen die SchülerInnen selbstständig die Strukturen zeichnen. Auf diese Weise können die Nomenklaturregeln wiederholt und schrittweise geübt werden.

Methode: Einzel-, oder Partnerarbeit

Dauer: 15-20min

Material: Arbeitsblatt: Naming Alcohols

Lehrplanbezug: siehe 3.2.1.4 Interaktive PowerPoint zum Thema Nomenklaturregeln von Alkohol

Vorwissen: Nomenklaturregeln von Alkoholen

Fachliche Ziele: festigen der Nomenklaturregeln durch Wiederholung

Sprachliche Ziele: benennen von Alkoholen (chemische Formelsprache)

Scaffolding:

- Help-Box mit den IUPAC Namen der Alkohole
- schrittweise eigenständigere Aufgaben

Arbeitsblatt: Naming Alcohols

Naming Alcohols:

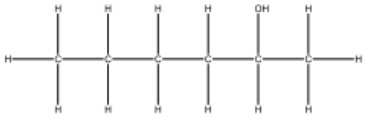
Give all the information for the alcohol below:

How many C-atoms are there? ____

Therefore, it is an: _____

How many OH-groups are there? ___

To which carbon is the OH-group linked? __



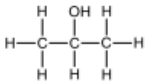
Help-Box

1 C-atom:	Methanol
2 C-atoms:	Ethanol
3 C-atoms:	Propanol
4 C-atoms:	Butanol
5 C-atoms:	Pentanol
6 C-atoms:	Hexanol
7 C-atoms:	Heptanol

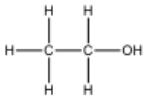
Match the right name with its structure!

1. Butan-1,3-diol
2. Pentan-3-ol
3. Ethanol
4. Propan-2-ol

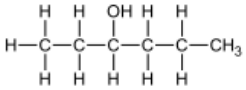
a.



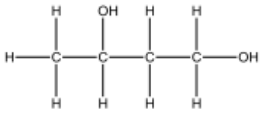
b.



c.



d.



Special Task: Can you draw these two structures yourself?

Pentan-2-ol:

Hexan-1,3-diol:

AM 9: Arbeitsblatt: Naming Alcohols

3.2.2 Arbeitsmaterialien zum Kapitel Treibhauseffekt und Klimawandel

Das Thema Treibhauseffekt und Klimawandel ist für die 3. Klasse eines BRG entworfen. Sie lässt sich jedoch ohne weiteres auch in einer 4. Klasse eines Gymnasiums einsetzten. Ausprobiert wurden die Arbeitsmaterialien in einer 3. Klasse des bilingualen Zweiges am WIKU Graz und einer 3. Klasse des Realzweiges am BG/BRG Carneri.

3.2.2.1 Guess the Topic zum Thema Treibhauseffekt

Beschreibung:
Diese Aufgabe dient zum Aktivieren des Vorwissens der SchülerInnen zum Thema Treibhauseffekt und Klimawandel. Bei dieser Übung sind die SchülerInnen aufgefordert das Thema der Unterrichtseinheit zu erraten. Dazu wird ein Abbildung, auf der einer schwitzenden Erdkugel in einem Glashaus zu sehen ist (siehe Abbildung 10) projiziert. Die SchülerInnen sollen paarweise die folgenden Fragen zu diskutieren und zu beantworten:

1. What do you see in this picture?
2. What could be the meaning behind this picture?
3. What do you think our topic will be?

Nachdem diese Fragen in Partnerarbeit erarbeitet worden sind, werden die Antworten besprochen und damit auf das Thema hingeführt. Die Aufgabe bekommt einen spielartigen Charakter, da die SchülerInnen das Thema der Stunde davor nicht erfahren, sondern aufgefordert sind es zu erraten.

Methode:
- Partnerarbeit und Plenum

Dauer: 10min

Materialien: Abbildung 10 zum Projizieren auf Leinwand

Fachliche Ziele:
- Vorwissen aktivieren
- Einführung in das Thema Treibhauseffekt

Sprachliche Ziele:
- beschreiben eines Bildes
- interpretieren eines Bildes
- eine Hypothese aufstellen
- freies Sprechen in Partnerarbeit

Scaffolding

- grafische Darstellung des Treibhauseffektes zur Veranschaulichung
- Vorwissen aktivieren zur Unterstützung des Lernprozesses

Praktische Erfahrung:

Diese Übung wurde sowohl in der 3. Klasse des WIKU Graz als auch der 3. Klasse des BG/BRG Carneri ausprobiert. In beiden Fällen war auffällig, wieviel Vorwissen die SchülerInnen bereits zum Thema hatten. Auch verbanden viele SchülerInnen das Bild sofort mit Klimawandel und dem Treibhauseffekt. So stellten SchülerInnen beiden Klassen Fragen, wie „Was heißt Klimawandel auf Englisch?“ und „Was heißt Klimaerwärmung auf Englisch?“. Auch war zu sehen, dass die SchülerInnen durch diese Bilder sofort motiviert waren, sich mit diesem Thema auseinanderzusetzen. Es kamen in beiden Klassen viele Wortmeldungen und die SchülerInnen wollten ihr Vorwissen zeigen.

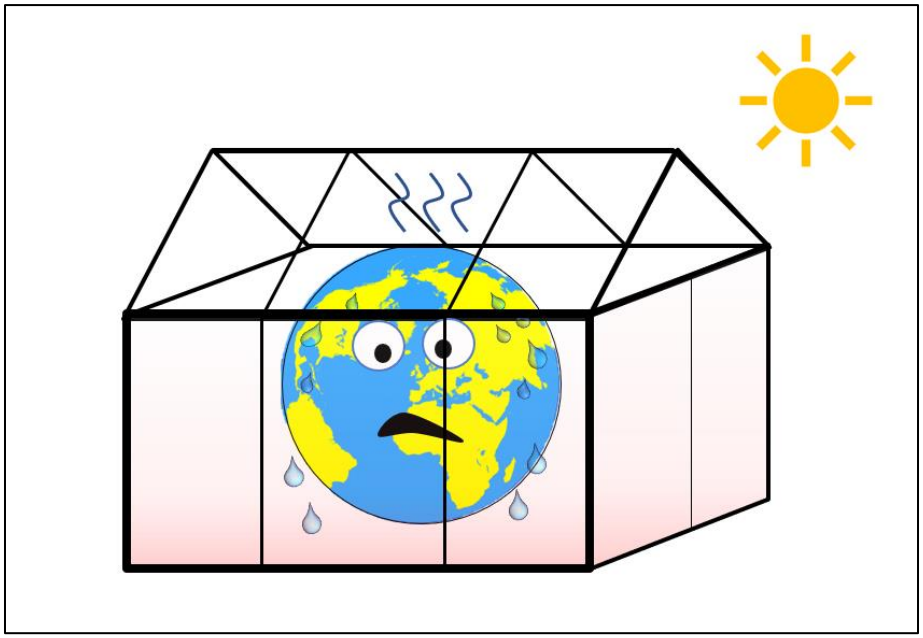


Abbildung 10: Comic des Treibhauseffektes durchschwitzende Weltkugel in Glashaus (Bild der Erde aus: Wikimedia - Citynoise. (2015). File:Hemisphere land.png. Retrieved from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hemisphere_land.png)

3.2.2.2 Experiment zur Simulation des Treibhauseffektes

Beschreibung und Versuchsdurchführung:

Dieser Versuch dient zur Simulierung des Treibhauseffektes. Dabei wird der Treibhauseffekt mittels einer Lampe und zweier Gläser dargestellt. Ein Glas wird mit Klarsichtfolie zugedeckt. In beide Gläser werden Thermometer gegeben und die Anfangstemperatur gemessen. Dann werden beide Gläser seitlich mit der Lampe beschienen. Nach etwa 20 Minuten kann die Temperatur erneut gemessen werden. Es wird festgestellt, dass sich die Temperatur in dem Glas mit Klarsichtfolie darüber mehr erhitzt hat als das ohne Klarsichtfolie. Hier kann eine Analogie

zur Erde hergestellt werden. Die Lampe ist die Sonne, die Gläser sind die Erde, die Luft darin ist die Atmosphäre und die Klarsichtfolie ist die Schicht aus Treibhausgasen. Somit ist der Effekt ähnlich wie der des natürlichen Treibhauseffektes. Die Lichtstrahlen können eindringen. Die Lichtstrahlen können auch durch die Klarsichtfolie wieder austreten, jedoch wird ein Teil der Wärmestrahlung von der Plastikfolie reflektiert, sodass sich die Luft in diesem Glas schneller erwärmt. Auf diese Art kann der Treibhauseffekt simuliert werden. Der Versuch wird wie in Abbildung 11 zu sehen aufgebaut.

Methode: Frontalunterricht mit Lehrerexperiment

Dauer: 10min am Beginn der Stunde und 10min am Ende der Stunde

Material:

- Experimentvorschrift: Earth in a Glass
- 2 Thermometer
- 2 Gläser/Bechergläser (100-200ml)
- Schreibtischlampe o.Ä.
- Klarsichtfolie
- wenn notwendig, Unterlage

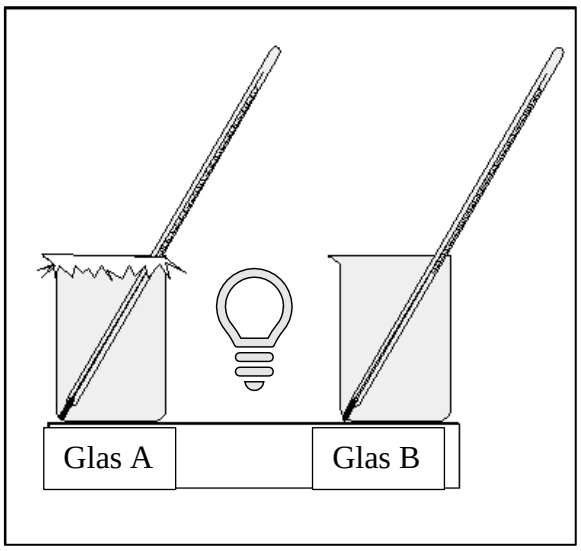


Abbildung 11: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus Earth in a Glass

Lehrplanbezug (bezogen auf die 3. Klasse des Realgymnasiums):
Durch diesen Versuch wird ein „induktiver Weg zum Erkenntnisgewinn gewählt“. Dabei wird ein Lehrerexperiment als Zugang gewählt und die SchülerInnen müssen selbst Hypothesen aufstellen. Auch wird, wie im Lehrplan angegeben, eine Modellvorstellung als Erklärung herangezogen. Vom Lehrstoff lässt sich das Thema Treibhauseffekt unter dem Punkt

„Prinzipielles Verstehen von Umweltproblemen als Störung natürlicher Systeme.“ einordnen[33].

Vorwissen: kein Vorwissen notwendig

Fachliche Ziele:

- verstehen des natürlichen Treibhauseffekts

Sprachliche Ziele:

- bilden einer Hypothese
- schreiben eines Protokolls (Beobachtung, Erklärung)

Scaffolding:

- vorgegebene Satzteile
- Vorgabe von Wörtern für die Skizze
- das Experiment kann als Scaffolding für das Prinzips des Treibhauseffektes gesehen werden

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:

Das Experiment wurde je in der 3. Klasse des WIKU Graz und des BG/BRG Carneri ausprobiert. Die Ergebnisse der SchülerInnenfragebogen sind in Tabelle 10 angeführt. Die SchülerInnen bewerteten das Arbeitsblatt das Arbeitsblatt durchschnittlich mit 1,9. 14 der 46 SchülerInnen gaben an, das Arbeitsblatt sähe ansprechend aus und 26 weitere, es sähe etwas ansprechend aus. Weiters schien der Versuch den SchülerInnen auch beim Verständnis des Prinzipes der Treibhauseffektes zu helfen. So gaben 24 der Befragten an, sie hätten dadurch etwas über Chemie gelernt und 16 SchülerInnen kreuzten bei dieser Frage *etwas* an. 4 Personen gaben jedoch an, sie hätten kaum etwas über Chemie gelernt. Eine Person gab an, sie habe nicht über Chemie gelernt, schrieb jedoch bei der Frage, was ihr am besten gefallen habe „Climate Change aber ich wusste schon alles dank meiner Eltern“. Weiters schrieben 9 SchülerInnen, ihnen habe der Versuch am besten gefallen. Zwei SchülerInnen gaben auch an, ihnen habe der Versuch nicht so gut gefallen, wobei eine Person schrieb: „Earth in Glass, weil es ein bisschen kompliziert war“

Tabelle 10: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsblatt - Earth in a Glas *am WIKU Graz und BG/BRG Carneri*

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar Nicht**
Das Arbeitsblatt sieht ansprechend aus.	14	26	4	2
Es war schwierig mit dem Blatt zu arbeiten.	0	6	25	15
Das Arbeitsblatt ist übersichtlich gestaltet.	39	7	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	24	16	4	1
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	2	9	19	16
Ich wusste immer, was zu tun war.	18	24	1	2
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	1	8	12	21
Gib dem Arbeitsblatt eine Note:	**1,9**			

Experimentvorschrift: „Earth in a Glass"

Name_____ Class_____ Date_____

Earth in a Glass

Part A – Before the Experiment:

_____ _____

glass A glass B

Make a sketch and name the parts of the set up:

1. thermometer
2. lamp
3. glass
4. plastic cover

Hypothesis – What do you think will happen? Complete the sentence.

I think that the temperature in glass ☐ *will be higher, because*

_____

_____

Part B – The experiment:

Observation (What can you see?):

Write down the Temperatures before and after the experiment:

Temperature of the water:	Beginning	End
glass A		
glass B		

At the End of the experiment, the temperature in glass ☐ is higher.

Explanation (Why did this happen?):

How does this experiment simulate the greenhouse effect?

AM 10: Experimentvorschrift: Earth in a Glass

3.2.2.3 Arbeitsblatt zum Thema des natürlichen Treibhauseffekts

Beschreibung:
Durch dieses Arbeitsblatt erarbeiten die SchülerInnen selbstständig das Prinzip des natürlichen Treibhauseffektes. Der Text wurde dabei von der Website Geography GCSE genommen und für diesen Zweck überarbeitet [35]. Dabei wird zuerst der Treibhauseffekt in Form eines Textes präsentiert. Die SchülerInnen lesen den Text und unterstreichen die wichtigsten Informationen. Danach tragen die SchülerInnen die im Text unterstrichenen Begriffe in ein Diagramm ein, welches den Treibhauseffekt darstellt. Im Anschluss müssen die SchülerInnen in Partnerarbeit den Treibhauseffekt, wie er oben im Text beschrieben ist, in vier Schritten zusammenfassen. Die beiden Aufgaben dienen dazu, sicherzustellen dass die SchülerInnen sich intensiv mit dem Text auseinandersetzten. Durch die direkte Anwendung des Gelesenen können die Inhalte vertieft werden. Das Aufteilen des Vorganges in Schritten dient dazu das Wissen zu gliedern.

