

**Wichtige Inhalte des Chemieunterrichts anhand des
Beispiels „Von der Weintraube zum Wein“.**

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades einer Magistra der
Naturwissenschaften
an der Karl-Franzens-Universität Graz

vorgelegt von

Lisa SCHMIDT

Am Institut für Chemie

Begutachterin: Dr. Helga Voglhuber

Graz, 2016

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Lisa Maria Schmidt, gebe die eidesstattliche Erklärung ab, dass diese Diplomarbeit eigenständig verfasst wurde. Alle Quellen, die zur Erstellung der Arbeit verwendet wurden, sind angegeben. Formulierungen oder Methoden, die inhaltlich im Wesentlichen übernommen wurden, sind nach dem naturwissenschaftlichen Prinzip der Zitation angeben und am Ende der Absätze angeführt.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Danksagung

Ein großer Dank geht an meine Betreuerin Frau Dr. Helga Voglhuber. Eine bessere Betreuung hätte ich mir nicht wünschen können, sie stand mir bei jeder meiner Unsicherheiten bei und führte mich zurück auf einen objektiven und produktiven Weg. Die zahlreichen Mails mit neuen Ideen und Fragen wurden immer binnen Stunden beantwortet und ich konnte mir stets sicher sein, einen guten Rat in die richtige Richtung zu bekommen.

Ohne meine Eltern wäre ich nicht in der Lage, diese wissenschaftliche Arbeit einzureichen. Danke an meine Mutter Ulrike, die mich vor jeder Prüfung mit Selbstvertrauen und einem Glücksbringer gestärkt hat. Selbstlos versuchte sie, mir immer zur Seite zu stehen und dafür möchte ich mich recht herzlich bedanken.

Meinen Vater, Fritz, möchte ich ebenfalls erwähnen. Sein fachliches Wissen zum Thema Wein und seine Liebe für die Weinbereitung haben mich zu diesem Thema bewegt und sehr geprägt. Nur durch ihn und die Mitarbeit im Weinkeller kamen mir die Ideen für das Potential des Weines für den Einsatz im Chemieunterricht.

Ein besonderes Dankeschön möchte ich meiner Studienkollegin und besten Freundin Julia aussprechen. Der erste Anruf nach einer guten oder schlechten Nachricht ging stets an sie und ich möchte mich bedanken, dass sie in jeder Lebenslage für mich da war, ob im Studium oder privat.

Meinen Freunden und Bekannten ist an dieser Stelle auch zu danken. Meinem Freund Mario, der immer für mich da war, obwohl mich das Studium immer wieder stark einnahm. Meinen treuesten Freundinnen Claudia, Elisa, Petra und Vanessa. Danke an euch, die ihr mir jederzeit den Rücken stärktet.

Ein letztes Danke an die zahlreichen Kerzen, die für mich entzündet wurden und mir den Weg durch mein Studium ebneten.

Kurzzusammenfassung

Die Erarbeitung von Experimenten für den Einsatz im Chemie- Unterricht mit weinbaulichem Hintergrund ist Thema dieser Diplomarbeit.

Ziel ist es, Experimente für den Chemie- Unterricht zu planen und zu erörtern, die direkt in der Schule eingesetzt werden können. Zur Eingliederung in den schulischen Kontext wurden alle Experimente mit Schülerblättern verfasst, die Versuchsanleitungen, Zusatzinformationen und teilweise Fragestellungen beinhalten. Eine umfassende Beschreibung des Experimentes im Bezug auf dessen Einsatzgebiet in der Unter- und/oder Oberstufe ist das Kernstück jedes Experiments. Der didaktische Aspekt wurde durch ein Kapitel abgerundet, in welchem der Bezug zu den Basiskonzepten und Dimensionen der Kompetenzmodelle der Unterstufe und der Matura hergestellt wurde.

Die Diplomarbeit ist in einen kurzen didaktischen Teil, der die wichtigsten Informationen zu den Basiskonzepten und Kompetenzmodellen enthält, eine Einführung über die Weinrebe sowie die Weingeschichte und in den experimentellen Teil gegliedert. Der experimentelle Teil enthält Versuchsanweisungen und Ausarbeitungen zu den Themen Boden, Weintraube, Traubenverarbeitung, Most und Wein.

Die Umsetzung einiger Experimente in der Unterstufe und der Oberstufe und ein Erfahrungsbericht mit Bildern runden die Diplomarbeit ab.

Abstract

The subject of this thesis is to conduct experiments with a viticultural aspect that can be used in school – especially in chemistry classes.

The aim of this paper is to generate immediately usable experiments, which are planned and explained in detail with all of the background knowledge that the teacher needs. To integrate the experiments into the context of school, worksheets that contain information for the pupils, instructions and experimental protocols have been added to each experiment.

The most important aspect of every single experiment is the referring to the field of application in lower grade and upper class. Furthermore, to cover the didactical aspect, the basic concepts and competence oriented teaching for a-levels and lower grades have been added as a specific description at the end of every experiment.

The paper is split up into three main parts. The first one is a short didactical part that contains the main information about the basic concepts and an explanation of competence oriented teaching. The second part is dedicated to the history of wine – mainly from Austria, and contains an organic introduction of the vine branch. The most important part of the thesis is the last one, including experimental arrangements and elaborations to the topics soil, grape, processing of wine, must and wine. A demonstration of some of the experiments in the lower grade and upper class, and an experiential report including pictures complete the thesis.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	10
2	KOMPETENZEN IM CHEMIE- UNTERRICHT	13
2.1	BILDUNGSSTANDARDS	13
2.2	BEDEUTUNG DER KOMPETENZEN	13
2.3	DEFINITION.....	14
2.4	NATURWISSENSCHAFTLICHE KOMPETENZEN	15
2.5	KOMPETENZMODELLE	16
2.6	KOMPETENZMODELL DER UNTERSTUFE	17
2.6.1	<i>Handlungsdimension (H)</i>	18
2.6.2	<i>Anforderungsdimension (N)</i>	20
2.6.3	<i>Inhaltsdimension (I) Chemie</i>	20
2.7	KOMPETENZMODELL DER MATURA	21
2.7.1	<i>Handlungsdimension (H)</i>	22
3	DIDAKTISCHE GRUNDSÄTZE.....	26
3.1	BASISKONZEPTE.....	26
3.1.1	<i>Stoff – Teilchen - Konzept</i>	26
3.1.2	<i>Struktur – Eigenschafts - Konzept</i>	27
3.1.3	<i>Donator – Akzeptor - Konzept</i>	28
3.1.4	<i>Energiekonzept</i>	28
3.1.5	<i>Gleichgewichtskonzept</i>	29
3.1.6	<i>Größenkonzept</i>	29
4	DAS EXPERIMENT	30
4.1	EXPERIMENTE IM CHEMIEUNTERRICHT	31
4.1.1	<i>Wissenschaftliche Begründung</i>	31
4.1.2	<i>Didaktische Begründung</i>	31
4.2	EINSATZ IN DER SCHULISCHEN PRAXIS	32
5	DER WEIN.....	33
5.1	GESCHICHTE	33
5.2	REGION UND KLIMA	34
6	VON DER WEINTRAUBE ZUM WEIN.....	35
6.1	VITIS VINIFERAE - DIE WEINREBE.....	35

7	VORSTELLUNG DER EXPERIMENTE.....	39
8	EXPERIMENTELLES ZUM BODEN	40
8.1	ALLGEMEINES.....	40
8.2	WASSERDURCHLÄSSIGKEIT VON BÖDEN	41
8.2.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	41
8.2.2	Experiment.....	41
8.2.3	Didaktischer Hintergrund.....	42
8.3	BODENACIDITÄT	43
8.3.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	43
8.3.2	Experiment.....	44
8.3.3	Didaktischer Hintergrund.....	46
8.4	HUMUS - DER IONENAUSTAUSCHER.....	47
8.4.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	47
8.4.2	Experiment.....	47
8.4.3	Didaktischer Hintergrund.....	48
9	EXPERIMENTELLES ZUR WEINTRAUBE	50
9.1	ALLGEMEINES.....	50
9.2	MOSTGEWICHTMESSUNG MIT DEM REFRAKTOMETER.....	51
9.2.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	51
9.2.2	Experiment.....	52
9.2.3	Didaktischer Hintergrund.....	53
9.3	pH-WERT DER WEINTRAUBE	54
9.3.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	54
9.3.2	Experiment.....	55
9.3.3	Didaktischer Hintergrund.....	56
9.4	ANTHOCYANE - DIE NATÜRLICHEN INDIKATOREN	57
9.4.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	57
9.4.2	Experiment.....	58
9.4.3	Didaktischer Hintergrund.....	60
10	EXPERIMENTELLES ZUR TRAUBENVERARBEITUNG	61
10.1	ALLGEMEINES	61
10.2	WUNDERMITTEL PEKTINASE.....	62
10.2.1	„Von der Weintraube zum Wein“	62
10.2.2	Experiment.....	63

10.2.3	<i>Didaktischer Hintergrund</i>	65
11	EXPERIMENTELLES VOM MOST BIS ZUM WEIN	67
11.1	ALLGEMEINES.....	67
11.2	AKTIVKOHLE - DER SAUBERMACHER DES WEINES.....	68
11.2.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	68
11.2.2	<i>Experiment</i>	69
11.2.3	<i>Didaktischer Hintergrund</i>	70
11.3	WEIN VERSUS MILCH.....	71
11.3.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	71
11.3.2	<i>Experiment</i>	72
11.3.3	<i>Didaktischer Hintergrund</i>	75
11.4	IST DER ZUCKER NOCH GANZ DICHT?.....	76
11.4.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	76
11.4.2	<i>Experiment</i>	79
11.4.3	<i>Didaktischer Hintergrund</i>	80
11.5	8,6 G/L - GESAMTSÄUREMESSUNG.....	81
11.5.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	81
11.5.2	<i>Experiment</i>	82
11.5.3	<i>Didaktischer Hintergrund</i>	83
11.6	SEI DOCH NICHT SAUER! - KALKENTSÄUERUNG.....	83
11.6.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	83
11.6.2	<i>Experiment</i>	84
11.6.3	<i>Didaktischer Hintergrund</i>	85
12	EXPERIMENTELLES ZUM WEIN	87
12.1	ALLGEMEINES.....	87
12.2	GÄRUNG - DIE GEBURT DES WEINES.....	89
12.2.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	89
12.2.2	<i>Experiment</i>	91
12.2.3	<i>Didaktischer Hintergrund</i>	92
12.3	BLAUES WUNDER!.....	93
12.3.1	„Von der Weintraube zum Wein“.....	93
12.3.2	<i>Experiment</i>	94
12.3.3	<i>Didaktischer Hintergrund</i>	95
12.4	WIE VIEL ZUCKER STECKT IM WEIN?- BESTIMMUNG DER REDUZIERENDEN ZUCKER.....	95

	9
12.4.1 „Von der Weintraube zum Wein“	95
12.4.2 Experiment	96
12.4.3 Didaktischer Hintergrund	99
12.5 41 MG/L - BESTIMMUNG DER FREIEN SCHWEFELIGEN SÄURE	99
12.5.1 „Von der Weintraube zum Wein“	99
12.5.2 Experiment	101
12.5.3 Didaktischer Hintergrund	103
12.6 129 MG/L - BESTIMMUNG DER GESAMT SCHWEFELIGEN SÄURE	103
12.6.1 „Von der Weintraube zum Wein“	103
12.6.2 Experiment	104
12.6.3 Didaktischer Hintergrund	105
12.7 11,3 %VOL. - ALKOHOLBESTIMMUNG	106
12.7.1 „Von der Weintraube zum Wein“	106
12.7.2 Experiment	107
12.7.3 Didaktischer Hintergrund	109
13 EINBINDUNG DER EXPERIMENTE IN DEN LEHRPLAN DER OBERSTUFE	110
13.1 STRUKTUREN UND MODELLBILDUNG	110
13.2 STOFFUMWANDLUNG UND ENERGETIK	110
13.3 ROHSTOFFE, SYNTHESSEN UND KREISLÄUFE	111
13.4 CHEMIE UND LEBEN	111
14 EXPERIMENTIEREN IN DER SCHULE	112
14.1 NEUE MITTELSCHULE	112
14.2 BORG	115
15 SCHLUSSFOLGERUNG	120
16 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	122
17 TABELLENVERZEICHNIS	124
18 LITERATURVERZEICHNIS	125
19 LITERATURVERZEICHNIS ALPHABETISCH	131
20 WEBVERZEICHNIS	133
21 ANHANG	137

1 Einleitung

Das Experiment ist ein wesentlicher Faktor für das Lernen und Lehren im Chemie- Unterricht. Es dient als Stütze, um das Erlernte leichter zu verstehen oder zu festigen. Der Alltagsbezug von Experimenten ist essentiell. Die Schüler und Schülerinnen können durch das Experimentieren versuchen, ihr bestehendes Wissen mit naturwissenschaftlichen Modellen zu erklären. Oftmals wird eben dieser Bezug zum Leben der Schüler und Schülerinnen mit den Experimenten nicht hergestellt. Es werden aufwendige Versuche mit Chemikalien unternommen, mit denen die Experimentierenden noch nie in ihrem Leben gearbeitet haben. Mit beeindruckenden Reaktionen, Farben, Rauch und vielen „gefährlichen Chemikalien“ sollen sie die Kinder motivieren, den teils schwer zu folgendem Chemieunterricht in einem spannenden Licht zu betrachten. Der theoretische Hintergrund wird untermauert, nur fragt man sich: *„Wann arbeiten Schüler und Schülerinnen mit solchen Chemikalien?“*, *„Passieren diese Reaktionen nur im Chemieunterricht?“*, *„Diese Inhalte braucht man doch nur, wenn man in einem Labor arbeiten möchte oder Chemie studiert“*.

Der Bezug zur Realität fehlt.

Ich bin auf einem Weinbaubetrieb, in einer von Wein- und Obstbau dominierten Familie, aufgewachsen. Vom Kleinkindalter an habe ich am Betrieb soweit es ging mitgearbeitet und die Arbeitsweisen im Weinbau als selbstverständlich angenommen. Im Laufe des Chemiestudiums wurde mir die Chemie im Alltag nähergebracht, ein ständiger Blick auf unsere Umwelt aus einer chemischen Sichtweise wurde uns gelehrt. Mit dieser neuen Sicht auf Geschehnisse wurde auch die Arbeit im Weinkeller immer mehr zur Arbeit in einem Chemielabor.

Die Anwendung von Säure- Base- Reaktionen bei der Entsäuerung durch Kalk, die Redox- Reaktionen bei der Analyse von schwefeliger Säure oder die enzymatischen Reaktionen in der Maische wurden nach und nach sichtbar. Die Arbeit mit chemischen Grundprinzipien, die an der Universität in Übungslaboren aufwendig praktiziert wurden, passieren in den heimischen Weinkellern tagtäglich.

Das kritische Hinterfragen der Arbeitsweisen der Kellerwirtschaft wurde im Zuge meiner zweiten Ausbildung, der Ausbildung zur Weinbau- und Kellermeisterin, immer ausgeprägter.

Die intensive Auseinandersetzung mit der Materie und den Arbeitsweisen im Weinbau gab mir das Potential für den Einsatz der Inhalte in der Schule preis. Die Entscheidung, eine Diplomarbeit zum Thema Weinbereitung mit Schulbezug zu verfassen, wurde immer konkreter.

Das Thema Wein ist in Österreich und speziell in Weinbauregionen wie der Weststeiermark allseits präsent. Schüler und Schülerinnen stammen oft selbst aus Weinbaufamilien, haben Bekannte, die sich dem Thema Wein verschrieben haben oder sind in stetiger Konfrontation mit den Arbeiten an den edlen Reben. Es liegt daher nahe, auch in der Schule den Wein als vielseitiges Produkt näher zu betrachten. Die Inhalte der Produktionsweise und seine Geschichte ragen in viele Teilgebiete verschiedener Unterrichtsgegenstände hinein. Die Kunst des Weinbaus und der Kellerwirtschaft benötigt Wissen sowohl im Bereich der Chemie als auch der Biologie und Physik. Das Vernetzen der Fachinhalte passiert ständig und eignet sich daher, die Kompetenzen des fächerübergreifenden Denkens zu fördern.

Diese Diplomarbeit soll den Alltag mit dem Chemie- Unterricht verbinden. Die Basis der Weinbereitung, untermauert von Experimenten, soll die Anwendung chemischer Prinzipien in der Arbeitswelt veranschaulichen. Das Thema Wein bietet eine breite Palette an Experimenten mit chemischen Hintergründen zu nahezu allen Basiskonzepten der Chemie. Die Inhaltsdimensionen des Oberstufen- Lehrplans, „Struktur und Modellbildung“, „Stoffumwandlung und Energetik“, „Rohstoffe, Synthesen und Kreisläufe“, sowie „Chemie und Leben“ konnten vollständig mit Inhalten rund um den Wein abgedeckt werden. Diese Vielfalt an Experimenten, Inhalten und Umsetzungsmöglichkeiten soll in dieser Diplomarbeit veranschaulicht werden und Chemielehrerinnen und Chemielehrern zugunsten kommen.

Eine geeignete Forschungsfrage zum Erreichen des Zieles dieser Diplomarbeit wurde erarbeitet.

„Können Experimente mit einem weinbaulichen Hintergrund so erarbeitet werden, dass sie eine sinnvolle Ergänzung zu den klassischen Schulexperimenten bilden?“

Zur Beantwortung dieser Frage wird zu Anfang das Österreichische Kompetenzmodell für die Unterstufe sowie die Oberstufe und dessen Bedeutung in der Schule erörtert.

Die Basiskonzepte der Chemie werden kurz erklärt, da sie in jedes Experiment miteinbezogen wurden. Das Experiment und dessen Stellenwert im naturwissenschaftlichen Unterricht werden beschrieben.

Die Einführung zum Thema Wein bildet die Geschichte der Weinbereitung und die Bedeutung der Region und des Klimas auf den Wein.

Der Bezug zu meinem Zweitfach Biologie wird in einem Kapitel über die Weinrebe hergestellt, wobei der fächerübergreifende Aspekt über die ganze Diplomarbeit hinweg eine zentrale Rolle einnimmt.

Das Herzstück der Diplomarbeit bildet die Bearbeitung von 18 Experimenten. Der Bezug zum Weinbau, die Einbindung in die Schule mit der Erklärung der Experimente, der chemischen Inhalte und der Eingliederung in den Unterricht wurden bei jedem Experiment hergestellt.

Der didaktische Hintergrund der Experimente wurde erarbeitet, indem das Basiskonzept und die Verbindung zum Kompetenzmodell immer beleuchtet wurden.

Ein vollständig ausgearbeitetes Schülerblatt zu jedem Experiment, welches ohne Überarbeitung in der Schule angewendet werden kann, liegt im Anhang bei.

Als Zusammenschluss zum Themenkomplex Chemie oder als eigenständige Experimente, welche jederzeit in den Lehrplan eingebaut werden können, bieten die Aufarbeitungen meinen Kollegen und Kolleginnen spannende neue Ansätze für die Gestaltung des Unterrichts.

Die Umsetzung der Experimente in der Schule wurde durch zwei Besuche in Schulen ausgetestet. Zwei Experimente zum Thema Boden wurden in einer NMS durchgeführt. Experimente rund um die Weintraube und deren Verarbeitung wurden in einem BORG umgesetzt.

Die dort erlangten Erfahrungen werden besprochen und mit Fotos dokumentiert.

2 Kompetenzen im Chemie- Unterricht

2.1 Bildungsstandards

In den Jahren vor der Einführung von Bildungsstandards beruhte die Unterrichtsplanung auf fachsystemischen Lehrplänen. Die Lehrpläne vermittelten Vorgaben, welche Inhalte im Unterricht durchgemacht werden sollten. Konkrete Zielangaben, was die Schüler und Schülerinnen nach dem Unterricht können sollten, blieben unbetrachtet. Der Erfolg des Unterrichts bzw. des Erlernten war somit nicht messbar.

Einen Perspektivenwechsel ergab die Einführung der Bildungsstandards, die eben diese Ergebnisse des Lernens mess- und vergleichbar machten. Die inhaltlichen Inputs wichen den Ergebnissen, womit die Kompetenzen, die durchschnittlich leistungsfähige Schüler und Schülerinnen erlangen sollten, an Wichtigkeit zunahmen.

Ziel ist es somit, einen Kompetenzzuwachs zu erreichen. Die Kompetenzbereiche im Unterrichtsgegenstand Chemie wurden in eine inhaltliche Dimension, die das Fachwissen beinhaltet und in eine Handlungsdimension gegliedert, wobei die Handlungsdimension drei Teilbereiche beinhaltet. [1]

2.2 Bedeutung der Kompetenzen

Der Begriff der Kompetenz rückte im österreichischen Schulsystem immer mehr in den Vordergrund und muss standardmäßig im Unterricht und bei der Matura berücksichtigt werden. Das Konzept des Unterrichts wird schwerpunktmäßig auf den Erwerb grundlegender fachlicher Befähigungen als Basis für nachhaltiges und lebenslanges Lernen ausgerichtet. Essentiell dafür ist es, das Konzept der Kompetenzen gut zu untermauern, um es handlungsleitend zu gestalten.

Die österreichischen Bildungsstandards beschreiben grundlegende Erwartungen an die Ergebnisse von Lehr- und Lernprozessen. Schüler und Schülerinnen müssen dazu Leistungen erbringen, die zuvor in Könnenserwartungen festgelegt wurden. Die zu erwerbenden Kompetenzen werden demnach mit der Definition von Standards ermittelt.

Ziel soll es sein, die Schüler und Schülerinnen für die wechselnden Herausforderungen von Alltag und Beruf bestmöglich auszustatten. Dies bei den Lernenden zu erreichen setzt voraus, ein fundiertes Verständnis für das Phänomen der Kompetenzen zu besitzen und diese gezielt im Unterricht einzusetzen. [2]

2.3 Definition

Die Definition des Kompetenzbegriffes gibt die Ausrichtung des Konzepts des kompetenzorientierten Unterrichts vor. Es gilt, sich an ihm zu orientieren, um einen geeigneten kompetenzorientierten Unterricht zu gestalten. [3] S. 190

Dabei bildet der von Franz E. Weinert definierte Kompetenzbegriff die Basis des österreichischen Bildungsstandards. [2]

„Unter Kompetenzen versteht man die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.“ (Weinert, 2001) [4]

Die zitierten kognitiven Fähigkeiten werden in die Bereiche Methodenkompetenz und Fachkompetenz unterteilt. Mit ihnen sollte es möglich sein, Problemlösungen zu eruieren. Neben kognitiven und sozialen Fähigkeiten müssen auch motivationale und volitionale¹ Aspekte beachtet werden. Diese sind stark situationspezifisch geprägt. Weitere Erweiterungen finden sich in der Sozialkompetenz und der personalen Kompetenz, die das erfolgreiche Lernen von Fertigkeiten und Fähigkeiten abrunden. [4]

¹ Bedeutungsübersicht: durch den Willen bestimmt
<http://www.duden.de/rechtschreibung/volitional> (letzter Zugriff: 28.3.2016)

2.4 Naturwissenschaftliche Kompetenzen

Naturwissenschaftlicher, kompetenzorientierter Unterricht lässt sich laut der Definition von Weinert in den sozial- motivationalen und den kognitiven Bereich gliedern.

Die Vermittlung von Wissen nimmt im naturwissenschaftlichen Unterricht eine zentrale Rolle ein, wohingegen die Zielsetzung der Lehrpläne in Österreich auf die Förderung von naturwissenschaftlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten hin ausgelegt ist. Das selbständige Durchführen von Experimenten oder das Ausführen von typischen Handlungen, wie das Mikroskopieren, welche eine Entwicklung der Fertigkeiten erreichen würden, sind im Unterricht noch immer zweitrangig angesiedelt. Wünschenswert ist es, neben der Beschaffung und Wiedergabe von Wissen im kognitiven Bereich auch andere wichtige Handlungen in den Naturwissenschaften zu beleuchten.

Der sozial- motivationale Bereich ist in der Unterrichtssituation schwieriger zu überprüfen. In diesem zweiten Bereich des kompetenzorientierten Unterrichts liegen viele verschiedene, schwer fassbare Einflussfaktoren vor. Die am leichtesten zu erfassende Situation ist die Motivation der Schüler und Schülerinnen, welche mittels motivationsfördernder Maßnahmen gesteuert werden kann. Beispiele dafür wären Aktionen, in denen die Lernenden autonom und selbstbestimmt agieren und somit eine aktive Rolle beim Erlernen einnehmen müssen.

Die Einstellung zu Themengebieten spielt eine wesentliche Rolle in der volitionalen Bereitschaft der Lernenden. Neben dem Wissen über eine Situation ist die Handlungsbereitschaft essentiell. Nicht alleine der Unterricht, auch die Meinung von Bezugspersonen bestimmt die Einstellungen über das Handeln von Schülern und Schülerinnen.

Die soziale Bereitschaft lässt sich im Unterricht schwer feststellen, die Bereitschaft der Lernenden, z.B. im Rahmen der Unterrichtseinheit in einem Team gemeinsam eine Lösung zu finden, kann außerhalb des Unterrichts völlig anders sein. Lehrpersonen können in vielen Bereichen nur stützend und fördernd wirken, haben aber nicht immer direkten Einfluss auf die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Lernenden.

Der Ansatz des kompetenzorientierten Unterrichts soll das Potential möglichst vieler dieser Bereiche ansprechen und ausreizen.

Fachliche und außerfachliche Kompetenzen werden gefördert und sollen somit auch über die Grenzen des Unterrichts hinaus nachhaltigen Einfluss bedingen.

Entsprechende Unterrichtsverläufe werden dafür mit Kompetenzmodellen geplant und durchgeführt. [3] S. 190 - 191

2.5 Kompetenzmodelle

Jedem Lehrplan liegt, laut den in den Bildungsstandards festgeschriebenen Kompetenzen, ein fachspezifisches Kompetenzmodell zu Grunde. Darin enthalten sind grundlegende Kernbereiche des Unterrichtgegenstandes. Dies zu unterstützen gilt es mittels Übersetzung der abstrakten Bildungsziele in konkrete Aufgabenstellungen. [2]

Die Kompetenzmodelle der Sekundarstufe I sind seit 2007 in Bearbeitung. Die Berufsbildenden Schulen arbeiten schon länger an Entwicklungen der Bildungsstandards und an Kompetenzmodellen. Daher war es sinnvoll, auch ein Kompetenzmodell für die Matura der AHS zu erarbeiten, welches sich auf das Modell der Unterstufe stützt und mit dem Modell der BHS kompatibel ist.

Ein solches Kompetenzmodell soll ein Hilfsmittel für die Unterrichtsplanung darstellen. Eine besondere Betrachtung erfährt dabei die Erstellung von kompetenzorientierten Erarbeitungsaufgaben. [5] S. 5

Die Kompetenzorientierung im Chemieunterricht ist wesentlich, da es gesetzlich geregelt ist, dass im Rahmen der mündlichen Teilprüfung eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung schriftlich vorzulegen ist. Diese muss mit voneinander unabhängigen Aufgaben mit Anforderungen in den Bereichen der Transferleistung und Reproduktionsleistung bestückt sein. Daneben muss sie ebenfalls den Bereich der Problemlösung und Reflexion enthalten.

Die Reproduktionsleistung muss z.B. *„fachspezifische Sachverhalte darstellen und wiedergeben“* [6]. Fachtermini müssen verwendet werden. Ebenso fallen die Bestimmung der Art eines Materials und die Fähigkeit, Informationen aus dem Material zu entnehmen und Arbeitstechniken anzuwenden, in diesen Bereich.

„Zusammenhänge zu erklären, Sachverhalte zu verknüpfen und einzuordnen“ [6] fordert die Anwendung der Transferleistung von Schülern und Schülerinnen. Sach- und Werturteile zu unterscheiden und ein Material zu analysieren sind weitere Beispiele zur Anwendung dieser Leistung.

Reflexion und Problemlösung sind ein Teilgebiet, welches die Lernenden bei dem Erörtern von Sachverhalten und Problemen zum Einsatz bringen.

Entwickeln sie Hypothesen oder reflektieren die eigenen Urteilsbildungen, so haben sie die Anforderungsprofile dieser Leistung erfüllt. [6]

„Die gängigsten Kompetenzmodelle der Naturwissenschaften [...] bestehen aus jeweils drei Dimensionen.“ [3] S. 191

Die Handlungsdimension, die Inhaltsdimension sowie die Anforderungsdimension sind im deutschsprachigen Raum in unterschiedlichen Modellen vertreten.

Die zentrale Komponente bildet dabei die Handlungskompetenz, welche typische Handlungen für die Naturwissenschaften enthält. Die Kompetenzen des Fachwissens, der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und der Bewertung können erworben werden.

Die Inhaltsdimension enthält die Inhalte, an deren Aufarbeitung die Kompetenzen erworben werden können, wobei in Österreich die Inhalte für die 8. Schulstufe in Themenbereiche aufgelistet sind, die Inhalte der 12. Schulstufe werden in Konzepte geordnet.

Die Qualität des Erworbenen schlägt sich in der Anforderungsdimension nieder. Z.B.: Wird das Experiment nach einer Anleitung durchgeführt oder muss es selbst überlegt werden, um ein Phänomen zu beweisen oder zu verdeutlichen? Kann dieses auch umgesetzt werden?

Hierbei wird in Österreich zwischen zwei Niveaus im Modell der 12. Schulstufe und drei Niveaus für die 8. Schulstufe unterschieden. [3] S. 191 - 193

2.6 Kompetenzmodell der Unterstufe

Das gängigste Modell in Österreich ist das Kompetenzmodell „Naturwissenschaften 8. Schulstufe“. Dieses ist für die naturwissenschaftlichen Gegenstände Chemie, Biologie und Physik in der Unterstufe entworfen. [7]

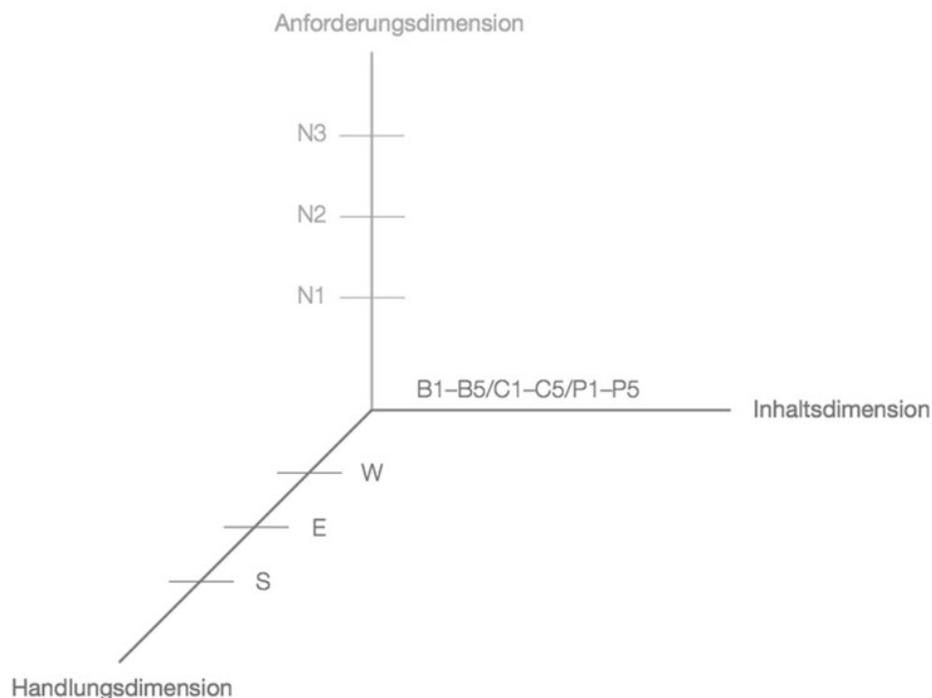


Abbildung 1: Österreichisches Kompetenzmodell Naturwissenschaften, aus [7]

Die Modelle für die Unter- und Oberstufe werden je in die drei Dimensionen gegliedert. Die Inhalte bzw. Deskriptoren müssen teilweise direkt von den jeweiligen Informationsmaterialien der Bildungsinstitute übernommen werden und sind dementsprechend gekennzeichnet.

In den folgenden Abschnitten „Handlungsdimension (H)“, „Anforderungsdimension (N)“, „Inhaltsdimension (I) Chemie“ wird das Kompetenzmodell der Unterstufe erklärt. Der Text über die Dimensionen wurde direkt von der Webseite des Bundesinstituts für Bildungsforschung übernommen. [7]

2.6.1 Handlungsdimension (H)

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

1. W1 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen
2. W2 aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen

3. W3 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren
4. W4 die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

1. E1 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben
2. E2 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen
3. E3 zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren
4. E4 Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

Ich kann einzeln oder im Team ...

1. S1 Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen
2. S2 Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln
3. S3 die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden
4. S4 fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden

2.6.2 Anforderungsdimension (N)

N1 Anforderungsniveau I

Ausgehend von stark angeleitetem, geführtem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln.

N2 Anforderungsniveau II

Sachverhalte und einfache Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung einzelner Elemente der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln.

N3 Anforderungsniveau III

Verbindungen (auch komplexer Art) zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik und naturwissenschaftlichen Erkenntnissen herstellen und naturwissenschaftliche Konzepte nutzen können. Verwendung von komplexer Fachsprache (inkl. Modelle); weitgehend selbstständiges Handeln.

2.6.3 Inhaltsdimension (I) Chemie

Ich kann Auskunft geben über folgende Inhalte und sie (anhand von Beispielen) erklären:

Tabelle 1: Inhaltsdimension Chemie [7]

Aufbauprinzipien der Materie C1	<ul style="list-style-type: none"> • Teilchenmodell der Materie • Atommodell • Periodensystem der Elemente • Elementsymbole, Summen-, Struktur- und Gerüstformeln • chemische Bindungen
---	--

<p>Einteilung und Eigenschaften der Stoffe</p> <p>C2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • unterschiedliche Eigenschaften von Gemengen und Reinstoffen • Eigenschaften wichtiger Substanzen und Stoffklassen • physikalische Trennverfahren und deren Anwendung
<p>Grundmuster chemischer Reaktionen</p> <p>C3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschied von Zustandsänderung (physikalischer Vorgang) und Stoffumwandlung (chemische Reaktion) • Massenerhalt bei chemischen Reaktionen • exotherme und endotherme Reaktionen • Oxidation und Reduktion • Säuren, Basen, Neutralisation, Salze, pH-Wert • Reaktionen ausgewählter organischer Stoffe
<p>Rohstoffquellen und ihre verantwortungsbewusste Nutzung</p> <p>C4</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung und Schutz von Luft, Wasser, Boden • Bedeutung, Gewinnung und Verarbeitung wichtiger anorganischer und organischer Rohstoffe • Wiederverwertung und Entsorgung • chemische Grundkenntnisse in praxisrelevanten Bereichen (Kleidung, Wohnen, Energieversorgung, Verkehr, Technik)
<p>Biochemie und Gesundheitserziehung</p> <p>C5</p>	<ul style="list-style-type: none"> • wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung • Funktionen und Reaktionen von Stoffen in der Nahrung • Wirkung von Genussmitteln, Medikamenten und Drogen • Stoffe für Reinigung und Hygiene • sicherheits- und verantwortungsbewusster Umgang mit Stoffen in allen Lebensbereichen und deren vorschriftsmäßige Entsorgung

2.7 Kompetenzmodell der Matura

Im folgenden Abschnitt wird die Handlungsdimension für die Matura erklärt. Die Informationen über die Deskriptoren wurden direkt übernommen und ist den „Richtlinien und Beispiele für Themenpool und Prüfungsaufgaben“ des Bundesministeriums für Unterricht, Kunst und Kultur zu entnehmen. [8] S. 6 - 7

2.7.1 Handlungsdimension (H)

Wissen organisieren: Recherchieren, Darstellen, Kommunizieren

Ich kann einzeln und im Team ...

Tabelle 2: Handlungsdimension- Wissen organisieren [8]

Reproduktions- leistung	<p>WO 1 ... unterschiedliche, relevante Quellen ausfindig machen und daraus fachspezifische Informationen entnehmen.</p> <p>WO 2 ... Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Text, Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, Modell, ...) adressatengerecht darstellen, erläutern und diskutieren.</p>
Transfer- leistung	<p>WO 3 ... fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren.</p> <p>WO 4 ... Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus anderen Disziplinen heranziehen, um naturwissenschaftliches Wissen zu organisieren.</p>
Reflexion/ Problem- lösung	<p>WO 5 ... die Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für die Entwicklung von Zivilisation und Kultur darstellen, erläutern und diskutieren.</p>

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln und im Team ...

Tabelle 3: Handlungsdimension- Erkenntnisse gewinnen [8]

Reproduktions- leistung	<p>EO 1 ... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) durchführen und protokollieren.</p>
----------------------------	---

Transfer- leistung	<p>EO 2 ... Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren.</p> <p>EO 3... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) planen.</p> <p>EO 4 ... naturwissenschaftliche Modelle verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären.</p>
Reflexion/ Problem- lösung	<p>EO 5 ... zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen, Vermutungen aufstellen und Problemstellungen definieren, die mit Hilfe naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Untersuchungen bearbeitet bzw. überprüft werden können.</p> <p>EO 6 ... auf der Basis von Daten und Untersuchungsergebnissen sowie deren Interpretation Hypothesen über Vorgänge und Zusammenhänge aufstellen.</p> <p>EO 7... die Relevanz von Untersuchungsergebnissen im Hinblick auf eine konkrete Frage, Vermutung oder Problemstellung einschätzen.</p>

Konsequenzen ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

Ich kann einzeln und im Team ...

