

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

**„Vom Labor in die Küche! – Die Einflüsse kulinarischer
Anwendung chemischer Kenntnisse auf die Entwicklung
alltagsrelevanter Kompetenzen!“**

verfasst von / submitted by

Adam Dabrowski, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2022 / Vienna 2022

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 199 504 511 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Lehrverbund
Unterrichtsfach Chemie Lehrverbund
Unterrichtsfach Geschichte, Sozialkunde
und Politische Bildung

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Michael Alfred Anton

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
1.1 Hinführung zum Thema.....	3
1.2 Zielsetzung und Relevanz.....	5
1.3 Persönliche Motivation	6
1.4 Forschungsfrage und Hypothese	7
1.5 Vorgehensweise.....	8
2. Theorieteil.....	10
2.1. Was ist kulinarische Chemie?	10
2.2. Zur Geschichte der kulinarischen Chemie	12
2.3. Warum sollte auf kulinarische Chemie näher eingegangen werden?	13
2.4. Betrachtung des Lehrplans	17
2.5. Was sind Kompetenzen?	20
2.5.1 Kompetenzmodell und Bildungsstandards der Oberstufe Chemie	23
2.6. Experimente	25
2.7. Unterrichtsmodell und Wissensmodell	27
3. Empirischer Teil.....	32
3.1 Beschreibung der drei Unterrichtseinheiten und ausgewählten sieben Experimente	33
3.2 Probleme und Hindernisse	42
3.3 Die Umfragen	43
3.3.1 Ergebnisse der Umfrage „Vorher“	44
3.3.2 Ergebnisse der Umfrage „Nachher“	47
3.3.3 Darstellung der Ergebnisse im Vergleich	51
3.4 Kurze Selbstkritik am Untersuchungsdesign	71
4. Empfehlung für den Chemieunterricht	73
5. Ausblick	75
6. Zusammenfassung und Fazit	76
7. Literaturverzeichnis.....	81
8. Abbildungsverzeichnis	85
9. Tabellenverzeichnis	87
10. Anhang:	88

1. Einleitung

Die folgende Masterarbeit versucht aufzuzeigen, welchen Einfluss eine bewusstere Bildung über unsere Nahrungsmittel auf Kompetenzen haben kann sowie, welche Einflussnahme eine vertiefende Auseinandersetzung hinsichtlich der Anwendung chemischer Aspekte anhand der Nahrungsmittelzubereitung auf die Kompetenzen von Schüler*innen im Chemieunterricht nehmen kann. Dabei wird, das in der Chemiedidaktik noch junge Konzept der *kulinarischen Chemie* aufgegriffen, dessen Begriff laut Nelson Rajendran (2021) von ihm selbst maßgeblich geprägt wurde. Es wird versucht, den Hintergrund dieses Konzeptes näher zu beleuchten und in einer kleineren Untersuchung anzuwenden. Diese Arbeit richtet sich vorrangig an eine Leser*innenschaft im Bereich der Chemiedidaktik, dennoch werden alle vorkommenden Aspekte möglichst umfassend beschrieben, um dem breiten Publikum die Inhalte dieser Arbeit nachvollziehbar zu machen.

1.1 Hinführung zum Thema

„Grundzutat für gutes Essen: Liebe und Wissen“ ist ein in der Gastronomie bekanntes Zitat, welches häufig mit dem Namen Georg-Wilhelm Exler in Verbindung gesetzt wird.¹ Das Zitat macht deutlich, dass für gutes Essen beziehungsweise eine gute Nahrungszubereitung Wissen notwendig ist. Dabei eröffnen sich sogleich die Fragen: *Was ist gutes Essen?* und *Was genau passiert bei der alltäglichen Nahrungszubereitung mit dem Essen?* Es ist einleuchtend, dass zur Beantwortung dieser Fragen chemische Kenntnisse benötigt werden.