Methode: Einzel- oder Partnerarbeit

Dauer: 20min

Material: Arbeitsblatt *The Natural Greenhouse Effect*

Lehrplanbezug (bezogen auf die 3. Klasse): siehe 3.2.2.2 Experiment zur Simulation des Treibhauseffektes

Vorwissen: allgemeines Vorwissen zum Thema Klimawandel

Fachliche Ziele:
- verstehen des natürlichen Treibhauseffekt und dessen Bedeutung für die Umwelt

Sprachliche Ziele:
- lesen und verstehen eines englischen Textes
- wesentliche Inhalte aus einem Text herauslesen und anwenden

Scaffolding:
- Veranschaulichung und Anwendung des Wissens in einem Diagramm
- herunterbrechen des Vorganges in vier Schritte zur Anwendung und zum Verständnis des Wissens

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:
Ebenso wie das Experiment zur Simulation des Treibhauseffektes wurde auch dieses Arbeitsblatt sowohl am WIKU Graz als auch am BG/BRG Carneri ausprobiert und Feedback sowohl von den Lehrpersonen als auch von den SchülerInnen durch einen SchülerInnenfragebogen erhoben. Die Ergebnisse der SchülerInnenbefragung sind in Tabelle 11 zu finden. Das Arbeitsblatt wurde von den SchülerInnen mit einem Notenschnitt von 1,5

bewertet. Die SchülerInnen schienen dabei gut mit dem Arbeitsblatt arbeiten zu können. So bewerteten 35 der SchülerInnen das Arbeitsblatt als völlig übersichtlich. Bei der Frage, ob sie etwas über Chemie gelernt hätten gaben 25 der SchülerInnen *völlig* an und weitere 15 *etwas*. Allerdings schienen einige SchülerInnen das Arbeitsblatt etwas anspruchsvoll zu finden. So gaben 13 der Befragten an, es sei etwas schwierig mit dem Arbeitsblatt zu arbeiten. Auch gaben zwei der SchülerInnen an, sie hätten nicht gewusst, was zu tun sei und 3 gaben an, es wären zu viele fremde Wörter am Arbeitsblatt gewesen.

Tabelle 11: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsblatt – The Natural Greenhouse Effect *am WIKU Graz und BG/BRG Carneri*

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar Nicht**
Das Arbeitsblatt sieht ansprechend aus.	26	15	5	0
Es war schwierig mit dem Blatt zu arbeiten.	0	13	16	17
Das Arbeitsblatt ist übersichtlich gestaltet.	35	9	1	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	25	15	4	1
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	3	7	23	13
Ich wusste immer, was zu tun war.	25	18	1	2
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	11	12	21
Notendurschnitt:	**1,5**			

Arbeitsblatt: The Natural Greenhouse Effect

Name_____ Class_____ Date_____

1 Read the text about the Natural Greenhouse Effect. Underline what you think is important.

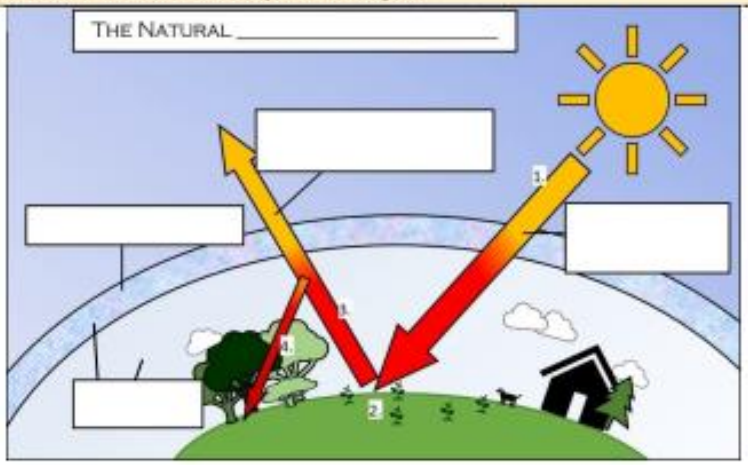
The Natural Greenhouse Effect

The Earth is wrapped in a blanket[1] of air called the **'atmosphere'**, which is made up of several layers[2] of gases. The sun is much hotter than the Earth and it gives off **rays[3] of heat and light** that travel through the atmosphere and reach the Earth. The Earth absorbs[4] the rays, which warms the Earth. The **heat from the Earth** then travels back into the atmosphere. The gases in the atmosphere stop some of the heat from escaping into space. These gases are called **greenhouse gases.** Important greenhouse gases are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) and water vapour[5] (H_2O).

This natural process between the sun, the atmosphere and the Earth is called the 'greenhouse effect'.

The natural greenhouse effect is very important for our climate. It protects our Earth from becoming very cold. Without the greenhouse gases in our atmosphere, the temperature would drop to around -18°C. Life for us would not be possible then.

2 Use the underlined terms above to fill in this diagram



3 Use the text and the picture to describe the process of the Natural Greenhouse Effect in 4 steps.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

[1] blanket= Decke
[2] layer= Schicht
[3] a ray of light= Lichtstrahl
[4] to absorb= aufnehmen
[5] water vapour = Wasserdampf

AM 11: Arbeitsblatt: The Natural Greenhouse Effect

3.2.2.4 Text-Puzzle zum Thema des natürlichen Treibhauseffekts

Beschreibung:
Für diese Aufgabe wurde ein Text vorbereitet, welche das Prinzip des natürlichen Treibhauseffektes zusammenfasst. Die einzelnen Sätze bzw. Gliedsätze sind auf einzelne Streifen geschrieben und ausgeschnitten. Somit entsteht ein Text-Puzzle. Das Puzzle wird jeweils an jede Zweiergruppe ausgeteilt und die SchülerInnen sind aufgefordert, den Text in die richtige Reihenfolge zu bringen. Dadurch kann der Stoff des Arbeitsblattes *The Natura Greenhouse Effect* gut wiederholt werden. Ein Vorteil dieser Variante des Wiederholens ist, dass die SchülerInnen die Vokabel und das Prinzip wiederholen, ohne die Sätze selbstständig formulieren zu müssen. Ein weiterer Vorteil ist, dass alle SchülerInnen sich nochmals aktiv mit dem Thema auseinandersetzten müssen.

Methode: Partnerarbeit

Dauer: 10min

Material: Text-Puzzle

Lehrplanbezug: siehe 3.2.2.2 Experiment zur Simulation des Treibhauseffektes

Vorwissen: das Prinzip des natürlichen Treibhauseffekts

Fachliche Ziele: Wiederholung des natürlichen Treibhauseffekts

Sprachliche Ziele:

- Wiederholung der Fachbegriffe des Themas Treibhauseffekt
- Wiederholung der Erklärung des Treibhauseffektes

Scaffolding:
- Wiederholung als Hilfsmittel
- Vorgegebene englische Sätze als Hilfestellung

Praktische Erfahrung:
Das Text-Puzzle wurde in beiden Schulklassen ausprobiert. Die SchülerInnen waren dabei mit großer Motivation bei der Aufgabe. Die meisten konnten das Puzzle auch ohne Probleme lösen. In der 3. Klasse des WIKU-Graz kam die Rückmeldung der SchülerInnen, dass es ihnen eher zu einfach gewesen sei. Da es jedoch eine Wiederholungsaufgabe ist, ist es gut, dass die Aufgabe die SchülerInnen nicht überfordert.

Text-Puzzle: The Natural Greenhouse Effect

Text-Puzzle:
Cut up the text into strips of paper and give them out to each pair. Ask the students to put the sentences into the correct order.

The Natural Greenhouse Effect
Rays of heat from the sun travel through the atmosphere to the Earth.
There the rays are absorbed by the Earth,
which warms it.
The Earth then gives off some of the heat,
which travels through the atmosphere into space.
Some of the heat is stopped by the greenhouse gases in the atmosphere.
Important greenhouse gases are carbon dioxide, methane and water vapour.
Without this effect our Earth would cool to -18°C.

3.2.2.5 Poster-Präsentationen zum Thema Klimawandel

Beschreibung:
In dieser Aufgabe werden verschiedene Teilgebiete des Themas Klimawandel in Gruppen bearbeitet. Danach werden die Ausarbeitungen in Form von 5-minütigen Präsentation der Klasse präsentiert. Für die Ausarbeitung der Themen gibt es jeweils Texte, welche die wichtigen Informationen enthalten. Jede Gruppe erhält auch Bilder oder Graphen, welche in die Präsentation eingebaut werden sollen (siehe Anhang). Um den SchülerInnen zu vermitteln, was von ihnen erwartet wird und um das Präsentieren zu erleichtern, wurde eine Rubrik erstellt, welche angibt, wie die Präsentation aufgebaut sein soll, was auf dem Poster stehen soll und mehrere Tipps, auf was beim Halten einer Präsentation Acht gegeben werden soll. Zusätzlich werden Phrasen angegeben, welche nützlich sind zum Halten einer Präsentation. Die Texte wurde aus verschiedenen Quellen genommen (im Arbeitsblattverzeichnis angeführt) und für diesen Zweck angepasst, bzw. zum Teil von der Verfasserin erstellt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Texte ungefähr ähnliche Schwierigkeitsstufe und Länge haben. Auf Grund des Inhaltes der Texte, kann auch gut differenziert werden. So sind die Texte der Gruppe 1-3 komplexer als die der Gruppe 4 und 5, da die Themen chemisch anspruchsvoller sind. In einer inhomogenen Klasse kann somit darauf geachtet werden, dass schwächere SchülerInnen die Texte 4 oder 5 erhalten, während die stärkeren SchülerInnen in Gruppe 1-3 sind.

Methode: Gruppenarbeit und anschließende Präsentation

Dauer: 90min (auf 2 Schulstunden aufgeteilt)

Material:

- Texte für jedes Gruppenmitglied
- Rubrik für die Präsentation (1x pro Gruppe)
- Gruppen-Material (1x pro Gruppe)
- Poster (Größe DinA3, 1x Pro Gruppe)

Lehrplanbezug (bezogen auf die 3. Klasse):
Das Thema Klimawandel lässt sich wie bereits in Kapitel 3.2.2.2 Experiment zur Simulation des Treibhauseffektes angegeben, im Lehrplan der 3. Klasse unter dem Punkt „Prinzipielles Verstehen von Umweltproblemen als Störung natürlicher Systeme.“ einordnen. Als didaktischer Ansatz wurde in diesem Teil eine Gruppenarbeit mit Präsentation gewählt, da im Lehrplan unter didaktische Ansätze geschrieben wird, es sollen im Unterricht „moderne Lern- und Sozialformen (z.B. Teamarbeit)“ angewandt werden, um „das Lernen im sozialen und emotionalen Bereich [zu] fördern“ [33].

Vorwissen: das Prinzip und die Bedeutung des natürlichen Treibhauseffekts

Fachliche Ziele:

- grundlegendes Verständnis was Klimawandel bedeutet (Gruppe 1)
- grundlegendes Verständnis, was der Kohlenstoffkreislauf ist (Gruppe 2)
- grundlegendes Verständnis, was fossile Brennstoffe sind und warum sie problematisch sind (Gruppe 3)
- grundlegendes Verständnis der Effekte des Klimawandels und (Gruppe 4)
- grundlegendes Verständnis, was jeder einzelne gegen den Klimawandel tun kann und was die globale Gesellschaft dagegen tut (Gruppe 5)

Sprachliche Ziele:

- bearbeiten eines Textes (herausfiltern der wichtigen Informationen)
- halten einer Präsentation in englischer Sprache
- Informationen aus einer Präsentation herausfiltern

Scaffolding:

- Rubrik mit Anhaltspunkten zum Halten einer Präsentation
- Angaben von Phrasen zum Halten einer Präsentation

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:

Die Poster-Präsentation wurde in der 3. Klasse des WIKU Graz und des BG/BRG Carneri getestet. Nach dem Ausprobieren im WIKU Graz wurden die Texte noch einmal komplett überarbeitet, da festgestellt wurde, dass die SchülerInnen des WIKU Graz von den Komplexität der Texte und von der Anzahl der Wörter, die sie nicht kannten, überfordert waren. Aus diesem Grund werden hier nur die SchülerInnenfragebogen des BG/BRG Carneri in Tabelle 12 bis Tabelle 16 angeführt. Die SchülerInnen des BG/BRG Carneri bewerteten den 2. und 3. Text mit einem Notendurchschnitt von 1,0 am besten und den 5. Text mit einem Notendurschnitt von 2,4 am schlechtesten. In Gruppe 5 gaben auch 2 SchülerInnen an, es wären zu viele Wörter, die sie nicht kannten am Arbeitsblatt gewesen. Mit dieser Ausnahmen schienen die SchülerInnen gut mit den Texten arbeiten zu können. So gab nur eine weitere Person an, dass völlig, und 3 weitere, dass etwas zu viele fremde Wörter auf dem Arbeitsblatt gewesen seien. Keiner der SchülerInnen gab an, dass die englischen Sätze zu kompliziert formuliert seien. Die SchülerInnen schienen auch im Fach etwas dazugelernt haben, da alle (bis auf einer, der selbst angab die Inhalte bereits gekannt zu haben) angaben, dass sie dadurch etwas in Chemie gelernt hätten. Darüber hinaus nannten 10 der 23 SchülerInnen die Poster Presentation als das, was ihnen am besten gefallen habe. So schrieb eine Person „Die Referate haben mir am besten

gefallen, weil die Themen interessant waren“. Eine weitere Person schrieb, ihr habe am besten gefallen „zu lernen, das [sic] wir mit kleinen Dingen/Tätigkeiten viel erreichen können“. Auch hoben einige SchülerInnen hervor, dass es ihnen Spaß gemacht habe im Team zu arbeiten und dass es ihnen gefallen habe, kreativ zu arbeiten. So schrieben zwei SchülerInnen: „Meine Gruppe über Recycle. Wir hatten alle Spaß“ und „Es war sehr informativ und das Plakat gestalten hat mir am besten gefallen“. Jedoch gaben auch drei SchülerInnen an, ihnen hätten die Präsentationen nicht so gut gefallen. Eine Person gab an, sie hätte gerne mehr Zeit für die Präsentationen gehabt.

Tabelle 12: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 1 – Climate Change is Happening am *BG/BRG Carneri*

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar Nicht**
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	2	3	0	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	1	2	2
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	1	4	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	3	2	0	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	2	2	1
Ich wusste immer, was zu tun war.	4	1	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	1	0	4
Gib den Arbeitsmaterialien eine Note:	**1,9**			

Tabelle 13: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 2 – The Carbon Cycle am *BG/BRG Carneri*

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar Nicht**
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	1	3	1	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	2	2	1
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	3	2	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	2	3	0	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	1	1	1	2
Ich wusste immer, was zu tun war.	3	1	1	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	0	2	2
Notendurchschnitt:	**1,8**			

Tabelle 14: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 3 – Fossil Fuels am

	Völlig	Etwas	Kaum	Gar Nicht
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	3	0	0	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	0	2	1
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	3	0	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	2	0	0	1
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	1	0	2
Ich wusste immer, was zu tun war.	2	1	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	0	1	2
Notendurchschnitt:	**1,0**			

Tabelle 15: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 4 – Effects of Climate Change *am BG/BRG Carneri*

	Völlig	Etwas	Kaum	Gar Nicht
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	1	0	2	0
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	0	0	2	1
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	3	0	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	2	1	0	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	0	1	2
Ich wusste immer, was zu tun war.	3	0	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	0	2	1
Notendurchschnitt:	**1,0**			

Tabelle 16: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 5 – What to do against Climate Change am *BG/BRG Carneri*

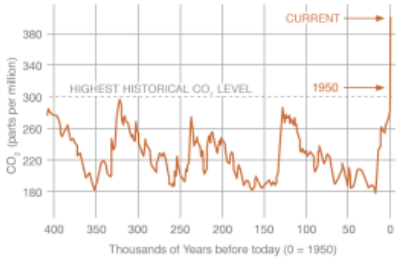
	Völlig	Etwas	Kaum	Gar Nicht
Die Arbeitsmaterialien sehen ansprechend aus.	0	2	1	2
Es war schwierig mit den Arbeitsmaterialien zu arbeiten.	2	0	1	2
Die Arbeitsmaterialien sind übersichtlich gestaltet.	2	2	0	1
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	0	5	0	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	2	0	1	2
Ich wusste immer, was zu tun war.	0	2	1	2
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	1	0	4
Notendurchschnitt:	**2,4**			

Poster-Presentation Gruppe 1: The Facts of Climate Change

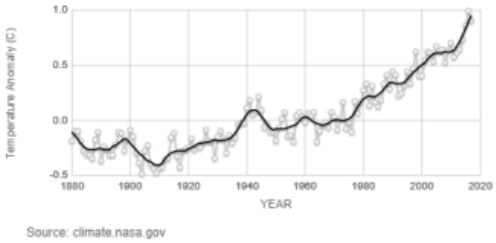
Group 1: How do we know that climate change is happening?