Tabelle 4: Handlungsdimension- Konsequenzen ziehen [8]

Reproduktions- leistung	<p>KO 1 ... fachlich begründete Bewertungskriterien wiedergeben.</p>
Transfer- leistung	<p>KO 2 ... naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Argumentationen unterscheiden.</p> <p>KO 3 ... konkurrierende Interpretationsmöglichkeiten gegeneinander abwägen und auf dieser Basis Entscheidungen treffen.</p>

Reflexion/ Problem- lösung	<p>KO 4 ... Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen sowie Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen und Gründe für deren Annahme oder Verwerfung angeben.</p> <p>KO 5 ... einen Problemlöseprozess kritisch reflektieren und gegebenenfalls alternative Strategien entwickeln.</p> <p>KO 6 ... Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft einschätzen.</p> <p>KO 7 ... Entscheidungen in gesellschaftlich relevanten Fragen aus naturwissenschaftlicher Sicht begründen und bewerten.</p>
----------------------------------	--

Die vorangegangene Tabelle enthält die Deskriptoren der Matura. Diese werden mit WO, EO und KO bezeichnet. Im Vergleich mit den Deskriptoren der Handlungsdimension der Unterstufe fällt auf, dass diese im Modell der Unterstufe mit W, E und S bezeichnet werden. [8] S. 4

Die Anforderungsniveaus der Matura beschränken sich auf lediglich zwei Abstufungen. Niveau I entspricht angeleiteten Aufgaben. Niveau II enthält Aufgaben, die von den Schülern und Schülerinnen selbstständig erarbeitet werden sollen. Die Matura sollte Teile enthalten, die angeleitet sind, jedoch auch zum selbstständigen Denken und Arbeiten anregen. [8] S. 8

Die Inhaltsdimension entspricht dem Fachlehrplan Chemie. [8] S. 8

Die Themengebiete „Chemie und Leben“, „Rohstoffe, Synthesen und Kreisläufe“, „Stoffumwandlung und Energetik“ und „Strukturen und Modellbildung“ sind zu umfassen. [9]

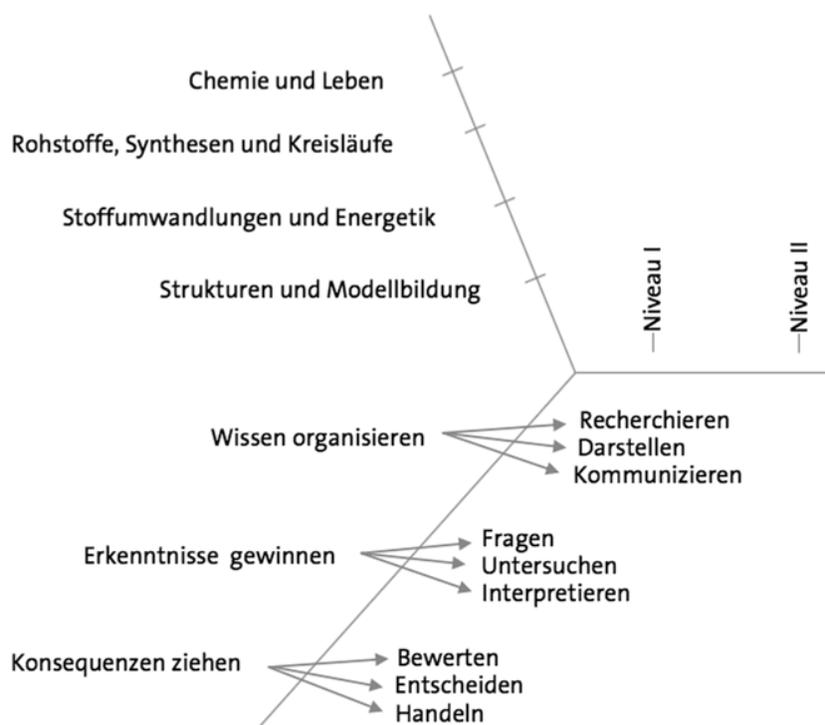


Abbildung 2: Kompetenzmodell für Chemie Oberstufe, aus [8] S. 5

3 Didaktische Grundsätze

3.1 Basiskonzepte

Die Inhalte der Chemie strukturieren sich nach den Basiskonzepten. Diese allgemeinen Prinzipien bilden eine übergreifende Systematisierungshilfe. [10] S. 129

Die Inhalte und Methoden im Chemieunterricht sind so auszuwählen, dass die Entwicklung und Anwendung der fünf bzw. sechs Basiskonzepte realisierbar ist. [9] S. 1- 2

Die Einführung von Bildungsstandards soll den Schülern und Schülerinnen eine Art Struktur bieten. In diese Struktur können neue Erkenntnisse eingeordnet werden und bilden eine Basis, um mit aufkommenden Fragen und Aufgaben anzuknüpfen. Die Fülle an Theorien und Begriffen im Chemieunterricht muss stärker systematisiert werden. Dies gelingt durch eine Definition der Erklärungsebenen innerhalb der Basiskonzepte, in diese die Theorien und Begriffe eingeordnet werden können. [11] S. 7

3.1.1 Stoff – Teilchen - Konzept

"Bei chemischen Reaktionen lagern sich die Atome der Ausgangsstoffe lediglich um. Es entstehen keine neuen Atome, noch werden Atome bei chemischen Reaktionen vernichtet". [12]

Die Eigenschaften von Stoffen, die makroskopisch sichtbar sind, werden im Chemieunterricht durch Modelle auf der submikroskopischen Ebene, die der Anordnung der Teilchen entspricht, beschrieben. Diese Modelle dienen der Erklärung der Eigenschaften von Stoffen. Diese Vorstellungen werden von Wissenschaftlern lediglich konstruiert, um Phänomene zu beschreiben. Treten andere Phänomene auf, werden diese Vorstellungen erneut modifiziert oder gar zu Fall gebracht.

Diese modellhafte Beschreibung ist für die Schüler und Schülerinnen oft schwer zu erfassen. Die Akzeptanz solcher Modelle in der Wissenschaft muss von den Lernenden erlernt werden. Fundamentale Gesetzmäßigkeiten lassen sich durch den Aufbau von Stoffen erklären, z.B. dass Stoffe aus kleinen Teilchen bestehen, den Atomen. [13] S. 15 - 16

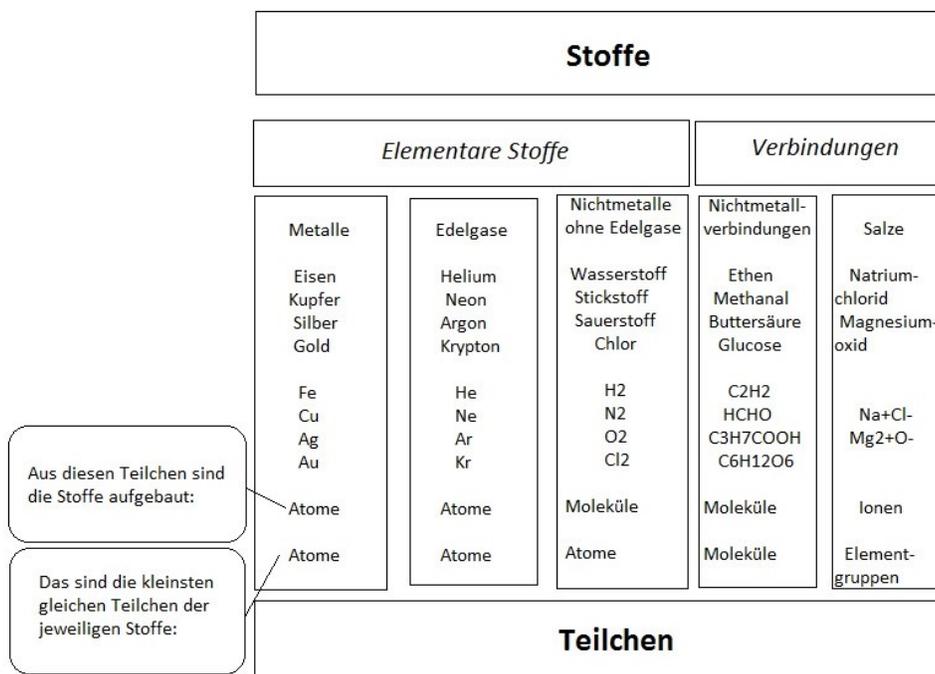


Abbildung 3: Stoff- Teilchen- Konzept (selbst gestaltet in Anlehnung an [10])

Das Stoff - Teilchen - Konzept überschneidet sich in vielen Bereichen mit dem Struktur – Eigenschafts - Konzept und die beiden können durchaus Einfluss aufeinander haben. [10] S. 130 - 131

3.1.2 Struktur – Eigenschafts - Konzept

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Stoffes werden von der Wechselwirkung, der Art und Anordnung der Teilchen bestimmt. [10] S. 132 [9] S. 2

Bei den Teilchen wird auf die Beziehungen untereinander geachtet, z.B. welche Kräfte herrschen zwischen den Teilchen? In welcher räumlichen Anordnung befinden sich die Teilchen?

Daraus ergeben sich wiederum Bezüge zur Stoffebene. Aufgrund der Art der vorhandenen Teilchen und ihrer räumlichen Anordnung ergeben sich Stoffeigenschaften wie z.B. die Löslichkeit. [10] S. 132 - 133

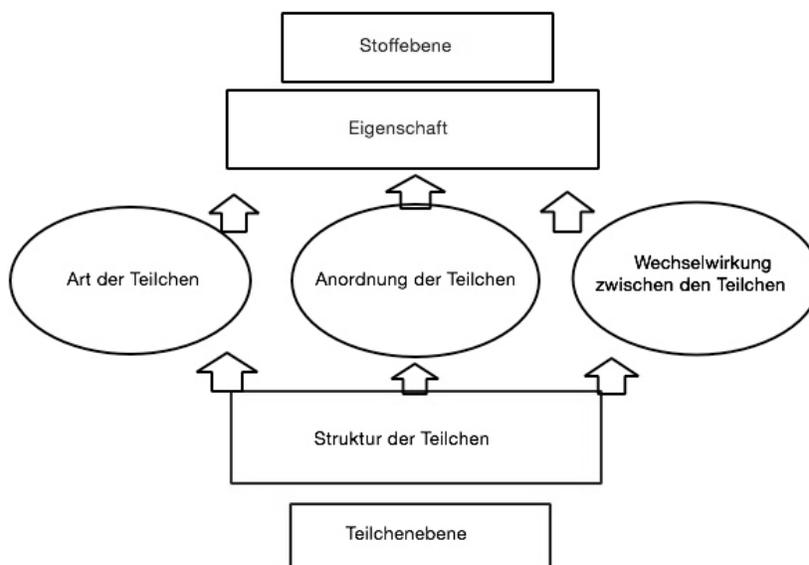


Abbildung 4: Zusammenhang der Eigenschaften und Struktur von Stoffen (selbst gestaltet in Anlehnung an [10])

3.1.3 Donator – Akzeptor - Konzept

Die Vielfalt der chemischen Reaktionen teilt sich durch die Teilchenebene betrachtet in verschiedene Reaktionstypen: die Säure- Base- Reaktion, die Komplexbildungsreaktion und die Redox- Reaktion. Diese Typen an Reaktionen in der Chemie lassen sich durch das Basiskonzept des Donator - Akzeptor - Konzepts beschreiben.

Das Prinzip bleibt dabei immer gleich, je ein Teilchen wird von dem einen Reaktionspartner, dem Donator, auf einen anderen übertragen, den Akzeptor, wobei es sich um eine Protonen-Elektronenübertragung handeln kann, oder auch um Elektronenpaarverschiebungen.

[10] S. 134 - 135 [9] S. 2

3.1.4 Energiekonzept

Energieumsätze finden sich in allen chemischen Reaktionen, damit bildet der Begriff der Energie eine wichtige Basis in der Chemie. [9] S. 2

Reaktionen können exotherm oder endotherm verlaufen, sie benötigen Aktivierungsenergie, um zu starten, oft wird dazu ein Katalysator benötigt.

Es kommt bei Reaktionen in der Chemie immer zu Energieumwandlungen, währenddessen Energie laut dem Energieerhaltungssatz nie verloren geht. [10] S. 136 - 137

3.1.5 Gleichgewichtskonzept

Ein System befindet sich im Gleichgewicht, wenn die Einflüsse, die separat betrachtet eine Veränderung hervorrufen würden, sich insgesamt in ihrer Wirkung aufheben. [10] S. 138 - 139

Laut dem Lehrplan für Chemie wird das Gleichgewichtskonzept folgend beschrieben:

„Reversible chemische Reaktionen können zu einem dynamischen Gleichgewichtszustand führen“ [9] S. 2

Genauer wird von Gleichgewichtsreaktionen gesprochen, wenn die Ausgangsstoffe und auch die Reaktionsprodukte nebeneinander vorliegen. Es werden die gleichen Mengen einer Art Teilchen gebildet, wie zerfallen. Ein weiteres Charakteristikum ist es, dass sich die Stoffmengen (-konzentration) nicht verändert, wenngleich keine Änderung von außen passiert. [10] S. 138 - 139

3.1.6 Größenkonzept

Das Größenkonzept wird in einigen Literaturquellen neben den fünf Konzepten ergänzt. So wird es im Lehrplan für Chemie als Konzept beschrieben, mit Hilfe dessen Stoff- und Energieumsätze quantitativ erläutert werden können. [9] S. 2

4 Das Experiment

„So ist es in erster Linie die Erinnerung an gesehene, selbst durchgeführte oder aber vermisste Experimente, die das Andenken ehemaliger Schüler an erlebten Chemieunterricht prägen.“ [14] S. 278

Das Experiment nimmt im Chemieunterricht einen wesentlichen Platz ein. Es befindet sich in der Gruppe der Primärerfahrung. Es ist das Experiment selbst, das als Medium zur Informationsübertragung dient. [15]

„Das Experiment ist nicht unterrichtsbegleitend, es ist unterrichtstragend“ [16]

Experimente werden eingesetzt, um Lehrziele zu erreichen, dabei wird das wissenschaftliche vom Unterrichts- Experiment unterschieden. In der Schule sollte es nicht Ziel sein, neue Forschungsergebnisse durch innovative Experimente zu erlangen. Die Versuche sollen in den Unterricht an bestimmten didaktischen Orten eingebunden werden. Allerdings sind Versuche aus der Sicht der Schüler und Schülerinnen oft neu und führen somit wiederum zu selbst erlangten Erkenntnissen. [15]

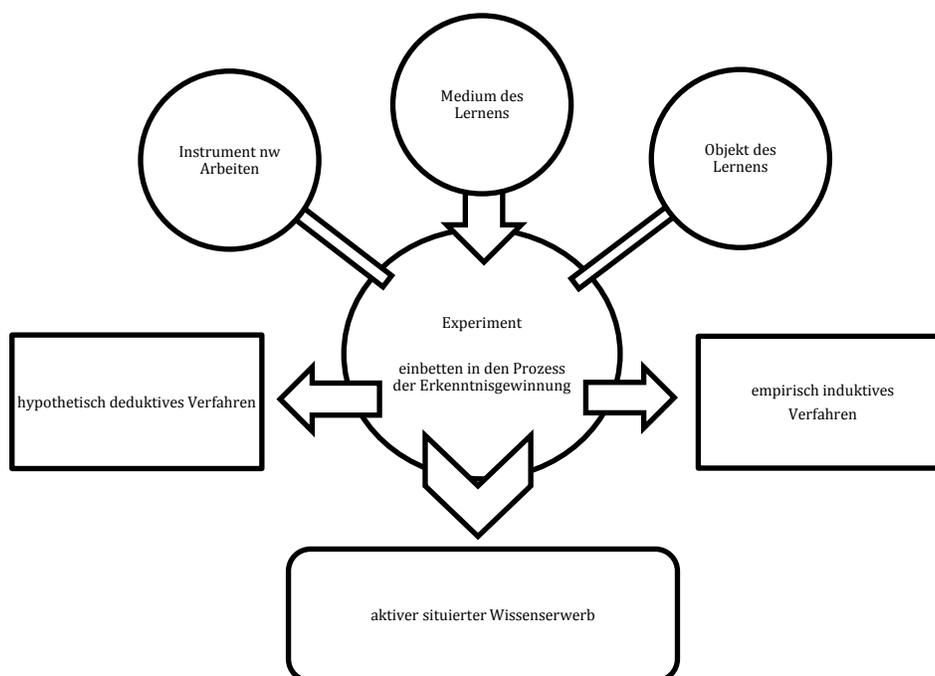


Abbildung 5: Das Experiment im naturwissenschaftlichen Lehr-/Lernprozess (selbst gestaltet in Anlehnung an [17])

4.1 Experimente im Chemieunterricht

4.1.1 Wissenschaftliche Begründung

Das Experiment dient als Herzstück der Naturwissenschaft. In der Forschung dient es der praktischen Methodik und verschafft dem Experimentierenden einen Zugang zum jeweiligen Forschungsobjekt (Atom, Molekül, usw.). Das Experiment schafft die Basis einer theoretischen Beschäftigung mit dem jeweiligen Forschungsgebiet.

Beim Einsatz des Experiments im Unterricht wird unterschieden zwischen empirisch induktiver Methode und hypothetisch deduktiver Methode.

Die induktive Methode fordert erst ein Experiment. Das exemplarische Entdecken steht am Anfang. Aus diesen Erkenntnissen können dann naturwissenschaftliche Prinzipien und Gesetze erklärt werden. Die daraus resultierenden verallgemeinernden Gesetzmäßigkeiten stehen somit am Ende der praktischen Arbeit. Experimente, die nach diesem Schema eingesetzt werden und Wissen vermitteln, nennt man „Erarbeitungsversuche“.

Die deduktive Methode bildet das Gegenteil. Die Theorie steht am Anfang und das Experiment folgt. Die Gültigkeit einer Theorie wird mit der deduktiven Methode bewiesen. So geht die Gesetzmäßigkeit der Methode voran. Die Experimente, die sich dieser Methode bedienen, werden „Bestätigungsexperimente“ genannt.

Ein ständiger Methodenwechsel wird praktiziert, um die jeweilige Methode zu bestätigen oder neu zu überdenken.

Wichtig dabei ist es, dass bei Experimenten im Unterricht der Lehrperson der Ausgang des Experiments stets bewusst sein muss, anders als bei wissenschaftlichen Experimenten, deren Ausgang nie bekannt sein kann. [15] [16]

4.1.2 Didaktische Begründung

Objekte in der Chemie sind nicht direkt mit dem Auge zu erfassen und müssen so durch Experimente, die optisch erkennbare Veränderungen hervorrufen, für unseren wichtigsten Sinn fassbar gemacht werden.

Fachspezifische Methoden sollen im Chemieunterricht vermittelt werden, diese können und müssen nicht immer in der Exaktheit der wissenschaftlichen Experimente durchgeführt werden. Es zählt, die Denkweise der Fachwissenschaft zu vermitteln.

So sollen Schüler und Schülerinnen auch wissenschaftliche Experimente ohne Anleitung entwickeln und somit die „wirkliche“ Fachwelt simulieren. Dabei gibt es Ansätze, die bei dem Entwickeln eines Experiments berücksichtigt werden sollen, z.B. „Formulierung eines Problems“, „Festhalten von Annahmen“, „Festlegung von Bedingungen“, „Formulierung und Diskussion der Ergebnisse“ und „Probieren von Varianten“. [15]

4.2 Einsatz in der schulischen Praxis

Das Experiment wird oft unterschätzt oder falsch eingesetzt. Dies betrifft die Bedeutung des Experimentierens für die Lernenden, wie auch das Einbinden in den Unterricht.

Häufig wird das Experiment falsch in den Unterricht eingebunden. Das Experiment sollte den Kern der Unterrichtseinheit bilden und um dieses herum wird der Inhalt aufgebaut. Fälschlicherweise werden Experimente als Auflockerung dargeboten, des Weiteren ist nicht immer bekannt, dass die Lernenden bereits die Fähigkeiten besitzen, das Experiment theoretisch zu verstehen sowie praktisch durchzuführen. Mangelnde Anleitungen führen häufig zu unerwünschten Verläufen von Schulversuchen, wodurch auch die Ziele hinter der Darbietung nicht klar sind.

Ein Zeitdruck, der auf Schülern und Schülerinnen lastet, und die damit verbundene mangelhafte Zeitplanung müssen vermieden werden, um optimale Erkenntnisse aus dem Experimentieren zu extrahieren. Die Bedeutung der Festigungsphase und die damit vorhergehende Diskussion über die Ergebnisse wird häufig unterschätzt.

Werden diese Fehler vermieden, wird dem Experiment als Methode des Unterrichts eine hoch effektive und unverzichtbare Rolle in der Wissensübermittlung und Festigung des Chemieunterrichts zuteil. [15]

5 Der Wein

5.1 Geschichte

Die Geschichte des Weines und damit die Entwicklung und Anwendung der Chemie im Bereich der Weinverarbeitung lässt sich bis um ca. 1.000 vor Christus zurückführen. Sie basiert auf den ersten brauchbaren Quellen, die gefunden wurden und von den Griechen stammen. [18] S. 60

Der Anfang des Weinbaus wird daneben bereits auf ca. 8.000 vor Christus geschätzt. Fossile Funde von Weinreben können bis in die Kreidezeit (vor 67 - 105 Mio. Jahren) datiert werden. Urformen der heutigen Rebe wurden in der Steiermark im Bereich des heutigen Leoben in tertiären Braunkohleflözen gefunden. [19] S. 8

Unterdessen wird der Landstrich von Damaskus über Mesopotamien bis zur Schwarzmeerküste als Heimat der Weinrebe angesehen. [18] S. 60

Vor 10.000 - 5.000 Jahren gelangte die Rebe dann entlang der Donau zu uns. In keltischen Grabhügeln aus der Hallstattzeit fanden sich Traubenkerne der Kulturrebe *Vitis vinifera*, die in einer sehr einfachen Form des Weinbaues erzogen wurden. [20] Der Wein erlebte eine Zeit der Hochblüte in Niederösterreich, als die Römer ihre Sorten mitbrachten und durch Gesetze den Weinbau in den Provinzen regelten. [19] S. 9 Eine systemische Form des Weinbaues entwickelte sich dadurch im Donauraum (heutiges Carnuntum), rund um den Neusiedlersee, im Südburgenland und in der Steiermark bei Flavia Solva (heutiges Leibnitz). [20] [21]

Bis zu Kaiser Marcus Aurelius Probus waren die Anbauggebiete immer weiter in den Norden ausgeweitet worden und unter seiner Regentschaft dann auch bis nördlich der Alpen.

Nach Völkerwanderungen und damit verbundenen Zerstörungen kam der nächste Aufschwung des Weines durch die Lehren und Praxis der Klöster. Im Mittelalter wurden neue Sorten eingeführt und die Kelterung optimiert.

Die Reblaus war gleichzeitig Fluch und Segen für den Wein; mit ihrem Auftreten wurde die Auspflanzung von Edelsorten propagiert. So war das 20. Jhd. von neuen resistenten Unterlagen, neuen Auflagen und vielen Neuerungen im Weinbau geprägt. Die ersten Weinbauschulen öffneten ihre Pforten und somit zog der Wein in den Unterricht ein. [19] S. 10

Vorbild für Schulen, die ihren Unterricht auf Wein spezialisiert haben, sind in Österreich z.B. die HBLA Klosterneuburg² in Niederösterreich, oder die Weinbauschule Silberberg³ in der Südsteiermark. Die Schulen treiben bis heute die Geschichte des Weines in Österreich durch die Forschung im Gebiet Wein und die Ausbildung von jungen Winzern und Winzerinnen voran.

5.2 Region und Klima

Weinbau wird vor allem in der gemäßigten Zone betrieben, auf der nördlichen Halbkugel zwischen dem 30. und 53. Breitengrad. Hier finden sich die Anbaugebiete von Europa, Nordafrika, Nordamerika und Asien. Auf der südlichen Halbkugel auf dem 30. und 40. Breitengrad finden wir Wein in Südamerika, Australien, Neuseeland und Südafrika.

[18] S. 61 [19] S. 12

In Österreich beschränkt sich der Weinanbau vor allem auf den östlichen Teil des Landes. Vier Weinbauregionen und 19 Weinbaugebiete wurden unterschieden. In der Region Steierland finden sich die Weinbaugebiete Südoststeiermark, Südsteiermark und Weststeiermark. [19] S. 15

Österreich lässt sich im Hinblick auf die Weinproduktion in vier große Klimagebiete einteilen: in den Donaauraum, das Weinviertel, den Raum des Pannonischen Klimas und die Steiermark.

[22]

Die Bedeutung des Klimas und der Region, die auf die Böden großen Einfluss haben, wird im Laufe der Bearbeitung der Experimente vertieft.

² HBLA und Bundesamt für Wein- und Obstbau. Klosterneuburg:
<http://hbla.weinobstklosterneuburg.at/seiten/index.php/view.162/>
 (letzter Zugriff: 25.03.2016)

³ Bildungszentrum für Obst- und Weinbau. Silberberg:
<http://www.silberberg.at/schule/info/index.cfm>
 (letzter Zugriff: 25.03.2016)

6 Von der Weintraube zum Wein

Der Wein als Themengebiet ist sehr vielfältig. Die Rebe an sich bietet einen breiten Raum, um viele Aspekte der Lehrpläne für Chemie, Biologie und Physik abzudecken.

Biologie als Zweitfach öffnet einen weiten Blickwinkel und lässt das Potential erkennen, zwischen welchen vielseitigen Themengebieten der Chemie und der Biologie Verbindungen hergestellt werden können und müssen! Das Wissen über eine Lebensform z.B. einer Pflanze bedingt die Kenntnis über die chemischen Hintergründe der Inhaltsstoffe der Pflanzen. Um dies zu verbinden, gilt es, dies den Schülern und Schülerinnen zu vermitteln, um einen Lernerfolg im Sinne des kompetenzorientierten Unterrichts zu erreichen. Fächerübergreifendes Denken soll und muss in Zukunft stärker in den Köpfen der Lernenden und Lehrenden geschehen, und eben dies zu vermitteln soll ein Ziel dieser Diplomarbeit sein.

6.1 Vitis Viniferae - Die Weinrebe

Der Kelterung des Weines geht eine intensive Beschäftigung des Winzers, der Winzerin mit dem Rebstock voraus. Der Aufbau und die Lebensform des Weinstockes müssen daher vorerst beleuchtet werden. Die Organe des Rebstockes teilen sich in die unterirdischen und oberirdischen Organe. [19] S. 27

Die unterirdischen Organe, allen voran die Wurzel, dient vor allem der Verankerung im Boden. Die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen macht die Wurzel zu einem lebensnotwendigen Organ, in dem auch die Speicherung von Reservestoffen vorstatten geht.

Die Ausdehnung des Wurzelsystems reicht bis in eine Tiefe von 10 - 40 cm. Ein starker Anteil an Steinen verhindert im Gegensatz zu einem hohen Feinerdeanteil die intensive Durchwurzlung des Bodens.

Das Wurzelwachstum beginnt später als das Triebwachstum, da es von der Bodenwärme abhängig ist. Die längere Speicherung der Wärme im Boden lässt das Wurzelwachstum bis nach dem Laubfall andauern. [19] S. 27 - 30

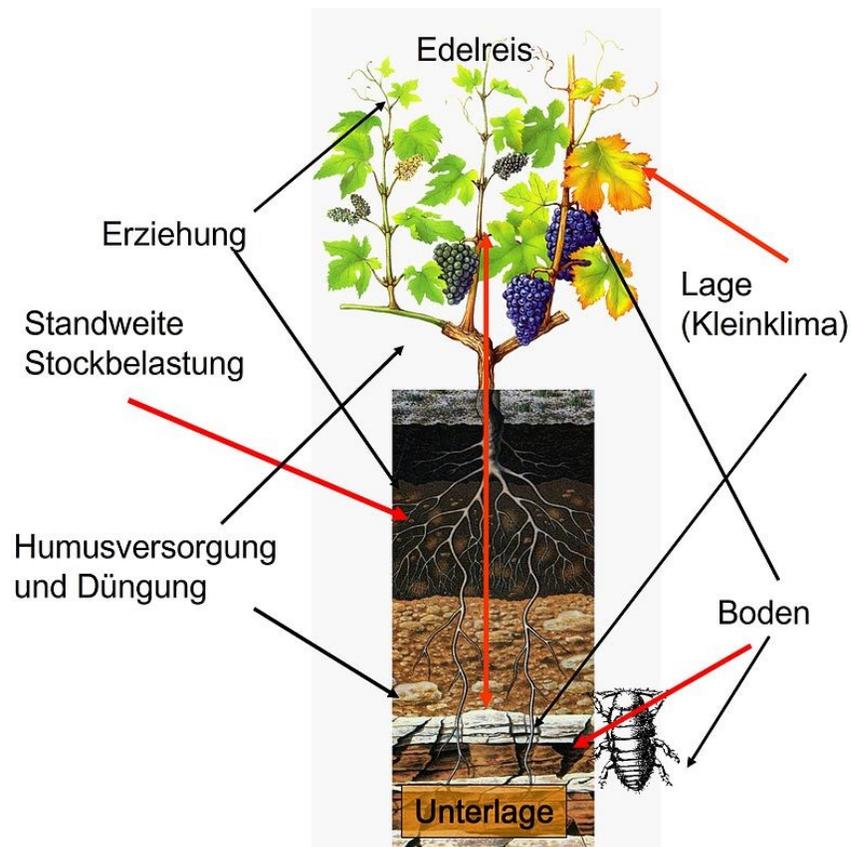


Abbildung 6: Unter- und Oberirdische Organe des Rebstocks [23]

Die verholzten Teile sowie die grünen Organe bilden die oberirdischen Organe der *Vitis Vinifera*.

Der Stamm, die Schenkel und das Kordon vereinen sich zu dem alten Holz, welches mit dem zweijährigen und dem einjährigen Holz die verholzten Teile des Rebstockes definiert. Der Schenkel unterscheidet sich vom Kordon über dessen Länge - er ist eine kurze Verzweigung des Stammes. Vom Kordon wird bei einer längeren Verzweigung gesprochen.

Das zweijährige Holz bildet den Übergang zwischen dem alten und dem einjährigen Holz. Für den Weinbau besonders wichtig ist das einjährige Holz; aus dessen Knospen entstehen die Sommertriebe, welche die diesjährigen Trauben tragen. Das einjährige Holz entfaltet die höchste Fruchtbarkeit, daher wird versucht, nur aus ihm die Sommertriebe sprießen zu lassen.

[19] S. 31



Abbildung 7: Verholzter Teil: altes, zweijähriges und einjähriges Holz

Dem einjährigen Holz sitzen die Augen (Knospen) auf, die gegen Ende des Winters die ersten Lebenszeichen von sich geben. Stimmt die Bodentemperatur, beginnt der Austrieb, der neben der Temperatur und der Tageslänge auch von Phytohormonen bestimmt wird. Die Abscissinsäure, welche für die Winterruhe verantwortlich ist, wird abgebaut, und der Gehalt an Cytokinin nimmt zu. [19] S. 35

Dies ist ein Beispiel dafür, dass nicht nur Tiere von Hormonen gesteuert werden, auch Pflanzen schütten in Geweben Hormone aus, die in anderen Geweben Veränderungen bedingen. [24]

Die inneren Organe des einjährigen Holzes dienen dem Reservestoff- und Wassertransport sowie der Speicherung der Nährstoffe. Es setzt sich aus dem Diaphragma, der Borke, dem Bast, dem Kambium, dem Holz und dem innersten Teil, dem Mark, zusammen. [19] S. 36 - 39

Die Sommertriebe oder grünen Organe entstehen aus den Augen heraus. Die am Sommertrieb wechselständig angeordneten Blätter sind die Quelle der Assimilatbildung. Das in den Blättern vorhandene Chlorophyll wandelt Wasser und Lichtenergie in chemisch gebundene Energie um. Die gewonnene Energie ist in der Lage, das durch die Stomata aufgenommene Kohlendioxid in organischen Verbindungen, vor allem Kohlenhydraten, zu binden.

[19] S. 40 - 44

Die Laubarbeit im Weingarten ist ein effektives Mittel, die Stellung der Blätter an der Rebe zu optimieren und somit eine ideale Auslastung der Fotosyntheseleistung zu erlangen.

Die gebildeten organischen Verbindungen sind die Voraussetzung für eine optimale Reife der Trauben und die Qualität des daraus produzierten Weines.



Abbildung 8: Grüne Organe der Weinrebe [25]

Die Frucht der Rebe ist die Beere, ihr Fruchtstand wird umgangssprachlich als Traube bezeichnet. Eine reife Weintraube enthält Wasser, Mineralstoffe wie Kalium, Magnesium und Calcium, und verschiedene Zucker (Fructose, Glucose und Saccharose). Ihr Gewebe ist vielseitig aufgebaut, neben Pektin und Zellulose enthält es auch Hemicellulose. Äpfel- und Weinsäure sind neben der Bernstein- und Fumarsäure die Säuren mit dem größten Anteil in der Beere. Farbstoffe, Phenole, Gerbstoffe und aromenaktive Substanzen prägen ebenfalls die Weinbeere und deren Sortencharakter. [19] S. 52 - 53

Der Weg des Weines von der Weintraube zum Wein wird in dieser Arbeit erörtert und mit ihm die Inhaltsstoffe, die sich in der Weintraube bzw. im Wein finden. Vom Boden beginnend werden Experimente, die sich auch zur Durchführung in der Schule eignen, gesucht und für den Einsatz im Unterricht bearbeitet.

7 Vorstellung der Experimente

Die Themengebiete Boden, Weintraube, Traubenverarbeitung, Most und Wein werden erarbeitet. Zu Anfang jedes Themengebietes werden Hintergrundinformationen wie z.B. die Bedeutung im Weinbau oder der Kellerwirtschaft bzw. Begriffserklärungen erläutert. Beispiel: Was ist der Most? Wie setzt er sich zusammen?

Die Erarbeitung in diesem Hauptteil der Abhandlung erfolgt systematisch. Die Themengebiete werden je nach Schwerpunkt gegliedert und beinhalten ein Experiment samt Beschreibung. Am Beispiel Boden werden z.B. die Experimente „Wasserdurchlässigkeit von Böden“, „Humus - Der Ionenaustauscher“ und „Bodenacidität“ in den Themenkomplex eingeordnet.

Jeder Schwerpunkt wird aufgrund eines schulrelevanten, thematisch passenden Experiments ausgewählt und es werden drei Teile abgearbeitet.

Im ersten Teil wird der Schwerpunkt in den Weinbau bzw. die Kellerwirtschaft integriert. Wie kommt die Thematik im Weinbau vor? Werden die gleichen Verfahren im Keller angewendet? Warum ist es wichtig, über das Thema Bescheid zu wissen?

Anschließend wird jeweils das Experiment beschrieben. Was wird benötigt, wie läuft das Experiment ab?

Ein Schülerblatt wird im Anhang beigelegt.

Letzten Endes werden die Dimensionen des Kompetenzmodells definiert. Dies erlaubt es, das Experiment mit dem Lehrplan zu verknüpfen (Inhaltsdimension). Die Experimente werden so strukturiert, dass sie immer eine Reproduktions- und Transferleistung sowie die Reflexion beinhalten. Dies wird tabellarisch angegeben. Das Basiskonzept rundet die didaktische Bearbeitung der Experimente ab.

Auf den genauen Chemismus hinter den Experimenten wird nicht explizit eingegangen, nur soweit, wie es nötig ist, um den Zusammenhang mit den Basiskonzepten und den Inhaltsdimensionen zu verstehen.

8 Experimentelles zum Boden

8.1 Allgemeines

Der Boden als Medium vieler wichtiger chemischer Vorgänge stellt im Weinbau die Grundlage der Weintraube dar. Der richtige Standort der Weingärten ist entscheidend. In Österreich und in der ganzen Welt werden bestimmte Riede sogar geschützt, da sie besonders charakteristische Weine hervorbringen.

Der Boden wird aufgrund seiner Korngrößenverteilung in Bodenarten unterteilt. Sand wird in die Größeneinheit eines Kornes mit 2 mm - 0,063 mm eingeteilt. Darauf folgt Schluff mit 0,063 - 0,002 mm und schließlich Ton mit einer Korngröße von unter 0,002 mm. [26]

Die sich daraus ergebenden Vor- und Nachteile für die Landwirtschaft sollen im Experiment „Wasserdurchlässigkeit von Böden“ erforscht werden.

Die Bedeutung der organischen Substanzen in den Böden ist aufgrund der Nährstofffreisetzung bzw. Nährstoffspeicherung relevant. Die Bildung von Humusformen schließt eine chemische Bindung von Kohlenstoff und auch Nährstoffen mit ein. Die Mineralisierung setzt eben diese Nährstoffe wieder frei. Die Eigenschaft des Humus, an seiner Oberfläche Nährstoffe und Schadstoffe zu sorbieren, ist dabei entscheidend.

Die Kationenaustauschkapazität sowie die Säureneutralisationskapazität des Bodens sind daher durch Düngung zu erhalten, um optimale Bedingungen für die Rebe zu schaffen. [27] S. 11

Die Eigenschaft der organischen Substanzen im Boden als Nährstoffspeicher bzw. zur Nährstofffreisetzung werden in „Humus - Der Ionenaustauscher“ betrachtet.

Die chemischen Eigenschaften des Bodens hinter der Säureneutralisationskapazität werden im Experiment „Bodenacidität“ behandelt. Der pH-Wert im Boden ist entscheidend. Eine Änderung des pH-Wertes bedeutet stets eine Änderung der Nährstoffverfügbarkeit und der Lebensbedingungen für die Bodentiere und die Pflanzen.

Die Landwirtschaft muss stets auf die Ansprüche der jeweiligen Pflanze achten, denn verschiedene Kulturen haben verschiedene pH-Wert-Ansprüche an den Boden. Die Bodenacidität geht Hand in Hand mit der Kalkbedürftigkeit der Kulturpflanzen.