Unser Essen ist Bestandteil eines gesellschaftlichen sowie sozialen Konstruktes. Bereits von klein auf wird allen Menschen eine gewisse Esskultur durch Elternteile gelehrt und tradiert. Das Ziel dieser tradierten Esskultur ist es, den Kindern möglichst *richtiges* oder *gesundes* Essverhalten beizubringen, wobei wieder direkt die Frage aufkommt, was unter *richtigem* oder *gesundem Essen* zu verstehen ist. Dieses kulturelle Konstrukt des Essens repräsentiert aus familiärer Sicht oder aus Sicht der lokalen Umgebung und Umwelt eine Art von Wertvorstellung. Diese Tatsache, dass die Esskultur gleichzeitig eine Wertvorstellung darstellt, erschwert es, von diesem vorgefertigten

¹ Anm.: Dieses Zitat wird häufig von mehreren Gastronomien und Hotels benutzt und findet sich immer wieder auf Speisekarten. Sogar der Lebensmittelkonzern Edeka benutzt dieses Zitat. Online unter: <https://edeka-biller.de/> (11.02.2022).

Konstrukt Abstand zu nehmen oder sich davon zu lösen (vgl. Hirschfelder/Pollmer, 2021).

Ein leicht nachvollziehbares Beispiel für unterschiedliche Esskulturen ist vermutlich der Konsum von Insekten. In Europa und einigen westlichen Ländern wird dieser seltener ausgeübt, jedoch wird diese Esskultur in vielen anderen Ländern in Afrika, Asien, oder bei indigenen Völkern Australiens und Nordamerikas als normaler Bestandteil der Ernährung angesehen (vgl. Yen Alan L., 2013).

Bei der großen Vielfalt an Essgewohnheiten und Diäten², die aktuell in unserer Gesellschaft existiert, kann angenommen werden, dass Ernährung außerdem als Lebensstil mit einer eigenen *Community* aufzufassen ist. Neben diesen Lebensstil-Communitys wollen auch staatliche Institutionen einen Beitrag leisten, indem sie versuchen, der Gesellschaft aufzuzeigen, was unter gesunder Ernährung zu verstehen ist (vgl. Ages, 2022). Hirschfelder und Pollmer (2021) führen zusätzlich an, dass derzeit eine digitalisierte und mediale Ernährungsaufklärung durch unterschiedliche Lebensstilgesellschaften stattfindet. Dabei beanspruchen die meisten Lebensstilgesellschaften die Auffassung, die richtige Ernährungsweise zu führen. Diese *Auseinandersetzung* über die *richtige Ernährung* zeigt auf, dass zunehmend Wissen über Lebensmittel und Ernährung vermittelt werden sollte. Denn

„Ernährungsbildung zielt darauf ab, Menschen zu befähigen, die eigene Ernährung politisch mündig, sozial verantwortlich und demokratisch teilhabend unter komplexen gesellschaftlichen Bedingungen zu entwickeln und zu gestalten. Sie ist immer auch Esskulturbildung, beinhaltet ästhetisch-kulturelle sowie kulinarische Bildungselemente und trägt zur Entwicklung der Kultur des Zusammenlebens bei.“ (Bartsch et. al., 2013)

Demnach kann die intensivere Beschäftigung mit Ernährungsbildung einen enormen Einfluss auf unser kulturelles, soziales sowie alltägliches Leben nehmen. Sie befähigt Menschen dazu, eigene Entscheidungen hinsichtlich ihrer Ernährung zu treffen. Einen weiteren Aspekt stellt der aktuelle Trendwechsel von gruppendynamischen hin zum individuellen Verzehr der Nahrung dar (vgl. Hirschfelder/Pollmer, 2021). Am Tisch muss nicht von allen anwesenden Personen dasselbe konsumiert werden, denn jede Person gestaltet ihr eigenes Mahl. Dieser Trend der individualisierten Essgewohnheiten fordert eine verbesserte Weiterbildung im Bereich der Nahrungsmittelzubereitung,

² Anm.: gemeint sind vegetarische, vegane, kohlenhydratarme, glutenfreie etc. Ernährungsweisen.

damit alle Individuen wiederum für sich selbst entscheiden können, was sie unter *gesunder* und *ausgewogener* Nahrung verstehen.