For years scientists have been measuring the temperatures on Earth. In the last 100 years, the average[1] air temperatures near the Earth went up almost 1.1°C. We can also see that eleven of the last twelve years have been the warmest since scientists started recording the temperatures. Earth has warmed twice as fast in the last 50 years as in the 50 years before that.

Beside seeing that the temperature is going up, we can also see that the CO_2 levels are going up. Scientists found that when CO_2 – levels go up, this also means that the temperature goes up. You can see this in the first graph. Over the Earth's history, the level of CO2 has gone up and down many times. When this happened, the air temperatures also went up. Right now, the CO_2 – level is a lot higher than it has ever been in Earth's history. Therefore, the temperatures are going up very fast.



This graph shows carbon dioxide levels over the past 400,000 years. You can see how fast the CO_2 levels go up after 1950.



This graph shows the average global temperature relative to the average temperature between 1951-1980 (This means that the 0-point in the graph is the average temperature of 1951-1980). You can see how the temperatures go up from 1980 onward.

Data:

1. graph - the change in CO_2 levels over the past 400,000 years
2. graph - temperature changes since 1880

ADAPTED FROM: HTTPS://CLIMATEKIDS.NASA.GOV/CLIMATE-CHANGE-EVIDENCE/, CLIMATE.NASA.GOV

[1] average =durschnittlich

AM 13: Poster-Presentation Gruppe A: The Facts of Climate Change

Poster-Presentation Gruppe 2: The Carbon Cycle

Group 2: The carbon cycle - Where does carbon dioxide come from?

The carbon cycle describes how carbon gets into the air as carbon dioxide (CO_2) and then is bound on the Earth again in living things. This cycle is very important, because it effects our climate. When too much carbon dioxide gets into the atmosphere, it gets warmer. When too little CO_2 gets into the atmosphere, it gets colder.

So how does CO_2 get into the atmosphere? Carbon is in all animals and plants, because a lot of molecules in the living things are made out of carbon. When plants are burnt (like making a fire with wood), the carbon in the plants reacts with oxygen (O_2) to carbon dioxide and escapes into the atmosphere. This process is called **combustion**[2].

But how does CO_2 get into plants? Plants can fix the carbon from the carbon dioxide with a process called **photosynthesis**. They take the carbon from the carbon dioxide in the air and use it to build the structures they need to grow. Animals cannot do this; therefore, they need to eat plants to get the carbon.

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O \underset{\text{combustion}}{\overset{\text{photosynthesis}}{\rightleftharpoons}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$$

$$\text{carbon dioxide + water} \underset{\text{combustion}}{\overset{\text{photosynthesis}}{\rightleftharpoons}} \text{organic molecule + oxygen}$$

ABGEÄNDERT VON: HTTPS://CLIMATEKIDS.NASA.GOV/GREENHOUSE-EFFECT-AND-CARBON-CYCLE/

Data:

1. picture – amount of carbon in living things
2. graphic – the carbon cycle

[2] combustion = Verbrennung

AM 14: Poster-Presentation Gruppe B: The Carbon Cycle

Poster-Presentation Gruppe 3: Fossile Fuels

Group 3: What are fossil fuels?

Fossil fuels (= fossile Brennstoffe) are crude oil (=Erdöl), natural gas (=Erdgas) and coal (=Kohle). Fossil fuels are called fossil, because they are made out of very old (millions of years), dead plants and animals. The dead animals and plants have a lot of carbon in them, that over time turns into oil and gas.

Natural gas and coal is burned in power plants[3] to get electricity and is used for heating at home. Crude oil is used as fuel in cars, planes and ships. Additionally, plastic is made out of crude oil. Most plastics, like plastic bags, your lunch box, your cloths and so on are made from crude oil.

When fossil fuels are burned, CO_2 gets into the air. The CO_2 acts as greenhouse gas in the air. In the last 100 years humans have started to burn fossil fuels. Therefore, more CO2 is set free into the atmosphere. This is the main reason for the climate change that is happening now and we, humans, are the reason for it.

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

fossil fuel + oxygen → carbon dioxide + water

the three kinds of fossil fuels

Data:

1. picture – natural gas, crude oil and coal
2. picture – the uses of fossil fuels

[3] energy plants = Kraftwerke

AM 15: Poster-Presentation Gruppe C: Fossile Fuels

Poster-Presentation Gruppe 4: The Effects of Climate Change

Group 4: What are the effects of climate change?

The temperatures on Earth are getting higher. Because of this, a lot of other things are happening on Earth:

Our weather is getting more extreme:
The higher temperatures lead to other changes in the weather. There are more natural disasters[4] worldwide. There are more storms and hurricanes. Other places become very dry, because there is too little rain.

Ice is melting:
Because of the higher temperatures, ice at the pole caps[5] and glaciers[6] is melting.

Sea levels are rising
Climate change also leads to higher sea levels. When ice melts at glaciers and pole caps, this adds water to the oceans. Therefore, the oceans are getting bigger. If the sea level keeps rising, some cities at the coast will be flooded.

Wildlife is changing
Because of the higher temperatures, animals and plants have to move. Some animals and plants disappear from parts that are getting too hot, moving to cooler or higher regions. These changes can make some animals die out. One type of animal that is endangered[7] by the effects of climate change are polar bears. Because the ice caps are melting, the bears are losing their place to live and hunt.

Data:

1. image - natural disasters
2. image - starving polar bear
3. map – simulation of Amsterdam under water when sea level goes up

[4] natural disaster = Naturkatastrophe
[5] pole caps = Polarkappen
[6] glaciers = Gletscher
[7] endgangered = gefährdert

AM 16: Poster-Presentation Gruppe D: The Effects of Climate Change

Poster-Presentation Gruppe 5: Actions against Climate Change

Group 5: What we can do against climate change?

The Paris Agreement:

On the 4th November 2016 nearly **200 countries** signed the so-called Paris Agreement. With this contract all these countries agreed to work together against climate change. Each nation set their own goals that they work to achieve. The overall goal of the agreement is to keep temperatures from going up more than 2 degrees Celsius by putting less CO_2 into the atmosphere.

ADAPTIERT VON: (HTTP://WWW.BBC.COM/NEWS/SCIENCE-ENVIRONMENT-35073297)

What you personally can do to help – reduce, reuse, recycle

Whenever you do something that uses energy, like going by car, using electricity, turning on the heat or buying something out of plastic, you are adding to climate change. So what can we do to make this better?

We can help with the 3Rs: **Reduce, Reuse, Recycle**

Reduce means using less. This can be that you choose not to take the car or that you don't buy water in a plastic bottle. You can also try and use less energy, for example heating less and many more things.

Reuse means that you use the things that you have again. You can fill water into the bottle that you already have or take the same plastic bag more times.

Recycle means that used stuff is used to make new things out of it. When you put plastic into the plastic container, it is used again. So the bottle you throw away can become something new, like a plastic box.

ADAPTED FROM: HTTPS://CLIMATEKIDS.NASA.GOV/HOW-TO-HELP/

Data:

1. picture – Paris agreement logo
2. picture – reduce, reuse, recycle

AM 17: Poster-Presentation Gruppe E: Actions against Climate Change

Rubric for Poster_Presentation

Rubric for Poster-Presentation

What needs to be in your presentation:	**Language you can use:**
1. **introduction** (what is your presentation about?)	The subject/topic of my talk is ... I'm going to talk about ... My topic today is…
2. **facts** (what are the facts that you want to present?)	
3. talk about the graphs and pictures	As you can see in this picture… This graph shows that…
4. **take home message** (summarize what the facts mean in a sentence)	To conclude... To sum up ... In short ...

What you need on your poster:

1. title
2. most important facts (only keywords, not hole sentences!)
3. the pictures and graphs
4. take home message: you can write a whole sentence

How do I hold a presentation?

- Speak freely and clearly!
- Explain the words that your classmates might not know!
- Use the keywords and pictures/graphs on the poster to help you in your presentation.

AM 18: Rubric for Poster-Presentation

3.3 Arbeitsmaterialien für die Sekundarstufe 2 für die HTBLA

3.3.1 Arbeitsmaterialien zum Kapitel *Proteine*

3.3.1.1 Think-Pair-Share zum Thema Proteine

Beschreibung:
Als Aktivierungsübung für das Kapitel Proteine wurde die Übung „Think-Pair-Share“ gewählt. In der Übung sollen sich die SchülerInnen zuerst alleine mit einer Frage (hier: What do you know about Protein?) beschäftigen. Danach sollen sie dies im Partnerarbeit bearbeiten. Im Anschluss kommt die Phase „Share“, in der die Überlegungen mit der Klasse geteilt werden. Auf diese Art kann das Vorwissen der SchülerInnen abgefragt werden und die SchülerInnen bei ihrem Stand des Wissens abgeholt werden.

Methode: Think-Pair-Share

Dauer: ca. 15min

Material: Folien

Lehrplanbezug:
Das Thema Proteine ist im Bereich „Grundlagen der Biochemie und Ernährung“ einzuordnen. Dieser wird im Lehrplan der HTBLA im Abschnitt „VI. Bildungs- und Lehraufgaben sowie Lehrstoffe der gemeinsamen Unterrichtsgegenstände“ unter dem Pflichtgegenstand Naturwissenschaften angeführt. Das Thema Biochemie ist im 7. Semester vorgesehen. Dabei ist für das Thema Proteine der Teil „Bau, die Funktionen und Energieinhalte biochemisch relevanter Moleküle und Grundzüge des Stoffwechsels verstehen“ relevant [11].

Vorwissen: Aminosäuren und Peptidbindung

Fachliche Ziele:
- Vorwissen zum Thema Proteine aktivieren

Sprachliche Ziele:
- aktivieren der vorhandenen Sprache zu Proteinen und Aminosäuren

Scaffolding:
- Methode des Think-Pair-Share als Möglichkeit den SchülerInnen Zeit zu geben, Antworten zu überlegen

Folie: Think-Pair-Share

AM 19: Folie zu Think-Pair-Share: What do you know about proteins?

3.3.1.2 Arbeitsblatt zur Struktur der Proteine

Beschreibung:
Bei diesem Arbeitsblatt soll die Struktur der Proteine gelernt werden. Dabei wird auf die Primär, Sekundär- und Tertiärstruktur der Proteine eingegangen. Um die Strukturen verständlicher zu machen und das Verständnis überprüfen zu können, ist eine Aufgabe gegeben, bei der die Strukturen Bildern zuzuordnen sind, welche diese darstellen. Die Bilder stellen die Primärstruktur, die Sekundärstrukturen α-Helix und β-Faltblatt dar, sowie die Tertiärstruktur dar. Im Anschluss sollen die SchülerInnen als zweite Aufgabe die drei Ebenen der Struktur in eigenen Worten zusammenfassen.

Methode: Einzelarbeit

Dauer: ca. 20min

Material: Arbeitsblatt - The Structure of Protein

Lehrplanbezug:
Wie bei der vorherigen Aufgabe des Think-Pair-Share ist auch das Arbeitsblatt im Thema Proteine und damit im Bereich der Biochemie einzuordnen. Im speziellen werden hier die „Eigenschaften und den Bau biochemisch relevanter Moleküle“ durchgenommen [11].

Vorwissen: Struktur von Aminosäuren und Peptidbindung

Fachliche Ziele:

- Primär, Sekundär- und Tertiärstruktur der Proteine

Sprachliche Ziele:

- lesen eines Textes und herausfiltern der wichtigsten Informationen

Scaffolding:

- anwenden der Lerninhalte in zwei verschiedenen Folgeaufgaben

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:

Das Arbeitsblatt wurde an der HTBLA Kaindorf in einer 3. Klasse (11. Schulstufe) des EDV-Zweiges ausprobiert. Dabei wurde das Arbeitsblatt mit einem Notenschnitt von 1,5 von den SchülerInnen weitgehend positiv gewertet. So gaben auch neun SchülerInnen an, das Arbeitsblatt sehe ansprechend aus. Nur eine Person gab an, das Arbeitsblatt sehe gar nicht ansprechend aus und eine Person gab an, es sehe kaum ansprechend aus. Auch scheint das Arbeitsblatt übersichtlich gestaltet und gut zur Bearbeitung zu sein, da 16 der 19 SchülerInnen das Arbeitsblatt als völlig übersichtlich einstuften. Darüber hinaus wussten die SchülerInnen auch, was sie zu tun hatten, wobei nur eine Person angab, dass sie gar nicht wusste und eine dass sie kaum wusste, was zu tun war. Auch das Englisch-Niveau scheint für diese Klassenstufe gut verständlich zu sein. So gab nur eine Person an, dass zu viele unbekannte Wörter auf dem Arbeitsblatt seien. Zwei SchülerInnen gaben an, dass die englischen Sätze etwas zu kompliziert formuliert seien.

Tabelle 17: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsblatt: Struktur der Proteine

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar Nicht**
Das Arbeitsblatt sieht ansprechend aus.	9	8	1	1
Es war schwierig mit dem Blatt zu arbeiten.	0	1	8	10
Das Arbeitsblatt ist übersichtlich gestaltet.	16	3	0	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	12	6	1	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	1	0	10	8
Ich wusste immer, was zu tun war.	11	6	1	1
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	2	2	15
Notendurschnitt:	**1,5**			

Arbeitsblatt: The Structure of Protein

Name_____ Class_____ Date_____

The Protein Structure:

There are three levels of structure found in proteins. The primary structure of a protein determines its secondary and tertiary structures.

Proteins are made up of amino acids. The amino acids are bound together by peptide bond. Many amino-acids can be linked together to form a chain, a so-called peptide. Proteins are **of hundreds to many thousands of amino acids**.

The Primary Structure – describes the sequence[1] in which the amino acids are linked together to form a protein. The order of amino acids in the chain is unique[2] and specific to every protein. Changing a single amino acid often results in a non-functioning protein.

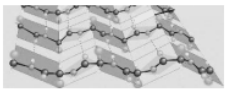
Secondary Structure - refers to the folding of the chain that gives the chain its 3-D shape. There are two types of secondary structures: One type is the **alpha (α) helix** structure. This structure looks like a spiral. The second type of secondary structure in proteins is the **beta (β) sheet**. In a beta sheet, several chains are arranged in parallel to form a plain or sheet. Beta sheets do not lie flat, but are folded zigzag, like an accordion[3].

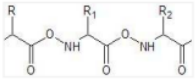
Tertiary Structure – the tertiary structure describes the way that the chains are linked together to give the protein its overall 3-D shape. This shape is formed through many different types of bonds between the units of the chain.

abgeändert von: https://www.thoughtco.com/protein-structure-373563

Give each structure the right title:

alfa-helix primary structure beta-sheet tertiary structure





_____ _____ _____ _____

Describe each level of structure in a few words:

primary structure .....

secundary structure .....

tertiary structure .....