Der optimal pH-Wert des Bodens im Weingarten sollte bei 5,6 - 6,5 liegen. Als Gegenbeispiel: der Kalkbedarf von Zuckerrüben ist sehr hoch und liegt bei einem pH von bis zu über 7,2. [27] S. 24

Einfache Experimente zur Bodenacidität und zum Kalkgehalt werden in „Bodenacidität“ erläutert.

8.2 Wasserdurchlässigkeit von Böden

8.2.1 „Von der Weintraube zum Wein“

„Ein guter Weingartenboden ist gut durchlüftet, leicht erwärmbar und durchlässig, er hat einen entsprechenden Gehalt an Nährstoffen, Humus und Feinerde und weist genügend Mächtigkeit sowie eine geregelte Wasserführung auf.“ [19] S. 155

Weine mit wenig Extrakt- und Bukettstoffen gehen aus Sandböden hervor. Tonböden liefern vollblumige, säuerliche Weine. Wie die Weine durch die Böden beeinflusst werden, geht aus der Versorgung mit Mineralstoffen und Wasser hervor. Eine regelmäßige Düngung, das Klima und die Pflegemaßnahmen spielen daneben eine direkte oder indirekte Rolle in der Entwicklung der Trauben und somit der Weine. Die Eigenschaften der Böden sollen die Schüler und Schülerinnen selbst anhand des Experimentes erarbeiten. [19] S. 155

8.2.2 Experiment

Im Experiment zur Wasserdurchlässigkeit von Böden werden die drei typischen Bodenarten untersucht. Die Schüler und Schülerinnen sollen Wasser durch Bodenproben laufen lassen und mittels Zeitmessung und Endvolumenmessung die Bodenproben auf ihre Wasserdurchlässigkeit testen.

In der Diskussion sollen sich Schüler und Schülerinnen Gedanken über die Bedeutung in der Landwirtschaft machen.

Aufgrund der Beobachtung, dass Sand die höchste Wasserdurchlässigkeit hat, sollten sie erkennen, dass es somit das geringste Wasserspeichervermögen hat.

Nährstoffe waschen sich in Sandböden leicht aus und die Erwärmbarkeit im Sommer ist am höchsten. Dies sind die Gründe, warum Sandböden nicht optimal für den Weinbau sind.

Ton hingegen hat eine hohe Wasserhaltekraft. Daraus folgt eine gute Wasserspeicherung in Dürrezeiten, allerdings auch schlechte Durchlüftung und die Erwärmung des Tonbodens erfolgt nur langsam.

Der hohe Nährstoffgehalt aufgrund der niedrigen Auswaschung ist jedoch nur ein einziger positiver Effekt dieser Bodenart.

Der Lehmboden weist die günstigsten Eigenschaften auf, er besitzt neben einer hohen Speicherkraft eine ausreichende Durchlässigkeit. Die Erwärmung ist mittelmäßig und der Nährstoffgehalt im Boden ist verhältnismäßig gut. [27] S. 7

Alternativ könnte den Experimentierenden kein vorgefertigtes Schülerblatt geben werden, sondern auf die Kreativität der Schüler und Schülerinnen abgezielt werden und sie selbst das Experiment planen lassen.

8.2.3 Didaktischer Hintergrund

Lehrplan der Unterstufe- Biologie und Umweltkunde

3. Klasse: Thema Ökologie und Umwelt

„Anhand des Ökosystems Boden und eines landwirtschaftlich genutzten Ökosystems (zB Acker, Wiese) sind ökologische Grundbegriffe (biologisches Gleichgewicht, Nahrungsbeziehungen, ökologische Nische, Produzent - Konsument - Destruent, Stoffkreisläufe) zu erarbeiten und zu vertiefen. Grundlegende geologische Kenntnisse sollen dem Verständnis des Bodens und des Zusammenwirkens von belebter und unbelebter Natur dienen.“ [28]

Inhaltsdimension:

B1- Planet Erde Boden [7]

Anforderungsdimension:

N1 Anforderungsniveau I

Handlungsdimension:

E 1; S 1

8.3 Bodenacidität**8.3.1 „Von der Weintraube zum Wein“**

Der pH-Wert des Bodens ist wesentlich für den Weinbau, da wichtige Spurenelemente bei verschiedenen pH-Werten verfügbar für die Pflanze sind oder nicht. [27] S. 25

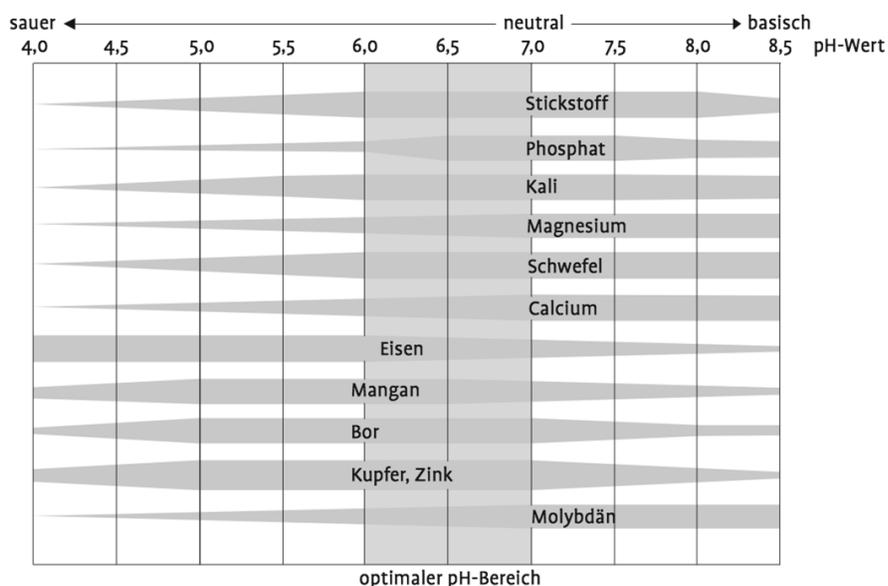


Abbildung 9: Beziehung zwischen Boden-pH-Wert und Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen, aus [29] S. 12

Der Boden ist ein Puffersystem.

Er neutralisiert bzw. puffert sich auf verschiedene Arten. Die Metallionen, wie Ca^{2+} oder Mg^{2+} , aus dem Sorptionskomplex zu verdrängen, wäre eine Möglichkeit. Auf diese Weise den Boden zu puffern hat allerdings die Abnahme der Strukturstabilität des Bodens zur Folge.

Prinzipiell gilt, je mehr Humus im Boden ist, desto stabiler ist dieser, also vertragen humusreiche Böden geringere pH-Werte.

Die im Humus enthaltenen Huminstoffe können über weite Bereiche Hydronium-Ionen aufnehmen, da sie eine stark negative Oberflächenspannung haben.

Die Pufferwirkung des Bodens hängt mit dem Kationengehalt zusammen; je mehr Kationen im Boden enthalten sind, desto mehr H_3O^+ -Ionen können ausgetauscht werden.

Um einer Versauerung entgegenzuwirken, können Basen bildende Kationen wie Ca^{2+} und Mg^{2+} dem Boden zugesetzt werden. Diese Kationen kommen in der Natur meist als Carbonate vor und führen bei pH-Werten unter 5 zu einem Austausch mit freien oder austauschbaren H^+ -Ionen und zur Neutralisation.

Diese chemischen Prinzipien werden in der Landwirtschaft zur Bodenbearbeitung genutzt.

Dabei ist das Wissen um den chemischen Hintergrund entscheidend, denn zu hohe pH-Werte können wiederum negative Auswirkungen haben. So führen hohe pH-Werte zu einer erhöhten Mikroorganismenaktivität, dies hat wiederum eine zu hohe Nährstofffreisetzung zur Folge. Eine zu hohe Freisetzung der Nährstoffe im Boden könnte zu einer Auswaschung dieser führen und wäre kontraproduktiv. [27] S. 25 - 26

8.3.2 Experiment

Das Experiment Bodenacidität beinhaltet zwei Versuchsanweisungen und wurde den „Aktionstipps zum Thema Bodenchemie“ der Homepage www.naturscouts.at entnommen. [30]

Erst wird eine Erdprobe, bevorzugt Humus, mit einer Salzlösung versetzt und filtriert. Der pH-Wert des Filtrats wird gemessen. Der Rückstand sowie das Filtrat werden wieder zusammengeführt und für das nächste Experiment aufbewahrt.

Im zweiten Teil des Experiments soll der Kalkgehalt ermittelt werden. Feste Zitronensäure wird dazu dem Erd – Salzlösungs - Gemisch zugesetzt. Die Zitronensäure reagiert mit der Lauge (Kalk) und es bildet sich Kohlensäure.

Der Grad des „Aufschäumens“ soll den Schülern und Schülerinnen Aufschluss über die Kalkmenge in der Bodenprobe geben.

Beide Experimente gehören in den Themenkomplex Säure-Base- Reaktion und zeigen typische Reaktionen, die im Chemieunterricht sowohl in der Unter- und Oberstufe besprochen werden. Die Experimente können sich der induktiven oder der deduktiven Methode bedienen. Die Experimente eignen sich gut, um in ein Thema einzuführen und die Theorie hinter dem Experiment zu erarbeiten, aber auch, um die davor erlernte Theorie zu beweisen.

Unterstufe:

Die Schüler und Schülerinnen sollen verschiedene Bodenproben vergleichen (Gartenerde, Wiese, Waldboden, usw.). In der Diskussion sollten sie einen Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem Kalkgehalt erkennen. Die Carbonate im Boden sollen als Basen erkannt werden und die Korrelation zur Landwirtschaft geschaffen werden (Bodenbearbeitung mit Kalk). Der Anteil an Humus in den verschiedenen Erdproben und die damit verbundenen Unterschiede der pH-Werte sollen besprochen werden, wobei die Funktion als Puffer nicht im Detail besprochen werden muss.

Die Industrialisierung und der damit verbundene „Saure Regen“ können die Thematik vertiefen. Ein Verständnis der Schüler und Schülerinnen über den Einfluss auf das Bodenleben und die Landwirtschaft wird geschaffen.

Oberstufe:

Das Experiment passt in den Rahmen der Stoffumwandlung und Energetik und kann als Demonstrationsversuch im Bereich der Donator- Akzeptor- Wechselwirkungen eingesetzt werden. Das grundlegende Prinzip der Säure- Base- Reaktion dient als Basis für die Erfassung der im Experiment durchgeführten Thematik.

Die Lernenden sollen das CO_3^{2-} (Kalk) als Base erkennen und wissen, dass sich dabei HCO_3^- bildet und sich daraus CO_2 abspaltet. Das Reaktionsprodukt wird als Kohlensäure identifiziert. Die Bedeutung eines Puffers in einem System soll besprochen werden. Daneben wird der Kationenaustausch mit den H^+ - Ionen genauer betrachtet. Dabei sollte besprochen werden, welche Kationen im Humus vorkommen und wie sie gebunden sind.

Als Ergänzung kann die „Abbildung 9: Beziehung zwischen Boden-pH-Wert und Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen, aus [29] S.12“ deutlich machen, warum eine Anhebung des pH-Wertes in Böden wichtig ist.

Der Bedeutung des pH-Wertes für das Edaphon und das Wissen der Landwirte und Landwirtinnen über die Vorgänge in ihren Äckern sind ein gutes Beispiel dafür, wie die Chemie im alltäglichen Leben vertreten ist.

8.3.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Donator - Akzeptor - Konzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C3 Grundmuster chemischer Reaktionen

Säuren, Basen, Neutralisation, Salze, pH-Wert

Anforderungsdimension:

N2 Anforderungsniveau II

Handlungsdimension:

W 4; E 4

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Stoffumwandlung und Energetik

Donator – Akzeptor - Wechselwirkungen

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 5: Handlungsdimension - Bodenacidität

Reproduktionsleistung	EO 1;
Transferleistung	EO 2; WO 4;
Reflexion/ Problemlösung	EO 5; KO 6;

8.4 Humus - Der Ionenaustauscher

8.4.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Das Experiment über den Humus als Ionentauscher hat denselben landwirtschaftlichen und chemischen Hintergrund wie das vorangegangene Experiment zur Bodenacidität. Zur genaueren Erklärung siehe „Bodenacidität“.

8.4.2 Experiment

Die Experimentierenden sollen je eine Lösung aus Wasser und roter Tinte sowie eine Lösung mit Wasser und blauer Tinte herstellen und zu je einer Bodenprobe hinzufügen. Nach kräftigem Schütteln werden die Lösungen filtriert. Die Beobachtung ergibt, dass die Lösung mit der roten Tinte im Filtrat hellrot - orange ist. Im Vergleich zur Ausgangslösung ist diese also nur leicht verändert.

Das Filtrat mit der blauen Tinte ist „farblos“, wobei die Lösung getrübt von der Erde sein kann. Die blaue Farbe ist allerdings vollständig „verschwunden“.

Der Diskussion sollte vorausgegangen sein, dass der Boden, speziell humusreiche Erde, Bodenkolloide enthält, die großteils negativ geladen sind.

Mit diesem Wissen können SchülerInnen erkennen, dass die Farbstoffe unterschiedlich geladen sein müssen. Der blaue Farbstoff ist ein kationischer Farbstoff und somit positiv geladen, er wird von den negativ geladenen Bodenteilchen gebunden.

Triarylmethanfarbstoffe bilden die Grundlage für viele Tinten. [31]

„Nach färberischen Gesichtspunkten können die Diphenyl- und Triphenylmethanfarbstoffe in Säurefarbstoffe, basische Farbstoffe, Chromier- und Beizenfarbstoffe sowie substantive Farbstoffe eingeteilt werden. Sie dienen als Farbstoffe für Seide, Wolle, gebeizte Baumwolle, Papier, Lebensmittel, Arzneimittel, Kosmetika, zur Herstellung von Lacken, Tinten und Druckfarbe sowie für mikrobiologische Anfärbemethoden.“ [31]

Der rote Farbstoff der Tinte (Eosin) hingegen ist negativ geladen und wird somit nur schwer bis gar nicht gebunden.

Wird dem Rückstand der blauen Tinte Zitronensäurelösung hinzu gegeben, so entsteht ein blaues Filtrat; der basische, kationische Farbstoff wird nicht mehr von den Bodenkolloiden gehalten. Die Kationen werden mit den H_3O^+ - Ionen ausgetauscht.

Das Experiment gehört in das Themengebiet der Bindungsarten und kann sowohl in der Ober- als auch in der Unterstufe eingesetzt werden. Der Bezug zur Biologie ist hier herzustellen, um die Bedeutung dieses Vorganges für den Nährstoffkreislauf der Pflanzen zu demonstrieren.

Die Definition von Anionen und Kationen und die Beispiele dieser im Boden, z.B. Mg^{2+} , Ca^{2+} , usw. sollte besprochen werden.

Als Zusatz für die Oberstufe kann die Verwendung des Prinzips des Ionentauschers als Trennmethode besprochen werden.

Das Experiment kann äquivalent mit Methylenblau als kationischem Farbstoff und Eosin als anionischem Farbstoff durchgeführt werden.⁴

8.4.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Struktur - Eigenschafts - Konzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C1 Aufbau der Materie

Chemische Bindungen

Anforderungsdimension:

N1 Anforderungsniveau I

Handlungsdimension:

W1; W4; E1; S2

⁴ Eine Versuchsanleitung dazu findet man im Buch „Biochemische und physiologische Versuche mit Pflanzen“, von Volker Schmitt und Aloysius Wild. [43]

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Strukturen und Modellbildung

Rohstoffe, Synthesen und Kreisläufe (Umweltanalytik)

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 6: Handlungsdimension - Humus - Der Ionenaustauscher

Reproduktionsleistung	EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 4;
Reflexion/ Problemlösung	WO 5; EO 6; KO 6;

9 Experimentelles zur Weintraube

9.1 Allgemeines

„Wasser, Gewebe (Zellulose, Hemizellulose, Pektin), Mineralstoffe (K, Mg und Ca), Zucker (Glukose, Fruktose und Saccharose), Säuren (Äpfelsäure- und Weinsäure, Bernstein- und Fumarsäure), Farbstoffe (Anthocyane, Carotinoide), Phenole (Zimt- und Gallussäure, Phenolcarbonsäuren) Gerbstoffe (Flavonoide, Tannine, Catechine) und aromenaktive Substanzen (Fruchteter, höhere Alkohole, Terpene, Thiole, Mercaptane, Pyrazine usw.)“ [19] S. 53

Die zitierte Auflistung entspricht der Zusammensetzung einer reifen Weintraube/ Weinbeere. Je nach Sorte sind bestimmte Inhaltsstoffe der Beere verschieden stark ausgeprägt, damit bestimmen die Beere und ihre Behandlung im Weingarten den Charakter der Weintypen.

Ab Dezember 2016 tritt die EU-Informationsverordnung in Kraft. Diese Informationsverordnung beinhaltet eine verpflichtende Nährwertkennzeichnung. Brennwert, Eiweiß, Kohlenhydrate, Zucker, Fett, gesättigte Fettsäuren und Salz müssen auf den Produkten verpflichtend angegeben werden. [32]

Diese Nährwertdeklaration auf 100 g Weintrauben umgelegt würde folgendes Etikett ergeben.

Tabelle 7: Durchschnittliche Nährwerte von 100 g Weintrauben; Werte entnommen aus [33] [34]

Durchschnittliche Nährwerte	Pro 100 g
Brennwert	297 kJ 71 kcal
Eiweiß	0,70 g
Kohlenhydrate	15,60 g
davon Zucker	15,40 g
Fett	0,30 g
davon gesättigte Fettsäuren	0,12 g
Na ⁺	0,002 g
Ballaststoffe	0,80 g

Die Inhaltsstoffe, die in reifen Beeren eingelagert sind, werden Most genannt. Die im Mostgewicht enthaltenen und in erster Linie betrachteten Inhaltsstoffe im Most sind die Kohlenhydrate.

Im Most werden vornehmlich die Monosaccharide Glucose und Fructose vorgefunden. Das Verhältnis dieser beiden Einfachzucker liegt im Most üblicherweise bei 1:1, die Veränderung dieses Verhältnisses im Zuge der Weinbereitung wird beobachtet und sollte im Hinterkopf behalten werden.

Weitere wichtige Stoffe im Most stellen die Säuren dar, wobei die Äpfelsäure und die Weinsäure gegenüber der enthaltenen Zitronensäure dominieren. Die Phenole, zu denen die Farbstoffe zählen, kommen im Most in einem Bereich von 0,2 - 1,5 g/L vor, werden jedoch auch durch ein Experiment näher betrachtet. [35] S. 10

9.2 Mostgewichtmessung mit dem Refraktometer

9.2.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Die Messung des Mostgewichts stellt eine der wichtigsten Schritte in der Lesevorbereitung dar. Die Angaben des Mostgewichts unterscheiden sich in drei Möglichkeiten, wie die Menge der gelösten Stoffe angegeben werden kann.

- „1. die mengenmäßige Angabe aller gelösten Inhaltsstoffe z.B. als Gewichtsprozent ($^{\circ}\text{Balling}$, $^{\circ}\text{Brix}$),
2. Die mengenmäßige Angabe von Kennzahlen, die aus den Gesamtinhaltsstoffen abgeleitet werden ($^{\circ}\text{KMW}$ und %vol natürlicher Alkohol),
3. Die vereinfachte Angabe der relativen Dichte (Oechsle). „ [35] S. 11

In Österreich wird unter Fachleuten traditionell über die $^{\circ}\text{KMW}$ gesprochen. Die sogenannten Grade Klosterneuburger Mostwaage leiten sich von Beobachtungen von August Wilhelm Freiherr von Babo und Roesler ab. Er erkannte, dass ein Traubenmost ca. 17 Teile Zucker und 3 Nicht-Zuckerteile hat. Die $^{\circ}\text{KMW}$ werden als Zuckergrade bezeichnet.

Laut Definition entspricht ein Grad KMW einem Gramm Zuckerstoff pro 100 Gramm Most (bei $17,5^{\circ}\text{C}$). [35] S. 12

„ $20^{\circ}\text{KMW} = 200 \text{ g Zuckerstoffe/kg Most } (17,5^{\circ}\text{C})$ “ [35] S. 12

Önologisch wichtige Berechnungen gehen von den gemessenen °KMW aus. Die Alkoholausbeute in %vol. wird über die °KMW mal 0,65 - 0,67 berechnet.

Je höher der Reifegrad des Traubenmaterials ist, dementsprechend sollte der höhere Faktor in die Berechnung mit einbezogen werden.

Weltweit in der Weinbereitung verbreitet werden die Grade Oechsle (°Oe) gefunden. Der deutsche Apotheker Oechsle bediente sich der relativen Dichte, um das Mostgewicht anzugeben. °Oe entsprechen dem tausendfachen Wert der relativen Dichte um 1,000 vermindert.

80°Oe sind somit gleich einer relativen Dichte eines Mostes von 1,080.

Die Umrechnungsformeln von °Oe und °KMW schwanken zwischen genauen und groben Umrechnungen. [35] S. 13 - 16

Formel 1: genaue Umrechnung °Oechsle °KMW [35] S. 16

$$^{\circ}Oe = ^{\circ}KMW \times ((0,022 \times ^{\circ}KMW) + 4,54)$$

Formel 2: grobe Umrechnung °Oechsle °KMW [35] S. 16

$$^{\circ}KMW = \frac{^{\circ}Oe}{4} - 3 \cong \frac{^{\circ}Oe}{5}$$

$$^{\circ}Oe \cong (KMW + 3) \times 4$$

$$^{\circ}Oe \cong KMW \times 5$$

In der Weinbereitung sind verschiedene Mostgewicht-Analysemethoden verbreitet. Direkt im Weingarten wird das Mostgewicht der Weinbeere häufig mit dem Refraktometer gemessen. Die Methode nutzt die Physik. Die Lichtbrechung in verschiedenen Medien wird ausgenutzt. [35] S. 19

9.2.2 Experiment

Das Mostgewicht von Trauben soll ermittelt werden. Dazu wird ein Refraktometer verwendet. Am Refraktometer kann das Mostgewicht an vier Skalen abgelesen werden. Die Werte in °Oe und °KMW sollen notiert und verglichen werden. Mithilfe der Umrechnungsformeln können die Werte auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Die Schüler und Schülerinnen sollen durch dieses Experiment ihre Fähigkeiten im Bereich der Interpretation von Quellen stärken.

Der Zusammenhang zwischen dem Mostgewicht und dem Zuckeranteil wird im Vorhinein besprochen.

Die Bedeutung der Messung der Zuckergrade ist Thema der Diskussion.

Die Experimentierenden sollen die Notwendigkeit des Zuckeranteils für die Umwandlung in Alkohol erkennen. Die Gärung als Prozess der Alkoholgewinnung sollte dem Lehrstoff bereits vorangegangen sein und ein themenübergreifendes Denken fördern.

Dieses Experiment ist für die Oberstufe gedacht, es verlangt das Basiswissen über die Definition der Dichte und der Lichtbrechung aus dem Physikunterricht.

Im Lehrplan des Chemieunterrichts ist dieses Experiment eine Ergänzung zum Thema Kohlenhydrate. Der Aufbau, die Einteilung und Eigenschaften dieses organischen Themas sind die Grundlage des Experimentes. Die Rolle der Zucker in der Gärung findet sich in der Inhaltsdimension der Stoffumwandlung und Energetik. Der Aufbau der Kohlenhydrate findet sich im Gebiet der Strukturen und Modellbildung wieder.

9.2.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Kohlenhydrate: Struktur - Eigenschafts - Konzept

Gärung: Energiekonzept

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Strukturen und Modellbildung

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 8: Handlungsdimension - Mostgewichtmessung mit dem Refraktometer

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2; EO 4;
Reflexion/ Problemlösung	EO 6; KO 7;

9.3 pH-Wert der Weintraube

9.3.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Die Entwicklung der Säure in der Weinbeere im Zuge der Reife spielt neben dem Gehalt an Zucker eine entscheidende Rolle. Am Beginn der Reife nimmt die Gesamtsäure ab, der Zuckergehalt zu und auch die Bukettstoffe lagern sich ein. Ist das richtige Zucker/ Säure – Verhältnis vorhanden, kann mit der Lese begonnen werden.

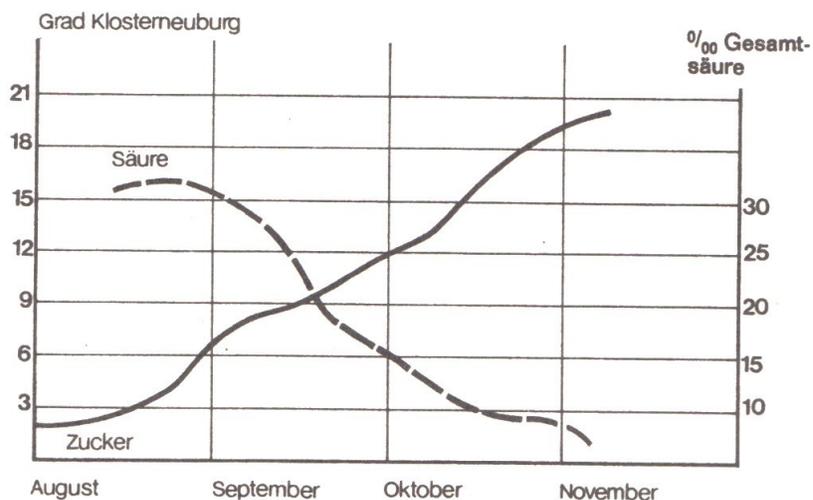


Abbildung 10: Zucker-Säure-Diagramm, aus [36] S. 21

In der Abbildung 10 ist deutlich der optimale Lesezeitpunkt zu erkennen. Mitte September sind Zucker und Säure im optimalen Verhältnis vorhanden und die Lese kann beginnen.

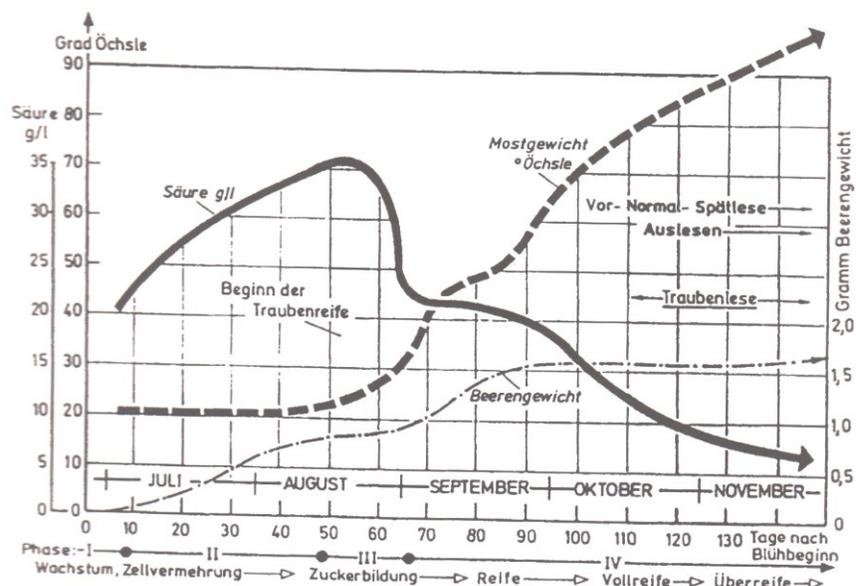


Abbildung 11: Verlauf des Wachstums und der Reife der Weinbeere, aus [37] S. 14

In Abbildung 11 werden nicht nur das Säure- Zucker Verhältnis, sondern auch das Beerengewicht und die Stadien der Reife mit einbezogen. Die Tage der Reife sowie der optimale Lesezeitraum sind im Diagramm angegeben.

Die Säuren spielen vor allem im Most und im Flaschenwein eine bedeutende Rolle und werden an diesen Stellen näher beleuchtet.

9.3.2 Experiment

Der pH-Wert der Trauben soll ermittelt werden. Dazu werden Trauben, Traubensaft und Wein vermessen. Der Saft der Weinbeeren wird ausgepresst und dessen pH-Wert mit pH-Papierstreifen ermittelt. Ebenfalls auf ihren pH-Wert hin geprüft werden Traubensaft und Wein. Die pH-Werte werden notiert und die Abnahme des pH-Wertes im Laufe der Weinbereitung sollte erkannt werden. Der pH-Wert sollte über die Weinbeere hin zum Wein steigen, da ein starker Einfluss von Säuren negativ auf den Geschmack des Weines wirkt.

Die Bedeutung von Säuren und Basen, ihre Eigenschaften und die Messung des pH-Wertes müssen dem Experiment vorangegangen sein.

Das Experiment kann sowohl in der Unterstufe als auch in der Oberstufe eingesetzt werden.

Die Interpretation der Diagramme muss in die Nachbesprechung der Experimente miteinfließen. Die Vorgänge in der Weinbeere in den verschiedenen Phasen der Blüte könnten angesprochen werden. Dabei wird das Thema Weinsäure und Apfelsäure bearbeitet, da diese im Laufe der Reife immer wieder abwechselnd stark abgebaut werden und somit den Charakter des Weines stark beeinflussen.

Das Arbeiten mit den Indikatorstreifen ist schnell und einfach durchzuführen und kann jederzeit in den Unterricht eingebaut werden. Die Interpretation der Diagramme fördert die Kompetenz, Zusammenhänge zu erkennen. In der Unterstufe ist es zu empfehlen, Abbildung 10 in den Unterricht mit einzubeziehen. In der Oberstufe kann die komplexere Abbildung 11 verwendet werden. Im Zuge der Matura könnte das Diagramm als Ergänzung zu den Themen Zucker oder Säure bearbeitet werden.

9.3.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Donator - Akzeptor - Konzept

Säure - Base - Reaktion

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C3 Grundmuster chemischer Reaktionen

Säure, Base, pH-Wert

Anforderungsdimension:

N2 Anforderungsniveau II

Handlungsdimension:

W2; E1; E4;

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau II

Tabelle 9: Handlungsdimension - pH-Wert der Weintraube

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2;
Reflexion/ Problemlösung	EO 7;

9.4 Anthocyane - Die natürlichen Indikatoren

9.4.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Die Begriffe Gerb- oder Farbstoffe werden in der Weinbranche gerne verwendet, wobei damit die phenolischen Inhaltsstoffe gemeint sind. Bis zu 8.000 Verbindungen lassen sich aufgrund ihrer Reaktionsweisen in fünf Stoffgruppen einteilen. Die Phenolcarbonsäuren, die Flavonole, die Catechine (Flavan-3-ole), die Proanthocyanidine (Flavandiole) sowie die Anthocyanidine. [37] S. 39

Ein aromatisches Ringsystem, an dem mindestens eine Hydroxyverbindung gebunden ist, bildet die Grundlage der Phenole. Die sekundären Inhaltsstoffe dienen der Pflanze zur Anlockung von Insekten und Vögeln, die ihre Samen verbreiten. Der bittere Geschmack der Phenole schützt die Pflanzen vor Schäden durch Fraß. Phenole sind in Wasser gut löslich und bilden Komplexe mit Metallen, die dunkelblau bis grün sind und als Tinte verwendet werden können. Ein störender Nebeneffekt für die Weinbereitung ist die Oxidationsanfälligkeit der Phenole. Sie bilden braune Niederschläge und haben einen breiten und schalen Geschmack. Gesundheitlich gesehen sind die antioxidativen Eigenschaften der Phenole positiv. Die Funktion als Radikalfänger vermindert das Risiko für Herz-Kreislauf- Erkrankungen. Den Phenolen werden auch krebsvorbeugende, tumor- und entzündungshemmende Eigenschaften zugeschrieben. [38] S. 46

In der Europäischen Rebe sind die Anthocyane ausschließlich in der Beerenhaut zu finden. Im Laufe der Maischegärung laugt der Saft der Weinbeeren den Farbstoff aus den gequetschten Trauben aus. Der Farbstoff ist leicht zu beeinflussen von Temperatur und Licht und ist stark abhängig vom pH-Wert des Mostes bzw. Weines. So nimmt der Anteil an roten Farbmolekülen mit steigendem pH-Wert ab. Die Farbe des Weines ist sehr wichtig für den Charakter eines Weines, daher ist es wichtig, die Farbe in der Weinbereitung optimal zu stabilisieren. [39] S. 52

9.4.2 Experiment

Das Experiment basiert auf den Eigenschaften der Anthocyane als Indikatoren.

„Von prägender Bedeutung für Rotwein sind deren rote Farbstoffe, die sogenannten Anthocyane, dies sind Glykoside von fünf Substanzen, nämlich Malvidin (Malvidin-3-glucosid= Önin), Delphinidin, Cyanidin, Petunidin und Peonidin. In Abhängigkeit vom pH-Wert verändert sich die Formel dieser Moleküle, wobei nur die im sauren Milieu vorliegende kationische Form rot gefärbt ist.“ [38] S. 47

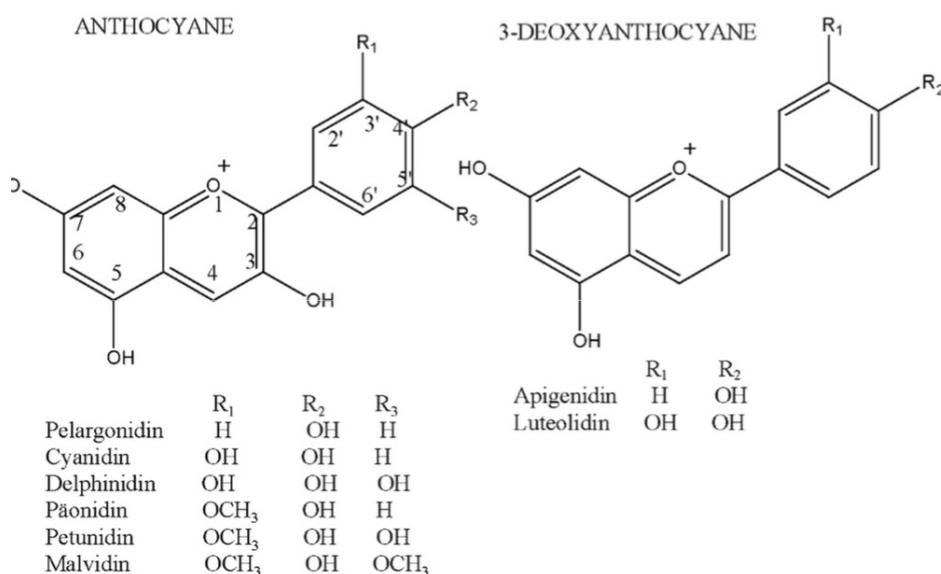


Abbildung 12: Struktur Anthocyane, aus [40] S. 234

Die Schüler und Schülerinnen füllen drei Bechergläser mit etwas Wein und geben zum ersten Becherglas etwas Soda hinzu. Die Mischung wird blau.

Zum zweiten Glas kommt etwas Essig hinzu. Die pH-Werte der drei Lösungen werden gemessen und notiert. Dann sollen die Lernenden die Wein-Essig- Mischung mit Soda neutralisieren. Dabei schäumt die Lösung auf.



Abbildung 13: Rotwein- Indikator Experiment

In der Diskussion sollten die Schüler und Schülerinnen den Farbumschlag als Reaktion eines Indikators erkennen. Die Messung des pH-Wertes der Lösungen beweist diese Theorie.

Das Experiment kann sowohl in der Unter- und Oberstufe eingesetzt werden.

In der Unterstufe sollte der Wein durch roten Traubensaft ersetzt werden, der Einsatz von Wein in der Unterstufe ist nicht zu empfehlen.

Die Theorie hinter dem Experiment benötigt das Wissen über Säure- Base- Reaktionen, die Neutralisationsreaktion und die Eigenschaften von Indikatoren.

Die protonierte Form liegt im sauren Milieu vor, wobei Licht einer anderen Wellenlänge absorbiert wird. [41] S. 539 Die rote Farbe ist dabei der Farbstoff in der protonierten Form und wechselt bei der Deprotonierung in eine für uns wahrnehmbare blaue Form.

Der Umschlagpunkt kann durch Zugabe von Soda ermittelt werden, dies ist jedoch für den Einsatz in der Schule aus zeitlichen Gründen nicht zu empfehlen.

Das Experiment ist sehr simpel und könnte alternativ selbst von den Experimentierenden geplant werden.

9.4.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Struktur - Eigenschafts- Konzept

Donator - Akzeptor - Konzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C2- Einteilung und Eigenschaften der Stoffe

Eigenschaften wichtiger Substanzen und Stoffklassen

C3- Grundmuster chemischer Reaktionen

Säuren, Basen, Neutralisation, Salze, pH-Wert

Anforderungsdimension:

N1 Anforderungsniveau I

Handlungsdimension:

W1; E1; (E2);

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 10: Handlungsdimension - Anthocyane - Die natürlichen Indikatoren

Reproduktionsleistung	EO 1;
Transferleistung	EO 4 ;
Reflexion/ Problemlösung	EO 6 ;

10 Experimentelles zur Traubenverarbeitung

10.1 Allgemeines

Nach der Weinlese erfolgen die ersten Traubenverarbeitungsschritte, das Rebeln, das Maischen und das Pressen

„Unter Rebeln, Abbeeren oder Entrappen, verstehen wir die Trennung der Beeren vom Stielgerüst.“ [42] S. 13

Die Weintrauben werden mit einem rotierenden Flügel in gelochten Zylindern von den Stielen getrennt. [42] S. 13

Die grünen Stiele verursachen einen grasigen Geschmack im Wein, daher werden sie abgetrennt. Würden sie beim Pressvorgang erhalten bleiben, würde dies eine bessere Presswirkung bedingen. Je nach Qualität des Traubenmaterials und der Weiterverarbeitung muss entschieden werden, ob gerebelt werden soll oder es nicht nötig oder gar nicht möglich ist. [37] S. 23 - 24

„Unter Maischen verstehen wir ein leichtes Quetschen der Trauben mit geeigneten Traubenmühlen, um die Beeren zu öffnen, damit der Saft leichter austritt.“ [42] S. 13

„Die Maischebehandlung ist abhängig vom Gesundheitszustand und der Reife der Trauben und bestimmt den Charakter des Endproduktes wesentlich mit.“ [37] S. 25

Der Maische wird SO₂ zugesetzt, um das geöffnete Lesegut vor Oxidation und mikrobieller Aktivität zu schützen.

„Die Schwefelung erfolgt zumeist mit pulverförmigem Kaliumpyrosulfit (KPS), am einfachsten direkt auf die Trauben, sodass bereits beim Rebeln und Maischen eine Durchmischung erfolgt.“ [37] S. 26

Im Zuge des Rebelns wird dem Lesegut Pektinase zugesetzt. Das Enzym wird in der gesamten Maische verteilt und wirkt sich positiv auf die Pressbarkeit der Maische aus.

10.2 Wundermittel Pektinase

10.2.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Pektinverbindungen bilden neben Cellulosen und Hemicellulosen das Grundgerüst der pflanzlichen Zellwand. Diese Verbindungen gehören zu den Polysacchariden und sind häufig im Pflanzenreich anzutreffen. Weitere Polysaccharide sind Stärke und Inulin, die als Speicherstoffe und Reservestoffe in der Pflanze dienen.

Pektin wird als Polysaccharid aus Monosaccharideinheiten aufgebaut, die über glykosidische Verbindungen eine Kette bilden. [43] S. 20

„Chemisch besteht Pektin zum größten Teil aus α -D-(1-4)-Galakturonan, in dem die Carboxylgruppen teilweise mit Methanol verestert sind.“ [40] S. 649

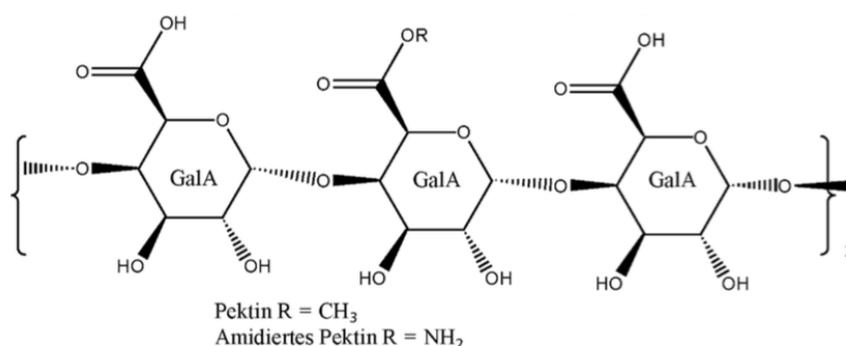


Abbildung 14: Struktureinheit Pektin aus [40] S. 649

Trauben enthalten je nach Jahr verschiedene Mengen an Pektin, die Aufspaltung des Polysaccharides wird durch Enzyme bedingt, die in der Weinbeere enthalten sind. [37] S. 27 Der Abbau des Pektins in der Traube ist anhand des Weichwerdens der Beeren zu erkennen. Im Juli sind die Beeren noch grün und hart. Bereits im August werden die Trauben hell und weich, der Anteil an Pektin nimmt ab. [19] S. 57

Im Zuge der Traubenverarbeitung wird das Lesegut mit pektolytischen Enzymen versetzt, um die Abbaugeschwindigkeit zu erhöhen, eine Temperaturstabilisierung bei ca. 10 °C bedingt die höchste Aktivität der Enzyme.

Eine schonende Verarbeitung des Traubenmaterials ist in jeder Phase der Weinbereitung wichtig, der Abbau des Pektins lässt eine schonendere Pressung zu. Ein höherer Auspressgrad kann trotz geringerem Druck erreicht werden. [37] S. 27

Die Klärung des Mostes wird durch das Polysaccharid Pektin erschwert. Der Einsatz vom Enzym Pektinase zum Abbau ist gängige Praxis in der Traubenverarbeitung. [36] S. 28 Die Spaltung der polymeren Struktur bringt eine Erniedrigung der Viskosität mit sich. Dieses Prinzip wird im Most ausgenützt, da die Klärung und Filtration verbessert bzw. erleichtert werden können. [37] S. 39

„Aufgrund der Wirkungsweise unterscheidet man verschiedene pektin-spaltende Enzyme. Pektinmethylesterasen spalten Methanolgruppen ab, Polygalacturonasen trennen die Polygalacturonsäureketten in kleine Bruchstücke auf.“ [37] S. 39

10.2.2 Experiment

Die Wirkung von Enzymen auf die Struktur von Polysacchariden soll demonstriert werden, indem Traubenmaterial mit und ohne Pektinase gepresst wird.

Der je gleichen Menge an Weintrauben wird einmal Pektinase zugesetzt. Das dadurch behandelte und das unbehandelte Traubenmaterial werden mit einem Mixer aufgeschlossen. Nach 15 Minuten werden jeweils die Volumina an ausgetretenem Most mit einem Messzylinder eruiert.

Das restliche Traubenmaterial wird kräftig ausgepresst und wieder werden die Volumina des Traubenmaterials mit und ohne Pektinase vermessen. Die erbeuteten Volumina des Seihmostes und des Pressmostes werden addiert. Die Ausbeuten können verglichen werden.

Entsprechende Pektinase- Produkte können von der Firma Erbslöh⁵ erworben werden.

⁵ <http://www.erbsloeh.com/de/home> (letzter Zugriff: 10.05.2016)



Abbildung 15: Pektinase Versuch; links: Seihmost von behandelten Trauben; rechts: Seihmost von unbehandelten Trauben

Die Ausbeute an Seihmost bei den mit Pektinase behandelten Trauben ist wesentlich höher als die Ausbeute des Traubenmaterials ohne das Enzym. Das Enzym konnte das Pektin der Weintrauben abbauen, wodurch mehr Most austreten konnte, der in den Zellwänden gespeichert wurde.

Der Pressmost wurde durch mechanische Anwendung aus den Beeren geholt, wobei die Ausbeuten mit und ohne Pektinase sich nur unwesentlich unterscheiden. Insgesamt wird eine etwas höhere Ausbeute an Most mit der Zugabe der Pektinase in Kombination mit einer mechanischen Pressung erreicht.

Den Schülern und Schülerinnen soll die Rolle des Enzyms als „Sprenger der Ketten“ vor Augen geführt werden. Das Experiment lässt sich optimal im Zuge der Erarbeitung der Polysaccharide und deren Bedeutung in der Natur eingliedern. Der Aufbau von Polysacchariden und deren Eigenschaften werden betrachtet. Die Struktur der Galacturonsäure als Basis des Pektins wird besprochen.

Das Experiment lässt sich sowohl in der Oberstufe als auch in der Unterstufe einsetzen.

Alternativ kann das Enzym in den Vordergrund gestellt werden. Die Abhängigkeit der Aktivität des Enzyms bei verschiedenen Temperaturen könnte erforscht werden.

Der Versuchsaufbau wäre dabei gering abzuändern.

Vier Versuchsansätze mit der gleichen Menge an Trauben werden wie beim vorherigen Experiment vorbereitet. Drei der Ansätze werden mit der gleichen Menge an Enzym versetzt. Die gequetschten Materialien mit Pektinase werden nummeriert. Ansatz 1 wird bei 0 °C, Ansatz 2 wird bei 10 °C und Ansatz 3 wird bei 30 °C 15 Minuten stehen gelassen. Die Volumina der Ausbeute der vier Ansätze werden verglichen.

Die Pektinase arbeitet optimal bei 10 °C, die Abhängigkeit der Aktivität kann durch diesen Versuch gut dargestellt werden.

Die Enzyme, ihre Einteilung, Verwendung, der Aufbau und ihre Eigenschaften bilden die Grundlagen zum Verständnis des Experimentes.

Dieses Experiment könnte von den Schülern und Schülerinnen nach Besprechung der Temperaturabhängigkeit von Enzymen selbst geplant und durchgeführt werden.

10.2.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Struktur - Eigenschafts - Konzept

Energiekonzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C2 Einteilung und Eigenschaften der Stoffe

Eigenschaften wichtiger Substanzen und Stoffklassen

Anforderungsdimension:

N2 Anforderungsniveau II

Handlungsdimension:

W4; E1; E4;

*Oberstufe/ Matura***Inhaltsdimension:**

Strukturen und Modellbildung

Stoffumwandlung und Energetik

Chemie und Leben

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 11: Handlungsdimension - Wundermittel Pektinase

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 3; EO 2;
Reflexion/ Problemlösung	EO 6; KO 7;

11 Experimentelles vom Most bis zum Wein

11.1 Allgemeines

Ab dem Pressen arbeiten die Winzer und Winzerinnen nicht mehr mit den Weintrauben, sondern dem Most.

Der durch das Pressen gewonnene Most wird in drei Kategorien eingeteilt.

Der Seihmost, der ohne Druck gewonnen wird und sehr hochwertig ist, bildet 40 – 50 % des Mostes. Nach einigen Pressvorgängen wird der Pressmost gewonnen, welcher ebenfalls 40 – 50 % ausmacht. Äußerst extraktreich, allerdings auch stark gerbstoffhaltig und damit nicht optimal für die Qualitätsweinbereitung ist der Scheitermost. Diese 10 % der Traubenausbeute werden häufig vom Seih- und Pressmost abgetrennt. [44] S. 21

Die wichtigsten Inhaltsstoffe des Mostes sind ident mit denen der Weintraube, siehe „Experimentelles zur Weintraube“.

Die Experimente in diesem Kapitel spiegeln die Bearbeitung des Mostes vom Pressen bis vor den Prozess der Gärung wider.

Verschiedene Mostbehandlungen werden auf Basis des vorhandenen Lesegutes bzw. der Weiterverarbeitung angewendet.

Die Qualität eines Weines kann durch Lüften, Schwefeln, Entschleimen oder Vorklären, Anreicherung, Bentonitbehandlung, Entsäuern, Einsatz von Aktivkohle, einer Enzymbehandlung oder einer Gerbstoffbehandlung beeinflusst werden. [37] S. 44

Die Wirkung der Aktivkohle auf den Most und die Gerbstoffbehandlung mit Kasein wurden für den Einsatz in der Schule adaptiert.

Die Mostuntersuchungen unterstützen die Wahl der Behandlungsmaßnahmen und geben Auskunft über die Mostzusammensetzung. [37] S. 36

„Grobeinteilung und durchschnittliche Konzentrationen

Wasser 780g/l

Kohlenhydrate (Zucker) 120 - 250 g/l

Säuren 6 - 15 g/l

Mineralstoffe (Asche) 2,5 - 5 g/l

Stickstoffverbindungen 0,2 - 1,4 g/l

Polyphenole (Gerbstoffe, Farbstoffe) 0,1 - 2,5 g/l“ [37] S. 36

Die wichtigsten Mostuntersuchungen sollte ein Weinbauer, eine Weinbäuerin selbst durchführen können. Dazu zählen die Bestimmung des Mostgewichtes und die Bestimmung der Säure. Diese Untersuchungen sind wesentlich für die Anreicherung oder Entsäuerung des Mostes.

Zum Themengebiet Mostuntersuchung wurden die Experimente „

Ist der Zucker noch ganz dicht?“ ,8,6 g/L - Gesamtsäuremessung“ und „Sei doch nicht sauer! - Kalkentsäuerung“ erarbeitet.

11.2 Aktivkohle - Der Saubermacher des Weines

11.2.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Der Saubermacher des Weines, dieser Titel wurde aufgrund des Einsatzes als Schönungsmittel im Weinkeller gewählt.

Die Hauptaufgaben der Schönungsmittel sind die Stabilisierung, die Fehlerbehebung und die Klärung. [37] S. 155

Die Aktivkohle wird dem Most zugesetzt, um störende Geruchsstoffe, Geschmacksstoffe oder Farbstoffe zu entfernen. Die Kohle adsorbiert die bei gefaultem Material anfallenden Faultöne. Der Einsatz von Kohle sollte im Weinbau als letzter Versuch, Fehltonen zu reduzieren, eingesetzt werden, da die Wirkung als Adsorptionsmittel sehr stark ist.

Mit 100 g/hL Liter Wein ist eine Höchstgrenze für die Verwendung von Aktivkohle im Weinausbau festgesetzt. Pro % Fäulnis wird ein Zusatz von 1 g/hL Kohle gerechnet. Die Dosierung ist dabei von der Qualität des Lesegutes abhängig. [37] S. 53 - 54

*„-teilweise gefaultes Lesegut 20 - 60 g/hl
-stark gefaultes Lesegut 60 - 100 g/hl“ [37] S. 54*

Die große Oberflächenaktivität ist für die hohe Schönungsleistung verantwortlich. Die entfärbende Wirkung der Kohle lässt sich auf diese Eigenschaft zurückführen. Neben der Entfernung der Fehler werden die Weine heller und dünner. [37] S. 161

„1 g Aktivkohle weist eine Adsorptionsfläche von bis zu 600 m² auf.“ [37] S. 161

11.2.2 Experiment

Die Experimentierenden sollen die Wirkung der Aktivkohle auf Rotwein erfahren.

Rotwein wird mit Kohletabletten oder Aktivkohle versetzt und gut vermischt. Nach einigen Minuten wird das Gemisch filtriert. Das Filtrat ist im Vergleich zum unbehandelten Rotwein dünner und wesentlich farbloser. Die Farbe veränderte sich von einem satten, vollen Dunkelrot zu einem dünnen Rosa-Ton.

Die Wirkung der Aktivkohle auf den Farbstoff kann sehr demonstrativ vermittelt werden.

Die Adsorption als chemisches Prinzip bildet die Grundlage des Versuches.

„Unter Adsorption wird die Anreicherung von Teilchen aus der Gasphase oder der Lösung an der Oberfläche eines porösen, festen Stoffes verstanden. Dies kann durch Adhäsionskräfte oder aber auch durch chemische Bindung (z.B. Wasserstoffbrückenbindungen, Ionenbindungen) geschehen.“ [41] S. 308

Aktivkohle ist ein unpolares Adsorbens und eignet sich daher sehr gut, um Farbstoffe im Wein zu binden. Der Wein als Produkt auf einer Wasserbasis bildet das nötige polare Lösungsmittel. [45] S. 64

Das Experiment kann zum Thema Gemengentrennung und Anreicherung eingesetzt werden. Die Trennmethode der Filtration kann erläutert werden.

Die Adsorption als Grundlage für Trennmethode und Anreicherungsverfahren wie die Chromatographie sollten besprochen werden.

Die Auftrennung aufgrund verschiedener Polaritäten und die Aktivkohle als unpolares Adsorptionsmittel können sowohl in der Unterstufe und in der Oberstufe besprochen werden.

In der Unterstufe sollte der Wein durch roten Traubensaft ersetzt werden, der Einsatz von Wein in der Unterstufe ist nicht zu empfehlen.

Die Einsatzgebiete der Aktivkohle sind breit gefächert. Aktivkohle wird eingesetzt, um Gase und Luft von Schadstoffen zu reinigen.

Organische Verunreinigungen in Gewässern werden durch den Einsatz von Aktivkohle entfernt, darunter fällt die Aufbereitung von Trinkwasser, Grundwasser und Abwasser durch die Entfernung von Geruchsstoffen, Farbstoffen und Geschmacksstoffen. [46]

Aktivkohle wird auch aus kohlenstoffhaltigen Rohstoffen gewonnen, z.B. aus Holz, Torf, Obstkernen, Kohle oder Schalen. Das Adsorptionsvermögen der Aktivkohle ist abhängig von der inneren Oberfläche und der Porenstruktur. [47]

11.2.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Struktur - Eigenschafts - Konzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C2 Einteilung und Eigenschaften der Stoffe

physikalische Trennverfahren und deren Anwendung

Anforderungsdimension:

N2 Anforderungsniveau II

Handlungsdimension:

W4; E1; S2

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Rohstoffe, Synthesen und Kreisläufe

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 12: Handlungsdimension - Aktivkohle - Der Saubermacher des Weines

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2;
Reflexion/ Problemlösung	WO 6; EO 6; EO 7; KO 6;

11.3 Wein versus Milch

11.3.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Die Schönung als Prozess des Aufbereitens des Weines wurde bereits im Laufe des Experimentes „Aktivkohle - Der Saubermacher des Weines“ erläutert. Aktivkohle wird eingesetzt, um störende Geruchsstoffe oder Geschmacksstoffe zu entfernen und einer Hochfärbigkeit entgegenzuwirken.

Kasein wird neben Mostgelatine und PVPP⁶ zur Gerbstoffbehandlung eingesetzt. Lange Maischezeiten oder eine nicht schonende Weinverarbeitung führen zu hohen Gerbstoffanteilen im Wein. Die Gerbstoffe führen zu Weinen, die dazu neigen, hochfärbig, oxidativ oder alt zu werden. [37] S. 54

Kasein wird aus Magermilch gewonnen. Das Eiweißprodukt reagiert sehr stark mit Farbstoffen. Kasein wird daher eingesetzt, um Hochfärbigkeit bei Weißweinen oder um Braunstiche bei Rotweinen zu vermeiden. Proteine denaturieren im sauren Milieu, wie es im Wein herrscht. Die dabei entstehenden Klumpen lassen sich im Wein schwer verteilen, daher wird das Kasein heute auf Cellulose aufgetragen, welches als Trägerstoff dient.

Das Kasein verklumpt durch diese Optimierung nicht mehr und kann seine Wirkung im Wein entfalten. [37] S. 159

⁶ Polyvinylpyrrolidon [37] S. 160

11.3.2 Experiment

Im Experiment wird anstelle des Kaseins Kuhmilch verwendet. Die Schüler und Schülerinnen geben dem Cola, dem Fanta und dem Wein Milch hinzu und beobachten zunächst über einige Minuten, was mit den Mischungen passiert.

Der Experimentaufbau soll bis zur nächsten Einheit aufgebaut bleiben, um die Langzeitentwicklung der Reaktionen in den Mischungen zu beobachten.

Es ist von Anfang an deutlich zu sehen, dass die Milch ausflockt, nach einigen Minuten lässt sich ein Absinken der denaturierten Proteine erkennen und eine Entfärbung der Ausgangslösungen ist zu beobachten. Über mehrere Stunden bis Tage hinweg werden die Auftrennung und die damit verbundene Entfärbung immer deutlicher.



Abbildung 16: von links- Fanta, Rotwein, Cola ohne Zusatz von Milch



Abbildung 17: Flasche 1: Fanta ohne Zusatz, Glas 1: Fanta nach Milchezusatz, Glas 2: Rotwein nach Milchezusatz; Flasche 2: Cola nach Milchezusatz

In der Diskussion sind Aufgaben angeführt, die die Schüler und Schülerinnen erarbeiten sollen:

„Erstelle einen Zeitplan und gib genau an, was mit den Mischungen passiert.“

„Welche chemische Reaktion könnte hinter dem Experiment stecken? Untersuche Cola, Fanta und Wein entweder auf deren Temperatur, Leitfähigkeit oder auf den pH-Wert. Begründe fachlich die Wahl der Untersuchungsmethode!“

Die Experimentierenden sollen das Prinzip der Denaturierung der Proteine in der Milch durch die sauren Getränke erkennen. Die Wahl der pH-Wert-Messung als Untersuchungsmethode wäre richtig, um die Reaktion hinter dem Experiment zu erklären. Das vernetzte Denken wird durch das Experiment gefördert.

Das Experiment passt zum Thema Proteine. Die Milch ist eine Mischung aus Proteinen, Fetten und Wasser, wobei das Fett in Micellen eingeschlossen ist und das Wasser Salze, Proteine und Lactose enthält. Die Milch liegt in einem neutralen bis schwach saurem pH-Bereich.

[40] S. 318

Die Kuhmilch setzt sich zusammen aus:

*„3 - 5 % Fett (abhängig von Rasse, Futter und Haltung),
3 - 3,5 % Eiweiß, teilweise mit enzymatischer Aktivität,
4 - 5 % Kohlenhydrate, vorwiegend Lactose, und etwa 1 % Mineralstoffe sowie
Vitamine, Zitronensäure, Diacetyl, Phospholipide, Mono- und Difettsäureester des
Glycerins, Carotinoide, Steroide und niedermolekulare Stickstoffsubstanzen, wie z. B.
das Pyrimidinderivat Orotsäure (Abb. 11.21).
Hauptbestandteil ist Wasser (83 - 87 %).“ [40] S. 318*

Wichtig für das Experiment und den Bezug zur Weinbereitung sind die 3 - 3,5% an Eiweiß. Die Eiweiße enthalten zu 80% Kasein und Molke- Proteine.

Kaseine sind jene Eiweiße in der Milch, die ausfallen, wenn durch Zugabe von Säuren ein pH-Wert von 4,6 erreicht wird.

In der Milch kommen vier Gruppen an Kaseinen in verschiedenen Verhältnissen vor. Die unterschiedlichen Verhältnisse können analytisch bestimmt werden und geben Aufschluss darüber, von welcher Tierart oder sogar Rasse die Milch stammt.

Die Unterschiede der Kaseine zeigen sich in ihrer Aminosäuren- Zusammensetzung und im Molekulargewicht. [40] S. 319

Die Kaseine fallen aus und reißen die Farbstoffpartikel und Gerbstoffe im Wein oder anderen gefärbten Getränken mit sich. Dieses Prinzip machen sich die Winzer und Winzerinnen zunutze und schönen ihre Weine.

Cola enthält laut der Inhaltsangabe auf der Flasche Ammoniumsulfid Zuckerkulör als farbgebende Komponente, Fanta hingegen Beta-Carotin. Die Anthocyane, die dem Wein seine charakteristische Farbe geben, werden im Experiment „Anthocyane - Die natürlichen Indikatoren“ genau besprochen.

Der Aspekt der Gemengetrennung, welcher im Experiment „Aktivkohle - Der Saubermacher des Weines“ bearbeitet wird, kann auch hier angesprochen werden. Die schweren Teile mit den Farbstoffen setzen sich ab und der Wein kann von oben abgezogen und anschließend filtriert werden. Dies ist eine gängige Art in der Kellerwirtschaft, Weine zu klären.

Das Experiment ist einfach durchzuführen und benötigt wenig Utensilien, es kann sogar zu Hause von den Schülern und Schülerinnen durchgeführt werden.

Der Einsatz kann in der Unterstufe und der Oberstufe erfolgen. In der Unterstufe sollte der Wein durch roten Traubensaft ersetzt werden, der Einsatz von Wein in der Unterstufe ist nicht zu empfehlen.

In der Unterstufe könnte erst die Wirkung von Säuren auf die Proteine besprochen werden und der Versuch als Demonstrationsversuch eingesetzt werden.

In der Oberstufe sollen die Schüler und Schülerinnen ihr Fachwissen im Bereich Säure- Base-Reaktion und Proteine verknüpfen, um so die Reaktion zu erklären.

Das Wissen über die Proteine, ihren Aufbau und das Vorkommen von Proteinen in der Milch wird vorausgesetzt.

Die Denaturierung der Proteine ist ein sehr anschaulicher Versuch, der mit einfachen Hausmitteln durchgeführt werden kann und sehr viel chemisches Fachwissen in sich trägt.

11.3.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Proteine: Struktur - Eigenschafts - Konzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C2 Einteilung und Eigenschaften der Stoffe

Eigenschaften wichtiger Substanzen und Stoffklassen

C5 Biochemie und Gesundheitserziehung

Wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung

Anforderungsdimension:

N2 Anforderungsniveau II

Handlungsdimension:

W1; W3; E1;

*Oberstufe/ Matura***Inhaltsdimension:**

Strukturen und Modellbildung

Stoffumwandlung und Energetik

Chemie und Leben

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau II

Tabelle 13: Handlungsdimension- Wein versus Milch

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 3; EO 3; EO 4; KO 3;
Reflexion/ Problemlösung	EO 5; EO 6;

11.4 Ist der Zucker noch ganz dicht?

11.4.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Die Messung des Mostgewichtes kann neben der Messung mit dem Refraktometer auch mit einer Mostspindel durchgeführt werden. Schon Archimedes hat in der Badewanne das Prinzip der des Auftriebs erkannt und wir bedienen uns seiner Entdeckung. Das Prinzip ist dabei ein Einfaches: Je dichter die Lösung, desto weniger tief kann ein Gegenstand untertauchen.

Die Mostspindel funktioniert nach eben diesem Prinzip des Auftriebes. Sie wurde mit einer Saccharose- Lösung geeicht. Je mehr Zucker im Most vorhanden ist, desto dichter ist die Lösung und die Mostwaage schwimmt oben auf und der entsprechende Wert kann abgelesen werden. [35] S. 18

Vor der Anwendung muss sichergestellt werden, dass die Mostspindel trocken und sauber ist. Der Most sollte nicht gären und möglichst frei von Trübstoffen sein, da diese eine Erhöhung des Messwertes von bis zu 1 °KMW zur Folge haben können. Die Temperatur des Mostes sollte der Eichtemperatur der Mostwaage entsprechen. Die Spindel darf nicht an der Zylinderwand hängen und der Wert soll in Höhe der Augen abgelesen werden, um die Richtigkeit zu garantieren. [35] S. 18 [37] S. 41

17 °KMW eines Mostes bei 20°C entsprechen ungefähr 17 g Zucker, in 100 g Most. [44] S. 5

„Umrechnung: 17 g/l Zucker = 1 %vol Alkohol

°KMW ⇔ %vol mit nachstehender Tabelle“ [44] S. 6

Die °KMW, die von der Mostwaage abgelesen werden, können in Volumprozent natürlichen Alkoholes umgewandelt werden.

Formel 3: Umrechnung °KMW in %vol. natürlicher Alkohol [35] S. 15

$$\%vol. = \frac{(\text{°KMW} - 4)}{1,176}$$

Die folgende amtliche Tabelle kann anstatt der Formel eingesetzt werden.

°KMW	%volAlk										
8,5	4,4	15,2	9,7	21,6	15,0	27,7	20,3	34,3	25,7	40,7	31,0
8,7	4,5	15,4	9,8	21,8	15,2	27,9	20,5	34,5	25,8	40,8	31,1
8,9	4,7	15,6	10,0	22,0	15,3	28,1	20,6	34,7	26,0	41,0	31,2
9,1	4,8	15,8	10,2	22,2	15,5	28,2	20,8	34,9	26,1	41,1	31,4
9,3	5,0	16,0	10,3	22,4	15,6	28,4	20,9	35,0	26,2	41,3	31,5
9,5	5,2	16,2	10,5	22,6	15,8	28,6	21,1	35,2	26,4	41,5	31,6
9,7	5,3	16,0	10,6	22,7	15,9	28,8	21,3	35,3	26,5	41,6	31,7
9,9	5,5	16,6	10,8	22,9	16,1	28,9	21,4	35,5	26,7	41,8	31,9
10,1	5,6	16,8	10,9	23,1	16,3	29,1	21,5	35,7	26,8	41,9	32,0
10,3	5,8	17,0	11,1	23,3	16,4	29,3	21,5	35,8	26,9	42,1	32,1
10,5	5,9	17,2	11,3	23,5	16,6	29,5	21,6	36,0	27,1	42,2	32,3
10,7	6,1	17,3	11,4	23,6	16,7	29,6	21,8	36,2	27,2	42,4	32,4
10,9	6,3	17,5	11,6	23,8	16,9	29,8	21,9	36,3	27,3	42,5	32,5
11,1	6,4	17,7	11,7	24,0	17,0	30,0	22,0	36,5	27,5	42,7	32,7
11,3	6,6	17,9	11,9	24,2	17,2	30,1	22,2	36,6	27,6	42,8	32,8
11,5	6,7	18,1	12,0	24,4	17,3	30,3	22,3	36,8	27,7	43,0	32,9
11,7	6,9	18,3	12,2	24,5	17,5	30,5	22,5	37,0	27,9	43,2	33,0
11,9	7,0	18,5	12,4	24,7	17,7	30,7	22,6	37,1	28,0	43,3	33,2
12,1	7,2	18,7	12,5	24,9	17,8	30,8	22,8	37,3	28,1	43,5	33,3
12,3	7,3	18,9	12,7	25,1	18,0	31,0	22,9	37,5	28,3	43,6	33,4
12,5	7,5	19,0	12,8	25,3	18,1	31,2	23,0	37,7	28,5	43,8	33,5
12,7	7,7	19,2	13,0	25,4	18,3	31,3	23,2	37,8	28,6	43,9	33,7
12,9	7,8	19,4	13,1	25,6	18,4	31,5	23,3	38,0	28,7	44,1	33,8
13,1	8,0	19,6	13,3	25,8	18,6	31,7	23,5	38,1	28,9	44,2	33,9
13,3	8,1	19,8	13,4	26,0	18,8	31,8	23,6	38,3	29,0	44,4	34,1
13,5	8,3	20,0	13,6	26,1	18,9	32,0	23,7	38,5	29,1	44,5	34,2
13,7	8,4	20,2	13,8	26,3	19,1	32,2	23,9	38,6	29,3	44,7	34,3
13,9	8,6	20,4	13,9	26,5	19,2	32,3	24,0	38,8	29,4	44,8	34,4
14,1	8,8	20,5	14,1	26,7	19,4	32,5	24,2	38,9	29,5	45,0	34,6
14,3	8,9	20,7	14,2	26,8	19,5	32,7	24,3	39,1	29,7	45,1	34,7
14,5	9,1	20,9	14,4	27,0	19,7	32,9	24,4	39,3	29,8	45,3	34,8
14,7	9,2	21,1	14,5	27,2	19,8	33,0	24,6	39,4	29,9	45,4	34,9
14,9	9,4	21,3	14,7	27,4	20,0	33,2	24,7	39,6	30,1	45,6	35,1
15,0	9,5	21,5	14,8	27,5	20,2	33,4	24,9	39,7	30,2	45,7	35,2
						33,5	25,0	39,9	30,3	45,9	35,3
						33,7	25,1	40,0	30,1	46,0	35,4
						33,8	25,3	40,2	30,6		
						34,0	25,4	40,4	30,7		
						34,2	25,6	40,5	30,8		

Abbildung 18: Tabelle zur Ermittlung des Alkoholgehaltes aus den °KMW, aus [44] S. 6

11.4.2 Experiment

Die Messung des vorhandenen Zuckers über das Mostgewicht steht im Fokus dieses Experimentes. Traubensaft und Wein werden mittels Mostwaage bzw. Mostspindel auf ihr Mostgewicht hin geprüft. Der Zusammenhang zwischen g/L Zucker im Most, den Graden Klosterneuburg und den %vol. natürlichen Alkoholes soll hergestellt werden.

Die angegebenen °KMW werden in g/L Zucker umgerechnet und mit den Angaben auf der Verpackung verglichen. Die Ausbeute an natürlichem Wein soll ebenfalls ermittelt werden und ist der Zugang zum Thema Gärung und Alkohol.

Der Auftrieb als physikalisches Prinzip muss behandelt werden, um die Messmethode zu verstehen.

Chemisch liegt dem Experiment das Thema Kohlenhydrate zu Grunde. Glucose und Fructose als Monosaccharide im Most sollten besprochen und die Veränderung des Verhältnisses dieser im Laufe der Weinbereitung erläutert werden.

Das Experiment ist für die Unterstufe und die Oberstufe geeignet. In der Unterstufe sollte der Wein durch roten Traubensaft ersetzt werden, der Einsatz von Wein in der Unterstufe ist nicht zu empfehlen.

Die Umrechnungen sollten in der Unterstufe zusammen erarbeitet werden, die Tabelle zur Ermittlung der %vol. sind gut für die Unterstufe geeignet.

Die kurze Versuchsdauer lässt es zu, im Laufe der Erarbeitung der Monosaccharide die Rolle der Zucker im Wein zu demonstrieren.

Das Thema Alkohol und die Gärung als Prozess der Umwandlung von Zucker in Alkohol eignen sich gut, um das Experiment durchzuführen. In Kombination mit den Experimenten „Gärung - Die Geburt des Weines“ und „11,3 %vol. - Alkoholbestimmung“ rundet das Experiment das Thema Weinproduktion, bzw. Gewinnung von Alkohol ab.

11.4.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Kohlenhydrate: Struktur - Eigenschafts - Konzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C2 Einteilung und Eigenschaften der Stoffe

Eigenschaften wichtiger Substanzen und Stoffklassen

Anforderungsdimension:

N1 Anforderungsniveau I

Handlungsdimension:

W2; E1;

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Strukturen und Modellbildung

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 14: Handlungsdimension - Ist der Zucker noch ganz dicht?

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2;
Reflexion/ Problemlösung	EO 6; KO 6;

11.5 8,6 g/L - Gesamtsäuremessung

11.5.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Die Gesamtsäure bildet eine Vielzahl von Säuren, die im Wein vorkommen, z.B. die Ameisensäure, die Äpfelsäure, die Buttersäure, die Essigsäure, die Milchsäure, die Weinsäure und die Zitronensäure. [36] S. 17

Die organischen Säuren werden wie die Kohlenhydrate bei der Blattassimilation gebildet. Die Menge an Säure im Wein ist abhängig von der Sorte, der Lage der Riede, dem Reifegrad und dem Jahrgang. Die wichtigsten Säuren im Wein bilden die Äpfelsäure und die Weinsäure. Die Äpfelsäure wird im Zuge der Reife vor der Weinsäure gebildet und als unangenehmer im Wein angesehen. [37] S. 37

Die Stärke der Säuren ist im Weinbau relevant. Starke Säuren spalten H^+ - Ionen nahezu vollständig ab, schwache Säuren nur in kleinen Mengen. Die Abspaltung bedingt eine Erniedrigung des pH-Wertes. [48] S. 25

Tabelle 15: Gehalte an organischen Säuren im Wein, entnommen aus [48] S. 25

Weinsäure	0,4 - 5 g/L
Zitronensäure (ohne Zusatz)	0,2 – 0,4 g/L
Äpfelsäure	0 – 6 g/L
Gluconsäure	0 - 4 g/L
Milchsäure	0,4 - 3,5 g/L
Essigsäure	0,2 - 2 g/L
Bernsteinsäure	0,5 - 1,3 g/L

„Definitionsgemäß sind die titrierbaren Säuren die Summe aller Säuren, die bei Titration des entkarbonisierten Weines oder Mostes mit Laugen auf pH-Wert 7 erfasst werden. Sie wird bei Most und Traubenwein als Gramm Weinsäure pro Liter (bei Obstweinen als Äpfel- bzw. Zitronensäure) angegeben.“ [48] S. 25

In Österreich wird der Gesamtsäuregehalt gelegentlich in g/L oder in Promille (‰) angegeben. Der gesetzliche Grenzwert für den Mindestgehalt an Gesamtsäure in Qualitätsweinen liegt in Österreich bei $\geq 4,0$ g/L.

Im Weinbau sind zwei Analysemethoden wichtig, die Messung der titrierbaren Säuren und die Messung einzelner Säuren. Letzteres ist wichtig, da die Säuren sich in ihrer Geschmacksausprägung unterscheiden und somit den Geschmack des Weines beeinflussen. [48] S. 25 - 26

11.5.2 Experiment

Der Name (8,6 g/L) des Experiments wurde in Anlehnung an den Gesamtsäuregehalt eines Schilchers aus der Weststeiermark im Jahr 2015 gewählt.

Die Schüler und Schülerinnen sollen eine einfache Titration mit 25 mL Wein und Natronlauge (0,33 mol/L) durchführen.

Wichtig ist es, dass der Wein zuvor geschüttelt oder erwärmt wird, damit die Kohlensäure entweicht. Sie würde den Wert um 0,2 - 0,8 g/L verfälschen. [48] S. 27

Als Indikator wird Bromthymolblau eingesetzt, da in der Weinbereitung mit einer sogenannten 2/15 n-Blaulauge gearbeitet wird, die eine Mischung aus Indikator und Lauge ist.

Der Äquivalenzpunkt (Farbumschlag auf „militärgrün“) soll erreicht werden und das Volumen an verbrauchter NaOH können in g/L Gesamtsäure umgerechnet werden. Bevorzugt sollte Weißwein verwendet werden, da der Farbumschlag bei Rotweinen nur schwer erkennbar ist.

„1 ml Lauge entspricht 1 g/l titrierbare Säure berechnet als Weinsäure.“ [48] S. 27

Das Experiment ist für den Einsatz in der Oberstufe geeignet, er könnte auch in der Unterstufe eingesetzt werden, jedoch ist das Experimentieren mit Wein in der Unterstufe zu vermeiden.

Die Theorie des Experimentes bildet die Säure- Base- Reaktion. Die Titration als Untersuchungsmethode muss besprochen und ausprobiert werden. Die Rolle der Indikatoren und deren Eigenschaften sollte angesprochen werden.

Die Schüler und Schülerinnen lernen, mit Laborgeräten zu arbeiten und erkennen die Wichtigkeit einer präzisen Arbeitsweise.

Als Zusatz kann das Experiment „Sei doch nicht sauer! - Kalkentsäuerung“ durchgeführt werden, es handelt sich um einen Entsäuerungsversuch.

Die Experimentierenden entsäuern Wein um einen bestimmten Wert, die Richtigkeit könnte durch eine erneute Titration bewiesen werden.

11.5.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Donator - Akzeptor - Konzept

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 16: Handlungsdimension- 8,6 g/L - Gesamtsäuremessung

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	EO 2;
Reflexion/ Problemlösung	WO 6; EO 6;

11.6 Sei doch nicht sauer! - Kalkentsäuerung

11.6.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Eine Entsäuerung des Mostes ist nötig, wenn der Gesamtsäuregehalt mehr als 2 g/L über dem angestrebten Wert liegt. Bei Weißweinen sollte die Entsäuerung so gewählt werden, dass der Säuregehalt des Mostes 1 g/L über dem gewünschten Gesamtsäuregehalt im Wein liegt.