[1] sequence = the order of something
[2] unique = something or someone is unlike anything or anyone else
[3] accordion = Zieharmonika

3.3.1.3 Experiment zur Denaturierung von Proteinen

Beschreibung:
In diesem Experiment wird die Denaturierung von Proteinen mit verschiedenen Denaturierungsmittel durchgeführt. Als Protein dient dabei ein Eiweiß-Wasser-Gemisch. Jede Schülergruppe erhält drei Reagenzgläser, welche sie mit ca. 2 cm Eiweiß-Lösung befüllen. Nun wird das erste Reagenzglas über dem Bunsenbrenner erhitzt. In das zweite Reagenzgläser werden zu der Eiweiß-Lösung einige Tropfen Speiseessig zugegeben. In das dritte Reagenzglas werden einige Tropfen Kupfer(II)suflat zugegeben. Nach Zugabe der Substanzen und bei Erhitzen kann gesehen werden, wie die Flüssigkeit milchig-weiß wird, also ausflockt. Dieser Prozess wird als Denaturierung bezeichnet. Dabei werden die Tertiär- und Quartärbindungen der Proteine zerstört, wodurch die Proteine nicht mehr wasserlöslich sind.

Sicherheitshinweise:
Beim Arbeiten mit Bunsenbrenner ist auf Sicherheit zu achten. Die SchülerInnen müssen Schutzbrillen und Labormäntel tragen und lange Haare müssen zusammengebunden werden. Darüber hinaus ist darauf zu Achten, dass die Öffnung der Reagenzgläser nicht in Richtung von MitschülerInnen zeigt, um bei Siedeverzug niemanden zu gefährden. Ebenso ist muss auf einer feuerfesten Unterlage gearbeitet werden. Zusätzlich sind andere Sicherheitsmaßnahmen, wie das Aufbauen von Schutzwänden oder das Stehen beim Arbeiten, möglich.

Methode: Schülerexperiment in Teamwork

Dauer: 20min

Material (je Gruppe):

- Experimentvorschrift - Denaturation
- 3 Reagenzgläser
- Holzklemme
- Bunsenbrenner
- Reagenzglashalter
- Pipette
- Schutzbrillen
- Labormäntel

Lehrplanbezug:
Da das Themengebiet wiederum im selben Gebiet liegt, gilt derselbe Lehrplanbezug wie bei der Think-Pair-Share . Zusätzlich kann bei dem Experiment noch angeführt werden, dass im

Gebiet der Biochemie „einfache Nachweisreaktionen und biotechnologische Experimente durchführen“ werden sollen [11].

Vorwissen: Aminosäuren und Peptidbindung

Fachliche Ziele:

- verstehen des Prinzips der Denaturierung
- Umgang mit chemischen Experimentieren lernen

Sprachliche Ziele:

- lesen und verstehen einer Experimentvorschrift
- schreiben eines Protokolls durch Protokollierung der Ergebnisse, Beobachtung und schreiben der Erklärung

Scaffolding:

- beschriftete Skizze als Anhaltspunkt zum Experimentieren
- das chemische Experiment zur Veranschaulichung des Prinzipes der Denaturierung

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:

Wie das Arbeitsblatt zur Struktur der Proteine wurde auch der Versuch in der 3. Klasse der HTBLA Kaindorf getestet. Dabei schienen die SchülerInnen etwas zurückhaltend beim Experimentieren. Auch hatten die SchülerInnen mehr Schwierigkeiten mit diesen Arbeitsmaterialien zu arbeiten als mit dem Arbeitsblatt zur Struktur der Proteine. So wurde das Arbeitsblatt mit einem Notendurchschnitt von 1,9 etwas schlechter bewertet. Auch gaben drei der Befragten an, die englischen Sätze wären zu kompliziert formuliert und fünf Personen gaben an, es seien völlig oder etwas zu viele Wörter, die sie nicht kennen auf dem Arbeitsblatt. Vier SchülerInnen gaben auch an, es sei etwas schwierig mit dem Blatt zu arbeiten. Im Großen und Ganzen wurde das Arbeitsblatt jedoch trotzdem gut bewertet. Es sei festzustellen, dass das Arbeitsblatt wohl eher auf der anspruchsvollen Seite ist.

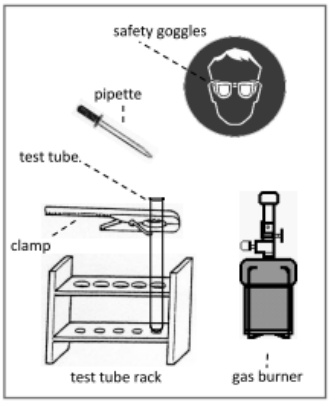
Tabelle 18: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Experiment: Denaturierung

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar Nicht**
Das Arbeitsblatt sieht ansprechend aus.	8	8	3	0
Es war schwierig mit dem Blatt zu arbeiten.	0	4	7	8
Das Arbeitsblatt ist übersichtlich gestaltet.	11	6	2	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	7	11	1	0
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	1	4	7	7
Ich wusste immer, was zu tun war.	5	12	0	2
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	3	0	1	15
Notendurschnitt:	**1,9**			

Experimentvorschrift: Denaturation of Protein

Name_____ Class_____ Date_____

Experiment - Denaturation



Material:

(1) 3 test tubes (4) clamp
(2) test-tube rack (5) pipette
(3) 1 gas burner (6) safety goggles

Chemicals:

1. protein-solution
2. vinegar
3. copper(II)sulfate solution (5g $CuSO_4$ in 100ml H_2O)

Task (What you have to do):

- pour 2ml of the protein solution in 3 test tubes
- 1st test tube: heat the solution over the gas burner
- 2nd test tube: add 1ml of vinegar
- 3rd test tube: add several drops of copper(II)sulfate solution

SAFETY-FIRST!

- **safety googles on**
- **Gas-burner rules:**

1. always point test tube away from people!
2. tie hair back
3. clear the table
4. stand up

Observation (What did you see?):

	observation
1. heated solution	
2. added vinegar	
3. added $CuSO_4$-solution	

Explanation (Why did this happen?):

A brain teaser: A fever can be deadly. If the temperatures rise over 42°C you can die. Discuss with a partner how our experiment can explain this. Then give a short written explanation!

AM 21: Experimentvorschrift: Denaturation of Protein

3.3.2 Arbeitsmaterialien zum Kapitel Kunststoffe

3.3.2.1 Brainstorming und Kategorisieren von Alltagsgegenstände aus Kunststoff

Beschreibung:
Diese Aufgabe wird zweigeteilt. Zuerst werden die SchülerInnen aufgefordert, 20 Gegenstände aus ihrem Alltag zu finden, die aus Kunststoff sind und diese aufzuschreiben. Ziel dieser Aufgabe ist es einerseits, den SchülerInnen bewusst zu machen, wie weit verbreitet die Anwendung diese Materials in unserem Alltag ist. Andererseits soll den SchülerInnen durch die Aufgabe bewusst werden, wie viele verschiedene Gegenstände mit verschiedenen Eigenschaften aus Kunststoff sind. Zusätzlich kann dadurch die Relevanz des Themas hervorgehoben werden und ein Alltagsbezug hergestellt werden.

Im Anschluss wird das Thema Einteilung von Kunststoffen anhand ihrer Eigenschaften durchgenommen, d.h. zwischen Duromeren, Thermoplasten und Elastomeren unterschieden. Danach sollen die SchülerInnen ihre Liste wieder heranziehen und überlegen, welche dieser Stoffe zu welcher Kategorie gehört. Somit kann das gelernte Wissen direkt mit Alltagsbezug angewendet werde.

Sozialform: Partnerarbeit

Dauer: ca. 10 min

Material: kein Material notwendig

Lehrplanbezug:
Im Lehrplan der HTBLA kann das Thema Kunststoffe unter „organische Rohstoffe und Produkte erkennen und verstehen [der] Bedeutung dieser Stoffe“ im Kompetenzmoduls 6 eingeordnet werden. Dabei sollen „fossile Rohstoffe und ihre Produkte“ sowie „Kunststoffe und ausgewählte Beispiele aus den Bereichen Pharmazeutika, Farbstoffe, Wasch- und Reinigungsmittel.“ durchgenommen werden. Weiters wird durch diese Aufgabe der Zusammenhang zwischen der Alltagswelt der SchülerInnen und dem Gelernten ermöglicht. Dies ist im Lehrplan als Lernziel folgendermaßen festgehalten: „Sie sind in der Lage, den Bezug zwischen fachspezifisch erworbenen Erkenntnissen und ihren Alltagserfahrungen herzustellen“ [11].

Vorwissen: kein Vorwissen notwendig

Fachliche Ziele:
- Vorwissen zum Thema Kunststoffe aktivieren
- Alltagsbezug herstellen

Sprachliche Ziele:

- Sprache zum Thema Kunststoffe aktivieren
- freies sprechen
- nennen von Alltagsgegenständen

Scaffolding:

- Herstellung eines Zusammenhangs zwischen der Vorerfahrung und Alltagswelt der SchülerInnen und Aktivierung des sprachlichen Vorwissens

3.3.2.2 Experiment zu Eigenschaften von Kunststoffen

Beschreibung:
Bei diesem Versuch sollen die SchülerInnen selbstständig Eigenschaften von Kunststoffen analysieren. Dabei wird ein induktiver Ansatz gewählt, was bedeutet, dass die SchülerInnen zuerst das Experiment durchführen und dann gemeinsam die Erkenntnisse aufgearbeitet werden. Die Materialien werden auf ihr Verhalten bei Einwirkung von physischer Kraft (mit einem Hammer) und bei Hitze (mit einer Heizplatte) untersucht. Weiters sollen die SchülerInnen durch schauen, fühlen und ausprobieren Aussagen zur Farbe, Größe, Oberflächenstruktur, Elastizität und Härte der Materialien treffen. Um den SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, kreativ noch weitere Tests oder Eigenschaften auszuprobieren, wurde eine Kategorie mit anderen Eigenschaften hinzugefügt. Nachdem die verschiedenen Arten von Kunststoffen dann besprochen wurden (Duromere, Thermoplasten, Elastomere) sollen die SchülerInnen zuordnen, welche Kunststoffe sie hatten.

Sozialform: Experimentalunterricht im Teamwork

Dauer: 15min

Material: Experimentvorschrift *The Properties of Plastic*

Lehrplanbezug:
Da sich diese Aufgabe mit dem selben Thema der Kunststoffe befasst, fällt auch diese im Lehrplan der HTBLA unter „organische Rohstoffe und Produkte erkennen und verstehen die Bedeutung dieser Stoffe“, sowie „fossile Rohstoffe und ihre Produkte“ und „Kunststoffe und ausgewählte Beispiele aus den Bereichen Pharmazeutika, Farbstoffe, Wasch- und Reinigungsmittel.“. Zusätzlich wird hier noch das im Lehrplan als Lernziel formulierte Forderung nachgekommen, dass SchülerInnen „Experimente unter sicherheitsrelevanten Aspekten“ lernen sollen [11].

Vorwissen: alltägliches Verständnis von Eigenschaften und Verwendung von Kunststoffen

Fachliche Ziele:

- Eigenschaften von Material experimentell analysieren
- Eigenschaften und Einteilung von Kunststoffen

Sprachliche Ziele:

- Experimentvorschriften lesen
- Eigenschaften eines Materials beschreiben

Scaffolding:

- Word-Box mit wichtigen Begriffen
- symbolische Darstellungen als Hilfestellung

Auswertung der SchülerInnenfragebögen:

Das Experiment wurde an der HTBLA Kaindorf in der Klasse von Frau Prof. Chemloul in einem 2. Jahrgang des Zweiges Mechatronik ausprobiert. Die Ergebnisse der Befragung sind in Tabelle 19 angeführt. Die SchülerInnen bewerteten das Arbeitsblatt mit einem Notendurchschnitt von 2,2. Dabei schienen die SchülerInnen gut mit dem Arbeitsblatt umgehen zu können. So gaben 16 Personen an, das Arbeitsblatt sei übersichtlich gestaltet. Auch gaben 20 der 27 Befragten an, sie hätten immer gewusst, was zu tun sei. Ein paar SchülerInnen schienen jedoch nicht das Gefühl zu haben, nicht viel durch den Versuch zu lernen, da vier SchülerInnen angaben, sie hätten dadurch nichts und vier SchülerInnen, sie hätten kaum etwas über Chemie gelernt. Das Englisch-Niveau des Arbeitsblattes war für die SchülerInnen passend, da sie überwiegend angaben, es wären weder zu viele fremde englische Wörter noch komplizierte Sätze gewesen.

Tabelle 19: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Experiment: The Properties of Plastic

	Völlig	**Etwas**	**Kaum**	**Gar nicht**
Das Arbeitsblatt sieht ansprechend aus.	10	15	1	0
Es war schwierig mit dem Blatt zu arbeiten.	0	3	10	14
Das Arbeitsblatt ist übersichtlich gestaltet.	16	9	1	0
Ich habe dadurch etwas über Chemie gelernt.	7	12	4	4
Auf dem Arbeitsblatt waren zu viele Wörter, die ich nicht kannte.	0	0	7	19
Ich wusste immer, was zu tun war.	20	7	0	0
Die englischen Sätze sind zu kompliziert formuliert.	0	1	6	20
Notendurchschnitt:	**2,2**			

Experimentvorschrift: The Properties of Plastic

Word Box:
spröde – brittle • biegsam – able to bend • hitzebeständig – heat resistant • schmelzen – to melt • elastisch - elastic

Experiment – *Properties of Plastics*

Material:

(1) hammer
(2) heating plate
(3) aluminum foil

Samples: Write down what samples you have and give a description:

	look	feel	size
Sample 1:			
Sample 2:			

Examine the samples of plastic before you in the following way:

- physical force (hammer)
- heating (heating plate)
- other properties you can observe (be creative!)

Observation (What did you see?):

	Sample 1:	***Sample 2:***
physical force		
heat		
elasticity		
others		

Explanation: What types of plastics did you have? Explain your answer!

Sample 1:

Sample 2:

AM 22: Experimentvorschrift: The Properties of Plastic

3.4 Ergebnisse und Diskussion

Nachdem nun die Arbeitsmaterialien präsentiert wurden, sollen diese hier diskutiert werden. Dazu wird als erstes die Anwendbarkeit der Arbeitsmaterialien bestätigt. Im Anschluss werden die praktischen Erfahrungen diskutiert, welche durch das Ausprobieren an der Schule gesammelt wurden. Dabei wird im speziellen auf das Kommunikationsverhalten der SchülerInnen bei Gruppenarbeiten und im Plenum geachtet. Auch die Rolle des Experimentierens im englischen Chemieunterricht wird diskutiert. In weiterer Folge wird auf die Motivation der SchülerInnen im englischsprachigen Chemieunterricht eingegangen, wobei die Unterschiede zwischen den EAA- und Regelklassen beleuchtet werden.

Zur Anwendbarkeit der Arbeitsmaterialien ist zu sagen, dass die SchülerInnen im Allgemeinen gut mit den Arbeitsmaterialien arbeiten konnten. So wurden alle Arbeitsblätter mit einem Notendurschnitt zwischen 1-2,2 bewertet. Auch die Lehrpersonen gaben positives Feedback und jene Lehrpersonen, die selbst Chemie auf Englisch unterrichten, gaben an, sie würden diese Arbeitsmaterialien in ihrem Unterricht einsetzen.