Der Säuregehalt hängt von der Zusammensetzung der Säuren im Most ab. Die Entsäuerungsmethode ist vom Säuregehalt abhängig. Es kann sowohl die Weinsäure allein als auch die Weinsäure in Kombination mit der Äpfelsäure entfernt werden. [49] S. 27

In Jahren gemäßigter Säurewerte wird die einfache Entsäuerung angewendet. Der Most wird mit Kalziumcarbonat (CaCO_3) entsäuert. Das Kalziumcarbonat reagiert im Most mit Weinsäure zu Kalziumtartrat. Das Kalziumtartrat fällt aus. Der entsäuerte Most kann abgezogen und dem restlichen Wein zugeführt werden [42] S. 27

„Um 100 l Most um 1 g/l zu entsäuern, werden 67 g Kalziumcarbonat benötigt.“
[42] S. 27

Die Doppelsalzsäuerung wird in Jahren extremer Säuregehalte angewendet. Neben der Weinsäure wird auch die aggressive Äpfelsäure aus dem Most entfernt. Im Most wird das Doppelsalz Kalzium- Tartrat- Malat gebildet. [42] S. 27 - 28

In Jahren ungünstiger Reifeentwicklung wird die verbesserte Doppelsalzsäuerung oder das Malicid[®]- Verfahren eingesetzt. Bei der Malicid[®]- Methode wird eine Verdünnung der titrierbaren Säure im gesamten Most durch eine Teilmenge Most erreicht, die auf 0 g/L Säure entsäuert wurde. In der Teilmenge des Mostes wird der Gehalt an Weinsäure an den Gehalt von Äpfelsäure durch Zugabe von Weinsäure angepasst. Beide Säuren werden anschließend komplett entfernt. [37] S. 166 [42] S. 30

11.6.2 Experiment

Die Aufgabenstellung zum Experiment gibt den Schülern und Schülerinnen eine fiktive Weinbehandlung vor. Es liegt ein Wein vor, dessen Gesamtsäurewert zu hoch ist. Ihre Aufgabe besteht darin, den Wein mit Hilfe der einfachen Entsäuerung zu entsäuern.

Die benötigte Menge an Kalk ist zu berechnen, um 0,5 L Most um 2 ‰ Gesamtsäure zu erniedrigen. Folgende Formel steht ihnen dafür zur Verfügung.

$$\text{Kalk}[g] = \text{Entsäuerung [g/L]} \times \text{Menge an Wein [L]} \times 0,67 [g]$$

Erst nachdem die Experimentierenden die benötigte Einwaage berechnet haben (0,67 g Kalk), startet der praktische Teil des Experimentes.

Das Experiment kann in einer kurzen und einer ausführlicheren Ausführung im Unterricht eingesetzt werden. Der pH-Wert des Weines wird sowohl vor der Entsäuerung als auch nach der Behandlung mit Kalk gemessen werden.

In der zweiten Version des Experimentablaufes sollte der Versuch „8,6 g/L - Gesamtsäuremessung“ mit herangezogen werden. Die Gesamtsäure des Weines wird mittels Titration gemessen, anschließend wird entsäuert. Nach dem Dekantieren des Weines kann er erneut der Gesamtsäuremessung unterzogen werden. Dieser Versuchsablauf dauert wesentlich länger und sollte in einer Doppelstunde durchgeführt werden, um die Theorie hinter dem Versuch und den Zusammenhang mit dem Weinbau herstellen zu können.

Der Versuch eignet sich für den Einsatz in der Oberstufe. Die Säure- Base- Reaktion bildet die Grundlage des Verständnisses. Die Entsäuerung mit Kalk stellt eine Neutralisationsreaktion dar.

Das praxisbezogene Experiment zeigt eindrucksvoll, wie das Wissen um Neutralisation im Alltag zunutze gemacht wird.

Die Kombination der Versuche stellt die Schüler und Schülerinnen vor ein komplexes Problem, zu deren Lösung sie mehrere Untersuchungs- und Behandlungsmethoden vereinen müssen. Die Berechnung der Entsäuerungsmenge und anschließende Überprüfung des Ergebnisses durch die erneute Titration fordert die Schüler und Schülerinnen, genau zu arbeiten.

11.6.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Donator - Akzeptor - Konzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C3 Grundmuster chemischer Reaktionen

Säuren, Basen, Neutralisation, Salze, pH-Wert

Anforderungsdimension:

N1 Anforderungsniveau I

Handlungsdimension:

W1; E1;

*Oberstufe/ Matura***Inhaltsdimension:**

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 17: Handlungsdimension - Sei doch nicht sauer! - Kalkentsäuerung

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2; KO 2;
Reflexion/ Problemlösung	EO 7; KO 4;

12 Experimentelles zum Wein

12.1 Allgemeines

Der Wein ist das Produkt der langen Reise der Weintraube.

Die Gärung wird als Geburt des Weines bezeichnet, die Mostbehandlung ist abgeschlossen und die letzten Maßnahmen hin zu einem genussvollen und vor allem verkaufsbereiten Genussprodukts werden eingeleitet.

Die Gärung ist das Herzstück der Weinbereitung, die Zucker werden in Alkohol umgesetzt, die Aromen entfalten sich und es wird entschieden, wie sich das Produkt entwickelt. Im Experiment „Gärung - Die Geburt des Weines“ führen die Schüler eine Gärung durch, dabei wird auch der Einfluss und die Wahl der Hefen beleuchtet.

Die Verteilung der Inhaltsstoffe im Wein ist der Abbildung 19 zu entnehmen. Einige dieser Inhaltsstoffe, die Kohlenhydrate, die Säuren und der Alkohol, stehen im Fokus dieses letzten Kapitels.

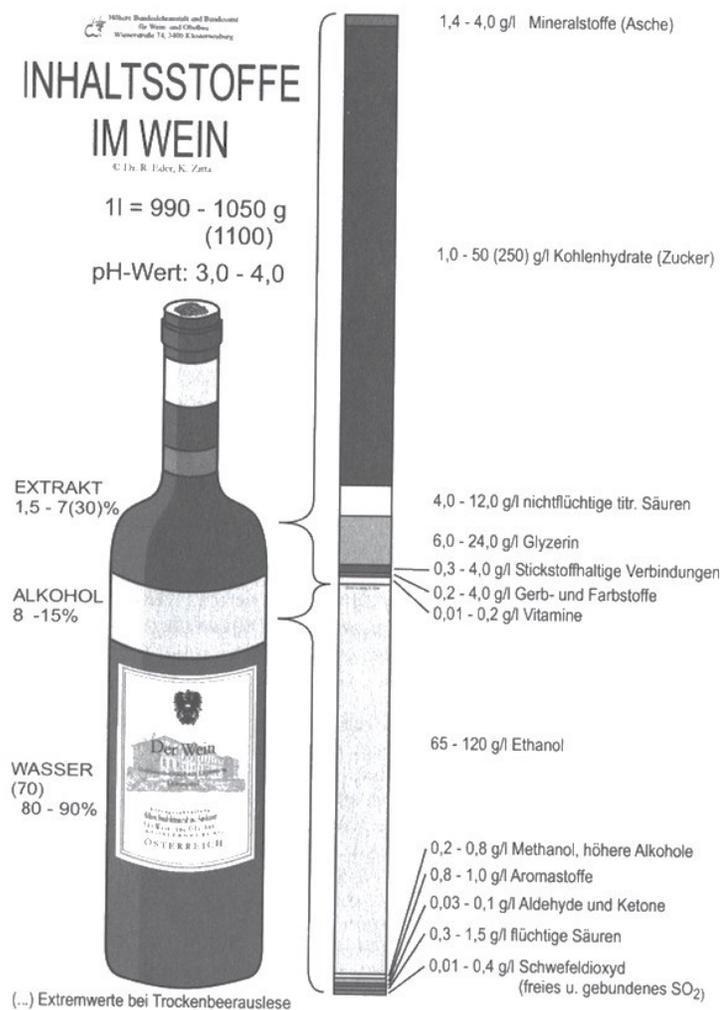


Abbildung 19: Inhaltsstoffe des Weines, aus [50] S. 12

Die Untersuchung der Inhaltsstoffe des Weines und eventuelle Korrekturen stellen die nächsten Herausforderungen für die Winzer und Winzerinnen dar.

Zahlreiche Untersuchungen sind in diesem Stadium der Weinbereitung Standard und können nach den originalen Verfahren im Unterricht durchgeführt werden.

Die Mindestwerte an Alkohol (%vol. Alkohol), Zucker (°KMW) und Säure (g/L) im Wein sind entscheidend für eine Kategorisierung der Qualitätsstufen.

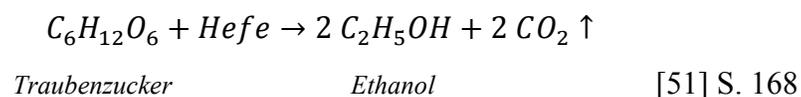
Absichtsmeldung	Keine Anreicherung	Ertragsbegrenzung – 9000 kg/ha = 6 750 Liter Wein/ha	WEIN ab 10,6° KMW (6 Vol.-%) 8,5 Vol.-% Alkohol	– maximal „Österreich“ als Herkunftsangabe (Ausnahme bei Bergwein die „Weinbauregion“)	Nicht erlaubt
			WEIN mit Sorte oder Jahrgang	– keine Rebsorte mit geschützter Ursprungsbezeichnung	
			LANDWEIN 14° KMW (8,7 Vol.-%) 8,5 Vol.-% Alkohol	– maximal Weinbauregion als Herkunftsangabe – darf nur aus Qualitätsrebsorten erzeugt werden	
			QUALITÄTSWEIN 15° KMW (9,5 Vol.-%) 9 Vol.-% Alkohol	– maximal Weinbauregion als Herkunftsangabe – darf nur aus Qualitätsrebsorten erzeugt werden – Angabe von Sorte, Jahrgang und kleinere Herkunftsangaben als Weinbauregion nicht verpflichtend	
			KABINETT 17° KMW höchstens 13,0 Vol.-% Alkohol	– Bestimmungen wie bei Qualitätswein – Angabe von Sorte, Jahrgang und kleinere Herkunftsangaben als Weinbauregion nicht verpflichtend	
			SPÄTLESE 19° KMW 5 Vol.-% Alkohol	– Ernte von vollreifen Trauben – Vollernterlese möglich	
			AUSLESE 21° KMW 5 Vol.-% Alkohol	– ausgelesene Trauben	
			BEERENAUSLESE 25° KMW 5 Vol.-% Alkohol	– überreife und/oder edelfaule Beeren	
			AUSBRUCH 27° KMW 5 Vol.-% Alkohol	– überreife, edelfaule und eingetrocknete Beeren – Auslaugung möglich mit Most oder Wein desselben Gebietes mit Sptl-, Auslese-, BA-Gradation	
			TROCKENBEEREN- AUSLESE 30° KMW 5 Vol.-% Alkohol	– größtenteils edelfaule bzw. weitgehend eingeschrumpfte Beeren	
			EISWEIN 25° KMW 5 Vol.-% Alkohol	– Beeren müssen bei der Ernte und Verarbeitung gefroren sein – Vollernterlese möglich	
STROHWEIN 25° KMW 5 Vol.-% Alkohol	– mindestens 3 Monate Lagerung auf Stroh oder Schilf oder auf Schnüren aufgehängt (min. 2 Mo. Ab 30° KMW)				
Losnummer (Chargennummer) nur bei Verbringung aus Österreich					Sorte- u. Jahrgangsangabe nicht verpflichtend (außer Heuriger)
typisch, fehlerfrei, titr. Säure min. 4 g/l					
Staatliche Prüfnummer notwendig (Nr. ersetzt Los- oder Chargennummer)					
					Bänderolenpflicht

Abbildung 20: Qualitätsstufen laut österreichischem Weingesetz 2009 , aus [37] S. 216

12.2 Gärung - Die Geburt des Weines

12.2.1 „Von der Weintraube zum Wein“

In der alkoholischen Gärung werden Kohlenhydrate (Zucker) in Alkohol umgewandelt. Für den Winzer sind jedoch nicht nur die durch die Hefe gebildeten Alkohole entscheidend. Auch die durch die Gärung freigesetzten Aromen und neuen Verbindungen machen die Gärung zu einem entscheidenden Prozess im Verlauf der Weinbereitung. [37] S. 56



Laut der Reaktionsgleichung sollten aus 100 g Glucose 51,11 g Ethanol und 48,89 g Kohlendioxid entstehen. Da aber neben Ethanol noch weitere Produkte bei der Gärung entstehen, werden nur 47 - 48 g Alkohol gebildet. Das entstehende Kohlendioxid birgt Gefahren im Keller, da diese oft nicht ausreichend gelüftet werden können. Das farb- und geruchslose Gas ist schwerer als Luft und sammelt sich somit am Boden der Keller und könnte zum Erstickungstod führen. In Mosten mit 18 °KMW kann während der Gärung die 55-fach Menge des Tankvolumens an Kohlendioxid entstehen. [37] S. 57

Die Hefen sind für die Umwandlung von Zuckern in Alkohol verantwortlich. Im Wein verwendet man dazu Hefen der Gattung *Saccharomyces*. Im Weingarten kommen nur 1 - 3 % an Hefen vor, die erwünscht sind. Die Hefen werden in stark gärende und schwach gärende Hefen unterteilt. Die stark gärenden Hefen bilden viel Alkohol. Diese sogenannten „echten Weinhefen“ haben viele positive Nebenprodukte. Am Beginn der Gärung werden wenige dieser begehrten Hefen der Art *Saccharomyces cerevisiae* vorgefunden. Die schwach gärenden Hefen oder „wilden Hefen“ kommen in großer Zahl zu Beginn der Gärung vor, sie starten die Gärung. Die wilden Hefen kommen natürlich im Most vor und können von den echten Weinhefen aufgrund ihrer spitzen, zitronenartigen Form unterschieden werden. Erreicht der Most einen Alkoholgehalt von 3 - 4 %vol. Alkohol, werden die wilden Hefen gehemmt und die *Saccharomyces* übernehmen die Gärung. [37] S. 60 - 61

Die Gärung benötigt ca. 10^7 Zellen pro mL, um zu starten. Die Aktivierung der Gärung kann spontan oder gelenkt stattfinden. Um Fehlgärungen zu vermeiden, arbeiten die Winzer und Winzerinnen mit Reinzuchthefen, die in Form von Trockenhefen dem Most in ausreichender Menge zugesetzt werden. [37] S. 62 - 63

Die Gärung wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, der Temperatur, der Zuckerkonzentration, dem Alkoholgehalt, der Schwefeligen Säure, dem Trubgehalt und weiteren störenden Stoffen.

Die Temperatur ist der wichtigste Faktor, der auf die Gärung wirkt. Die optimale Temperatur zur Vermehrung der Hefen liegt bei 25 °C.

Die wasserentziehende Wirkung von Zucker wirkt störend auf die Hefen. Die Abnahme des Wassergehaltes führt zur Verlangsamung der Vermehrung der Hefen, es kann zu Gärstörungen kommen. Die Wahl einer osmotoleranten Hefe sollte vor allem bei der Produktion von Prädikatsweinen beachtet werden! Die Saccharomyces Hefen können bis zu einem Alkoholgehalt von 12 - 13 %vol. Alkohol arbeiten. Die Toleranz der Hefen endet bei einem Alkoholgehalt von 15 - 16 %vol. Alkohol. Daher können keine Weine mit höheren Alkoholgehalten erzeugt werden. [37] S. 64 - 68

12.2.2 Experiment

Die Schüler und Schülerinnen stellen einige Zuckerlösungen her, eine Glucoselösung, eine Fructoselösung, eine Lactoselösung und eine Saccharoselösung. Die 10 %-igen Zuckerlösungen werden nach Zugabe einer Trockenhefe in einem Gärröhrchen vergoren.

Dazu werden die Ansätze in den Trockenschrank gestellt. Die Gäraktivität wird über 30 Minuten alle 5 Minuten protokolliert.

Die Lernenden können am Blubbern des Gärgases im Gärröhrchen erkennen, dass alle Zuckerlösungen, außer der Lactoselösung, vergoren werden.

In der Diskussion sollen die Schüler und Schülerinnen die Strukturen der Monosaccharide aufzeichnen und vergleichen. Der Hinweis, dass im Prüfbericht der Weine meist ein Glucose-Wert von 0 g/L vorliegt, durchaus aber noch Fructose vorhanden ist, soll diskutiert werden.

Der Grund dafür liegt an der eingesetzten Hefe, die Glucose wird von den Hefen bevorzugt vergoren, erst dann wird die Fructose verwertet. Im Falle einer Gärstockung können dem Most Fructophile Hefen zugesetzt werden, die die Gärung wieder voranbringen.

Der Alkohol bildet ein zentrales Thema im Chemie- Unterricht. Der Aufbau und die Einteilung der Alkohole sind wichtige, umfangreiche Bereiche der organischen Chemie, die Gärung sollte sowohl in der Unterstufe, als auch in der Oberstufe besprochen werden. Der Einsatz des Experimentes kann daher in allen Schulstufen und auch im Biologieunterricht erfolgen. Die Besprechung der Zucker, als themenübergreifender Aspekt, macht dieses Experiment vielseitig und sehr wertvoll für den Einsatz im Unterricht.

Der Versuchsaufbau wurde dem Buch „Biochemische und physiologische Versuche mit Pflanzen“ entnommen. [43] S. 276 – 278

12.2.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Kohlenhydrate: Struktur - Eigenschafts - Konzept

Unterstufe

Inhaltsdimension:

C2 Einteilung und Eigenschaften der Stoffe

Eigenschaften wichtiger Substanzen und Stoffklassen

Anforderungsdimension:

N2 Anforderungsniveau II

Handlungsdimension:

W1; W3; E1;

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Strukturen und Modellbildung

Stoffumwandlung und Energetik

Chemie und Leben

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau I

Tabelle 18: Handlungsdimension - Gärung - Die Geburt des Weines

Reproduktionsleistung	WO 1; WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2; KO 3;
Reflexion/ Problemlösung	WO 5; EO 6; KO 4;

12.3 Blaues Wunder!

12.3.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Ein Fehlgeschmack, Trübungen oder eine Neigung zur Oxidation kann von Metallen im Wein hervorgerufen werden. Die Entfernung von Eisen oder Kupfer ist eine weitere Schönungsanwendung in der Weinbereitung. Metalle kommen in geringen Mengen natürlich im Wein vor. Kommt der Wein jedoch im Laufe der Verarbeitung mit Geräten in Kontakt, die nicht aus Edelstahl sind, kann der Wein unerwünschte Metalle aufnehmen.

Verbinden sich die Eisengehalte im Wein mit Gerbstoffen, bildet sich ein sogenannter „Schwarzer Bruch“. Kommt es zu einer Reaktion von Eisenverbindungen mit Phosphaten, entsteht ein „Grauer Bruch“ oder „Weißer Bruch“. [37] S. 157

Vor der Flaschenfüllung ist eine Vorprobe auf Eisen durchzuführen. Dies kann nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

Der Wein wird mit Salzsäure versetzt. Zu dieser Mischung fügt man einige Tropfen einer Mischung aus gelbem und rotem Blutlaugensalz hinzu. Das ergibt eine Verfärbung des Weines. [37] S. 141

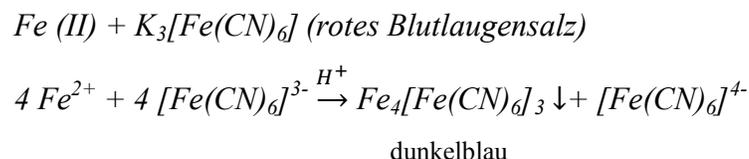
„hellgrün- gelbgrün: keine Blauschönung erforderlich

blaugrün- blau: eine genauere Untersuchung im Hinblick auf eine evtl. notwendige Blauschönung ist erforderlich“ [37] S. 141

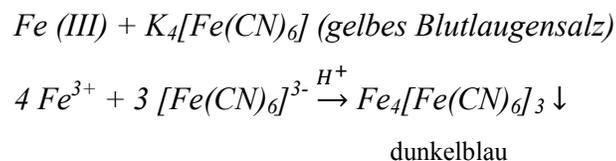
12.3.2 Experiment

Die Schüler und Schülerinnen führen im Versuch „Blaues Wunder!“ die Vorprobe auf Eisen im Wein durch. Dazu wird der Wein wie vom österreichischen Weingesetz vorgeschrieben, analysiert. Rotes und gelbes Blutlaugensalz werden in Wasser gelöst. Der Wein wird mit einer verdünnten Salzsäurelösung versetzt. Nach der Zugabe einiger Tropfen der Blutlaugensalzmischung verfärbt sich der Wein entsprechend seiner Metallkonzentration.

Das Experiment zeigt eine qualitative Analyse von Eisen, wie sie abgewandelt im Trenngang vorgenommen wird.



Das zweiwertige Eisen im Wein reagiert mit dem roten Blutlaugensalz zu „Berliner Blau“.
[52]



Das dreiwertige Eisen im Wein reagiert mit dem gelben Blutlaugensalz zu „Berliner Blau“.
[52]

Trennungsgänge sind eine Methode, um unterschiedliche Metallsalze in einem Gemisch zu analysieren. Die nachzuweisenden Proben werden in einen schwerlöslichen Niederschlag überführt und können entsprechend dem Trennungsgang nachgewiesen werden. [41] S. 473

Das Experiment kann in der Oberstufe durchgeführt werden, um einen Einblick in die Qualitative Analytik zu bieten. Die Schüler und Schülerinnen können die praktische Anwendung von Trennungsgängen beobachten. Thematisch ist das Experiment im Bereich des chemischen Gleichgewichts anzusiedeln und kann in Kombination mit dem Löslichkeitsprodukt von Salzen besprochen werden.

12.3.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Gleichgewichtskonzept

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau II

Tabelle 19: Handlungsdimension - Blaues Wunder!

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	EO 2; EO 4;
Reflexion/ Problemlösung	EO 7;

12.4 Wie viel Zucker steckt im Wein?- Bestimmung der reduzierenden Zucker

12.4.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Die Gärung setzt die im Most befindlichen Kohlenhydrate in Ethanol und Kohlensäure um. Im Wein findet man jedoch trotz vollständiger Gärung Restzuckeranteile. Dieser Zuckerrest enthält unvergärbare Pentosen, die im Wein einen Restzuckergehalt von 0,5 - 1 g/L bedingen. Bei unvollständiger Gärung bleibt häufig die weniger leicht zu verstoffwechselnde Fructose zurück.

Weine mit verschiedenen Mengen an Restzucker werden wie folgt eingeteilt. [53] S. 45

„trocken:	$RZ (g/l) \leq \text{Gehalt titr. Säure (g/l)} + 2$ aber max. 9 g/l RZ
halbtrocken:	$RZ (g/l) \geq \text{titr. Säure (g/l)} + 2$ bzw. $RZ (g/l) \geq 9$ aber ≤ 12
lieblich:	$RZ (g/l) \geq 12$ aber ≤ 45
süß:	$RZ (g/l) \geq 45$ “ [53] S. 45

Die Bestimmung von reduzierenden Zuckern umfasst alle reduzierenden Substanzen im Wein, die mit Cu^{2+} im basischen Milieu erfasst werden können. Problematisch sind dabei die hohen Phenolwerte im Rotwein, welche die Bestimmung stören. Bei der Messung von Rotweinen muss erst eine Entfärbung mit Aktivkohle vorgenommen werden, um richtige Werte zu erhalten.

Saccharose oder andere Oligo- bzw. Polysaccharide können nicht miterfasst werden. Soll der Most kurz nach der Zuckeranreicherung mit Kristallzucker gemessen werden, müssen die Disaccharide erst in eine messbare Form überführt werden.

Dies kann enzymatisch über die Anwendung der Invertase oder über eine saure Hydrolyse passieren. Die Saccharose liegt dann in Form von Glucose und Fructose vor und kann nachgewiesen werden. [53] S. 45 - 46

12.4.2 Experiment

Das Experimentierblatt enthält die Arbeitsanweisung für einen halbquantitativen Zuckernachweis. Zur Bestimmung des Glucose- Gehalts im Wein werden verschiedene Mengen an Fehling Lösung eingesetzt.

Die Schüler und Schülerinnen stellen je 50 mL einer Fehling I⁷ und einer Fehling II⁸ Lösung her. Aus der Mischung der Fehling I und II Lösungen werden sechs Ansätze in Reagenzgläsern mit 1, 2, 4, 6, 8 und 10 mL hergestellt. Je 1 mL Weißwein wird jedem Ansatz zugegeben und die Mischungen kommen für 10 Minuten in ein kochendes Wasserbad.

Nach dem Abkühlen der Reagenzgläser ist der rote Niederschlag des Cu_2O zu erkennen. Die Lösungen haben Farbtöne von orange- gelb bis grün- blau angenommen.

⁷ „Fehling I: 7 g Kupfersulfat Pentahydrat in 100 mL Wasser lösen“ [60]

⁸ „Fehling II: 35 g Kaliumnatriumtartrat und 10 g Natriumhydroxid in 100 mL Wasser lösen“ [60]

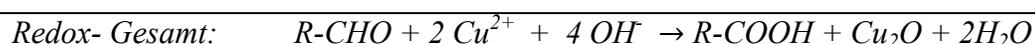
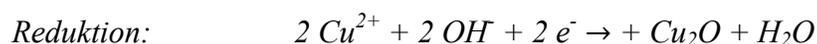
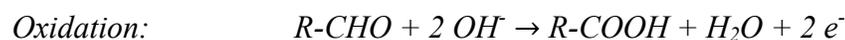
Wurden die Einfachzucker nicht vollständig oxidiert, da nicht genügend Fehling- Lösung vorhanden war, ist CuOH (Kupfer(I)- hydroxid) entstanden, welches an seiner gelb- orangen Färbung zu erkennen ist.

Die grün- blaue Färbung ist auf einen Überschuss an Fehling- Lösung zurückzuführen. Die Kupfer(II)-sulfat- Lösung bildet mit dem Komplexbildner KNa- Tartrat und NaOH einen Tartrato-Kupfer(II)- Komplex mit dieser typischen blauen Färbung. [54]

Mit diesen Informationen sollen die Schüler und Schülerinnen den Gehalt an reduzierenden Zuckern im Weißwein abschätzen. [55] S. 16

„1 mL Fehlingsche Lösung oxidiert 12,6 mg Glucose. Da jeweils 1 mL Wein eingesetzt wird, entspricht bei der durchgeführten Bestimmung 1 mL der Fehlingschen Lösung einem Glucosegehalt von ca. 12,6 g/L.“ [55] S. 16

Die Oxidationen und Reduktion können hergeleitet werden und dienen dem Verständnis des Reaktionsablaufes.



Abgewandelt nach [53] S. 47

Alternativ, können fertige Lösungen für den Nachweis von reduzierenden Zuckern gekauft werden, wie sie von Winzerinnen und Winzern verwendet werden. Der Vorteil ist, dass die Konzentrationen dieser Lösungen so eingestellt sind, dass die Schüler und Schülerinnen nicht mehr rechnen müssen.

Für den Einsatz in der Schule ist diese Art reduzierende Zucker zu bestimmen daher weniger zu empfehlen, auch die Anschaffung der Lösungen ist sehr teuer.

Der Versuchsablauf sei hier aufgrund der vielen Redoxreaktionen erklärt.

Die vorgefertigten Lösungen werden einfachheitshalber Zucker 1 - 6 genannt. Hinter den Bezeichnungen stehen Kupfersulfat (Zucker 1⁹), K-Na- Tartrat (Zucker 2¹⁰), Kaliumiodid (Zucker 3¹¹), Schwefelsäure (Zucker 4¹²), Stärkelösung (Zucker 5¹³) und Natriumthiosulfat (Zucker 6¹⁴).

2 mL Wein werden mit 10 mL der Fehling I Lösung und 5 mL der Fehling II Lösung versetzt und erhitzt. Der Komplexbildner hält die zweiwertigen Kupfer- Ionen vorerst in Lösung.

[44] S. 17 [53] S. 47

Nach dem Abkühlen wird mit 10 mL Schwefelsäure angesäuert und 10 mL an Kaliumiodid-Lösung hinzugefügt. Dieses reagiert mit den durch die Zucker nicht umgesetzten Kupfer(II)-Ionen zu Iod. Der Iodüberschuss wird mit 10 mL Stärkelösung versetzt und mit Natriumthiosulfat zurück titriert. [53] S. 47 – 48



Die Verwendung von Speziallösungen in einer Spezialbürette, an welcher der Zuckergehalt in g/L direkt abgelesen werden kann, ist sehr utensilien- und kostenaufwendig.

Vereinfacht kann auch ein Clinitest durchgeführt werden. Der Clinitest funktioniert wie die eben beschriebene Redoxreaktion auf CuSO_4 Basis. [53] S. 50 - 51

Das Experiment ist für den Einsatz in der Oberstufe gedacht. Den Chemismus hinter der Reaktion sollten die Schüler und Schülerinnen genau erarbeitet haben.

Die Vielseitigkeit der Experimente in den Bereichen Zucker, Eigenschaften reduzierender Zucker, Spaltung von Disacchariden, Komplexbildung, Redox- Reaktion usw. ist beeindruckend und macht aus dem Versuch eine optimale Ergänzung zum Theorieunterricht. Viele chemische Vorgänge können miteinander verbunden werden.

⁹ „Zucker 1= 41,92 g/l CuSO_4 “ [53] S. 50

¹⁰ „Zucker 2= 80 g/l NaOH und 250 g/l KNa- Tartrat“ [53] S. 50

¹¹ „Zucker 3= 300 g/l KJ + 100 ml 1 N NaOH“ [53] S. 50

¹² „Zucker 4= 16 %ig H_2SO_4 “ [53] S. 50

¹³ „Zucker 5= 10 g/l lösliche Stärke + 10 ml 1 N NaOH + 20 g/l KJ“ [53] S. 50

¹⁴ „Zucker 6= 0,1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 24,818 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ + 50 ml 1N NaOH“ [53] S. 50

12.4.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Struktur - Eigenschafts - Konzept

Donator - Akzeptor - Konzept

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Strukturen und Modellbildung

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau II

Tabelle 20: Handlungsdimension - Wie viel Zucker steckt im Wein?- Bestimmung der reduzierenden Zucker

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	EO 4;
Reflexion/ Problemlösung	WO 6; EO 6;

12.5 41 mg/L - Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure

12.5.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Zu Beginn dieses und des folgenden Experimentes ist es nötig, die Eigenschaften der Schwefeligen Säure und deren Einsatz in der Weinbereitung zu erläutern.

Die Schwefelige Säure (H_2SO_3) ist eine schwache Säure. Die dissoziierten Formen der Schwefeligen Säure haben verschiedene Auswirkungen auf den Wein. Unter einem pH von 2 liegt die undissoziierte Form (H_2SO_3) vor. Ihre antibakterielle Wirkung tritt hier im Wein zutage.

In einem pH-Bereich von 3 - 4 wird die Bisulfit- Form (HSO_3^-) gefunden. Das HSO_3^- geht Bindungen mit dem unerwünschten Acetaldehyd im Wein ein.

Im alkalischen Milieu kommt die Sulfit- Form (SO_3^{2-}) überwiegend vor und wirkt als Antioxidans. Der Luftsauerstoff wird von dem Sulfitanion gebunden und wirkt einer Schädigung der Inhaltsstoffe durch Oxidation entgegen.

Neben diesen positiven Eigenschaften als Weinbehandlungsmittel kann die Schwefelige Säure auch zu gesundheitlichen Schäden führen. Unter anderem bewirkt sie eine Minderung der Bekömmlichkeit des Weines. Die Auswirkungen sind verschieden stark ausgeprägt, so führt die Schwefelige Säure bei empfindlichen Menschen zu Übelkeit und Kopfschmerz bis hin zu Brechreiz.

Eine der schlimmsten Auswirkungen der Schwefeligen Säure für den Weinbauern, die Weinbäuerin, ist jedoch die Ausbildung eines Böcksers, der durch die Umsetzung aller im Wein enthaltenen Schwefelquellen zu Sulfiden bedingt ist.

Dieses von Hefen ausgelöste Reaktionsprodukt ist leicht an seinem nach faulen Eiern ausgeprägten Geruch zu erkennen. [56] S. 54 - 55

„Die freie schwefelige Säure liegt im Wein als SO_2 , H_2SO_3 , HSO_3^- und SO_3^{2-} frei vor.“

[56] S. 55

Tabelle 21: Grenzwerte für SO_2 lt. EU-VO 1493/99, aus [56] S. 56

Grenzwerte lt österr. Weingesetz 1999	freies SO_2	gesamtes SO_2 (red. Zucker < 5 g/L)	gesamtes SO_2 (red. Zucker > 5 g/L)
Weiß-, Roséwein	50	210	260
Rotwein	50	160	210
Spätlese	50	210 bzw. 160	300
Auslese	60	210 bzw. 160	350
BA, Ausbruch, TBA, Eiswein, Strohwein	75	(210 bzw. 160)	400
Schaumwein	50	235	
Qualitätsschaumwein (Sekt)	35	185	

Die Freie Schwefelige Säure wird jodometrisch bestimmt. Die Bestimmung findet im sauren Milieu statt. Iod wird dabei zu Iodid reduziert und diese Umsetzung setzt sich gleich mit dem SO_2 - Gehalt im Wein.

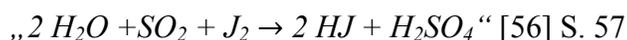
12.5.2 Experiment

Der Name (41 mg/L) des Experiments wurde in Anlehnung an den Gehalt an Freier Schwefeliger Säure eines Schilchers aus der Weststeiermark im Jahr 2015 gewählt.

Die Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure beruht auf der Oxidation durch das Iod.

50 mL Weißwein werden mit 20 mL Schwefelsäure ($c = 2,5 \text{ mol/L}$) angesäuert und mit 1 mL Stärkelösung versetzt. Titriert wird mit einer Iodid/Iodatlösung ($c = 0,005 \text{ mol/L}$), die im sauren Milieu Iod bildet, welches das SO_2 zu SO_3 oxidiert.

Die Titration des Weines wird gestoppt, wenn die entstandene Blaufärbung durch den Iodüberschuss anhält. [55] S. 16

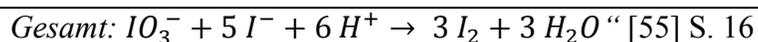
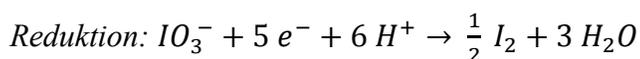
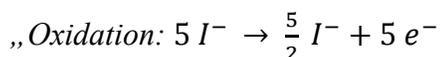


Herstellung der Iodid/ Iodatlösung als Iodquelle ($c = 0,005 \text{ mol/L}$):

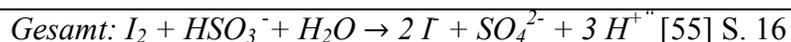
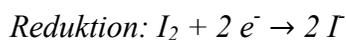
KIO_3 - Lösung ($\frac{1}{30} \text{ g/L}$): 7,2 g Kaliumiodat (trocken) in 1 L Wasser lösen.

40 mL einer KI- Lösung ($c = 0,5 \text{ mol/L}$) und 2 mL HCl (7 mol/L) werden 50 mL der KIO_3 -Lösung beigelegt und die Mischung wird auf 1 L aufgefüllt.

Durch folgende Redox- Reaktion entsteht im saurem Milieu das I_2 . [55] S. 16



Das Iod wird reduziert und gleichzeitig die Schwefelige Säure oxidiert.



Die Schwefelige Säure im Wein kann von den Schülern und Schülerinnen berechnet werden.

Die Konzentration von I_2 beträgt 0,005 mmol/mL, daher enthält 1 mL Iodid- Iodat- Lösung 0,005 mmol I_2 .

Das Experiment beruht auf dem Prinzip, dass der Verbrauch an Iod dem Gehalt an Schwefeliger Säure im Wein entspricht. Die Konzentration der Schwefeligen Säure ist daher auch 0,005 mmol/mL. [55] S. 16

$$\text{Konzentration } c = \frac{\text{Stoffmenge } n}{\text{Volumen } V} \rightarrow 0,005 \frac{\text{mmol}}{\text{mL}} = \frac{x \text{ mmol}}{1 \text{ mL}} \rightarrow x = 0,005 \text{ mmol}$$

Die molare Masse der Schwefeligen Säure beträgt $M(\text{HSO}_3^-) = 81 \text{ mg/ mmol}$. Die Masse der Schwefeligen Säure entspricht somit 0,405 mg. [55] S. 16

$$\text{Stoffmenge } n = \frac{\text{Masse } m}{\text{molare Massen } M} \rightarrow 0,005 \text{ mmol} = \frac{x \text{ mg}}{81 \frac{\text{mg}}{\text{mmol}}} \rightarrow x = 0,405 \text{ mg}$$

Die 0,405 mg entsprechen einem mL Verbrauch an Iod- Lösung. Die tatsächlichen mg Schwefeliger Säure in einem Liter Wein können dann von den Schülern und Schülerinnen mit einer einfachen Schlussrechnung ermittelt werden. Angenommen, es wären 50 mL an Iod- Lösung verbraucht worden, so ergibt sich ein Wert von 8,1 mg Schwefeliger Säure in einem Liter Wein. [55] S. 16

Die Alternative mit vorgefertigten Lösungen, die käuflich zu erwerben sind, gibt es auch für die jodometrische Bestimmung von Freier Schwefeliger Säure, wie sie von Winzern und Winzerinnen durchgeführt wird. Es wird mit vorgefertigten Lösungen gearbeitet, die einfachheitshalber Schwefel 22 - 44 genannt wurden. Hinter den Bezeichnungen stehen eine Iodat- Lösung (Schwefel 22), verdünnte Schwefelsäure (Schwefel 33) und eine Stärkelösung (Schwefel 44). Das Prinzip ist dabei das exakt gleiche wie bei dem zuvor beschriebenen Versuchsablauf.

Das Experiment eignet sich für den Einsatz in der Oberstufe, die Redox- Reaktion kann am Beispiel Iod zu Iodid und der Schwefeligen Säure zu Sulfat anschaulich erarbeitet und mit dem Experiment optisch umgesetzt werden.

Die Verknüpfung mit dem Themengebiet Kohlenhydrate und Stärkenachweis bietet ein breitgefächertes, umfangreiches Experiment, welches einen hohen Alltagsbezug besitzt.

12.5.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Donator - Akzeptor - Konzept

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Strukturen und Modellbildung

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau II

Tabelle 22: Handlungsdimension - 41 mg/L - Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2; EO 4;
Reflexion/ Problemlösung	WO 6; EO 6; KO 4 ;

12.6 129 mg/L - Bestimmung der Gesamt Schwefeligen

Säure

12.6.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Die Bedeutung der Schwefeligen Säure im Weinbau wurde bereits im Kapitel „41 mg/L - Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure“ erläutert.

„Die Gesamt-Schwefelige Säure“ ist die Summe der freien und insbesondere an Weinsubstanzen mit Aldehyd- oder Ketogruppen gebundenen schwefeligen Säure.“
[56] S. 55

Die Messung der Gesamt Schwefeligen Säure benötigt eine Freisetzung der gebundenen Schwefeligen Säuren, dies geschieht durch eine Alkalisierung. [44] S. 13

12.6.2 Experiment

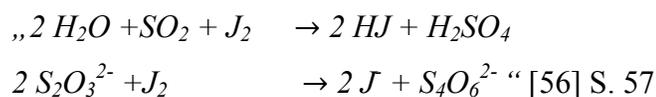
Der Name (129 mg/L) des Experiments wurde in Anlehnung an den Gehalt an Gesamt Schwefeliger Säure eines Schilchers aus der Weststeiermark im Jahr 2015 gewählt.

Das Experimentierblatt enthält die Arbeitsanweisung für die jodometrische Bestimmung der Gesamt Schwefeligen Säure. Die Vorgehensweise ist gleich wie bei der Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure. Hier geht der Bestimmung lediglich eine Alkalisierung der gebundenen Anteile voraus.

Die gebundenen Anteile werden durch einen Zusatz von 25 mL NaOH (c= 2 mol/L) zu 50 mL Wein freigesetzt. Der Wein erhält nach ca. 15 Minuten eine goldgelbe Färbung.

Ab diesem Zeitpunkt kann die jodometrische Bestimmung wie in „41 mg/L - Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure “ durchgeführt werden. [55] S. 16

Die Alternative mit vorgefertigten Lösungen, die käuflich zu erwerben sind, gibt es auch für die jodometrische Bestimmung von Gesamt Schwefeliger Säure, wie sie von Winzern und Winzerinnen durchgeführt wird. Es wird mit vorgefertigten Lösungen gearbeitet, die einfachheitshalber Schwefel 11 - 55 genannt wurden. Hinter den Bezeichnungen stehen eine n-Natronlauge (Schwefel 11), eine Iodat- Lösung (Schwefel 22), eine verdünnte Schwefelsäure (Schwefel 33), eine Stärkelösung (Schwefel 44) und eine Natriumthiosulfat-Lösung (Schwefel 55).



Das Experiment kann in der Schule äquivalent zum Experiment „41 mg/L - Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure“ eingesetzt werden oder in Kombination mit letzterem. Die Themen und der Chemismus hinter den Experimenten sind nahezu ident. Die Redox- Reaktion bildet die Basis für das Verständnis.

Der Versuchsablauf dauert sehr lange und es wird mit Säuren und Laugen gearbeitet, daher wird empfohlen, die Experimente in kleinen Gruppen, z.B. im Rahmen des Laborunterrichts oder eines freien Wahlfaches, als Ergänzung und Vertiefung einzusetzen.

12.6.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Donator - Akzeptor - Konzept

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Strukturen und Modellbildung

Stoffumwandlung und Energetik

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau II

Tabelle 23: Handlungsdimension - 129 mg/L - Bestimmung der Gesamt Schwefeligen Säure

Reproduktionsleistung	WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2; EO 4;
Reflexion/ Problemlösung	WO 6; EO 6; KO 4 ;

12.7 11,3 %vol. - Alkoholbestimmung

12.7.1 „Von der Weintraube zum Wein“

Der Alkohol bildet das Herzstück des Weines. Je nach Weinausbau liegen die Werte des Alkohols im Wein zwischen 5 - 13 %vol. Der Alkohol umfasst das im Zuge der Gärung von Hefen gebildete Ethanol und weitere Inhaltsstoffe, die dem Wein seinen Charakter verleihen.

Das Ethanol bildet mit 100 - 120 g/L den größten Alkoholanteil im Wein, Methanol liegt mit 0,020 - 0,20 g/L vor und sogenannte höhere Alkohole oder „Fuselöle“ findet man mit einem Anteil von 0,2 - 0,6 g/L vor. Die Fuselöle sind Produkte, die bei dem Pektinabbau anfallen, oder bei der Verstoffwechslung von Aminosäuren.

Die höheren Alkohole verleihen dem Wein ein typisches Aroma und würden in höheren Konzentrationen zu Schwindel oder Kopfschmerzen führen. Wie auch das Methanol kommen sie im Wein nicht in solchen Konzentrationen vor, dass sie ihre negativen Eigenschaften voll entfalten können, nur der Kopfschmerz ist gelegentlich zu spüren. [57] S. 31

Der Alkohol kann in „Vorhandener Alkohol“, „Potenzieller Alkohol“, „Gesamt Alkohol“ und in „Natürlicher Alkoholgehalt“ angegeben werden.

„Vorhandener Alkohol: Der Gehalt reinen Alkohols (in Volumprozent), der bei 20° C in einem Erzeugnis (Wein) enthalten ist. Wird analytisch z.B. üblicherweise destillativ oder mittels Kaliumdichromatdestillation (Rebelein) erfasst.“ [57] S. 31

Der potenzielle Alkohol wird über den vergärbaren Zucker berechnet. Es wird davon ausgegangen, dass 1 %vol. Alkohol aus 17 g/L Zuckern gebildet wird.

Dem reinen Alkoholgehalt, der bei einer vollständigen Gärung bei 20° C entsteht, muss noch 1 g/L abgezogen werden, da die nicht vergärbaren Zucker in diesem Ausmaß angenommen werden. [57] S. 32

„Potenzieller Alkohol (%vol) = (Gehalt red. Zucker (g/l) -1)/ 17“ [57] S. 32

Die Summe beider Alkohole (vorhanden und potenziell) bildet den Gesamtalkohol. [57] S. 32

12.7.2 Experiment

Der Name (11,3 %vol.) des Experiments wurde in Anlehnung an den Alkoholgehalt eines Schilchers aus der Weststeiermark im Jahr 2015 gewählt.

Die Bestimmung des Alkoholgehaltes im Wein erfolgt durch Destillation und anschließendes Messen des Alkohols mit einem Alkoholmeter.

Zur Abtrennung des Ethanol im Wein werden 100 mL Wein in einem Destillierkolben mit einer Destillierapparatur aufgetrennt. Unter dem Auslauf werden 35 mL des Destillates aufgefangen und mit dest. Wasser auf 100 mL aufgefüllt. Die Destillation wird abgebrochen.

Mit einem Alkoholmeter kann der Alkoholgehalt des Destillats und rückschließend des Alkohols bestimmt werden. [55] S. 17

Die Messung des Alkohols mit dem Alkoholmeter ist einfach und kann auch im Regelunterricht durchgeführt werden.

Der Aufbau von Alkoholen und ihre Eigenschaften bilden die Theorie hinter dem Experiment. Die Auswirkungen des Weines auf den Körper und der Abbau im Körper sind weitere Punkte, die zu erarbeiten sind. Dies bietet einen fächerübergreifenden Kontext mit dem Biologie- und Gesundheitslehre- Unterricht.

Alkoholgehalt		Alkoholgehalt		Alkoholgehalt		Alkoholgehalt		Alkoholgehalt		Alkoholgehalt	
%vol	g/l	%vol	g/l	%vol	g/l	%vol	g/l	%vol	g/l	%vol	g/l
9,99	78,9	10,78	85,1	11,56	91,3	12,34	97,4	13,11	103,5	13,89	109,6
10,01	79,0	10,80	85,3	11,57	91,3	12,35	97,5	13,13	103,6	13,90	109,7
10,02	79,1	10,81	85,3	11,58	91,4	12,37	97,6	13,14	103,7	13,91	109,8
10,04	79,3	10,82	85,4	11,59	91,5	12,38	97,7	13,15	103,8	13,92	109,9
10,05	79,3	10,83	85,5	11,61	91,6	12,39	97,8	13,16	103,9	13,93	110,0
10,06	79,4	10,85	85,6	11,62	91,7	12,40	97,9	13,17	104,0	13,94	110,0
10,07	79,5	10,86	85,7	11,63	91,8	12,41	98,0	13,72	108,3	13,96	110,2
10,09	79,7	10,87	85,8	11,64	91,9	12,42	98,0	13,20	104,2	13,97	110,3
10,10	79,7	10,88	85,9	11,65	92,0	12,44	98,2	13,21	104,3	13,98	110,4
10,11	79,8	10,89	86,0	11,66	92,0	12,45	98,3	13,22	104,4	13,99	110,4
10,12	79,9	10,90	86,0	11,68	92,2	12,46	98,4	13,23	104,4	14,01	110,6
10,13	80,0	10,92	86,2	11,69	92,3	12,47	98,4	13,25	104,6	14,02	110,7
10,14	80,0	10,93	86,3	11,70	92,4	12,49	98,6	13,26	104,7	14,03	110,8
10,16	80,2	10,94	86,4	11,71	92,4	12,50	98,7	13,24	104,5	14,05	110,9
10,17	80,3	10,95	86,4	11,73	92,6	12,51	98,8	13,28	104,8	14,06	111,0
10,18	80,4	10,97	86,6	11,74	92,7	12,52	98,8	13,30	105,0	14,07	111,1
10,19	80,4	10,98	86,7	11,75	92,8	12,54	99,0	13,31	105,1	14,09	111,2
10,21	80,6	10,99	86,8	11,76	92,8	12,55	99,1	13,33	105,2	14,10	111,3
10,22	80,7	11,00	86,8	11,78	93,0	12,57	99,2	13,34	105,3	14,11	111,4
10,23	80,8	11,02	87,0	11,79	93,1	12,58	99,3	13,35	105,4	14,12	111,5
10,24	80,8	11,03	87,1	11,81	93,2	12,59	99,4	13,36	105,5	14,14	111,6
10,26	81,0	11,05	87,2	11,82	93,3	12,60	99,5	13,38	105,6	14,15	111,7
10,27	81,1	11,06	87,3	11,83	93,4	12,62	99,6	13,39	105,7	14,16	111,8
10,29	81,2	11,07	87,4	11,86	93,6	12,63	99,7	13,40	105,8	14,18	111,9
10,30	81,3	11,08	87,5	11,87	93,7	12,64	99,8	13,41	105,9	14,19	112,0
10,31	81,4	11,10	87,6	11,88	93,8	12,65	99,9	13,43	106,0	14,20	112,1
10,32	81,5	11,11	87,7	11,89	93,9	12,67	100,0	13,44	106,1	14,21	112,2
10,34	81,6	11,12	87,8	11,91	94,0	12,68	100,1	13,46	106,3	14,22	112,3
10,35	81,7	11,15	88,0	11,92	94,1	12,70	100,3	13,47	106,3	14,24	112,4
10,36	81,8	11,16	88,1	11,94	94,3	12,71	100,3	13,48	106,4	14,25	112,5
10,37	81,9	11,18	88,3	11,95	94,3	12,72	100,4	13,49	106,5	14,26	112,6
10,39	82,0	11,19	88,3	11,96	94,4	12,73	100,5	13,51	106,6	14,28	112,7
10,40	82,1	11,20	88,4	11,97	94,5	12,75	100,6	13,52	106,7	14,29	112,8
10,42	82,3	11,21	88,5	11,99	94,6	12,76	100,7	13,53	106,8	14,30	112,9
10,44	82,4	11,23	88,6	12,00	94,7	12,77	100,8	13,54	106,9	14,32	113,0
10,45	82,5	11,24	88,7	12,01	94,8	12,78	100,9	13,55	107,0	14,33	113,1
10,47	82,7	11,25	88,8	12,02	94,9	12,79	101,0	13,56	107,0	14,34	113,2
10,48	82,7	11,26	88,9	12,03	95,0	12,80	101,0	13,58	107,2	14,35	113,3
10,49	82,8	11,27	89,0	12,04	95,0	12,82	101,2	13,59	107,3	14,36	113,4
10,50	82,9	11,28	89,0	12,06	95,2	12,83	101,3	13,60	107,4	14,38	113,5
10,51	83,0	11,30	89,2	12,07	95,3	12,84	101,4	13,61	107,4	14,39	113,6
10,52	83,0	11,31	89,3	12,08	95,4	12,85	101,4	13,63	107,6	14,40	113,7
10,54	83,2	11,32	89,4	12,09	95,4	12,87	101,6	13,64	107,7	14,41	113,8
10,55	83,3	11,33	89,4	12,11	95,6	12,88	101,7	13,65	107,8	14,42	113,8
10,56	83,4	11,35	89,6	12,12	95,7	12,89	101,8	13,66	107,8	14,43	113,9
10,57	83,4	11,36	89,7	12,13	95,8	12,90	101,8	13,68	108,0	14,44	114,0
10,59	83,6	11,37	89,8	12,14	95,8	12,92	102,0	13,69	108,1	14,45	114,1
10,60	83,7	11,38	89,8	12,16	96,0	12,93	102,1	13,71	108,2	14,47	114,2
10,61	83,8	11,40	90,0	12,17	96,1	12,95	102,2	13,72	108,3	14,48	114,3
10,62	83,8	11,41	90,1	12,19	96,2	12,96	102,3	13,73	108,4	14,49	114,4
10,64	84,0	11,43	90,2	12,20	96,3	12,97	102,4	13,74	108,5	14,50	114,5
10,65	84,1	11,44	90,3	12,21	96,4	12,98	102,5	13,76	108,6	14,52	114,6
10,67	84,2	11,45	90,4	12,22	96,5	13,00	102,6	13,77	108,7	14,53	114,7
10,68	84,3	11,46	90,5	12,24	96,6	13,01	102,7	13,78	108,8	14,54	114,8
10,69	84,4	11,48	90,6	12,25	96,7	13,02	102,8	13,79	108,9	14,55	114,9
10,70	84,5	11,49	90,7	12,26	96,8	13,03	102,9	13,81	109,0	14,57	115,0
10,72	84,6	11,50	90,8	12,27	96,9	13,05	103,0	13,82	109,1	14,58	115,1
10,73	84,7	11,51	90,9	12,29	97,0	13,06	103,1	13,84	109,3	14,59	115,2
10,74	84,8	11,53	91,0	12,30	97,1	13,08	103,3	13,85	109,3	14,60	115,3
10,75	84,9	11,54	91,1	12,32	97,3	13,09	103,3	13,86	109,4	14,62	115,4
10,77	85,0	11,55	91,2	12,33	97,3	13,10	103,4	13,87	109,5	14,63	115,5

Abbildung 21: Umrechnungstabelle: Alkohol g/L \Leftrightarrow Alkohol %vol. [44] S. 19

12.7.3 Didaktischer Hintergrund

Basiskonzept:

Struktur - Eigenschafts - Konzept

Oberstufe/ Matura

Inhaltsdimension:

Strukturen und Modellbildung

Chemie und Leben

Anforderungsdimension:

Anforderungsniveau II

Tabelle 24: Handlungsdimension - 11,3 %vol. - Alkoholbestimmung

Reproduktionsleistung	WO 1; WO 2; EO 1;
Transferleistung	WO 4; EO 2; KO 2;
Reflexion/ Problemlösung	WO 6; EO 7; KO 7;

13 Einbindung der Experimente in den Lehrplan der Oberstufe

13.1 Strukturen und Modellbildung

Humus - Der Ionenaustauscher

Mostgewichtmessung mit dem Refraktometer

Wundermittel Pektinase

Wein versus Milch

Ist der Zucker noch ganz dicht?

Gärung - Die Geburt des Weines

Wie viel Zucker steckt im Wein?- Bestimmung der reduzierenden Zucker

41 mg/L - Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure

129 mg/L - Bestimmung der Gesamt Schwefeligen Säure

11,3 %vol. - Alkoholbestimmung

13.2 Stoffumwandlung und Energetik

Bodenacidität

Mostgewichtmessung mit dem Refraktometer

pH-Wert der Weintraube

Anthocyane - Die natürlichen Indikatoren

Wundermittel Pektinase

Wein versus Milch

8,6 g/L - Gesamtsäuremessung

Sei doch nicht sauer! - Kalkentsäuerung

Gärung - Die Geburt des Weines

Blaues Wunder!

Wie viel Zucker steckt im Wein?- Bestimmung der reduzierenden Zucker

41 mg/L - Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure

129 mg/L - Bestimmung der Gesamt Schwefeligen Säure

13.3 Rohstoffe, Synthesen und Kreisläufe

Humus - Der Ionenaustauscher

Aktivkohle - Der Saubermacher des Weines

13.4 Chemie und Leben

Wundermittel Pektinase

Wein versus Milch

Gärung - Die Geburt des Weines

11,3 %vol. - Alkoholbestimmung

14 Experimentieren in der Schule

Einige ausgewählte Experimente wurden in der Schule durchgeführt. Die Durchführbarkeit der Experimente und Konzepte wurde damit überprüft. Die Experimente der Diplomarbeit sollen als Vorschlag zum Einsatz im Unterricht dienen. Es ist wichtig, diese in der Praxis auszutesten, um auf eventuelle Schwächen oder Stärken, Abänderungen oder Empfehlungen hinweisen zu können.

Die Vielseitigkeit des Einsatzes auch abseits des Chemieunterrichts wurde mit einer dritten Klasse einer NMS im Fach Biologie erprobt.

Vier Experimente aus der Diplomarbeit wurden im Rahmen des Chemie Labors an einem BORG getestet.

14.1 Neue Mittelschule

Ich hatte die Möglichkeit, in der Neuen Mittelschule 2 in Deutschlandsberg eine Biologiestunde zum Thema Boden zu halten. Die zuständige Pädagogin, Frau Gudrun Zöchmeister, stellte mir ihre Biologiestunde zur Verfügung und stand mir während der Experimentiereinheit tatkräftig zur Seite.

Im Rahmen der 45 Minuten wurden die Experimente „Humus - Der Ionentauscher“ und „Bodenacidität“ mit den Schülern und Schülerinnen durchgeführt.

Am Beginn der Stunde musste die Definition und Bedeutung des pH-Wertes gegeben werden und die Grundlagen über die Ladung vom Boden und der Farbstoffe wurden aufgefrischt.

Die 18 Schüler und Schülerinnen teilten sich nach dieser kurzen Einleitung in vier Gruppen und die Schülerblätter wurden ausgegeben.

Das Experiment zum Thema „Humus - Der Ionentauscher“ funktionierte sehr gut. Dabei wurden auch andere Böden neben dem Humus auf ihre Fähigkeit, Ionen zu binden, getestet und es stellte sich heraus, dass Waldboden besser für den Versuch geeignet ist, da er sich leichter filtrieren lässt und somit die Dauer des Versuches deutlich verringert wird.

Die Ausbeute an Filtrat und somit Farblösung zum Vergleichen war deutlich höher als bei den Versuchsansätzen mit Humusboden und konnte besser mit der Ausgangslösung verglichen werden.



Abbildung 22: Experimentier- Utensilien und verschiedene Bodenproben

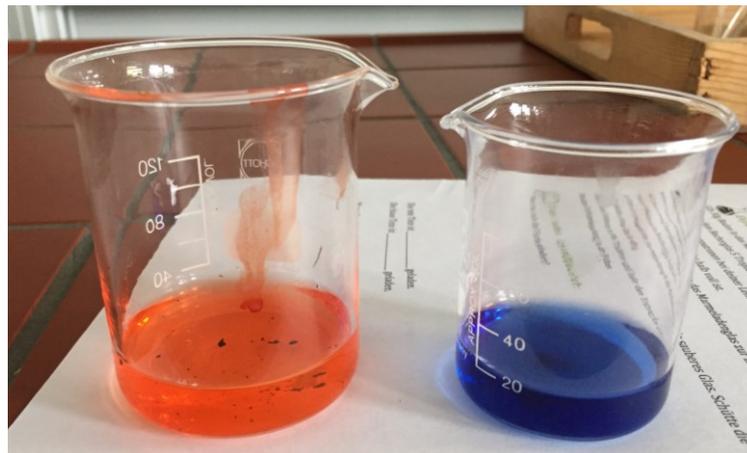


Abbildung 23 links: Lösung mit Wasser und roter Tinte; rechts: Lösung mit Wasser und blauer Tinte



Abbildung 24 links: Filtrat der Rote- Tinte Mischung; rechts: original Rote- Tinte Mischung

Das Filtrat ist hellorange. Die Farben des Filtrats und der ursprünglichen Lösung haben sich nur leicht verändert. Dies ist der Beweis, dass negativ geladene Farbstoffe nur teilweise vom Boden aufgenommen werden.

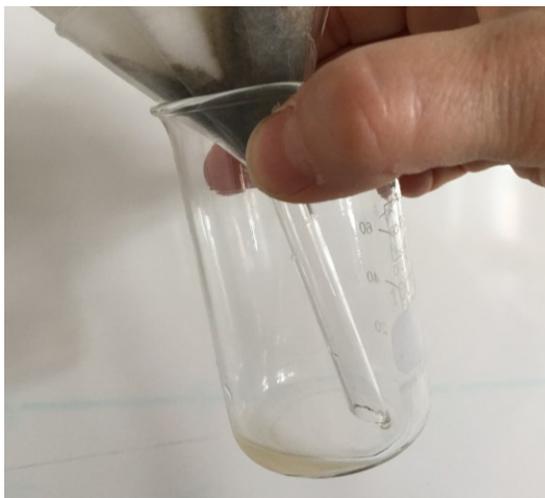


Abbildung 25: Filtrat der Blaue-Tinte Mischung

Das Filtrat der Mischung aus blauer Tinte und Humusboden ist „farblos“. Es schwimmen lediglich einige Schmutzpartikel im Filtrat, welche die Lösung trüben. Der blaue Farbton, wie in der ursprünglichen Lösung, ist vollkommen verschwunden. Der blaue Farbstoff ist daher positiv geladen und wird vom Boden leicht aufgenommen.

Das zweite Experiment zur Bodenacidität wurde aufgrund der langen Wartezeit von 20 Minuten schon vor dem Ionentauschexperiment angesetzt. Leider konnten die pH-Werte aus zeitlichen Gründen nicht mehr gemessen werden. Die Zugabe von fester Zitronensäure und der Nachweis von Kohlensäure wurden noch durchgeführt. Das Aufschäumen der Lösung und die akustische Wahrnehmung der Blasenbildung wurden von den Schülern und Schülerinnen sehr gut angenommen und sofort als Kohlendioxid identifiziert.

Die Messungen der pH-Werte werden in der nächsten Einheit nachgeholt.

Es empfiehlt sich daher, zwei Einheiten für die Versuche rund um den Boden einzuplanen, um das Geschehene im notwendigen Maße zu reflektieren.

14.2 BORG

Im Rahmen des naturwissenschaftlichen Zweiges am BORG Deutschlandsberg besuchen die Schüler und Schülerinnen eine zweistündige Einheit mit Schwerpunkt Chemie Labor.

Schüler und Schülerinnen absolvierten in diesen zwei Schulstunden das Experimentierprogramm „Wein mal anders!“ mit Experimenten aus der Diplomarbeit.

Mir war es ein großes Anliegen, die Experimente in eine Art Geschichte zu verpacken, in der ein Zusammenhang zwischen den Experimenten hergestellt werden kann.

Die Idee der Geschichte hinter dem Experimentierprogramm war, dass die Schüler und Schülerinnen ein Start- Up gründen und in die Weinbranche einsteigen. Die Experimentierenden wurden mit Kommentaren durch ihre Weinbereitungsreise geschickt, um eine Begründung für die Anwendung der Experimente zu geben. Fünf Versuche wurden in dieser Geschichte verpackt und teilweise durchgeführt. Die Theorie hinter den Versuchen wurde nach jedem Experiment genau besprochen und von den Schülern und Schülerinnen mitnotiert. Das Experimentierskript enthielt die originalen Schülerblätter der Experimente, die mithilfe von Kommentaren verknüpft wurden.

Das Experimentierprogramm „Wein mal anders!“ ist im Anhang zu finden.

Dein erstes Jahr als QuereinsteigerIn mit deinem Start- Up Unternehmen im Weinbau hat begonnen. Das Weinjahr 2015 war erfolgreich, die Trauben wurden gelesen und sollen nun im Weinkeller weiterverarbeitet werden.

Der erste Schritt in der Weinverarbeitung ist das Pressen der Trauben; ein Winzer hat dir den Einsatz von Pektinase im Zuge der Pressung empfohlen. Ist der Einsatz dieses Enzyms wirklich nötig? Immerhin ist die Pektinase nicht billig und du willst möglichst wenig Nebenkosten haben!

Führe Versuch 1 durch und entscheide, ob sich der Einsatz von Pektinase während der Pressung lohnt.

Versuch 1 „Wundermittel Pektinase“ wurde laut Schülerblatt durchgeführt. Die Ausbeute an Seihmost mit der Behandlung von Pektinase war doppelt so hoch. Das Experiment zeigt eindrucksvoll, welche Wirkung das Enzym auf die Trauben hat.

Die Trauben wurden zum Most verarbeitet, allerdings befinden sich noch viele störende Trubstoffe im Most, auch die Farbe ist dir viel zu intensiv. Du hast dir überlegt, dass ein farbloser Rotwein ein neuer Marketingschlager für dein Start- Up Unternehmen werden könnte.

In einem Weinbuch wird die Zugabe von Kasein empfohlen, um die Farbstoffe aus dem Wein zu entfernen. Eine ganze Linie an bekannten Getränken, die farblos wären, würden dir mit der Idee vielleicht Millionen einbringen!

Führe Versuch 2 durch und entscheide, ob du Kasein einsetzen möchtest, um deinen gesamten Wein zu entfärben.

Das Experiment „Wein versus Milch“ wurde durchgeführt. Die Entfärbung des Rotweines war nach einer Reaktionszeit von 10 Minuten leider nicht vollständig fortgeschritten. Die Cola und der rote Weintraubensaft konnten auch in der kurzen Zeit eindrucksvoll entfärbt werden.



Abbildung 26: links: Cola und Fanta original; rechts: Cola, Traubensaft, Fanta und Rotwein mit Milch



Abbildung 27: links: Traubensaft mit Milch filtiert und Traubensaft original; Cola mit Milch und das Filtrat (Cola + Milch)

Die Farbstoffe sind entfernt, jedoch bist du dir nicht sicher, ob diese Wahl des Schönungsmittels die richtige war. Du hast noch Aktivkohle im Keller und möchtest versuchen, ob die Aktivkohle ein besseres Ergebnis bringt als das Kasein.

Die Aktivkohle wurde in Form von Kohletabletten und Aktivkohle aus dem Lagerhaus speziell für die Anwendung im Weinbau eingesetzt. „Aktivkohle - Der Saubermacher des Weines“ funktionierte sehr gut, jedoch wurden zu wenige Kohletabletten verwendet und die Entfärbung funktionierte nur bedingt bis gar nicht. Die Entfärbung mit Aktivkohle aus dem Lagerhaus verlief wie gewünscht, der Wein konnte komplett entfärbt werden.



Abbildung 28: links: Rotwein- Kohletabletten- Filtrat; rechts: Rotwein- Aktivkohle (Lagerhaus)- Filtrat

Der Wein wurde entfärbt und auf den Markt gebracht, allerdings ist der erwartete Ansturm auf den farblosen Wein ausgeblieben. Anscheinend bevorzugen die WeintrinkerInnen färbigen Wein. Du willst aber nicht „Mainstream“ sein und suchst nach einer Möglichkeit, eine neue Weinfarbe zu kreieren, ohne künstliche Farbstoffe zuzusetzen. Im Chemie Unterricht wurde das Thema Anthocyane als Indikatoren behandelt und dir fällt wieder ein, dass auch der Most Anthocyane enthält.

Führe den vierten Versuch durch und entscheide, ob dieser Wein ein neuer Verkaufsschlager werden könnte oder nicht für den Trinkgenuss geeignet ist.

Die Wirkung der Anthocyane als Indikatoren wurde im Versuch 4 demonstriert.

Das Schülerblatt „Anthocyane - Die natürlichen Indikatoren“ wurde wie beschrieben durchgeführt, die Experimentierenden stellten den pH- Wert einmal auf 7 und einmal auf 14 ein und konnten die Änderung der Farbe erkennen und beschreiben. Bei pH 4 hat der Wein seine typisch intensiv dunkelrote Farbe. Bei pH 7 ändert sich die Farbe in Richtung rot- braun. Die Färbung bei pH 14 lässt sich mit schwarz- dunkel- blau beschreiben und ist zu erkennen, wenn die Lösung gegen das Licht gehalten wird.



Abbildung 29: von links- Rotwein pH 14; Rotwein pH 7; Rotwein pH 4

Leider wird auch diese Idee verworfen. Dein letzter Hoffnungsschimmer auf eine Weinneuheit ist ein komplett entsäuerter Wein. Von wegen spritzig, mild ist die neue Devise! Führe den Versuch 5 durch und eventuell darfst du dein neues Produkt auf seinen neuen Geschmack testen.

Der Versuch 5 „Sei doch nicht sauer! - Kalkentsäuerung“ konnte aus zeitlichen Gründen nicht mehr durchgeführt werden. Die letzten 10 Minuten wurden genutzt, um die anderen Experimente nochmals zu besprechen und den chemischen Hintergrund zu sichern.

Die Kalkentsäuerung sollte in diesem letzten Versuch verschärft passieren, der Wein hätte auf 1 g/L Säure eingestellt werden sollen.

Keine Sorge! Dir fällt bestimmt bald die Idee für ein noch nie dagewesenes Wein-Genusserlebnis ein! Immer nur dran bleiben und die Lust am Forschen und Experimentieren nie verlieren!

Mit diesem letzten Kommentar wurde diese erfolgreiche Experimentiereinheit zum Thema „Wein mal anders!“ abgeschlossen.

Die Kombination dieser Experimente hat sehr gut funktioniert, eine Einheit von zwei Stunden ist perfekt für die Durchführung von vier Experimenten. Die Schüler und Schülerinnen experimentierten sehr motiviert!

Experimente zum Thema Wein wurden mit Lebensmitteln durchgeführt und zeigten eindrucksvoll, welche chemischen Reaktionen und Eigenschaften von Stoffen sich die Weinbauern und Weinbäuerinnen zunutze machen, um einen perfekten Tropfen Wein zu produzieren.

15 Schlussfolgerung

„Können Experimente mit einem weinbaulichen Hintergrund so erarbeitet werden, dass sie eine sinnvolle Ergänzung zu den klassischen Schulexperimenten bilden?“

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Forschungsfrage mit „Ja!“ beantwortet werden kann.

Das Thema Wein bietet zahlreiche Experimente, die in der Schule, sowohl in der Unterstufe als auch in der Oberstufe, eingesetzt werden können. Die wichtigsten chemischen Inhalte finden sich in den 18 erarbeiteten Experimenten wieder und können im Chemie- Unterricht sinnvoll mit alltagsbezogenen weinbaulichen Versuchsanleitungen untermauert werden. Die Schwierigkeitsgrade der Experimente können durch Adaptionen der Versuchsanweisungen oder der Fragen zu den Experimenten variiert werden. Dadurch können sie in der Unterstufe, der Oberstufe, oder in vertiefenden Fächern eingesetzt werden. Die Umsetzung als Lehrer- oder Schülerversuch oder Demonstrationsversuch kann individuell gestaltet werden.

Die Thematik bietet einen breiten Umfang an Wissen, das in der Schule sowohl im Bereich Chemie, Biologie oder Physik eingesetzt werden kann. Die Erarbeitung des Bodens der Weintraube bis hin zum Wein ist daher sehr gut geeignet, um chemische Reaktionen zu erklären. Der Einblick in den Weinbau und die damit begründete Wichtigkeit zur Erarbeitung der Inhalte, um einen Wein zu produzieren, bildet den optimalen Hintergrund zu den Experimenten.

Das Arbeiten an der Diplomarbeit und die Umsetzung in der Schule haben mich bestärkt, aufmerksam zu bleiben und das Potential meiner Umgebung für den Chemie- oder Biologie- Unterricht stets abzuschätzen. Viele im Alltag oder Beruf essentiellen Arbeitsweisen können chemisch begründet und in Abwandlungen im Chemie- Unterricht eingesetzt werden, sei es durch eine Minimierung der Größenordnung oder durch die Ersetzung von Chemikalien durch Lebensmittel.

Im Zuge der Diplomarbeit wurden viele Versuche zu Hause in der Küche mit Lebensmitteln, Arzneimitteln und einfachen Gerätschaften ausgetestet.

Das Forschen in der eigenen Küche mit alltäglichen Produkten wie Traubensaft und Milch ergibt wundervolle, interessante, lehrreiche Experimente, welche die Schüler und Schülerinnen mit nach Hause nehmen und gegebenenfalls den Eltern demonstrieren können.

Ziel der Arbeit war es, Experimente zu beschreiben, die den Lernenden die Chemie in ihrer Umgebung veranschaulichen, um das Interesse zu wecken, Dinge genauer zu hinterfragen.

In den Schülern und Schülerinnen die gleiche Faszination für die Chemie und das Arbeiten in Laboren oder im Weinkeller auszulösen, wie sie in mir ausgelöst wurde, wäre die größte Bestätigung, die diese Erarbeitung erreichen könnte.

Die Thematik der Diplomarbeit liegt mir sehr am Herzen und ich konnte mein Fachwissen in dieser Diplomarbeit in einen sinnvollen Kontext zum Chemie- Unterricht setzen.

In diesem Sinne, angelehnt an „In vino veritas“ (Alkaios [58] S. 145)

Frei nach meiner Interpretation:

Im Wein liegt die Wahrheit über die Notwendigkeit des Wissens über die Chemie und das
Leben!