Beim Ausprobieren der Arbeitsmaterialien wurde ein Augenmerk auf das Kommunikationsverhalten der SchülerInnen gelegt. Es konnte festgestellt werden, dass die SchülerInnen sehr unterschiedlich auf den Anspruch, auf Englisch zu kommunizieren, reagieren. Bei Antworten im Plenum waren die SchülerInnen bereit, in der Fremdsprache zu sprechen und zu versuchen auf Englisch ihre Ideen zu vermitteln. Hier konnte auch beobachtet werden, dass die SchülerInnen ihr Wissen auch trotz fehlender sprachlicher Kompetenz mitteilen wollten. Bei Gruppenarbeiten war das Kommunikationsverhalten der SchülerInnen sehr verschieden. Während manche Gruppen und Personen offensichtlich Freude daran hatten die Sachinhalte auf Englisch zu bearbeiten (und somit auch auf Englisch sprachen), stiegen doch die meisten SchülerInnen bald wieder auf Deutsch in der Kommunikation untereinander um. Dies könnte mehrere Gründe haben. Einerseits sind die SchülerInnen gewohnt Deutsch miteinander zu reden und das Reden in der Fremdsprache ist somit ungewohnt. Andererseits ist es für die SchülerInnen auch schwieriger, ihre Anliegen in der Fremdsprache mitzuteilen. Somit kann das Umsteigen auf die Muttersprache Bequemlichkeit sein. Zusätzlich kann auch die Unsicherheit in der Fremdsprache eine Rolle spielen. Mehrere Studien zeigen eben diesen Umstieg der SchülerInnen zurück zur Muttersprache bei Gruppenarbeiten. Jedoch merkt Dalton-Puffer [1] an, dass im Unterricht aufgestellte Regeln des Englischgebrauchs und die Sprachwahl der LehrerInnen große Unterschiede im Einsatz der Muttersprache und der Fremdsprache machen. Nikula [36] beschreibt in ihrer Studie über den englischsprachigen

Fachunterricht im Sekundarbereich in Finnland hohe Motivation und Engagement der SchülerInnen, sich in der Fremdsprache zu unterhalten. Daher kann angenommen werden, dass zuerst eine „Kultur des Englisch-Sprechens“ etabliert werden muss, bevor dies auch von den SchülerInnen umgesetzt wird.

Zusätzlich wurde auch das Experimentieren als Möglichkeit für Kommunikation auf Englisch zwischen den SchülerInnen betrachtet. Dabei wurde festgestellt, dass fast alle SchülerInnen in die Muttersprache wechselten während sie experimentierten. Wiederum könnte dies mit der „Kultur“ des Sprachgebrauches zusammenhängen, die in der Klasse etabliert wird. Obwohl das Experimentieren so keinen verbalen englischsprachigen Output der SchülerInnen hervorbrachte, eignet sich das Experimentieren dennoch um andere sprachliche Fertigkeiten zu lernen. So müssen SchülerInnen beim Aufstellen von Hypothesen oder beim Erklären in der Fremdsprache argumentieren. Auch müssen sie bei der Observation Vorgänge beschreiben und das Leseverständnis wird durch das Lesen der Versuchsbeschreibung geschult. Zusätzlich konnte beim Experimentieren festgestellt werden, dass dies ein großer Faktor für die Motivation der SchülerInnen war. So gab etwas mehr als ein Drittel der SchülerInnen an, ihnen habe das Experiment in ihrer Stundensequenz am besten gefallen.

Darüber hinaus wurde bei der praktischen Erfahrung die Motivation der SchülerInnen bei der Bearbeitung der englischen Unterlagen betrachtet. Dabei wurde auch mit einbezogen, wie sich die Vorerfahrung der EAA-Klassen bzw. die fehlender Vorerfahrung der Regelklassen im englischsprachigen Unterricht auswirkt. Es konnten ein Unterschied zwischen den Klassen mit einem Schwerpunkt in EAA und ohne erkannt werden. Die SchülerInnen des WIKU Graz waren gewillter, den Lehrinhalt auf Englisch zu lernen und die Aufgaben auch auf Englisch zu erfüllen. Die SchülerInnen arbeiteten mehr mit und verwendeten die Sprache mehr. Die SchülerInnen im BG/BRG Carneri hingegen waren unsicherer bei der Verwendung der Sprache und zum Teil weniger motiviert. So kam am Anfang der Stunde in der 3. Klasse des Carneri sofort die Frage: „Müssen wir auch auf Englisch schreiben?“. Jedoch konnte auch in den Klassen des BG/BRG Carneri beobachtet werden, wie manche SchülerInnen durch die Arbeitssprache motiviert wurden. So setzten bestimmte SchülerInnen die englische Sprache auch in den Gruppenarbeiten ein (entgegen der allgemeinen Stimmung). Bei diesen SchülerInnen konnte festgestellt werden, dass die Herausforderung, sich auf Englisch über die Inhalte auszutauschen, als positiv wahrgenommen wurde. Auch in der HTBLA konnte ein Unterschied zwischen der sprachorientierten EDV-Klasse und der „normalen“ Mechatronik-Klasse festgestellt werden. Hierbei war ersichtlich, dass die EDV-Klasse, welche als EAA-

Klasse ausgewiesen ist, motivierter war als die Mechatronik Klasse, die Inhalte auf Englisch zu bearbeiten. In beiden Klassen konnte jedoch gesehen werden, wie einzelne SchülerInnen durch den Einsatz der Sprache motiviert wurden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Einsatz der Arbeitsmaterialien positiv verlaufen ist. Die SchülerInnen konnten gut mit den Arbeitsmaterialien arbeiten und hatten auch Freude an der Bearbeitung. Wenn möglich wechselten die SchülerInnen jedoch in Gruppenarbeiten und beim Experimentieren miteinander in die Muttersprache, wobei dies verstärkt bei den Klassen zu beobachten war, welche normalerweise keinen englischen Fachunterricht haben. Zusätzlich wurde festgestellt, dass die SchülerInnen der EAA-Klassen motivierter und auch selbstsicherer waren bei der Bearbeitung der Sachinhalte auf Englisch. Dies legt nahe, dass am Anfang des fremdsprachigen Unterrichts eine „Kultur des Englisch-Sprechens“ etabliert werden muss, damit die Kommunikation zwischen den SchülerInnen mehr in der Fremdsprache stattfindet.

Bibliographie

[1] C. Dalton-Puffer, “Content-and-language integrated learning: From practice to principles?,” *Annu. Rev. Appl. Linguist.*, vol. 31, no. 2011, pp. 182–204, 2011.

[2] P. Ball, K. Kelly, and J. Clegg, “What is CLIL?,” in *Putting CLIL into Practice*, Oxford: Oxford University Press, pp. 1–19.

[3] Eurydice, “Content and Language Integrated Learning (CLIL) at School in Europe,” Brüssel, 2006.

[4] G. Abuja, *Englisch als Arbeitssprache : Fachbezogenes Lernen von Fremdsprachen*. Graz: Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten. Zentrum für Schulentwicklung, Bereich III, 1993.

[5] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, “Konzepte für den bilingualen Unterricht – Erfahrungsbericht und Vorschläge zur Weiterentwicklung,” 2006.

[6] A. Bonnet, *Chemie im bilingualen Unterricht : Kompetenzerwerb durch Interaktion*. Leske und Budrich, 2004.

[7] W. Altmann, D. Caspari, W. Hallet, and A. Wegner, *Bilingualer Unterricht in Spanien und Deutschland: Aktuelle Situation und methodische Ansätze*. Berlin: Verlag Walter Frey, 2004.

[8] GIBS, “www.gibs.at – graz international bilingual school,” 2018. [Online]. Available: http://www.gibs.at/. [Accessed: 05-Mar-2018].

[9] D. Coyle, P. Hood, and D. Marsh, *CLIL : content and language integrated learning*. Cambridge University Press, 2010.

[10] P. Mehisto, D. Marsh, and M. J. Frigols, *Uncovering CLIL : content and language integrated learning in bilingual and multilingual education*. Macmillan Education, 2008.

[11] BMBWF, “Lehrplanpaket der Höheren technischen und gewerblichen Lehranstalten 2015 sowie Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht, BGBI. II Nr. 262/2015 Anlage 1.”

[12] P. Ball, K. Kelly, and J. Clegg, *Putting CLIL into practice*. 2015.

[13] Europäische Union, “Aktionsplan für das Sprachenlernen und die Sprachenvielfalt,”

2011.

[14] European Commission, *Promoting language learning and linguistic diversity: An action plan 2004-2006*. 2003.

[15] A. Keiper, *eaa Servicehefte*. Graz: Österreichisches Sprachen-Kompetenz-Zentrum, 2005.

[16] BMBWF, “Schulunterrichtsgesetz,” 2018.

[17] Pädagogische Hochschule Steiermark, “PHst_online,” 2018. [Online]. Available: https://www.ph-online.ac.at/phst/webnav.ini. [Accessed: 26-Jun-2018].

[18] A. Bruton, “CLIL: Some of the reasons why... and why not,” *System*, vol. 41, no. 3, pp. 587–897, 2013.

[19] L. Dale and R. Tanner, *CLIL activities with CD-ROM : a resource for subject and language teachers*. Cambridge University Press, 2012.

[20] N. Aristov, “Was ist bekannt über den bilingualen Unterricht in den Naturwissenschaften (Chemie)?,” *Chemkon*, vol. 20, no. 4, pp. 169–174, 2013.

[21] H. Marsh, K.-T. Hau, and C.-K. Kong, “Late Immersion and Language of Instruction in Hong Kong Schools: Achievement Growth in Language and Nonlanguage Subjects,” *Harward Educ. Rev.*, vol. 70, no. 3, 2000.

[22] W. Zydatis, “Linguistic Thresholds in the CLIL Classroom ? The Threshold Hypothesis Revisited,” *Int. CLIL Res. J.*, vol. 1, no. 4, 2012.

[23] Karl-Franzens-Universität Graz, “Forschen - Institut für Chemie.” [Online]. Available: https://chemie.uni-graz.at/de/forschen/. [Accessed: 21-Jun-2018].

[24] Statistik Austria, “Schulen im Schuljahr 2016/17 nach Schultypen,” 2017. [Online]. Available: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbesuch/020953.html. [Accessed: 26-Jun-2018].

[25] HTBLA Kaindorf, “englisch als arbeitssprache.” [Online]. Available: https://www.htl-kaindorf.at/informatik/eaa. [Accessed: 29-May-2018].

[26] J. Cummins, “Linguistic Interdependence and the Educational Development of Bilingual

Children Author," *Rev. Educ. Res.*, vol. 49, no. 2, pp. 222–251, 1979.

[27] A. Kaplan, "Englisch als Arbeitssprache im Chemieunterricht," Karl Franzens Universität Graz, 2008.

[28] S. Deller and C. Price, *Teaching Other Subjects Through English*. Oxford: Oxford University Press, 2007.

[29] P. Gibbons, *Scaffolding language, scaffolding learning : teaching second language learners in the mainstream classroom*. Heinemann, 2002.

[30] D. Wood, J. S. Bruner, and G. Ross, "The Role of Tutoring in Problem Solving," *J. Child Psychol. Psychiatry*, vol. 17, no. 2, pp. 89–100, Apr. 1976.

[31] J. C. Richards and T. S. Rodgers, *Approaches and methods in language teaching*. Cambridge University Press, 2001.

[32] H. P. Latscha and U. Kazmaier, *Chemie für Biologen*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.

[33] BMBWF, "Verordnung der Bundesministerin für Bildung, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der Neuen Mittelschulen sowie die Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen geändert werden, BGBl. II Nr. 71/2018," 2018.

[34] R. Kickuth and R. Stephani, *Viktor Obendraufs schöne Experimente - Band 1*. Rubikon, 2016.

[35] Croesyceiliog School, "Geography GCSE: Climate Change." [Online]. Available: http://croesy-gcse-geography.doomby.com/pages/question-2-climate-change.html. [Accessed: 01-Jun-2018].

[36] T. Nikula, "Speaking English in Finnish content-based classrooms," *World Englishes*, vol. 26, no. 2, pp. 206–223, 2007.

[37] A. Kasper, "Empfehlungen und Richtlinien zur Umsetzung der Fremdsprache als Unterrichtssprache," 2015.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: fremdsprachiger Fachunterricht (hier: CLIL genannt) in Grundschule und Sekundarstufe in Ländern der EU im Jahre 2004/2005 [3] 12

Abbildung 2: Schulen der Sekundärstufe in der Steiermark nach Schultypen 19

Abbildung 3: Aus- und Weiterbildungen der befragten Lehrpersonen in der englischen Sprache an den untersuchten Schulen 36
Abbildung 4: Von Lehrpersonen der untersuchten Schulen genannte Methoden im fremdsprachigen Unterricht 37
Abbildung 5: Molekülmodell von Ethanol gebaut mit ORBIT® Molekülbaukasten Chemie 45
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Phase 1: Expertengruppen 47
Abbildung 7: Schematische Darstellung von Phase 2: Stammgruppen 47
Abbildung 8: Apparatur zur Mini-Destillation von Obendrauf während der Durchführung des Versuchs im WIKU Graz 56
Abbildung 9: Warnsymbole des Versuchs Mini-Destillation von Obendrauf 57
Abbildung 10: Comic des Treibhauseffektes durchschwitzende Weltkugel in Glashaus (Bild der Erde aus: Wikimedia - Citynoise. (2015). File:Hemisphere land.png. Retrieved from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hemisphere_land.png) 67
Abbildung 11: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus Earth in a Glass 68

Arbeitsmaterialverzeichnis

AM 1: Folie: Characterizing Ethanol 45
AM 2: Experten-Text A: Distillation 51
AM 3: Experten-Text B: Fermentation 52
AM 4: Experten-Text C: The Effects of Alcohol on the Brain 53

Verwendete Quellen:

World Health Organization, “Acute intoxication,” 2010. [Online]. Available: http://www.who.int/substance_abuse/terminology/acute_intox/en/. [Accessed: 01-Jun-2018].

AM 5: Experten-Text D: The Effect of Ethanol on the Body 54

Verwendete Quellen:

KidsHealth, “Alcohol: Getting the Right Message.” [Online]. Available: https://kidshealth.org/en/kids/alcohol.html. [Accessed: 11-Jun-2018].

Kompetenzzentrum Sucht (BMGF), “Fact Sheet: Bevölkerungserhebung zu Substanzgebrauch 2015.”

AM 6: Antwortbogen: Expertengruppen 55
AM 7: Experimentvorschrift: Mini-Distillation 60

Verwendete Quellen:

R. Kickuth and R. Stephani, Viktor Obendraufs schöne Experimente - Band 1. Rubikon, 2016.

AM 8: Lückentext: Distillation 61

AM 9: Arbeitsblatt: Naming Alcohols 65

AM 10: Experimentvorschrift: Earth in a Glass 71

Verwendete Quellen:

American Geosciences Institute, "Your Own Greenhouse | Earth Science Week." [Online]. Available: http://www.earthsciweek.org/classroom-activities/your-own-greenhouse. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 11: Arbeitsblatt: The Natural Greenhouse Effect 74

Verwendete Quellen:

Croesyceiliog School, "Geography GCSE: Climate Change." [Online]. Available: http://croesy-gcse-geography.doomby.com/pages/question-2-climate-change.html. [Accessed: 01-Jun-2018].