In vino veritas de necessitate artis chemicae vitaeque cognitionis

16 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ÖSTERREICHISCHES KOMPETENZMODELL NATURWISSENSCHAFTEN, AUS [7]	18
ABBILDUNG 2: KOMPETENZMODELL FÜR CHEMIE OBERSTUFE, AUS [8] S. 5	25
ABBILDUNG 3: STOFF- TEILCHEN- KONZEPT (SELBST GESTALTET IN ANLEHNUNG AN [10])	27
ABBILDUNG 4: ZUSAMMENHANG DER EIGENSCHAFTEN UND STRUKTUR VON STOFFEN (SELBST GESTALTET IN ANLEHNUNG AN [10])	28
ABBILDUNG 5: DAS EXPERIMENT IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN LEHR- /LERNPROZESS (SELBST GESTALTET IN ANLEHNUNG AN [17])	30
ABBILDUNG 6: UNTER- UND OBERIRDISCHE ORGANE DES REBSTOCKS [23]	36
ABBILDUNG 7: VERHOLZTER TEIL: ALTES, ZWEIJÄHRIGES UND EINJÄHRIGES HOLZ.....	37
ABBILDUNG 8: GRÜNE ORGANE DER WEINREBE [25]	38
ABBILDUNG 9: BEZIEHUNG ZWISCHEN BODEN-PH-WERT UND VERFÜGBARKEIT VON PFLANZENNÄHRSTOFFEN, AUS [29] S. 12	43
ABBILDUNG 10: ZUCKER-SÄURE-DIAGRAMM, AUS [36] S. 21	54
ABBILDUNG 11: VERLAUF DES WACHSTUMS UND DER REIFE DER WEINBEERE, AUS [37] S. 14	55
ABBILDUNG 12: STRUKTUR ANTHOCYANE, AUS [40] S. 234	58
ABBILDUNG 13: ROTWEIN- INDIKATOR EXPERIMENT	59
ABBILDUNG 14: STRUKTUREINHEIT PEKTIN AUS [40] S. 649.....	62
ABBILDUNG 15: PEKTINASE VERSUCH; LINKS: SEIHMOST VON BEHANDELTEN TRAUBEN; RECHTS: SEIHMOST VON UNBEHANDELTEN TRAUBEN.....	64
ABBILDUNG 16: VON LINKS- FANTA, ROTWEIN, COLA OHNE ZUSATZ VON MILCH	72
ABBILDUNG 17: FLASCHE 1: FANTA OHNE ZUSATZ, GLAS 1: FANTA NACH MILCHZUSATZ, GLAS 2: ROTWEIN NACH MILCHZUSATZ; FLASCHE 2: COLA NACH MILCHZUSATZ	73
ABBILDUNG 18: TABELLE ZUR ERMITTLUNG DES ALKOHOLGEHALTES AUS DEN °KMW, AUS [44] S. 6	78
ABBILDUNG 19: INHALTSTOFFE DES WEINES, AUS [50] S. 12.....	88
ABBILDUNG 20: QUALITÄTSSTUFEN LAUT ÖSTERREICHISCHEM WEINGESETZ 2009 , AUS [37] S. 216	89

	123
ABBILDUNG 21: UMRECHNUNGSTABELLE: ALKOHOL G/L \Leftrightarrow ALKOHOL %VOL. [44] S. 19.....	108
ABBILDUNG 22: EXPERIMENTIER- UTENSILIEN UND VERSCHIEDENE BODENPROBEN	113
ABBILDUNG 23 LINKS: LÖSUNG MIT WASSER UND ROTER TINTE; RECHTS: LÖSUNG MIT WASSER UND BLAUER TINTE	113
ABBILDUNG 24 LINKS: FILTRAT DER ROTE- TINTE MISCHUNG; RECHTS: ORIGINAL ROTE- TINTE MISCHUNG	113
ABBILDUNG 25: FILTRAT DER BLAUE-TINTE MISCHUNG.....	114
ABBILDUNG 26: LINKS: COLA UND FANTA ORIGINAL; RECHTS: COLA, TRAUBENSAFT, FANTA UND ROTWEIN MIT MILCH	116
ABBILDUNG 27: LINKS: TRAUBENSAFT MIT MILCH FILTIERT UND TRAUBENSAFT ORIGINAL; COLA MIT MILCH UND DAS FILTRAT (COLA + MILCH)	116
ABBILDUNG 28: LINKS: ROTWEIN- KOHLETABLETTEN- FILTRAT; RECHTS: ROTWEIN- AKTIVKOHLE (LAGERHAUS)- FILTRAT	117
ABBILDUNG 29: VON LINKS- ROTWEIN PH 14; ROTWEIN PH 7; ROTWEIN PH 4.....	118
ABBILDUNG 30: REFRAKTOMETER [59]	144
ABBILDUNG 31: VERLAUF DES WACHSTUMS UND DER REIFE DER WEINBEERE, AUS [37]	147
ABBILDUNG 32: GÄRRÖHRCHEN [43] S. 277.....	162

17 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: INHALTSDIMENSION CHEMIE [7]	20
TABELLE 2: HANDLUNGSDIMENSION- WISSEN ORGANISIEREN [8]	22
TABELLE 3: HANDLUNGSDIMENSION- ERKENNTNISSE GEWINNEN [8].....	22
TABELLE 4: HANDLUNGSDIMENSION- KONSEQUENZEN ZIEHEN [8]	23
TABELLE 5: HANDLUNGSDIMENSION - BODENACIDITÄT	46
TABELLE 6: HANDLUNGSDIMENSION - HUMUS - DER IONENAUSTAUSCHER.....	49
TABELLE 7: DURCHSCHNITTLICHE NÄHRWERTE VON 100 G WEINTRAUBEN; WERTE ENTNOMMEN AUS [33] [34].	50
TABELLE 8: HANDLUNGSDIMENSION - MOSTGEWICHTMESSUNG MIT DEM REFRAKTOMETER.....	54
TABELLE 9: HANDLUNGSDIMENSION - PH-WERT DER WEINTRAUBE	57
TABELLE 10: HANDLUNGSDIMENSION - ANTHOCYANE - DIE NATÜRLICHEN INDIKATOREN.....	60
TABELLE 11: HANDLUNGSDIMENSION - WUNDERMITTEL PEKTINASE.....	66
TABELLE 12: HANDLUNGSDIMENSION - AKTIVKOHLE - DER SAUBERMACHER DES WEINES.....	71
TABELLE 13: HANDLUNGSDIMENSION- WEIN VERSUS MILCH	76
TABELLE 14: HANDLUNGSDIMENSION - IST DER ZUCKER NOCH GANZ DICHT?.....	80
TABELLE 15: GEHALTE AN ORGANISCHEN SÄUREN IM WEIN, ENTNOMMEN AUS [48] S. 25	81
TABELLE 16: HANDLUNGSDIMENSION- 8,6 G/L - GESAMTSÄUREMESSUNG.....	83
TABELLE 17: HANDLUNGSDIMENSION - SEI DOCH NICHT SAUER! - KALKENTSÄUERUNG.....	86
TABELLE 18: HANDLUNGSDIMENSION - GÄRUNG - DIE GEBURT DES WEINES.....	93
TABELLE 19: HANDLUNGSDIMENSION - BLAUES WUNDER!	95
TABELLE 20: HANDLUNGSDIMENSION - WIE VIEL ZUCKER STECKT IM WEIN?- BESTIMMUNG DER REDUZIERENDEN ZUCKER	99
TABELLE 21: GRENZWERTE FÜR SO ₂ LT. EU-VO 1493/99, AUS [56] S. 56	100
TABELLE 22: HANDLUNGSDIMENSION - 41 MG/L - BESTIMMUNG DER FREIEN SCHWEFELIGEN SÄURE.....	103
TABELLE 23: HANDLUNGSDIMENSION - 129 MG/L - BESTIMMUNG DER GESAMT SCHWEFELIGEN SÄURE.....	105
TABELLE 24: HANDLUNGSDIMENSION - 11,3 %VOL. - ALKOHOLBESTIMMUNG	109

18 Literaturverzeichnis

- [1] ZPG Chemie. [Online].
https://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb2/modul1/m1_kompetenzorientierter_chemieunterricht.pdf
(letzter Zugriff: 28. März, 2016)
- [2] bifie. [Online].
<https://www.bifie.at/node/49>
(letzter Zugriff: 26. März, 2016)
- [3] Iris Venus-Wagner, Hubert Weiglhofer and Jörg Zumbach, "Kompetenzorientiertes Unterrichten in den Naturwissenschaften", in *Handbuch Kompetenzorientierter Unterricht*, Manuela Paechter et al., Eds. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 2012, pp. 188-202.
- [4] Das Webportal der Berufsbildenden Schulen Österreich. [Online].
<http://www.berufsbildendeschulen.at/en/glossar/k/kompetenz.html>
(letzter Zugriff: 28. März, 2016)
- [5] Bundesministerium für Bildung und Frauen. [Online].
https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfch_22323.pdf
(letzter Zugriff: 28. März, 2016)
- [6] Gerhard Kern. (2016, März) AECC-Chemie. [Online].
https://www.univie.ac.at/pluslucis/FBW0/FBW2014/Material/Kern_2014_Kompetenzorientierung_Praesentation.pdf
(letzter Zugriff: 28. März, 2016)
- [7] Bundesinstitut für Bildungsforschung. (2011, Oktober) [Online].
https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf
(letzter Zugriff: 28. März, 2016)
- [8] Gerhard Kern. (2012, April) arge-chemie. [Online]. http://arge-chemie.tsn.at/arge/NeueMatura/Kompetenzmodell_Chemie_Oberstufe.pdf
(letzter Zugriff: 31. März, 2016)
- [9] BMBF. [Online].
https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_09_11861.pdf?4dzgm2
(letzter Zugriff: 31. März, 2016)

- [10] Klett Verlag. [Online].
http://www2.klett.de/sixcms/media.php/71/756810_basiskonzepte.pdf
(letzter Zugriff: 31. März, 2016)
- [11] Ilse Parchmann, "Basiskonzepte", *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, vol. 18, no. 100/101, pp. 6-10, 2007.
- [12] Ulrich Helmich. (2015) [Online].
<http://www.u-helmich.de/che/lexikon/S/Stoff-Teilchen-Konzept.html>
(letzter Zugriff: 31. März, 2016)
- [13] Reinhard Demuth, "Das Stoff-Teilchen-Konzept", *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, vol. 18, no. 100/101, pp. 12-16, 2007.
- [14] A. Michael Anton, "Vom Sinn und Unsinn der Experimente im Chemieunterricht", in *Chemie Didaktik im Wandel- Gedanken zu einem neuen Chemieunterricht: Festschrift für Altfried Gramm*, Elke Sumfleth, Ed. Münster: LIT Verlag, 1999, pp. 278-311.
- [15] Universität Bayreuth. (2014, Dezember) [Online].
http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/s_medien/V_Experiment.htm#toper Chemie
(letzter Zugriff: 31. März, 2016)
- [16] Johannes Gutenberg-Universität Mainz. (2011) [Online].
http://www.chemie.uni-mainz.de/LA/pdf/3_Einsatz_Experiment.pdf
(letzter Zugriff: 25. Mai, 2016)
- [17] Ursula Pfangert- Becker, "Das Experiment im Lehr- und Lernprozess", *Praxis der Naturwissenschaften- Chemie in der Schule*, vol. 59., no. 6, pp. 40-42, 2010.
- [18] Wilhelm Gutmayer, *Getränk Kunde*, 16th ed. Linz: TRAUNER Verlag, 2007.
- [19] Karl Bauer, Ferdinand Regner and Barbara Schildberger, *Weinbau*, 10th ed. Wien: av Buch, 2015.
- [20] Österreich Wein Marketing GmbH. [Online].
<http://www.oesterreichwein.at/unser-wein/kostbare-kultur-besonderer-genuss/geschichte/>
(letzter Zugriff: 25. März, 2016)
- [21] Verein Archäologiepark Virunum. [archaeology-online.org](http://www.archaeology-online.org). [Online].
<http://www.g.uni-klu.ac.at/archeo/archeost/51flavia.htm>
(letzter Zugriff: 25. März, 2016)

- [22] Österreich Wein Marketing GmbH. [Online].
<http://www.oesterreichwein.at/unser-wein/klima-boden/klimagebiete-oesterreichs/>
(letzter Zugriff: 25. März, 2016)
- [23] Joachim Schmid. (2008) Wikipedia. [Online].
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rebe_mit_Wurzelstock.jpg
(letzter Zugriff: 01. April, 2016)
- [24] Sabrina Dreisiebner- Lanz, Skriptum Meisterkurs Fachteil I- Photosynthese, Blüte, Traubenentwicklung, Wasserhaushalt, Frost, 2016.
- [25] Otto Wilhelm Thomé. (1885) [Online].
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illustration_Vitis_vinifera0.jpg
(letzter Zugriff: 01. April, 2016)
- [26] Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mBH. Spektrum.de. [Online].
<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/bodenarten/9765>
(letzter Zugriff: 04. April, 2016)
- [27] Heinrich Holzner, Skriptum Meisterkurs- Boden und Klima, 2015.
- [28] Bundesministerium für Bildung und Frauen. [Online].
https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs5_779.pdf?4dzgm2
(letzter Zugriff: 06. April, 2016)
- [29] Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLFUW, *Richtlinien für die Sachgerechte Düngung*, 6th ed., Umwelt und Wasserwirtschaft Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Ed. Wien, 2006. [Online].
http://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Service/Landwirtschaft/Boden_Datein/Broschueren/SGD_6_Auflage.pdf
(letzter Zugriff: 06. April, 2016)
- [30] Naturscouts. [Online].
http://www.naturscouts.at/downloads/boden/b_aktionstipps_bodenchemie.pdf
(letzter Zugriff: 06. April, 2016)
- [31] Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mBH. spektrum.de. [Online].
<http://www.spektrum.de/lexikon/chemie/triarylmethanfarbstoffe/9417>
(letzter Zugriff: 10. Mai, 2016)

- [32] Katharina Koßdorff. (2015, März) Wirtschaftskammer Österreich. [Online].
https://www.wko.at/Content.Node/branchen/oe/Nahrungs--und-Genussmittelindustrie--Lebensmittelindustrie-/Kennzeichnung_-_Naehrwertkennzeichnung.html
(letzter Zugriff: 08. April, 2016)
- [33] Nährwerterechner.de. [Online].
<http://www.naehrwertrechner.de/naehrwerte-details/F310011/Weintrauben/>
(letzter Zugriff: 08. April, 2016)
- [34] Kornelia Duwe. Pflanzenlexikon. [Online].
http://www.pflanzen-lexikon.com/Box/Vitis_vinifera_subsp_vinifera.html
(letzter Zugriff: 08. April, 2016)
- [35] Reinhard Eder, "Mostgewicht", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 10-21.
- [36] Hans Altmann, *Kellerwirtschaft*, 2nd ed. Wien: Österreichischer Agrarverlag, 1982.
- [37] Robert Steidl, *Kellerwirtschaft*, 8th ed. Klosterneuburg: avBuch, 2013.
- [38] Reinhard Eder, "Phenole- Gerbstoffe", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2004, pp. 46-51.
- [39] Reinhard Eder, "Rotweinfarbe", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2004, pp. 52-55.
- [40] Robert Ebermann and Ibrahim Elmadfa, *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung*, 2nd ed. Wien: Springer- Verlag, 2011.
- [41] Jürgen Baur et al., *Chemie im Kontext*, 2nd ed., Reinhard Demuth, Ilka Parchmann, and Bernd Ralle, Eds. Linz: VERITAS- VERLAG, 2009.
- [42] Reinhard Holler and Werner Surma, *Aktuelle Weinbereitung; Teil C*, 2013.
- [43] Volker Schmitt and Aloysius Wild, *Biochemische und physiologische Versuche mit Pflanzen*. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum, 2012.
- [44] Reinhard Holler and Werner Surma, *Aktuelle Weinbereitung- Teil D Analytik im Weinbaubetrieb Vorversuche*, April 2013.

- [45] Rainer Beckert et al., *Organikum*, 2nd ed. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH, 2004.
- [46] Donau Carbon GmbH. [Online].
<http://www.donau-carbon.com/Products---Solutions/Aktivkohle/Anwendungen.aspx>
(letzter Zugriff: 10. Mai, 2016)
- [47] Donau Carbon GmbH. [Online].
<http://www.donau-carbon.com/Products---Solutions/Aktivkohle.aspx>
(letzter Zugriff: 10. Mai, 2016)
- [48] Walter Brandes, "Titrierbare Säuren", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 25-30.
- [49] Werner Surma and Reinhard Holler, *Aktuelle Weinbereitung; Teil C*, 2013.
- [50] Reinhard Eder, "Qualitätsbestimmende Weininhaltsstoffe", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2004, pp. 11-14.
- [51] Gabriela Jelinek, Wolfgang Liebhart and Roderich Magyar, *EL-MO*, 1st ed. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, 2006.
- [52] Kurt Kalcher, *Vorlesungsunterlagen: Analytische Chemie für LAK 646.102*.
- [53] Reinhard Eder, "Zucker", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 45-53.
- [54] Thomas Seilnacht. [Online].
<http://www.seilnacht.com/Lexikon/fehling.html>
(letzter Zugriff: 25. Mai, 2016)
- [55] Jan- Markus Teuscher and Volker Woest, "'Jeder nur einen winzigen Schluck!'", *Praxis der Naturwissenschaften- Chemie in der Schule*, vol. 8, no. 56, pp. 15-19, 2007.
- [56] Reinhard Eder, "Schwefelige Säure (H₂SO₃)", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 54-67.
- [57] Reinhard Eder, "Alkohol", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 31-44.

- [58] Detlef Wienecke-Janzen, *Die große Chronik-Weltgeschichte: Griechenland und die klassische Antike : [1000 - 323 v. Chr.]*, 4th ed. Gütersloh/ München: Wissen Media Verlag GmbH, 2008.
- [59] G. Fernando. (2006, Mai) [Online].
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Refractometer.jpg>
(letzter Zugriff: 08. April, 2016)
- [60] Thomas Seilnacht. [Online].
<http://www.seilnacht.com/Chemie/reagenz.htm>
(letzter Zugriff: 25. Mai, 2016)

19 Literaturverzeichnis alphabetisch

Altmann Hans, *Kellerwirtschaft*, 2nd ed. Wien: Österreichischer Agrarverlag, 1982.

Anton A. Michael, "Vom Sinn und Unsinn der Experimente im Chemieunterricht", in *Chemie Didaktik im Wandel- Gedanken zu einem neuen Chemieunterricht: Festschrift für Altfrid Gramm*, Elke Sumfleth, Ed. Münster: LIT Verlag, 1999, pp. 278-311.

Bauer Karl, Regner Ferdinand and Schildberger Barbara, *Weinbau*, 10th ed. Wien: av Buch, 2015.

Baur Jürgen et al., *Chemie im Kontext*, 2nd ed., Reinhard Demuth, Ilka Parchmann and Bernd Ralle, Eds. Linz: VERITAS- VERLAG, 2009.

Beckert Rainer et al., *Organikum*, 2nd ed. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH, 2004.

Brandes Walter, "Titrierbare Säuren", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 25-30.

Demuth Reinhard, "Das Stoff-Teilchen-Konzept", *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, vol. 18, no. 100/101, pp. 12-16, 2007.

Dreisiebner- Lanz Sabrina, Skriptum Meisterkurs Fachteil I- Photosynthese, Blüte, Traubenentwicklung, Wasserhaushalt, Frost, 2016.

Ebermann Robert and Elmadfa Ibrahim, *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung*, 2nd ed. Wien: Springer- Verlag, 2011.

Eder Reinhard, "Alkohol", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 31-44.

Eder Reinhard, "Mostgewicht", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 10-21.

Eder Reinhard, "Phenole- Gerbstoffe", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2004, pp. 46-51.

Eder Reinhard, "Qualitätsbestimmende Weininhaltsstoffe", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2004, pp. 11-14.

Eder Reinhard, "Rotweinfarbe", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2004, pp. 52-55.

Eder Reinhard, "Schwefelige Säure (H₂SO₃)", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 54-67.

Eder Reinhard, "Zucker", in *Weinanalyse im eigenen Betrieb: Grundparameter*, Reinhard Eder, Ed. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag, 2003, pp. 45-53.

Gutmayer Wilhelm, *Getränk Kunde*, 16th ed. Linz: TRAUNER Verlag, 2007.

Holler Reinhard and Surma Werner, Aktuelle Weinbereitung- Teil D Analytik im Weinbaubetrieb Vorversuche, April 2013.

Holler Reinhard and Surma Werner, Aktuelle Weinbereitung; Teil C, 2013.

Holzner Heinrich, Skriptum Meisterkurs- Boden und Klima, 2015.

Jelinek Gabriela, Liebhart Wolfgang and Magyar Roderich, *EL-MO*, 1st ed. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, 2006.

Kalcher Kurt, Vorlesungsunterlagen: Analytische Chemie für LAK 646.102.

Parchmann Ilse, "Basiskonzepte", *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, vol. 18, no. 100/101, pp. 6-10, 2007.

Pfangert- Becker Ursula, "Das Experiment im Lehr- und Lernprozess", *Praxis der Naturwissenschaften- Chemie in der Schule*, vol. 59., no. 6, pp. 40-42, 2010.

Schmitt Volker and Wild Aloysius, *Biochemische und physiologische Versuche mit Pflanzen*. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum, 2012.

Steidl Robert, *Kellerwirtschaft*, 8th ed. Klosterneuburg: avBuch , 2013.

Teuscher Jan- Markus and Woest Volker, "Jeder nur einen winzigen Schluck!", *Praxis der Naturwissenschaften- Chemie in der Schule*, vol. 8, no. 56, pp. 15-19, 2007.

Venus-Wagner Iris, Weiglhofer Hubert and Zumbach Jörg, "Kompetenzorientiertes Unterrichten in den Naturwissenschaften", in *Handbuch Kompetenzorientierter Unterricht*, Manuela Paechter et al., Eds. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 2012, pp. 188-202.

Wienecke-Janzen Detlef, *Die große Chronik-Weltgeschichte: Griechenland und die klassische Antike : [1000 - 323 v. Chr.]*, 4th ed. Gütersloh/ München: Wissen Media Verlag GmbH, 2008.

20 Webverzeichnis

bifie. [Online].

<https://www.bifie.at/node/49>

(letzter Zugriff: 26. März, 2016)

BMBF. [Online].

https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_09_11861.pdf?4dzgm2

(letzter Zugriff: 31. März, 2016)

Bundesinstitut für Bildungsforschung. (2011, Oktober) [Online].

https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf

(letzter Zugriff: 28. März, 2016)

Bundesministerium für Bildung und Frauen. [Online].

https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfch_22323.pdf

(letzter Zugriff: 28. März, 2016)

Bundesministerium für Bildung und Frauen. [Online].

https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs5_779.pdf?4dzgm2

(letzter Zugriff: 06. April, 2016)

Das Webportal der Berufsbildenden Schulen Österreich. [Online].

<http://www.berufsbildendeschulen.at/en/glossar/k/kompetenz.html>

(letzter Zugriff: 28. März, 2016)

Donau Carbon GmbH. [Online].

<http://www.donau-carbon.com/Products---Solutions/Aktivkohle/Anwendungen.aspx>

(letzter Zugriff: 10. Mai, 2016)

Donau Carbon GmbH. [Online].
<http://www.donau-carbon.com/Products---Solutions/Aktivkohle.aspx>
(letzter Zugriff: 10. Mai, 2016)

Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLFUW, Richtlinien für die Sachgerechte Düngung, 6th ed., Umwelt und Wasserwirtschaft Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Ed. Wien, 2006. [Online].
http://www.ages.at/fileadmin/AGES2015/Service/Landwirtschaft/Boden_Datein/Broschueren/SGD_6_Auflage.pdf
(letzter Zugriff: 06. April, 2016)

G. Fernando. (2006, Mai) [Online].
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Refractometer.jpg>
(letzter Zugriff: 08. April, 2016)

Gerhard Kern. (2012, April) arge-chemie. [Online].
http://arge-chemie.tsn.at/arge/NeueMatura/Kompetenzmodell_Chemie_Oberstufe.pdf
(letzter Zugriff: 31. März, 2016)

Gerhard Kern. (2016, März) AECC-Chemie. [Online].
https://www.univie.ac.at/pluslucis/FBW0/FBW2014/Material/Kern_2014_Kompetenzorientierung_Praesentation.pdf
(letzter Zugriff: 28. März, 2016)

Joachim Schmid. (2008) Wikipedia. [Online].
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rebe_mit_Wurzelstock.jpg
(letzter Zugriff: 01. April, 2016)

Johannes Gutenberg-Universität Mainz. (2011) [Online].
http://www.chemie.uni-mainz.de/LA/pdf/3_Einsatz_Experiment.pdf
(letzter Zugriff: 25. Mai, 2016)

Katharina Koßdorff. (2015, März) Wirtschaftskammer Österreich. [Online].
https://www.wko.at/Content.Node/branchen/oe/Nahrungs--und-Genussmittelindustrie--Lebensmittelindustrie-/Kennzeichnung_-_Naehrwertkennzeichnung.html
(letzter Zugriff: 08. April, 2016)

Klett Verlag. [Online].
https://www2.klett.de/sixcms/media.php/71/756810_basiskonzepte.pdf
(letzter Zugriff: 31. März, 2016)

Kornelia Duwe. Pflanzenlexikon. [Online].

http://www.pflanzen-lexikon.com/Box/Vitis_vinifera_subsp_vinifera.html
(letzter Zugriff: 08. April, 2016)

Nährwerterechner.de. [Online].

<http://www.naehrwertrechner.de/naehrwerte-details/F310011/Weintrauben/>
(letzter Zugriff: 08. April, 2016)

Naturscouts. [Online].

http://www.naturscouts.at/downloads/boden/b_aktionstipps_bodenchemie.pdf
(letzter Zugriff: 06. April, 2016)

Österreich Wein Marketing GmbH. [Online].

<http://www.oesterreichwein.at/unser-wein/kostbare-kultur-besonderer-genuss/geschichte/>
(letzter Zugriff: 25. März, 2016)

Österreich Wein Marketing GmbH. [Online].

<http://www.oesterreichwein.at/unser-wein/klima-boden/klimagebiete-oesterreichs/>
(letzter Zugriff: 25. März, 2016)

Otto Wilhelm Thomé. (1885) [Online].

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illustration_Vitis_vinifera0.jpg
(letzter Zugriff: 01. April, 2016)

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mBH. Spektrum.de. [Online].

<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/bodenarten/9765>
(letzter Zugriff: 04. April, 2016)

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mBH. spektrum.de. [Online].

<http://www.spektrum.de/lexikon/chemie/triarylmethanfarbstoffe/9417>
(letzter Zugriff: 10. Mai, 2016)

Thomas Seilnacht. [Online].

<http://www.seilnacht.com/Chemie/reagenz.htm>
(letzter Zugriff: 25. Mai, 2016)

Thomas Seilnacht. [Online].

<http://www.seilnacht.com/Lexikon/fehling.html>
(letzter Zugriff: 25. Mai, 2016)

Ulrich Helmich. (2015) [Online].

<http://www.u-helmich.de/che/lexikon/S/Stoff-Teilchen-Konzept.html>

(letzter Zugriff: 31. März, 2016)

Universität Bayreuth. (2014, Dezember) [Online].

http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/s_medien/V_Experiment.htm#tope Chemie

(letzter Zugriff: 31. März, 2016)

Verein Archäologiepark Virunum. archaeology-online.org. [Online].

<http://wwwg.uni-klu.ac.at/archo/archeost/51flavia.htm>

(letzter Zugriff: 25. März, 2016)

ZPG Chemie. [Online].

[https://lehrerfortbildung-](https://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb2/modul1/m1_kompetenzorientierter_chemieunterricht.pdf)

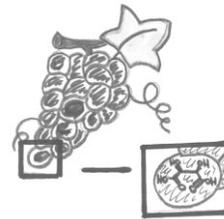
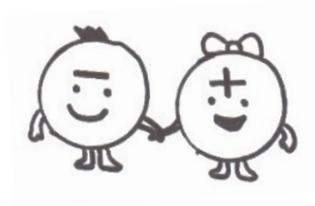
[bw.de/faecher/chemie/gym/fb2/modul1/m1_kompetenzorientierter_chemieunterricht.pdf](https://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb2/modul1/m1_kompetenzorientierter_chemieunterricht.pdf)

(letzter Zugriff: 28. März, 2016)

21 Anhang

Der Anhang beinhaltet die Schülerblätter, sie sind inhaltlich geordnet.

Die folgenden Karikaturen wurden selbst für die Verwendung in den Schülerblättern gestaltet.



Wasserdurchlässigkeit von Böden



Aufgabenstellung

Die Fähigkeit von Böden, Wasser zu speichern, sich zu erwärmen oder Nährstoffe aufzunehmen, hängt stark von dessen Korngröße ab. Diese Eigenschaften bestimmen, ob der Boden gut oder schlecht für die Landwirtschaft geeignet ist.

Finde heraus, wie gut oder schlecht die verschiedenen Böden Wasser halten können, folge dazu den Anweisungen des Experiments.

Geräte

3 Bechergläser	3 Trichter	Messzylinder
3 Filter	Trichterständer	Stativ
Stoppuhr		

Chemikalien

Ton	Sand	Lehm
Wasser		



Experiment

Beschrifte die Bechergläser mit „Sand“, „Ton“ und „Lehm“. Stelle das Stativ auf und befestige den Trichterständer. Der Trichter wird in den Ständer gestellt und ein Filter kommt in den Trichter. Befeuchte den Filter etwas, damit er fest am Trichter festsetzt. Fülle den Filter mit dem ersten Boden bis 2 cm vor dem Rand und stelle das dazu passende Becherglas unter den Trichter. Schütte 10 mL Wasser in die Bodenprobe und miss die Zeit, die es braucht, bis das Wasser durch die Bodenprobe rinnt. Notiere die Zeit.

Überführe das Wasser vom Becherglas in den Messzylinder und lies ab, wie viel Wasser durch den Boden geronnen ist.



Beobachtung

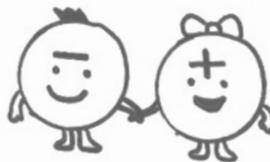
	Zeit [Sekunden]	Wasser [mL]
Sand		
Ton		
Lehm		

Protokoll

Beschreibe kurz, was du getan hast und versuche, die Fragen zu beantworten!

1. Auf welchen Eigenschaften beruhen die verschiedenen Wasserkapazitäten?
2. Warum ist es entscheidend, ob ein Boden Wasser gut oder schlecht festhält?
3. Welchen Boden würdest du dir auf deinem Acker wünschen?
4. Welcher Boden erwärmt sich am besten? Begründe deine Aussage.

Bodenacidität



Aufgabenstellung

Der pH-Wert des Bodens ist eine charakteristische Eigenschaft. Die Bodenzusammensetzung hängt vom pH-Wert ab. Die Zugänglichkeit von Nährstoffen ist an die H_3O^+ Konzentration im Boden gebunden. Der pH-Wert der Böden ist essentiell, in bestimmten pH-Bereichen kommen die meisten wichtigen Nährstoffe frei im Boden vor und können von den Pflanzen aufgenommen werden. Eine Verschiebung des pH-Wertes hat fatale Folgen, so können Schwermetalle, die gebunden sind, durch Säurezusatz (saurer Regen) frei gesetzt werden und die Pflanzen zerstören. Zur Düngung und zur Vermeidung von Übersäuerung wird Kalk auf die Felder gestreut, um den Boden im perfekten Zustand für ein erfolgreiches Gedeihen der Ernte zu bringen.

Finde heraus, in welchem pH-Bereich sich die verschiedenen Bodenproben befinden.

Der Kalkgehalt im Boden wird durch den Zusatz von fester Zitronensäure ermittelt. Welcher Boden hat den höchsten Kalkgehalt?

Geräte

Löffel	Becherglas	Sieb
Marmeladenglas + Deckel	Universalindikatorstreifen	Heizplatte
Topf		

Chemikalien

Dest. Wasser	Nicht jodiertes Speisesalz	Feste Zitronensäure
Kochsalzlösung (0,6 %ig)	Verschiedene trockene Erdproben	



Experiment

Messung des pH-Werts:

Stelle eine 0,6 %ige Kochsalzlösung her, indem du ca. einen gestrichenen Teelöffel Speisesalz in einem Liter dest. Wasser auflöst. Lasse das Wasser dazu kurz aufkochen und anschließend abkühlen.

Fülle je ca. zwei Esslöffel der trockenen Erden in die davor beschrifteten Marmeladengläser und gib je vier Esslöffel der 0,6 %igen Salzlösung hinzu. Schließe die Gläser und schüttle sie ca. alle 5 Minuten.

Nach 20 Minuten kannst du die Lösungen durch das Sieb in die Bechergläser überführen und mit einem angefeuchteten Universalindikatorpapier die verschiedenen pH-Werte messen und notieren. Vergleiche die Farbe des pH- Papierstreifens dazu mit den Farben auf der pH-Papierrolle.

Messung des Kalkgehaltes:

Schütte die Erde und die Salzlösung zurück in das Marmeladeglas und gib einen Teelöffel Zitronenpulver zu der Bodenmischung. Schwenke das Marmeladenglas vorsichtig und achte genau darauf, ob die Lösung aufschäumt oder Bläschen entstehen.



Beobachtung

pH- Werte der verschiedenen Bodenproben

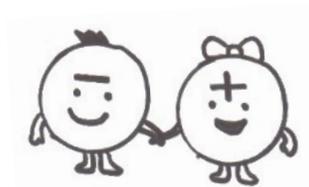
Kalkgehalt der verschiedenen Bodenproben

Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast!
2. Wie hängen der pH-Wert und der Kalkgehalt im Boden zusammen?

Humus

Der Ionentauscher



Aufgabenstellung

Der Boden ist ein Ionentauscher. Aufgrund der größtenteils negativen Ladung des Bodens hält er bevorzugt positiv geladene Ionen fest. Die negativ besetzten Plätze im Boden müssen mit positiv geladenen Nährstoffen besetzt werden, erst dann kommen Nährstoffe, die positiv geladen sind, frei im Boden vor und können von den Pflanzen aufgenommen werden.

Der Boden bildet mit Kationen ein Ionenpaar, eine Eigenschaft von Farbstoffen ist ihre Ladung. Es gibt sowohl kationische (positiv geladene) als auch anionische (negativ geladene) Farbstoffe.

Befolge die Versuchsanweisungen und finde heraus, wie der rote Farbstoff geladen ist. Ist der blaue Farbstoff positiv oder negativ geladen?

Geräte

Waage	Erlenmeyerkolben mit Stopfen	Trichter
Faltenfilter	Reagenzgläser mit Ständer	Bechergläser
Messzylinder	Stativ	Trichterhalter

Chemikalien

Komposthaltiger Boden	Rote Tinte	Blaue Tinte
Zitronensäurepulver		



Experiment

Beschrifte die Erlenmeyerkolben und gib je 30 g Boden in die Kolben.

Mische in einem Becherglas fünf Tropfen rote Tinte mit 50 mL Wasser und in einen weiteren den Inhalt von zwei Tintenpatronen mit 50 mL Wasser.

Schütte dreiviertel der roten Mischung in einen Kolben und dreiviertel der blauen Mischung in den anderen, verschließe die Kolben und schüttele sie kräftig.

Stelle das Stativ und den Trichterhalter auf und stelle die Trichter und die Faltenfilter über die Reagenzgläser. Kippe die Lösungen der Kolben in die Filter.



Beobachtung

Vergleiche die Ausgangsfarben mit den Farben in den Reagenzgläsern, was ist passiert?

Gegenprobe: Wenn du alles notiert hast, schütte etwas feste Zitronensäure in das Filtrat der blauen Tinte. Was passiert?

Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast.
2. Was könnte der Versuch mit dem Boden als Nährstoffspeicher zu tun haben?



Mostgewichtsmessung mit dem Refraktometer

Aufgabenstellung

Der Gehalt an Zucker ist ein Kennzeichen für den Reifegrad von Weinbeeren. Winzer und Winzerinnen messen die Zuckergrade, um den Zeitpunkt der Ernte und Weiterverarbeitung abzuschätzen. Der Zucker wird im Zuge der Gärung zu Alkohol umgesetzt.

Miss den Zuckergrad der Weinbeeren und vergleiche die Skalen am Refraktometer.

Nutze dazu die zuvor besprochenen Formeln.

$$^{\circ}KMW = \frac{^{\circ}Oe}{4} - 3 \cong \frac{^{\circ}Oe}{5}$$

$$^{\circ}Oe \cong (KMW + 3) \times 4$$

$$^{\circ}Oe \cong KMW \times 5$$

Geräte

Refraktometer		
---------------	--	--



Abbildung 30: Refraktometer [59]

Chemikalien

Saft der Weinbeere		
--------------------	--	--



Experiment

Presse einen bis zwei Tropfen der Weintraube auf die Glasoberfläche des Refraktometers. Verschließe den Deckel und halte das Refraktometer wie ein Fernrohr gegen das Licht. Stelle das Okular durch leichtes Drehen scharf.

Die Grenze der hellen und dunklen Hintergrundfläche bildet den Grenzwert. Notiere die Grenzwerte auf der Oechsle- und der KMW- Skala.

Reinige die Messoberfläche mit einem Tuch vorsichtig, bis kein Zuckersaft mehr auf der Oberfläche ist und packe das Refraktometer sachgerecht in die Schachtel zurück.



Berechnungen/ Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast.

Wert °Oe:

Wert °KMW

2. Berechne anhand des Wertes auf der KMW Skala den Wert des Mostes in °Oe.
Stimmt der errechnete Wert mit dem Wert der Skala überein?

pH-Wert der Weintraube



Aufgabenstellung

Die Weinbeere enthält neben Zucker, Enzymen, Mineralstoffen und Aromastoffen auch Säuren. Vor allem die Apfelsäure und die Weinsäure sind stark in der Beere vertreten. Eine Möglichkeit zum Nachweis der Säuren ist die Messung des pH-Wertes.

Der pH-Wert gibt Auskunft über die H_3O^+ -Konzentration in einer Lösung.

Miss die pH-Werte der Weintraube, des Saftes und des Weines und vergleiche sie.

Geräte

Bechergläser	Indikatorpapierstreifen	Glasstab
--------------	-------------------------	----------

Chemikalien

Weintrauben	Traubensaft	Wein
-------------	-------------	------



Experiment

Presse den Saft aus fünf Weinbeeren in ein Becherglas und notiere den pH-Wert. Befeuchte dazu die Spitze des Indikatorpapiers und gib mit dem Glasstab einen Tropfen des Beerensafts auf das angefeuchtete pH-Papier. Vergleiche die Farbe des Indikatorstreifens mit den Farben auf der pH-Papierrolle.

Wiederhole das Prozedere mit dem Traubensaft und mit dem Wein und notiere die pH-Werte.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe, was du getan hast und vergleiche die pH-Werte der Weinbeere, des Traubensafts und des Weines.
2. Sind Unterschiede zu erkennen? Worauf könnten diese gründen?

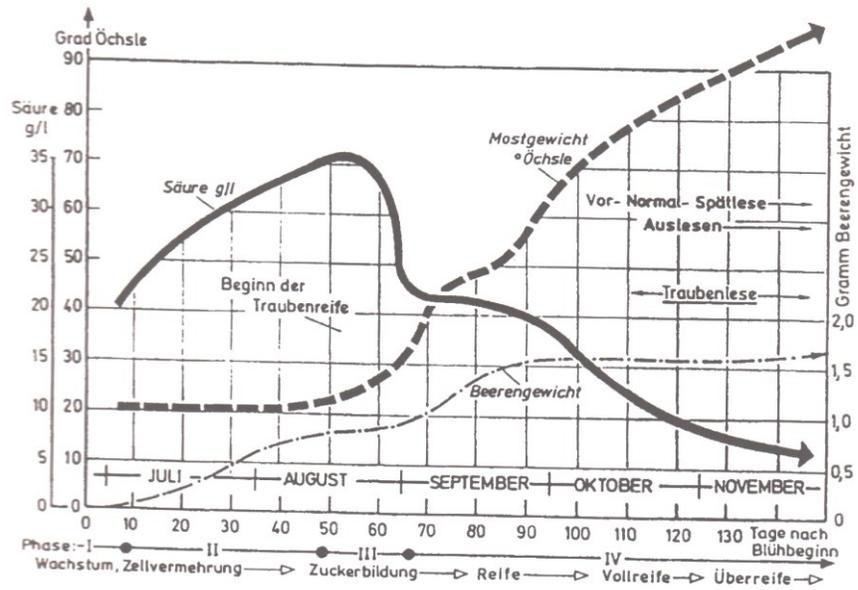


Abbildung 31: Verlauf des Wachstums und der Reife der Weinbeere, aus [37]

3. Überlege dir, ob es einen Zusammenhang des Experimentes mit der Abbildung gibt.
4. Welche Bedeutung nimmt der Säuregehalt in der Produktion von Traubensaft und Wein ein?



Anthocyane

Die natürlichen Indikatoren

Aufgabenstellung

Anthocyane sind sekundäre Pflanzenstoffe. Sie sind unter anderem in der Haut der Weinbeere zu finden, aber auch z.B. in Rotkohl. Die Anthocyane geben dem Rotwein oder dem Traubensaft ihren charakteristischen Farbton. Anthocyane sind Indikatoren und ändern bei pH-Veränderungen ihre Farbe. Im sauren Milieu kommen die Pflanzenstoffe in ihrer protonierten Form vor. Wird der pH-Wert angehoben, liegt der Farbstoff in der deprotonierten Form dar.

Geräte

Bechergläser	Indikatorpapierstreifen	Spatel
--------------	-------------------------	--------

Chemikalien

Wein	Soda	Essig
------	------	-------



Experiment

Fülle drei Bechergläser bis zur Hälfte mit Wein.

Gib dem ersten Becherglas etwas Essig hinzu. Mische dem zweiten Becherglas eine Spatelspitze Soda unter. Miss mit Hilfe des Indikatorpapierstreifens die pH-Werte der Mischungen.

Gib dem Becherglas mit der Wein-Essig- Mischung vorsichtig Soda hinzu, bis der pH-Wert neutral ist.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast und was mit den Lösungen passiert ist.
2. Was ist geschehen, als du der Wein- Essig- Mischung Soda zugefügt hast?
3. Kannst du anhand der zugegeben Reagenzien ein Reaktionsprodukt herleiten?



Wundermittel Pektinase

Aufgabenstellung

Das Pektin bildet das Grundgerüst der Weintraube. Es ist ein Polysaccharid und aus einer Kette von Glucuronsäure-Einheiten aufgebaut.

In trockenen Jahren ist der Anteil an Pektin in der Beere besonders hoch, dies führt zu einer schlechten Ausbeute an Most aus dem Traubenmaterial. Durch den Zusatz von Enzymen wird die Struktur des Pektins zerstört.

Folge den Versuchsanweisungen und erkunde, welche Auswirkung die Zerlegung des Pektins hat.

Geräte

Schüssel	Mixer	Messzylinder
Löffel		

Chemikalien

Weintrauben	Pektinase	
-------------	-----------	--



Experiment

Teile die Weintrauben in zwei gleich große Mengen (ca. 100 g), benutze dazu die Waage und gib sie in je eine Schüssel. Mixe die Trauben mit dem Standmixer kurz durch, um die Schalen zu öffnen. Achte darauf, dass die Trauben nicht ganz zerstört sind, allerdings sollte jede Traube geöffnet sein. Gib zu einem Teil der geöffneten Trauben einige mL Pektinase und rühre sie unter. **ACHTUNG!** Beschrifte die Schüssel mit den mit Pektinase behandelten Trauben!

Warte 15 Minuten.

Schütte den Saft, der aus den Trauben ausgetreten ist, in einen Messzylinder und notiere die mL an Traubensaft. Schütte auch den Saft der Trauben- Pektinase- Mischung in einen Messzylinder und notiere ebenfalls den Wert.

Presse die restlichen Trauben ohne die Pektinase so gut es geht in der Schüssel aus und miss das Volumen des ausgetretenen Safts. Wiederhole den Vorgang mit den Trauben, die mit der Pektinase behandelt wurden.

Addiere die Volumina.



Aktivkohle

Der Saubermacher des Weines

Aufgabenstellung

Aktivkohle ist ein Adsorptionsmittel. Aufgrund seiner großen Oberflächenaktivität ist es in der Lage, große Mengen an Farbstoffen, Geschmacksstoffen oder Geruchsstoffen zu adsorbieren.

1 g Aktivkohle hat eine Fläche von 600 m^2 , die in der Lage ist, Stoffe zu adsorbieren.

Diese Eigenschaften werden in vielen Bereichen ausgenutzt, z.B. im Bereich des Weinbaues als Schönungsmittel zur Behandlung des Mostes.

Führe das Experiment laut Versuchsanweisung durch und überlege dir, welchen Grund es haben könnte, Aktivkohle im Weinbau einzusetzen.

Geräte

Becherglas	Trichter	Löffel
Faltenfilter		

Chemikalien

Aktivkohle/ Kohletabletten	Rotwein	



Experiment

Fülle das Becherglas halb voll mit Wein. Verreibe oder zerteile eine Kohletablette und gib sie in den Wein. Rühre die Mischung immer wieder um.

Filtriere nach 5 Minuten die Lösung in ein sauberes Becherglas ab.

Vergleiche das Filtrat mit dem unbehandelten Wein.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast, und was mit den Lösungen passiert ist.

2. Welche Auswirkungen hat die Aktivkohle auf den Wein? Ist es klug, Aktivkohle bei allen Weinsorten einzusetzen?

3. Wo wird Aktivkohle im Alltag eingesetzt und welche Wirkung hat sie?



Wein versus Milch

Aufgabenstellung

Im Weinbau wird Kasein eingesetzt, um Gerbstoffe oder störende Farbstoffe aus dem Most zu entfernen. Kasein wird aus Milch gewonnen, es ist ein Milcheiweiß und zählt zur Gruppe der Proteine.

Führe das Experiment laut der Vorschrift durch und versuche, die Fragen im Diskussionsteil mit weiteren eigenständigen Untersuchungen zu beantworten.

Geräte

Becherglas	Messzylinder	Fotoapparat
------------	--------------	-------------

Chemikalien

Rotwein	Cola	Milch
Fanta		



Experiment

Beschrifte drei Bechergläser, Becherglas 1 mit Cola, Becherglas 2 mit Fanta und Becherglas 3 mit Wein. Fülle in die entsprechenden Bechergläser je 50 mL von der Cola, dem Fanta und dem Wein.

Gib den Lösungen je 5 mL Milch zu.

Beobachte alle fünf Minuten, was passiert, und mache je ein Foto.

Lasse die Bechergläser bis zur nächsten Chemiestunde im hinteren Teil der Klasse stehen.

Beobachte, was sich bis dorthin verändert hat.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast.



Ist der Zucker noch ganz dicht?

Aufgabenstellung

Das Mostgewicht im Wein oder im Traubensaft kann mit einer Mostwaage/ Mostspindel ermittelt werden. Schon Archimedes hat in der Badewanne das Prinzip des Auftriebes erkannt und wir bedienen uns seiner Entdeckung. Das Prinzip ist dabei ein Einfaches: Je dichter die Lösung, desto weniger tief kann ein Gegenstand untertauchen.

Die Mostspindel funktioniert eben nach diesem Prinzip des Auftriebes. Sie wurde mit einer Saccharose- Lösung geeicht. Je mehr Zucker im Most vorhanden ist, desto dichter ist die Lösung und die Mostwaage schwimmt oben auf und der entsprechende Wert kann abgelesen werden.

In Österreich wird bei Zuckergraden von den Grad Klosterneuburg gesprochen. Sie wurden in der Weinbauschule in Niederösterreich definiert, daher kommt der Name. Die Grad Klosterneuburg geben den ungefähren Zuckerwert im Most an.

17 °KMW eines Mostes bei 20 °C entsprechen ungefähr 17 g Zucker, in 100 g Most.

Das Mostgewicht gibt Auskunft, wie viel natürlicher Alkohol aus dem Most in Wein bei der Gärung umgewandelt werden kann.

$$\%vol = \frac{(^{\circ}KMW - 4)}{1,176}$$

Geräte

Mostwaage	Standzylinder	Thermometer
-----------	---------------	-------------

Chemikalien

Traubensaft	Wein	
-------------	------	--



Experiment

Fülle den Standzylinder zu dreiviertel mit dem Saft oder dem Wein. Miss die Temperatur, diese sollte bei 20 °C liegen. Versenke die saubere Mostwaage vorsichtig in der Flüssigkeit des Zylinders. Lies den Wert auf der Waage ab, wenn der Wert sich stabilisiert hat und die Mostwaage sich nicht mehr im Most bewegt. Achtung! Begib dich zum Ablesen auf die Höhe des Flüssigkeitsspiegels, um einen genauen Messwert zu erhalten.

Notiere den Zuckerwert und korrigiere ihn eventuell um den Temperaturunterschied. Lies dazu die Temperatur an der Waage ab.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast.

2. Rechne die °KMW in g Zucker pro 100 g Most um.

3. Stimmen die Werte der Mostwaage mit den Angaben auf den Verpackungen überein?

4. Berechne die %vol. Alkohol, die aus dem Most gewonnen werden könnten.

8,6 g/L

Gesamtsäuremessung



Aufgabenstellung

Der Wein enthält viele organische und anorganische Säuren. Die wichtigsten organischen Säuren sind die Weinsäure und die Äpfelsäure. Die Gesamtsäure oder titrierbare Säure fasst alle im Wein vorkommenden Säuren zusammen.

In Österreich liegt der gesetzliche Grenzwert für einen Mindestgehalt an Gesamtsäure in Qualitätsweinen bei $\geq 4,0$ g/L. Es ist daher unbedingt nötig, den Gehalt an Gesamtsäure im Wein zu testen, um einen Eindruck zu bekommen, wie mit der Most- bzw. Weinverarbeitung weiter verfahren werden muss.

Führe das Experiment durch und errechne die Gesamtsäure im Wein in g/L.

Geräte

Erlenmeyerkolben	Bürette	Stativ
Vollpipette 25mL	Heizplatte	

Chemikalien

Wein	NaOH (0,33mol/L)	Bromthymolblau
------	------------------	----------------



Experiment

Pipettiere 25 mL des Weines in den Erlenmeyerkolben und erwärme ihn kurz auf der Heizplatte, um die Kohlensäure aus dem Wein auszutreiben. Kühle den Wein unter fließendem Wasser ab und gib dem Wein 2 - 3 Tropfen des Indikators Bromthymol zu.

ACHTUNG: beim Umgang mit NaOH immer Schutzbrille tragen!

Fülle die Bürette mit NaOH. Titriere tropfenweise NaOH in den Wein und schwenke den Erlenmeyerkolben dabei stets!

Titriere, bis es zu einem Farbumschlag kommt, und notiere die mL Verbrauch der NaOH Lösung. Lies dabei die verbrauchten mL von der Bürette ab.



Beobachtung & Diskussion

Beschreibe kurz, was du getan hast.

1. Welche Farbe hat das Bromthymolblau in saurer Lösung, welche Farbe am Umschlagpunkt und welche Farbe hat das Bromthymolblau in basischer Lösung?

2. Berechne über den Laugenverbrauch die Promille an Gesamtsäure.

„1 ml Laugenverbrauch= 1 g/l (1 Promille) titrierbare Säure“ [44] S.10

mL Verbrauch an NaOH:



Sei doch nicht sauer!

Kalkentsäuerung

Aufgabenstellung

Das Jahr 2015 war ein gutes Weinjahr, die Zuckergrade sind optimal, allerdings liegen die Gesamtsäurewerte zu hoch.

Die Messung der Gesamtsäure des Mostes ergibt einen Wert von 9 ‰. Als SpitzenwinzerIn weißt du, dass die Gesamtsäure während der Gärung noch um 1 ‰ abnimmt. Um das perfekte Geschmacksverhältnis im Wein zu erreichen, hättest du gerne einen Gesamtsäuregehalt im Flaschenwein von 6 g/L. Der Most sollte um 2 g/L Gesamtsäure gesenkt werden.

Die Menge an Entsäuerungskalk, um 100 Liter Wein um 1 g/L (‰) zu entsäuern liegt bei 67 g.

$$\text{Kalk}[g] = \text{Entsäuerung}[g/L] \times \text{Menge an Wein}[L] \times 0,67 [g]$$

Berechne die benötigte Menge an Kalk, um 0,5 L Most um 2 ‰ Gesamtsäure zu erniedrigen.

Geräte

Becherglas, 1000 mL	Waage	Spatel
Glasstab	Messzylinder, 500 mL	Indikatorpapier

Chemikalien

Entsäuerungskalk	Wein	
------------------	------	--



Experiment

Fülle 500 mL Wein in ein 1000 mL Becherglas und miss den pH-Wert mittels pH-Indikatorpapier. Wiege die berechnete Menge an Kalk ab und gib sie portionsweise dem Wein zu. Rühre dabei zwischen jeder Zugabe des Entsäuerungskalks die Weinmischung kräftig durch.

Nachdem der gesamte Kalk dem Wein unter starkem Rühren zugeführt wurde, kann erneut der pH-Wert gemessen werden.

Alternativ kann der entsäuerte Wein vorsichtig dekantiert werden und einer Gesamtsäuremessung durch Titration mit Blaulauge unterzogen werden, um die Effektivität der Methode zu testen.

Nimm dazu das Experimentierblatt „Gesamtsäuremessung“ zur Hand und führe das Prozedere wie beschrieben durch.



Beobachtung & Diskussion

Beschreibe kurz, was du getan hast und was mit den Lösungen passiert ist.

Welches Zwischenprodukt ist bei der Neutralisationsreaktion entstanden?



Gärung

Die Geburt des Weines

Aufgabenstellung

Die alkoholische Gärung beschreibt den Prozess der Hefen, die den im Most vorhandenen Zucker in Alkohol umwandeln.

Die Kohlenhydrate werden abgebaut und in Ethanol und Kohlendioxid umgewandelt.

Die exotherme Reaktion findet unter anaeroben Bedingungen statt und wird von den Enzymen katalysiert.

Die Hefen sind in der Lage, Weine bis zu einem Maximum von 18 vol% Alkohol herzustellen.

Vervollständige die Reaktionsgleichung und achte darauf, dass beide Seiten ausgeglichen sind.



Geräte

Bechergläser	Gärröhrchen nach EINHORN	Glaspipetten
Glasstab	Petrischalen	Dreifuß+ Ceranplatte
Bunsenbrenner	Siedesteinchen	Messzylinder
Waage	Spatel	Trockenschrank

Chemikalien

Trockenhefe (Saccharomyces cerevisiae)	Traubenzucker (Glucose)	Fruchtzucker (Fructose)
Haushaltszucker (Saccharose)	Traubensaft/ Traubenmost	Wasser
Milchzucker (Lactose)		



Experiment

Stelle je eine 10 %ige Glucose-, Fructose-, Lactose- und Saccharose- Lösung in den Bechergläsern her. Berechne die zur Einwaage benötigten Mengen. Wiege 4,2 g Trockenhefe ab und gib die Hefe in 35 mL warmen Wassers. Rühre die Hefelösung, bis eine Suspension entsteht.

Gib den Zuckeransätzen und dem Traubensaft je 5 mL des Hefeansatzes zu. Fülle die Gärröhrchen mit den mit Hefe präparierten Zucker- oder Mostlösungen auf.



Abbildung 32: Gärröhrchen [43] S. 277

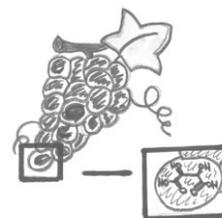
Der geschlossene Schenkel des Gärröhrchens sollte gefüllt sein und keine Luftbläschen enthalten. Beschrifte die Petrischalen mit Fructose, Glucose, Saccharose und Most und stelle das entsprechende Gärröhrchen auf die Schalen. Stelle die Schalen mit den Röhrchen in den Trockenschrank. Dieser sollte auf 40 °C vorgewärmt sein. Die Ansätze verbleiben 30 Minuten im Trockenschrank, wobei alle 5 Minuten die Aktivität der Gäransätze protokolliert werden muss.

Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast und was mit den Ansätzen passiert ist.

2. Was unterscheidet die Monosaccharide voneinander? Suche die Strukturformeln aus dem Internet und zeichne sie nebeneinander auf.

3. Im Prüfbericht eines Weines werden verschiedene Werte von Glucose und Fructose im Wein gefunden. Der Glucose- Wert ist dabei meist auf 0 g/L, wobei noch Fructose im Wein zu finden ist.
Wie kannst du dir das erklären?



Blaues Wunder!

Aufgabenstellung

Der Nachweis von Metallen im Wein oder Gemischen kann mithilfe von Komplexbildung erfolgen. Die Metalle werden in schwerlösliche Verbindungen überführt und bilden einen Niederschlag.

Die Verwendung von Gerätschaften, die nicht aus Edelstahl sind, führt im Wein zur Anreicherung von Metallen, die einen negativen Einfluss auf den Geschmack haben.

Eisen(III) und Eisen (II)- Verbindungen bilden mit rotem und gelbem Blutlaugensalz einen Niederschlag, der tiefblau ist und Berliner Blau genannt wird.

Färbt sich der Wein nach Zugabe der Blutlaugensalz- Mischung blaugrün, ist eine Behandlung gegen die Metalle notwendig. Verändert sich die Farbe nur in ein leichtes Grün, ist keine Behandlung nötig.

Führe diese sogenannte Vorprobe durch und entscheide, ob eine Schönung notwendig ist oder nicht.

Geräte

Reagenzglas	Reagenzglashalter	Waage
Spatel	Becherglas	Messzylinder
Einweg- Pipetten		

Chemikalien

Rotes Blutlaugensalz Kaliumhexacyanidoferrat(III)	Gelbes Blutlaugensalz Kaliumhexacyanidoferrat(II)	HCl (10 %ig)
Weißwein		



Experiment

Stelle eine Blutlaugensalzlösung her. Wiege 5 g rotes Blutlaugensalz und 5 g gelbes Blutlaugensalz ab und überführe die Salze in ein 200 mL Becherglas. Löse die Salze in 100 mL Wasser.

Fülle das Reagenzglas mit 10 mL Wein. Versetze den Wein mit je 3 Tropfen der 10 %igen HCl- Lösung und 2 - 3 Tropfen der Blutlaugensalzlösung. Mische die Lösung gut durch.



Beobachtung & Diskussion

Beschreibe kurz, was du getan hast und was mit den Lösungen passiert ist.



Wie viel Zucker steckt im Wein?

Bestimmung der reduzierenden Zucker

Aufgabenstellung

Im Zuge der Gärung werden die Zucker in Ethanol und Kohlendioxid umgewandelt. Auf den Etiketten von Weinflaschen ist immer wieder zu lesen: xy g/L Restzucker. Im Wein müssen also noch Zucker vorhanden sein, die von den Hefen nicht umgesetzt wurden.

Die Bezeichnungen trocken, halbtrocken, süß und lieblich werden den Weinen aufgrund dieser noch vorhandenen Zucker zugeordnet. In abgewandelter Form sind diese Qualitätsstufen wie folgt definiert.

„trocken: $RZ (g/l) \leq 2$ aber max. 9 g/l RZ

halbtrocken: $RZ (g/l) \geq 9$ aber ≤ 12

lieblich: $RZ (g/l) \geq 12$ aber ≤ 45

süß: $RZ (g/l) \geq 45$ “ [53] S. 45

Miss den Zuckergehalt des Weines und entscheide, in welche Kategorie er fällt.

Geräte

Messzylinder 50 mL	Reagenzgläser	Reagenzglasalter
Wasserbad	Heizplatte	Reagenzglasalter
Bechergläser	Spatel	1 mL Pipette

Chemikalien

Wein	Fehling I Lösung 100 mL (7 g Kupfersulfat Pentahydrat)	Fehling II 100 mL (35 g Kaliumnatriumtartrat und 10 g Natriumhydroxid)
------	---	--



Experiment

Stelle die Fehling I und Fehling II Lösung her, siehe Chemikalienliste.

Mische je 50 mL Fehling I und 50 mL Fehling II. Fülle von dieser Mischung 1, 2, 4, 6, 8 und 10 mL in je ein Reagenzglas. Achte darauf, dass die Reagenzgläser entsprechend beschriftet sind.

Pipettiere je 1 mL Wein in jedes Reagenzglas. Erhitze die Lösungen für 10 Minuten in kochendem Wasser. Kühle die Reagenzgläser anschließend ab.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast.

2. Wie viel Zucker befindet sich in deinem Wein? Berechne den Zuckergehalt anhand der Färbung der Lösung.

Ist die Lösung gelb-orange gefärbt, ist zu wenig Fehling- Lösung zugesetzt worden, um den Zucker in der Lösung zu oxidieren.

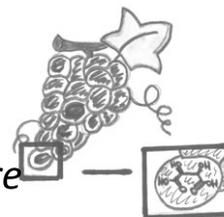
Ist die Lösung grün- blau, besteht ein Fehling Überschuss..

„1 ml Fehlingsche Lösung oxidieren 12,6 mg Glucose.“ [55] S. 16

3. Welche Zucker sind noch im Wein zu finden? Recherchiere im Internet oder in einem Fachbuch.

41 mg/L

Bestimmung der Freien Schwefeligen Säure



Aufgabenstellung

Die Freie Schwefelige Säure wirkt antibakteriell auf den Wein, bindet unerwünschten Acetaldehyd und schützt den Wein vor Oxidation.

Die Eigenschaft der Freien Schwefeligen Säure als Oxidationsmittel nutzen wir aus, um den Gehalt an Schwefeliger Säure (SO_2) im Wein nachzuweisen.

Im sauren Milieu reagiert das freie SO_2 mit dem Iod, bis es vollständig verbraucht ist. Dabei entsteht Iodid. Der Endpunkt der Titration ist durch Blaufärbung des überschüssigen Iod mit Stärke ersichtlich.

Ist die Schwefelige Säure verbraucht, lagert sich das Iod in der Stärke ein und die Lösung wird blau- violett.

Die mg/L an Freier Schwefeliger Säure können also über den Verbrauch an Iodat-Lösung ermittelt werden.

Geräte

Bechergläser	Messzylinder	Pipette 1 mL
Waage	Spatel	Bürette

Chemikalien

Wein	Kaliumiodat- KIO_3 ($c = 1/30 \text{ mol/L}$)	Schwefelsäure verdünnt ($c = 2,5 \text{ mol/L}$)
Stärkelösung	Kaliumiodid- KI ($c = 0,5 \text{ mol/L}$)	Salzsäure ($c = 7 \text{ mol/L}$)



Experiment

ACHTUNG! Beim Arbeiten mit Säuren Schutzbrille tragen!

Löse 7 g des Kaliumiodats in 1 L Wasser. Mische 50 mL der Kaliumiodat- Lösung mit 40 mL Kaliumiodid- Lösung und 2 mL Salzsäure. Fülle die Bürette mit der Iodid- Iodat-Lösung bis zur Markierung auf.

Versetze 50 mL Wein mit 20 mL Schwefelsäure und 1 mL Stärke- Lösung. (Zuerst das Wasser, dann die Säure!!) Titriere mit der Iodid- Iodat- Lösung, bis die Blaufärbung anhaltend ist!

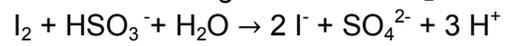
Notiere den Verbrauch an Iodid- Iodat- Lösung.



Beobachtung & Diskussion

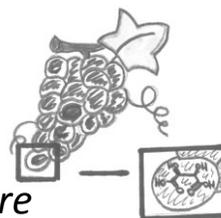
1. Beschreibe kurz, was du getan hast und was mit der Lösung passiert ist.

2. Berechne die mg/L an freier SO_2 .



$c[\text{I}_2] = 0,005 \text{ mol/L}$

129 mg/L



Bestimmung der Gesamt Schwefeligen Säure

Aufgabenstellung

Du willst eine Prüfnummer für den Wein erhalten. Laut dem EU- VO 1493/99 liegt die Höchstgrenze an Gesamt Schwefeliger Säure für Weißweine bei 210 mg/L (Vorraussetzung: red. Zucker < 5 g/L), um eine Prüfnummer zu erhalten.

Dein Wein hat einen Restzuckergehalt von 1,8 g/L.

Bestimme die Gesamt Schwefelige Säure laut der Versuchsvorschrift und überprüfe, ob du eine Prüfnummer für den Wein erhältst.

Geräte

Bechergläser	Messzylinder	Pipette 1 mL
Waage	Spatel	Bürette

Chemikalien

Wein	7 g/L Kaliumiodat- KIO_3 ($c= 1/30 \text{ mol/L}$)	Schwefelsäure verdünnt ($c= 2,5 \text{ mol/L}$)
Stärkelösung	Kaliumiodid- KI ($c= 0,5 \text{ mol/L}$)	Salzsäure ($c= 7 \text{ mol/L}$)
Natronlauge ($c= 2 \text{ mol/L}$)		



Experiment

ACHTUNG! Beim Arbeiten mit Säuren und/ oder Basen Schutzbrille tragen!

Löse 7 g des Kaliumiodats in 1 L Wasser. Mische 50 mL der Kaliumiodat- Lösung mit 40 mL Kaliumiodid- Lösung und 2 mL Salzsäure. Fülle die Bürette mit der Iodid- Iodat-Lösung bis zur Markierung auf.

Versetze 50 mL Wein mit 25 mL Natronlauge und warte ca. 15 Minuten. Ist die Lösung goldgelb geworden, füge 20 mL Schwefelsäure und 1 mL Stärke- Lösung hinzu. Titriere mit der Iodid- Iodat- Lösung, bis die Blaufärbung anhaltend ist!

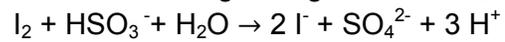
Notiere den Verbrauch an Iodid- Iodat- Lösung.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast und was mit den Lösungen passiert ist.

2. Berechne die mg/L an gesamter SO_2 .



$c[\text{I}_2] = 0,005 \text{ mol/L}$

3. Bekommt der Wein mit diesem Wert die Prüfnummer?



Alkoholbestimmung

Aufgabenstellung

Der Jahrgang 2015 wurde erfolgreich in den Weinkeller überführt, die Mostuntersuchungen sind abgeschlossen. Die Gärung ist vollständig abgelaufen, nun soll der Alkoholgehalt im Wein ermittelt werden. Der Alkoholgehalt muss laut Österreichischem Weingesetz bei mindestens 9 %vol. Alkohol liegen, um den Wein als Qualitätswein zu deklarieren.

Führe die Alkoholbestimmung durch und entscheide, ob es sich bei deinem Wein um einen Qualitätswein oder um einen Landwein (8,5 %vol. Alkohol) handelt!

Geräte

Destillierkolben	Destillationsapparatur	Messzylinder 100 mL
Siedesteinchen	Alkoholmeter	Heizpilz

Chemikalien

Wein		
------	--	--



Experiment

Baue die Destillationsapparatur zusammen und fülle sie mit 100 mL Wein und gib 3 - 5 Siedesteinchen hinzu. Positioniere den Heizpilz unter dem Kolben und erhitze den Wein. Stelle einen Messzylinder unter den Auslauf und destilliere so lange, bis du 35 mL des Destillats aufgefangen hast.

Fülle den Messzylinder mit dest. Wasser auf 100 mL auf und miss den Alkoholgehalt mit dem Alkoholmeter.



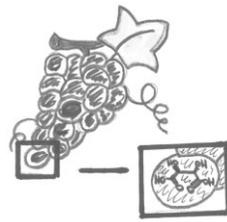
Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast.

2. Welche Alkohole sind im Wein vorhanden? Wie wirken sie sich auf den Körper aus? Zeichne die Strukturen der Alkohole auf, die du im Wein finden kannst.

3. Begründe fachlich, warum Methanol schlecht für den Körper ist. Zeichne dazu die Struktur des Methanols auf.

Wein mal anders!



Dein erstes Jahr als QuereinsteigerIn mit deinem Start- Up Unternehmen im Weinbau hat begonnen. Das Weinjahr 2015 war erfolgreich, die Trauben wurden gelesen und sollen nun im Weinkeller weiterverarbeitet werden.

Der erste Schritt in der Weinverarbeitung ist das Pressen der Trauben; ein Winzer hat dir den Einsatz von Pektinase im Zuge der Pressung empfohlen. Ist der Einsatz dieses Enzyms wirklich nötig? Immerhin ist die Pektinase nicht billig und du willst möglichst wenig Nebenkosten haben! Führe Versuch 1 durch und entscheide, ob sich der Einsatz von Pektinase während der Pressung lohnt.

Versuch 1: Wundermittel Pektinase

Aufgabenstellung

Das Pektin bildet das Grundgerüst der Weintraube. Es ist ein Polysaccharid und aus einer Kette von Glucuronsäure-Einheiten aufgebaut.

In trockenen Jahren ist der Anteil an Pektin in der Beere besonders hoch, dies führt zu einer schlechten Ausbeute an Most aus dem Traubenmaterial. Durch den Zusatz von Enzymen wird die Struktur des Pektins zerstört.

Folge den Versuchsanweisungen und erkunde, welche Auswirkung die Zerlegung des Pektins hat.

Geräte

Schüssel	Mixer	Messzylinder
Löffel		

Chemikalien

Weintrauben	Pektinase	
-------------	-----------	--



Experiment

Teile die Weintrauben in zwei gleich große Mengen (ca.100 g), benutze dazu die Waage und gib sie in je eine Schüssel. Mixe die Trauben mit dem Standmixer kurz durch, um die Schalen zu öffnen. Achte darauf, dass die Trauben nicht ganz zerstört sind, allerdings sollte jede Traube geöffnet sein.

Schülerblatt

Gib zu einem Teil der geöffneten Trauben einige mL Pektinase und rühre sie unter. ACHTUNG!
Beschrifte die Schüssel mit den mit Pektinase behandelten Trauben!

Warte 15 Minuten.

Schütte den Saft, der aus den Trauben ausgetreten ist, in einen Messzylinder und notiere die mL an Traubensaft. Schütte auch den Saft der Trauben- Pektinase- Mischung in einen Messzylinder und notiere ebenfalls den Wert.

Presse die restlichen Trauben ohne die Pektinase so gut es geht in der Schüssel aus und miss das Volumen des ausgetretenen Saftes. Wiederhole den Vorgang mit den Trauben, die mit der Pektinase behandelt wurden.

Addiere die Volumina.

Volumen Trauben unbehandelt [mL] = Volumen Saft ohne Pressen [mL] + Volumen Saft mit Pressen [mL]

Volumen Trauben behandelt [mL] = Volumen Saft mit Pektinase ohne Pressen [mL] + Volumen Saft mit Pressen und Pektinase [mL]



Beobachtung & Diskussion

Volumen Trauben unbehandelt [mL]:

Volumen Trauben behandelt [mL]:

1. Wie könnte die Most-Ausbeute optimiert werden? Denke dabei an die Aktivität von Enzymen. Überlege dir ein entsprechendes Experiment.

Fazit:

Die Trauben wurden zum Most verarbeitet, allerdings befinden sich noch viele störende Trubstoffe im Most, auch die Farbe ist dir viel zu intensiv. Du hast dir überlegt, dass ein farbloser Rotwein ein neuer Marketingschlager für dein Start- Up Unternehmen werden könnte.

In einem Weinbuch wird die Zugabe von Kasein empfohlen, um die Farbstoffe aus dem Wein zu entfernen. Eine ganze Linie an bekannten Getränken, die farblos wären, würden dir mit der Idee vielleicht Millionen einbringen!

Führe Versuch 2 durch und entscheide, ob du Kasein einsetzen möchtest, um deinen gesamten Wein zu entfärben.

Versuch 2: Wein versus Milch

Aufgabenstellung

Im Weinbau wird Kasein eingesetzt, um Gerbstoffe oder störende Farbstoffe aus dem Most zu entfernen. Kasein wird aus Milch gewonnen, es ist ein Milcheiweiß und zählt zur Gruppe der Proteine.

Führe das Experiment laut der Vorschrift durch und versuche, die Fragen im Diskussionsteil mit weiteren eigenständigen Untersuchungen zu beantworten.

Geräte

Becherglas	Messzylinder	Fotoapparat
------------	--------------	-------------

Chemikalien

Rotwein	Cola	Milch
Fanta		



Experiment

Beschrifte drei Bechergläser: Becherglas 1 mit Cola, Becherglas 2 mit Fanta und Becherglas 3 mit Wein. Fülle in die entsprechenden Bechergläser je 50 mL von der Cola, dem Fanta oder dem Wein.

Gib den Lösungen je 5 mL Milch zu.

Beobachte alle fünf Minuten, was passiert, und mache je ein Foto.

Lasse die Bechergläser bis zur nächsten Chemie- Stunde im hinteren Teil der Klasse stehen.

Beobachte, was sich bis dorthin verändert hat.



Beobachtung & Diskussion

Was ist passiert?

1. Welche chemische Reaktion könnte hinter dem Experiment stecken?

Die Farbstoffe sind entfernt, jedoch bist du dir nicht sicher, ob diese Wahl des Schönungsmittels die richtige war. Du hast noch Aktivkohle im Keller und möchtest versuchen, ob die Aktivkohle ein besseres Ergebnis bringt als das Kasein.

Versuch 3: Aktivkohle

Der Saubermacher des Weines

Aufgabenstellung

Aktivkohle ist ein Adsorptionsmittel. Aufgrund seiner großen Oberflächenaktivität ist es in der Lage, große Mengen an Farbstoffen, Geschmacksstoffen oder Geruchsstoffen zu adsorbieren.

1 g Aktivkohle hat eine Fläche von 600 m^2 , die in der Lage ist, Stoffe zu adsorbieren. Diese Eigenschaften werden in vielen Bereichen ausgenützt, z.B. im Bereich des Weinbaus als Schönungsmittel zur Behandlung des Mostes.

Führe das Experiment laut Versuchsanweisung durch und überlege dir, welchen Grund es haben könnte, Aktivkohle im Weinbau einzusetzen.

Geräte

Becherglas	Trichter	Löffel
Faltenfilter		

Chemikalien

Aktivkohle/ Kohletabletten	Rotwein	
----------------------------	---------	--



Experiment

Fülle das Becherglas halb voll mit Wein. Verreibe oder zerteile eine Kohletablette, und gib sie in den Wein. Rühre die Mischung immer wieder um.

Filtriere nach 5 Minuten die Lösung in ein sauberes Becherglas ab.

Vergleiche das Filtrat mit dem unbehandelten Wein.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast, und was mit den Lösungen passiert ist.

2. Wo wird Aktivkohle im Alltag eingesetzt und welche Wirkung hat sie?

Der Wein wurde entfärbt und auf den Markt gebracht, allerdings ist der erwartete Ansturm auf den farblosen Wein ausgeblieben. Anscheinend bevorzugen die WeintrinkerInnen färbigen Wein. Du willst aber nicht „Mainstream“ sein und suchst nach einer Möglichkeit, eine neue Weinfarbe zu kreieren, ohne künstliche Farbstoffe zuzusetzen. Im Chemie Unterricht wurde das Thema Anthocyane als Indikatoren behandelt und dir fällt wieder ein, dass auch der Most Anthocyane enthält. Führe den vierten Versuch durch und entscheide, ob dieser Wein ein neuer Verkaufsschlager werden könnte oder nicht für den Trinkgenuss geeignet ist.

Versuch 4: Anthocyane

Die natürlichen Indikatoren

Aufgabenstellung

Anthocyane sind sekundäre Pflanzenstoffe. Sie sind unter anderem in der Haut der Weinbeere zu finden, aber auch z.B. in Rotkohl. Die Anthocyane geben dem Rotwein oder dem Traubensaft ihren charakteristischen Farbton. Anthocyane sind Indikatoren und ändern bei pH-Veränderungen ihre Farbe. Im sauren Milieu kommen die Pflanzenstoffe in ihrer protonierten Form vor. Wird der pH-Wert angehoben, liegt der Farbstoff in der deprotonierten Form dar.

Geräte

Bechergläser	Indikatorpapierstreifen	Spatel
--------------	-------------------------	--------

Chemikalien

Wein	Soda	Essig
------	------	-------



Experiment

Fülle drei Bechergläser bis zur Hälfte mit Wein.

Gib dem ersten Becherglas etwas Essig hinzu. Mische dem zweiten Becherglas eine Spatelspitze Soda unter. Miss mit Hilfe des Indikatorpapierstreifens die pH-Werte der Mischungen.

Gib dem Becherglas mit der Wein-Essig- Mischung vorsichtig Soda hinzu, bis der pH-Wert neutral ist.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast und was mit den Lösungen passiert ist.
2. Was ist geschehen, als du der Wein- Essig- Mischung Soda zugefügt hast?
3. Kannst du anhand der zugegeben Reagenzien ein Reaktionsprodukt herleiten?

Leider wird auch diese Idee verworfen. Dein letzter Hoffnungsschimmer auf eine Weinneuheit ist ein komplett entsäuerter Wein. Von wegen spritzig, mild ist die neue Devise! Führe Versuch 5 durch und eventuell darfst du dein neues Produkt auf seinen neuen Geschmack testen.

Versuch 5: Sei doch nicht sauer!

Kalkentsäuerung

Aufgabenstellung

Das Jahr 2015 war ein gutes Weinjahr, die Zuckergrade sind optimal, allerdings liegen die Gesamtsäurewerte zu hoch.

Die Messung der Gesamtsäure des Mostes ergibt einen Wert von 9 ‰. Als SpitzenwinzerIn weißt du, dass die Gesamtsäure während der Gärung noch um 1 ‰ abnimmt. Um das perfekte Geschmacksverhältnis für deine Neuheit in der Weinbranche zu kreieren, hättest du gerne einen Gesamtsäuregehalt im Flaschenwein von 1 g/L. Der Most sollte um 7 g/L Gesamtsäure gesenkt werden.

Die Menge an Entsäuerungskalk, um 100 Liter Wein um 1 g/L (‰) zu entsäuern liegt bei 67 g.

$$\text{Kalk}[g] = \text{Entsäuerung}[g/L] \times \text{Menge an Wein}[L] \times 0,67[g]$$

Berechne die benötigte Menge an Kalk, um 0,1 L Most um 7 ‰ Gesamtsäure zu erniedrigen.

Geräte

Becherglas, 500 mL	Waage	Spatel
Glasstab	Messzylinder, 100 mL	Indikatorpapier

Chemikalien

Entsäuerungskalk	Wein	
------------------	------	--



Experiment

Fülle 100 mL Wein in ein 500 mL Becherglas und miss den pH-Wert mittels pH-Indikatorpapier. Wiege die berechnete Menge an Kalk ab und gib sie portionsweise dem Wein zu. Rühre dabei zwischen jeder Zugabe des Entsäuerungskalks die Weinmischung kräftig durch.

Nachdem der gesamte Kalk dem Wein unter starkem Rühren zugeführt wurde, kann erneut der pH-Wert gemessen werden.



Beobachtung & Diskussion

1. Beschreibe kurz, was du getan hast und was mit den Lösungen passiert ist.

2. Welches Zwischenprodukt ist bei der Neutralisationsreaktion entstanden?

Keine Sorge! Dir fällt bestimmt bald die Idee für ein noch nie dagewesenes Wein-Genusserlebnis ein! Immer nur dran bleiben und die Lust am Forschen und Experimentieren nie verlieren!