AM 12: Text-Puzzle: The Natural Greenhouse Effect 76

Verwendete Quellen:

Croesyceiliog School, "Geography GCSE: Climate Change." [Online]. Available: http://croesy-gcse-geography.doomby.com/pages/question-2-climate-change.html. [Accessed: 01-Jun-2018].

AM 13: Poster-Presentation Gruppe A: The Facts of Climate Change 81

Verwendete Quellen:

NASA Climate Kids, "How do we know the climate is changing?" [Online]. Available: https://climatekids.nasa.gov/climate-change-evidence/. [Accessed: 09-Jun-2018].

NASA, "Climate Change and Global Warming." [Online]. Available: https://climate.nasa.gov/. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 14: Poster-Presentation Gruppe B: The Carbon Cycle 82

Verwendete Quellen:

NASA Climate Kids, "Greenhouse Effect: Keeping the Balance." [Online]. Available: https://climatekids.nasa.gov/greenhouse-effect-and-carbon-cycle/. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 15: Poster-Presentation Gruppe C: Fossile Fuels 83

Verwendete Quellen:

NASA Climate Kids, "What is the big deal with carbon?" [Online]. Available: https://climatekids.nasa.gov/carbon/. [Accessed: 09-Jun-2018].

GlobalTake, "Oil, Gas, Coal Industries Get An Appalling Amount Of Funding from U.S." [Online]. Available: https://globaltake.com/oil-gas-and-coal-industries-get-appalling-amount-funding-from-the-government11073-2/. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 16: Poster-Presentation Gruppe D: The Effects of Climate Change 84

Verwendete Quellen:

National Geographic, “Seven things to know about climate change.” [Online]. Available: https://www.nationalgeographic.com/magazine/2017/04/seven-things-to-know-about-climate-change/. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 17: Poster-Presentation Gruppe E: Actions against Climate Change 85

Verwendete Quellen:

BBC News, “What is in the Paris climate agreement?” [Online]. Available: https://www.bbc.com/news/science-environment-35073297. [Accessed: 09-Jun-2018].

NASA Climate Kids, “What can we do to help?” [Online]. Available: https://climatekids.nasa.gov/how-to-help/. [Accessed: 09-Jun-2018].

UNDP Jamaica, “HISTORIC COP21 AGREEMENT SIGNED.” [Online]. Available: http://www.jm.undp.org/content/jamaica/en/home/presscenter/articles/2015/12/11/historic-cop21-agreement-signed.html. [Accessed: 09-Jun-2018].

Nadine3103, “File:Reduce Reuse Recycle.jpg,” Wikimedia Commons. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reduce_Reuse_Recycle.jpg. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 18: Rubric for Poster-Presentation 86

AM 19: Folie zu Think-Pair-Share: What do you know about proteins? 88

AM 20: Arbeitsblatt: The Structure of Protein 90

Verwendete Quellen:

ThoughtCo., “Learn About the 4 Types of Protein Structure.” [Online]. Available: https://www.thoughtco.com/protein-structure-373563. [Accessed: 09-Jun-2018].

Preston Manor School + JFL, “File:Bsheet-es.jpg,” wikimedia commons2, 2014. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bsheet-es.jpg. [Accessed: 11-Jun-2018].

U. S. D. of H. and H. S. National Institutes of Health, “File:AlphaHelixProtein fr.jpg,” wikimedia commons, 2006. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AlphaHelixProtein_fr.jpg. [Accessed: 11-Jun-2018].

originally by U. regalis Retama, “File:Proteinviews-1tim vert.png,” wikimedia commons, 2007. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Proteinviews-1tim_vert.png. [Accessed: 11-Jun-2018].

AM 21: Experimentvorschrift: Denaturation of Protein 94

AM 22: Experimentvorschrift: The Properties of Plastic 98

Anhang:

AM 23: Interaktive PowerPoint Präsentation zum Thema Nomenklatur von Alkohol (beschrieben in Abschnitt 3.2.1.5 Arbeitsblatt zum Thema Nomenklatur von Alkoholen ... 111

AM 24: Daten zu Poster Presentation Gruppe1: Graph der CO2 Entwicklung 112

Verwendete Quellen:

: NASA, “Climate Change and Global Warming.” [Online]. Available: https://climate.nasa.gov/. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 25: Daten zu Poster Presentation Gruppe1: Graph der Temperaturentwicklung……...113

Verwendete Quellen:

NASA, “Climate Change and Global Warming.” [Online]. Available: https://climate.nasa.gov/. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 26: Daten zu Poster Presentation Gruppe2: Gehalt and Kohlenstoff in Lebewesen..... 114

Verwendete Quellen:

NASA Climate Kids, “What is the big deal with carbon?” [Online]. Available: https://climatekids.nasa.gov/carbon/. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 27: Daten zu Poster Presentation Gruppe2: Diagramm des Kohlenstoffzyklus 115

AM 28: Daten zu Poster Presentation Gruppe 3: Abbildung der Fossilen Brennstoffe..... 116

Verwendete Quellen:

GlobalTake, “Oil, Gas, Coal Industries Get An Appalling Amount Of Funding from U.S.” [Online]. Available: https://globaltake.com/oil-gas-and-coal-industries-get-appalling-amount-funding-from-the-government11073-2/. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 29: Daten zu Poster Presentation Gruppe3: Abbildung zur Verwendung Fossiler Brennstoffe 117

Verwendete Quellen

StoryJumper, “Fossil Fuels: Where are you?” [Online]. Available: https://www.storyjumper.com/book/index/15064542/Fossil-Fuels-Where-are-you-. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 30: Daten zu Poster Presentation Gruppe 4: Abbildung von Naturkatastrophen 118

Verwendete Quellen

T. Heitkamp, “File:Waldbrand.jpg,” Wikimemedia commons, 2005. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Waldbrand.jpg. [Accessed: 11-Jun-2018].

NASA, “Effects | Facts – Climate Change: Vital Signs of the Planet.” [Online]. Available: https://climate.nasa.gov/effects/. [Accessed: 11-Jun-2018].

C. Michel, “File:Ladakh, India (14687115252).jpg,” wikimedia commons, 2014. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ladakh,_India_(14687115252).jpg. [Accessed: 11-Jun-2018].

AM 31: Daten zu Poster Presentation Gruppe 4: Abbildung eines verhungernden Eisbären 119

Verwendete Quellen

A. Weith, “File:Endangered arctic - starving polar bear.jpg,” Wikimedia commons, 2015. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Endangered_arctic_-_starving_polar_bear.jpg. [Accessed: 11-Jun-2018].

AM 32: Daten zu Poster Presentation Gruppe 5: Logo des Paris Agreement 2015..... 120

Verwendete Quellen

UNDP Jamaica, “HISTORIC COP21 AGREEMENT SIGNED.” [Online]. Available: http://www.jm.undp.org/content/jamaica/en/home/presscenter/articles/2015/12/11/historic-cop21-agreement-signed.html. [Accessed: 09-Jun-2018].

AM 33: Daten zu Poster Presentation Gruppe 5: Abbildung von Reduce-Reuse-Recycle.... 121

Verwendete Quellen

Nadine3103, “File:Reduce Reuse Recycle.jpg,” wikimedia commons, 2017. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reduce_Reuse_Recycle.jpg. [Accessed: 11-Jun-2018].

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der Ergebnisse der Fachkoordinatorentag und der Daten des Landesschulrates über AHS, welche EAA in Chemie haben 20

Tabelle 2: Organisation des englischsprachigen Unterrichts in den untersuchten Schulen, im Chemieunterricht und nach Schulstufen 35

Tabelle 3: Von den Lehrpersonen der untersuchten Schulen genannte Hilfestellungen für die SchülerInnen im fremdsprachigen Unterricht mit Beispielen 38

Tabelle 4: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Expertengruppen, Expertentext A: Distillation am WIKU Graz (schraffiert) und BG/BRG Carneri (weiß)..... 49

Tabelle 5: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Expertengruppen, Expertentext B: Fermentation am WIKU Graz (schraffiert) und BG/BRG Carneri (weiß) 50

Tabelle 6: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Expertengruppen, Expertentext C: What Ethanol does to our brain am WIKU Graz (schraffiert) und BG/BRG Carneri (weiß) 50

Tabelle 7: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Expertengruppen, Expertentext D: What Ethanol does to our bodies am WIKU Graz (schraffiert) und BG/BRG Carneri (weiß) 50

Tabelle 8: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsblatt – Mini-Destillation am WIKU Graz und BG/BRG Carneri 59

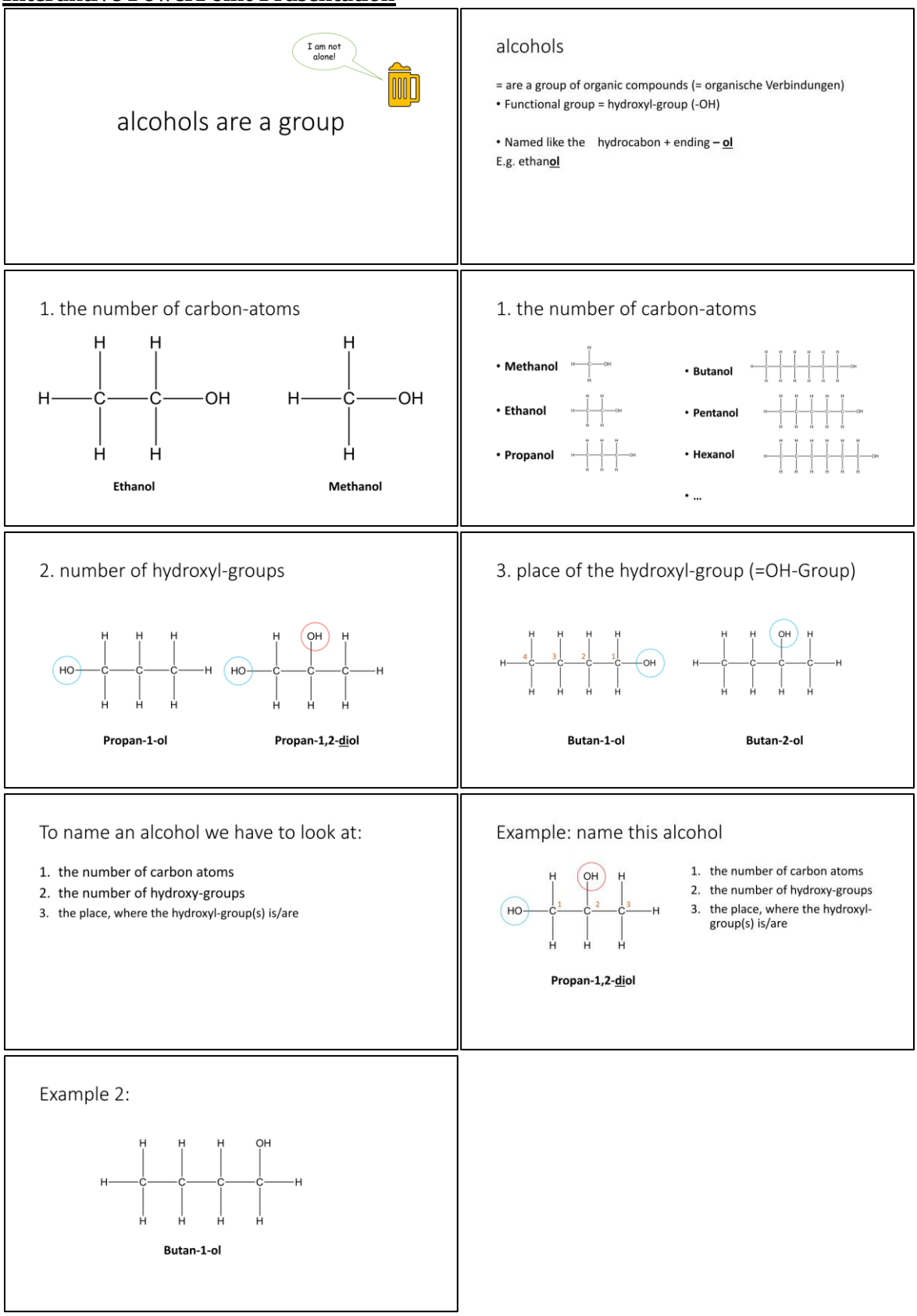
Tabelle 9: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zur Interaktive PowerPoint Präsentation Zum Thema Nomenklaturregeln von Alkoholen am WIKU Graz und BG/BRG Carneri 63

Tabelle 10: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsblatt - Earth in a Glas am WIKU Graz und BG/BRG Carneri 70

Tabelle 11: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsblatt – The Natural Greenhouse Effect am WIKU Graz und BG/BRG Carneri 73
Tabelle 12: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 1 – Climate Change is Happening am BG/BRG Carneri 79
Tabelle 13: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 2 – The Carbon Cycle am BG/BRG Carneri 79
Tabelle 14: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 3 – Fossil Fuels am 79
Tabelle 15: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 4 – Effects of Climate Change am BG/BRG Carneri 80
Tabelle 16: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsmaterial – Poster Presentation Gruppe 5 – What to do against Climate Change am BG/BRG Carneri 80
Tabelle 17: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Arbeitsblatt: Struktur der Proteine 89
Tabelle 18: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Experiment: Denaturierung 93
Tabelle 19: Auswertung des SchülerInnenfragebogen zum Experiment: The Properties of Plastic..... 97

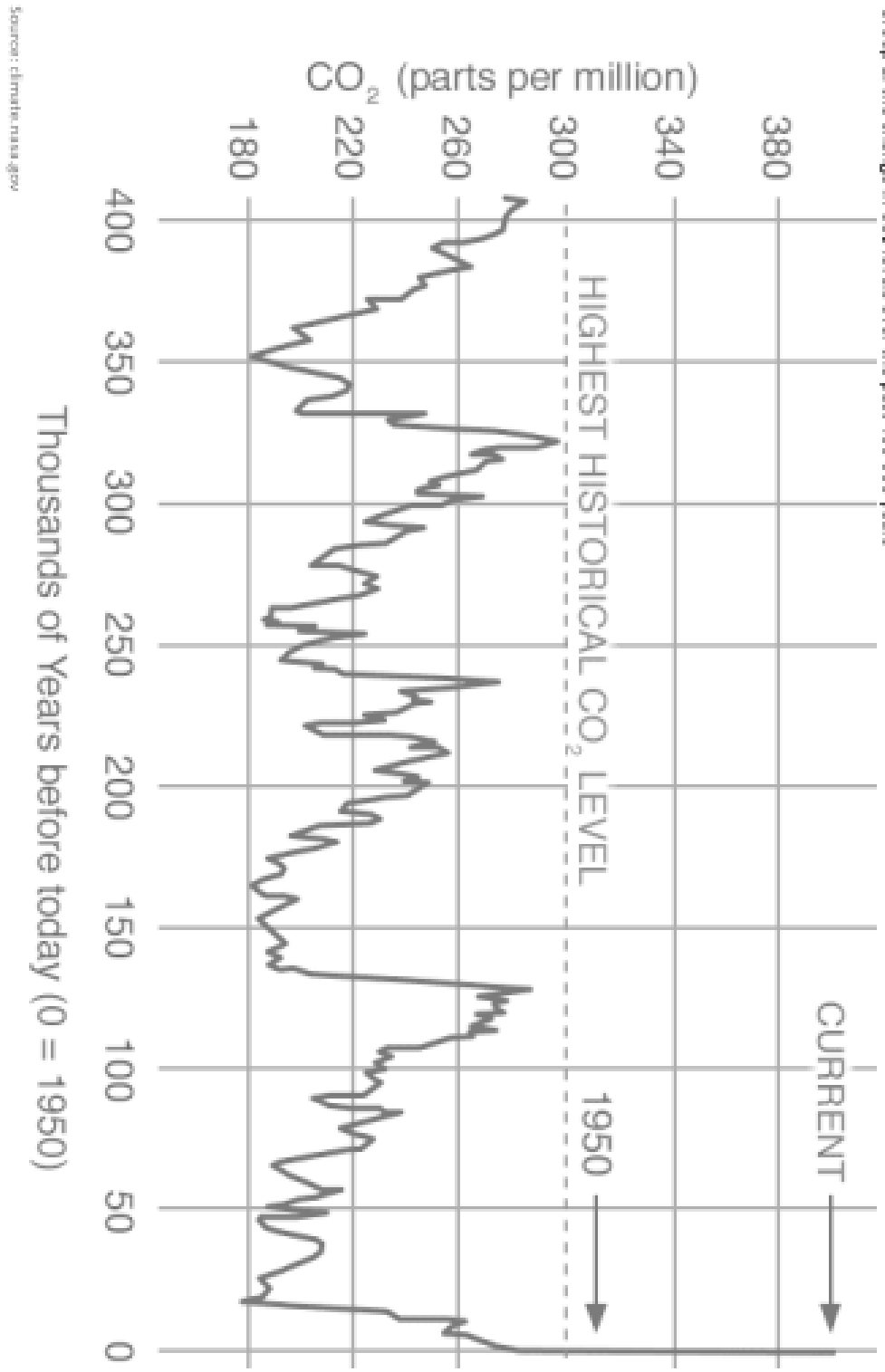
Anhang

Interaktive PowerPoint Präsentation

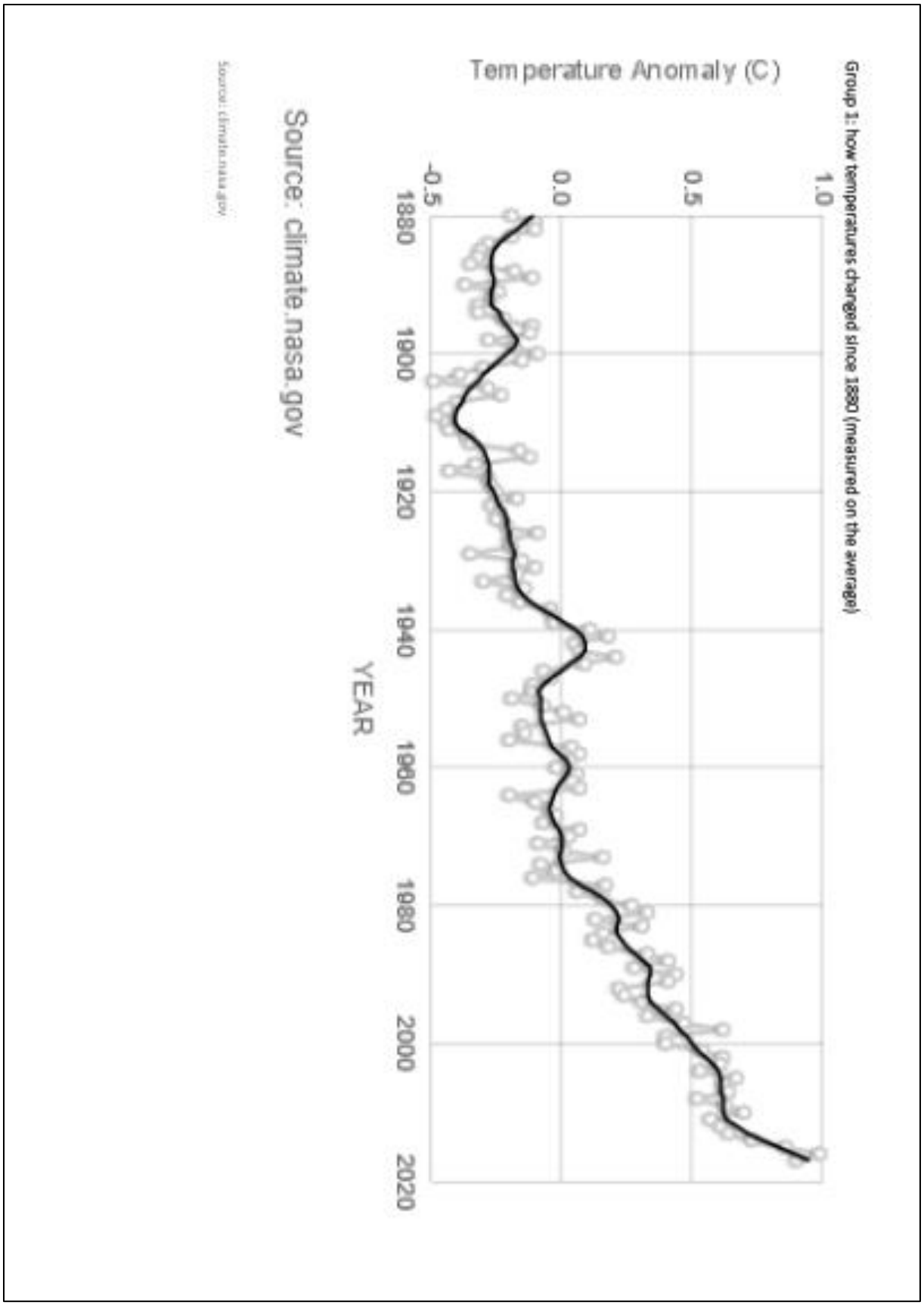


AM 23: Interaktive PowerPoint Präsentation zum Thema Nomenklatur von Alkohol (beschrieben in Abschnitt 3.2.1.5 Arbeitsblatt zum Thema Nomenklatur von Alkoholen

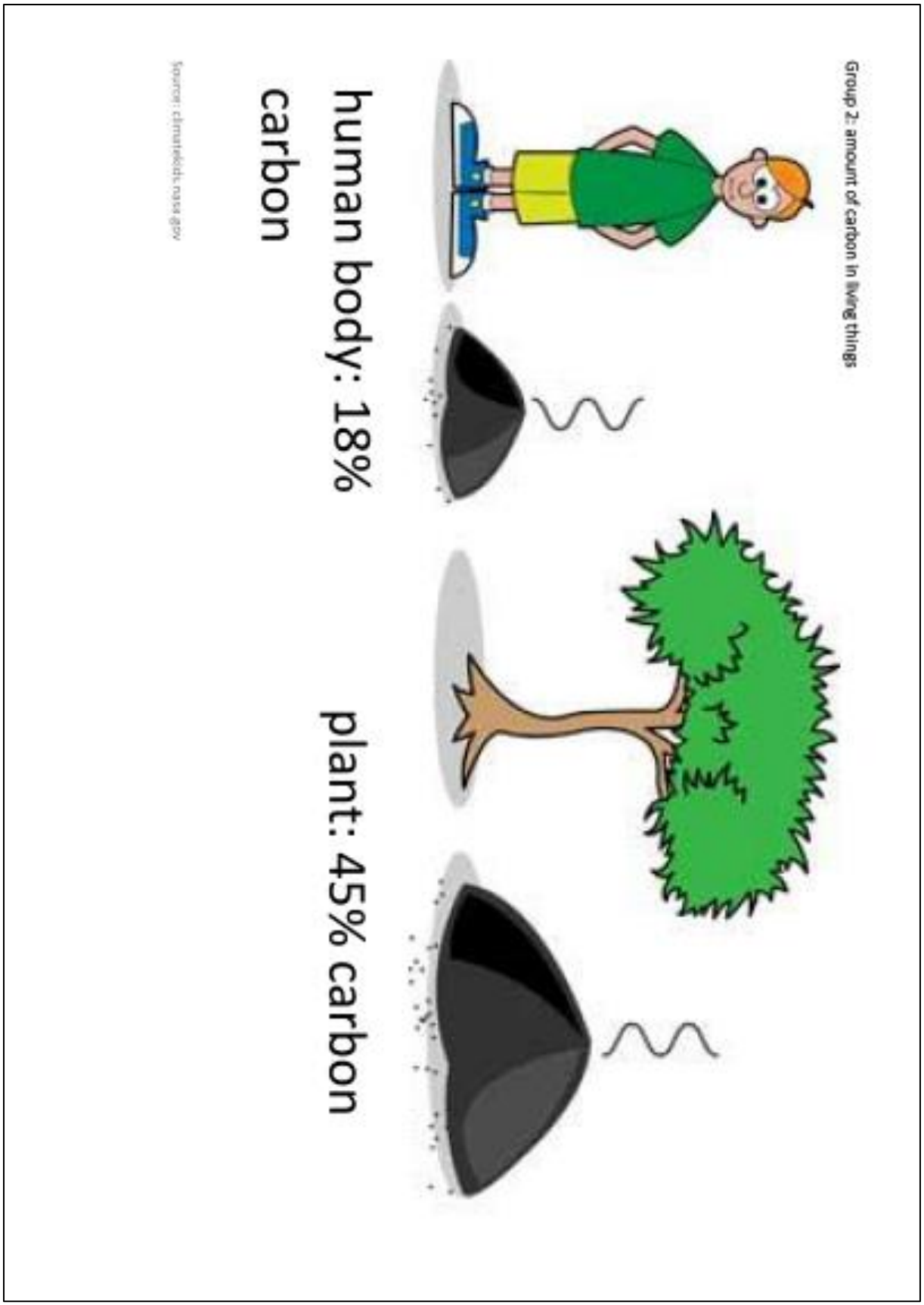
Bilder und Grafen zu 3.2.2.5 Poster-Präsentationen zum Thema Klimawandel



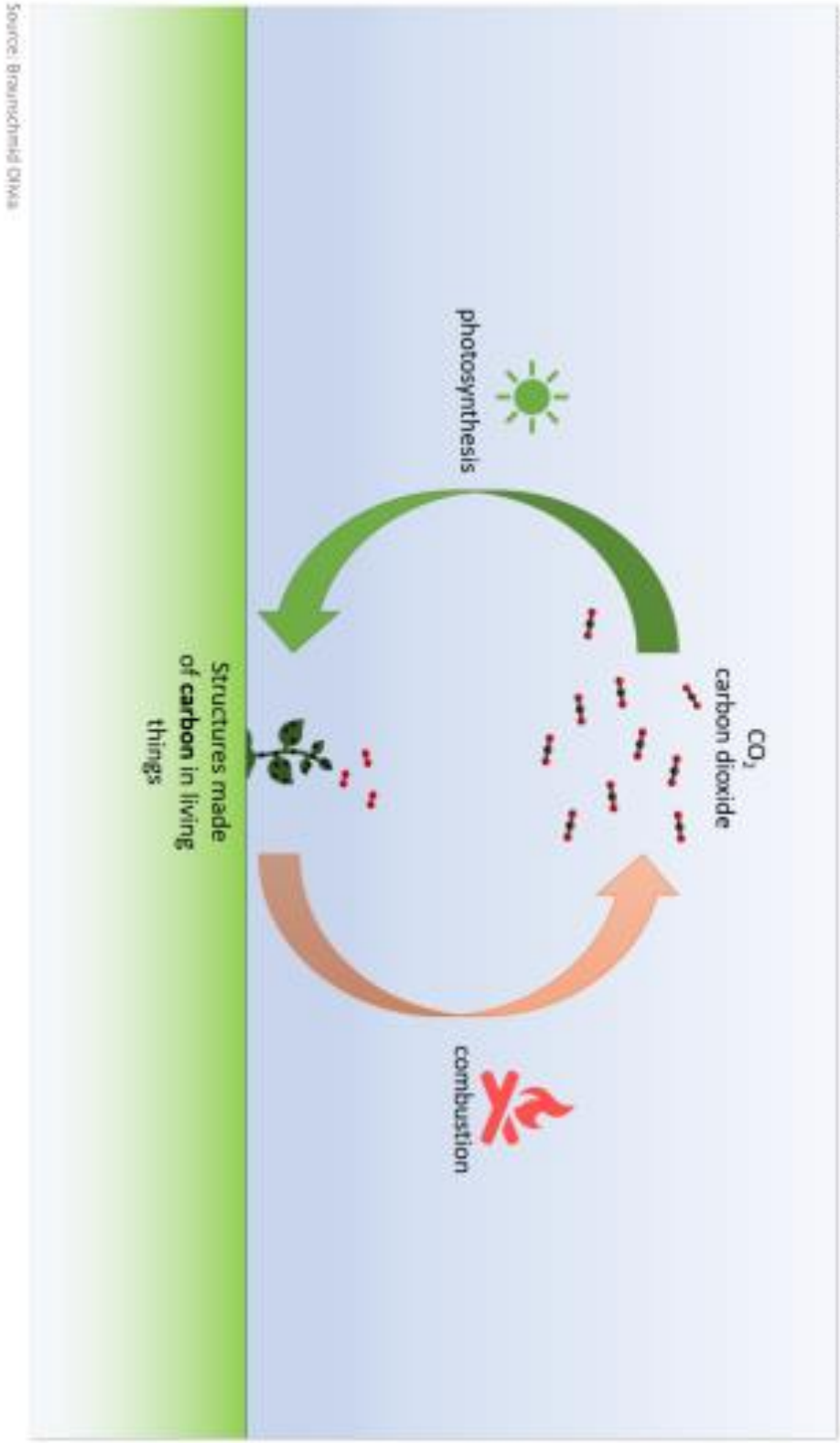
AM 24: Daten zu Poster Presentation Gruppe1: Graph der CO2 Entwicklung



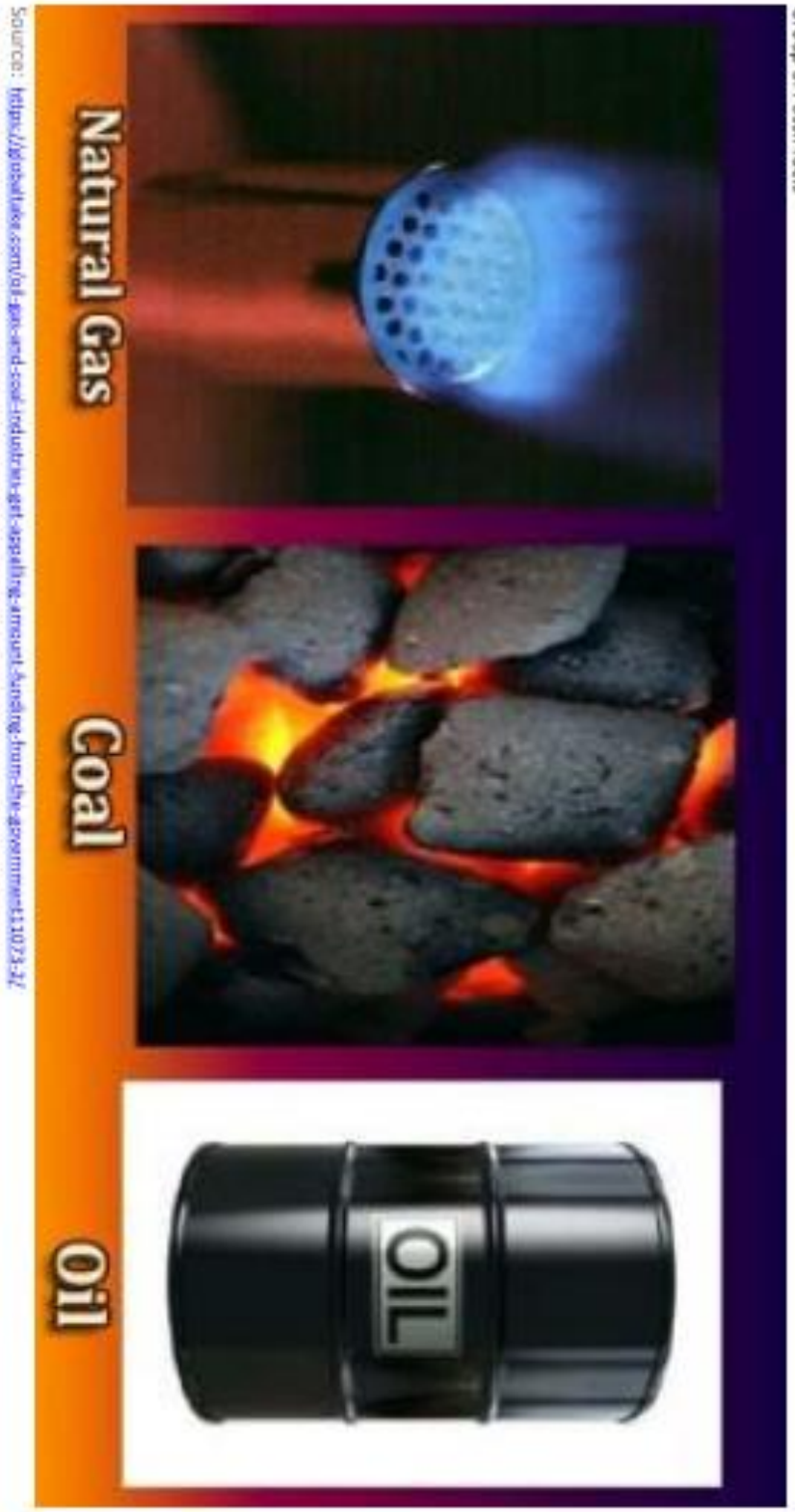
AM 25: Daten zu Poster Presentation Gruppe1: Graph der Temperaturentwicklung



AM 26: Daten zu Poster Presentation Gruppe2: Gehalt and Kohlenstoff in Lebewesen



AM 27: Daten zu Poster Presentation Gruppe2: Diagramm des Kohlenstoffzyclus



AM 28: Daten zu Poster Presentation Gruppe 3: Abbildung der Fossilen Brennstoffe

AM 29: Daten zu Poster Presentation Gruppe3: Abbildung zur Verwendung Fossiler Brennstoffe

Group 4: natural disasters (left: dry ground because of too little rain, middle: hurricane, right: forest fires)

Sources: left: Christopher Michel; Ladakh, India; center: climate.nasa.gov; right: Todd Heitkamp

AM 30: Daten zu Poster Presentation Gruppe 4: Abbildung von Naturkatastrophen

AM 31: Daten zu Poster Presentation Gruppe 4: Abbildung eines verhungernden Eisbären

Group 5: The Paris Agreement - Logo

Source: http://www.jm.unclp.org/content/jamaica/en/home/presscenter/articles/2015/12/11/historic-cop21-agreement-signed.html

AM 32: Daten zu Poster Presentation Gruppe 5: Logo des Paris Agreement 2015

AM 33: Daten zu Poster Presentation Gruppe 5: Abbildung von Reduce-Reuse-Recycle

Name [redacted] Class [redacted] Date 18.04.2018

Expert groups "Alcohol" - Answer-sheet

Group A

What does the chemical ethanol do in our brain?	passes through the blood-brain barrier · makes you drunk
Name three important symptoms of intoxication and explain them.	slurred speech, changes mood, impairs the judgement, difficulties in keeping balance
Choose 5 words important from this section and give a translation	1. drunkness = betrunken sein 2. drug = Droge 3. intoxication - Alkohol vergiftung 4. change mood - verändert die Stimmung 5. impairs the judgement = beeinflusst das Urteilsvermögen

Group B

What serious health problems can result from drinking alcohol? (Both for short-term and long-term abuse)	Short term: stomach ache alcohol poisoning long term: kidney failure fatty Leber
What is alcoholism?	When you are addicted to Alcohol and you can't get away without help
Choose 5 words important from this section and give a translation	1. abuse = Missbrauch 2. kidney = Niere 3. liver = Leber 4. addictive = süchtig ~~sein~~ sein 5. absorbe = aufnehmen

Group C

Explain the process of fermentation and give the reaction formula	In this process the microorganism yeast converts sugar into alcohol and carbon dioxide $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$! !!
What are alcoholic drinks made from?	cereal and grapes (fruits in general) vegetables
Choose 5 words important from this section and give a translation	1. fermentation - Gärung 2. yeast = Hefe 3. exothermic process - Exothermischer Prozess/Reaktion 4. starch - Stärke 5. distillation - Destillation cereal = Getreide

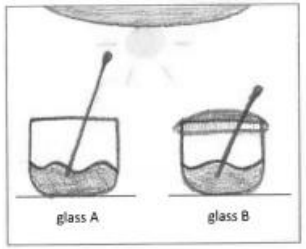
Group D

Describe the process of distillation.	The solution is heated to a temperature between 78 °C and 100 °C. The alcohol evaporates earlier & condences - it gets collected. The product is highly concentrated Ethanol Alcohol
Why can alcohol and water be separated by distillation?	Because alcohol has a lower boiling point than water. alcohol: 78°C water: 100 °C
Choose 5 words important from this section and give a translation	1. vapour - Dampf 2. fermenting - gären 3. distillation - Destillation 4. concentrated - konzentriert 5. boiling point: siedepunkt

Name [redacted] Class [redacted] Date 18.4.18

Earth in a Glass

Part A – Before the Experiment:



Make a sketch and name the parts of the set up:

1. thermometer
2. lamp
3. glass
4. plastic cover
5. black paper
6. water

Hypothesis – What do you think will happen? Complete the sentence.

I think that the temperature in glass [A] *will be higher, because* the light can shine first inside the water without any obsticals. But then the glass B will be warmer because the heat stays inside of the glass, because the plastic is keeping it inside the glass.

Part B – The experiment:

Observation (What can you see?):
Write down the Temperatures before and after the experiment:

Temperature of the water:	Beginning	End
glass A	25°C	26°C
glass B	25°C	25°C

In the End of the experiment, the temperature in glass [B] was higher.

Explanation (Why did this happen?):

~~should~~ have been

The light from heat shines through the plastic. When the heat is inside the glass it can't get out or maybe just alittle because the plastic reflects the light so it goes back inside the glass.

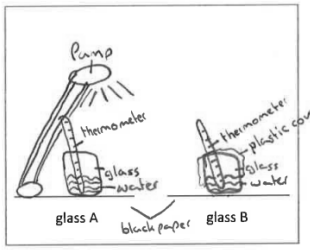
How does this experiment simulate the greenhouse effect?

The plastic layer should simulate the greenhouse gases. The heat gets inside the glass. Compared, the heat of the sun shines into the atmosphere and heats the earth. However in the experiment the heat comes from the lamp and heats up water. Now the heat can't get out in both examples, because of the plastic layer or greenhouse gases.

Name [redacted] Class [redacted] Date

Earth in a Glass

Part A – Before the Experiment:



Make a sketch and name the parts of the set up:

1. thermometer
2. lamp
3. glass
4. plastic cover
5. black paper
6. water

Hypothesis – What do you think will happen? Complete the sentence.

I think that the temperature in glass [B] *will be higher, because* maybe the plastic can save the energy and that's why I think the temperature will be higher. then!

Part B – The experiment:

Observation (What can you see?):
Write down the Temperatures before and after the experiment:

Temperature of the water:	Beginning	End
glass A	25°C	26°C
glass B	25°C	25°C

In the End of the experiment, the temperature in glass [B] ~~was~~ should have been higher.

Explanation (Why did this happen?):

Because of the plastic the heat cannot get out and so the temperature gets warmer in the glass(water).

How does this experiment simulate the greenhouse effect?

In the experiment, the plastic was something like the greenhouse gases. The gases in the atmosphere stop some of the heat from escaping into space and that's what the plastic also did.

Name [redacted] Class [redacted] Date April, 18th, 2018

1 *Read the text about the Natural Greenhouse Effect. Underline what you think is important.*

Treibhaus effekt

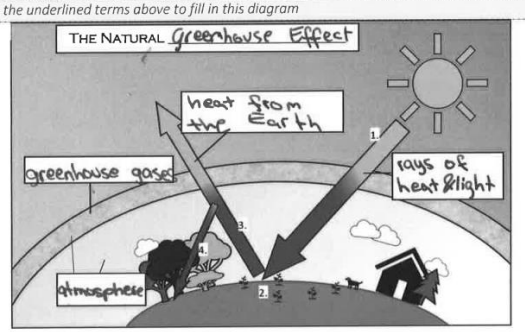
The Natural Greenhouse Effect

The Earth is wrapped in a blanket[1] of air called the **'atmosphere'**, which is made up of several layers[2] of gases. The sun is much hotter than the Earth and it gives off **rays[3] of heat and light** that travel through the atmosphere and reach the Earth. The Earth absorbs[4] the rays, which warm the Earth. The **heat from the Earth** then travels back into the atmosphere. The gases in the atmosphere stop some of the heat from escaping into space. These gases are called **greenhouse gases.** Important greenhouse gases are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) and water vapour[5] (H_2O).

This natural process between the sun, the atmosphere and the Earth is called the 'greenhouse effect'.

The natural greenhouse effect is very important for our climate. It keeps our Earth from becoming very cold. Without the greenhouse gases in our atmosphere, the temperature would drop to around -18°C

2 *Use the underlined terms above to fill in this diagram*



3 *Use the text and the picture to describe the process of the Natural Greenhouse Effect in 4 steps.*

1. The sun is much hotter than the Earth, so it gives off rays of heat & light.
2. The Earth absorbs the rays, which make the Earth warmer.
3. The heat travels back into the atmosphere.
4. The gases in the atmosphere stop some of the heat from escaping into space → the gases are called greenhouse gases. → for example: carbon dioxide, methane, water vapour.

*to the earth.

[1] blanket= Decke
[2] layer= Schicht
[3] a ray of light= Lichtstrahl
[4] to absorb= absorbieren
[5] water vapour = Wasserdampf

Name_____ Class_____ Date_____

1 *Read the text about the Natural Greenhouse Effect. Underline what you think is important.*

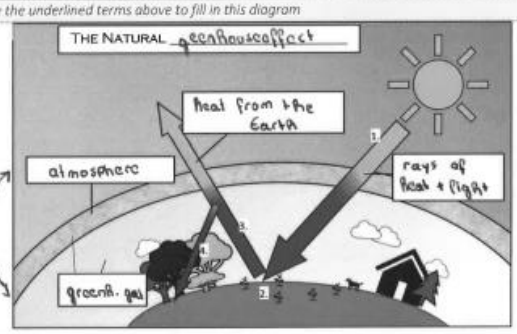
The Natural Greenhouse Effect

The Earth is wrapped in a blanket[1] of air called the **'atmosphere'**, which is made up of several layers[2] of gases. The sun is much hotter than the Earth and it gives off **rays[3] of heat and light** that travel through the atmosphere and reach the Earth. The Earth absorbs[4] the rays, which warm the Earth. The **heat from the Earth** then travels back into the atmosphere. The gases in the atmosphere stop some of the heat from escaping into space. These gases are called **greenhouse gases.** Important greenhouse gases are carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) and water vapour[5] (H_2O).

This natural process between the sun, the atmosphere and the Earth is called the 'greenhouse effect'.

The natural greenhouse effect is very important for our climate. It keeps our Earth from becoming very cold. Without the greenhouse gases in our atmosphere, the temperature would drop to around -18°C

2 *Use the underlined terms above to fill in this diagram*



3 *Use the text and the picture to describe the process of the Natural Greenhouse Effect in 4 steps.*

1. The sun gives off rays of heat and light to the earth.
2. Earth absorbs the rays.
3. The heat from the Earth travels back.
4. The atmosphere stop it and save the greenh.

gases

[1] blanket= Decke
[2] layer= Schicht
[3] a ray of light= Lichtstrahl
[4] to absorb= absorbieren
[5] water vapour = Wasserdampf

Exemplarische Antworten zu AM 20: Arbeitsblatt: The Structure of Protein

Name [redacted] Class [redacted] Date 25th April 2018

The Protein Structure:

There are three levels of structure found in proteins. The primary structure of a protein determines its secondary and tertiary structures.

Proteins are made up of amino acids. The amino acids are linked together through the peptide bond. Many amino-acids can be linked together to form a chain, a so-called peptide. Proteins are **of hundreds of amino acids**.

The Primary Structure – describes the sequence[1] in which the amino acids are linked together to form a protein. The order of amino acids in the chain is unique[2] and specific to every protein. Changing a single amino acid often results in a non-functioning protein.

Secondary Structure - refers to the folding of the chain that gives the chain its 3-D shape. There are two types of secondary structures: One type is the **alpha (α) helix** structure. This structure looks like a spiral. The second type of secondary structure in proteins is the **beta (β) sheet**. In a beta sheet, several chains are arranged parallel. The chains do not lie flat, but a fold like an accordion[3] (this is called pleated).

Tertiary Structure – the tertiary structure describes the way that the chains are linked together to give the protein its overall 3-D shape. This shape is formed through many different types of bonds between the units of the chain.

abgeändert von: https://www.thoughtco.com/protein-structure-373563

Give each structure the right title:

alfa-helix primary structure beta-sheet tertiary structure

beta-sheet tertiary structure α/β-helix primary structure

Describe each level of structure in a few words:

primary structure	the sequence in which amino acids are linked together
secundary structure	folding of the chain (3-D shape)
tertiary structure	the way chains are linked together

[1] sequence = the order of something
[2] unique = something or someone is unlike anything or anyone else
[3] accordion = Ziehharmonika

Name [redacted] Class [redacted] Date 25.4.2018

The Protein Structure:

There are three levels of structure found in proteins. The primary structure of a protein determines its secondary and tertiary structures.

Proteins are made up of amino acids. The amino acids are linked together through the peptide bond. Many amino-acids can be linked together to form a chain, a so-called peptide. Proteins are **of hundreds of amino acids**.

The Primary Structure – describes the sequence[1] in which the amino acids are linked together to form a protein. The order of amino acids in the chain is unique[2] and specific to every protein. Changing a single amino acid often results in a non-functioning protein.

Secondary Structure - refers to the folding of the chain that gives the chain its 3-D shape. There are two types of secondary structures: One type is the **alpha (α) helix** structure. This structure looks like a spiral. The second type of secondary structure in proteins is the **beta (β) sheet**. In a beta sheet, several chains are arranged parallel. The chains do not lie flat, but a fold like an accordion[3] (this is called pleated).

Tertiary Structure – the tertiary structure describes the way that the chains are linked together to give the protein its overall 3-D shape. This shape is formed through many different types of bonds between the units of the chain.

abgeändert von: https://www.thoughtco.com/protein-structure-373563

Give each structure the right title:

alfa-helix primary structure beta-sheet tertiary structure

beta-sheet tertiary structure α/β-helix primary structure

Describe each level of structure in a few words:

primary structure	unique sequence of amino acids
secundary structure	defines 3D-structure of chains either accordion (beta sheet) spiral (alpha-helix)
tertiary structure	many bonds between chain units form links of Protein

[1] sequence = the order of something
[2] unique = something or someone is unlike anything or anyone else
[3] accordion = Ziehharmonika