1.2 Zielsetzung und Relevanz

Wie in der Einleitung erwähnt, soll in dieser Arbeit die Sinnhaftigkeit einer bewussteren chemischen Bildung über Nahrungsmittel sowie deren ein Einfluss auf die Kompetenzentwicklung von Schüler*innen gezeigt werden

Warum ist diese Thematik wertvoll? In der Hinführung zum Thema wurde bereits aufgezeigt, dass Ernährung ein soziales und kulturelles Konstrukt ist. Zudem nimmt sie einen großen Anteil unserer Lebenszeit ein. In Deutschland verbringen Menschen beispielsweise etwa 105 Minuten pro Tag mit dem Essen und Trinken (vgl. Statista, 2022). Immerhin spricht man innerhalb unserer Gesellschaft von drei Mahlzeiten pro Tag, die es zu verspeisen gilt. Jedoch ist dabei nicht wichtig, wie oft gegessen wird, sondern was der Mensch dem Körper an Nahrung zuführt.

Wie sich die Gesellschaft ernährt, änderte sich im Laufe der Zeit des Öfteren. In den siebziger Jahren ernährten sich vor allem junge Menschen noch vermehrt von naturbelassenen Produkten und biologischen Anbauten. Jedoch war und ist für *„die Mehrheit der Bevölkerung [...] nach wie vor die schnelle Zubereitung der Mahlzeiten das Wichtigste.“* (Ortner, 2018) Die Mikrowelle fand im 20. Jahrhundert zunehmend Einzug in die meisten Küchen und es wurde häufiger zu Convenience-Food, Fertiggerichten und Tiefkühlprodukten gegriffen, um Zeit zu sparen. Zusatzstoffe wie Farbstoffe, Geschmacksverstärker und Konservierungsmittel wurden dadurch zu einem Verkaufsschlager und nach kurzer Zeit führte eine derartige Ernährung voll von Zucker, Fett und Fleisch zu körperlichen Veränderungen. Bis heute etablierten sich Wohlstandskrankheiten wie Bluthochdruck, Diabetes, Übergewicht sowie weitere sogenannter *lifestyle diseases*. Die Fülle an aktuellen Ernährungstrends zeigt derzeit zwar wieder einen Anstieg an bewussten Ernährungsweisen, obwohl das eingeführte Angebot der Lebensmittelindustrie (Convenience-Food, Fertiggerichten etc.) noch immer die verbreitetste Form des Essens bestimmt (vgl. Ortner, 2018).

Betreten Personen heutzutage Geschäfte des Lebensmittelhandels, so stehen sie vor der Herausforderung, aus einer gigantischen Anzahl an Produkten zu wählen, um zuhause ein Mahl zuzubereiten. Dabei richtet sich der Blick der Gesellschaft vermehrt auf die Herkunft, die Inhaltsstoffe und die Nährwertdeklarationen der von ihnen gewählten Produkte. Die meisten Personen sind dabei überfordert, denn auf den

Verpackungen findet man oft chemische Trivialnamen, spezielle Abkürzungen und chemische Fachausdrücke. Begriffe wie Antioxidationsmittel, Säureregulatoren, Verdickungsmittel, Konservierungsstoffe und diverse E-Nummern sorgen dabei für viele Fragezeichen in den Köpfen mehrerer Lebensmittelkäufer*innen. Diese erlebten Erfahrungen vieler Menschen, machen wiederum deutlich, dass in wachsendem Maße eine vertiefende Ausbildung in diesen chemisch-kulinarischen Aspekten benötigt wird.

Weshalb bietet sich die kulinarische Chemie für den Chemieunterricht an? Lehrpersonen im naturwissenschaftlichen Bereich, besonders im Chemieunterricht, stehen vor der Herausforderung, abstrakte Fachinhalte möglichst verständlich darzustellen. Beim Aufstellen einer Reaktionsgleichung kann manchmal die Verzweiflung in den Augen der Schüler*innen erkannt werden, weil etwas Abstraktes verarbeitet werden soll. Als besonderes Hilfsmittel bedienen sich Lehrpersonen dabei der Methode der Experimente. Experimente dienen nämlich als Primärerfahrung und als ein direkter Zugang zu beobachtbaren Phänomenen (vgl. Pietzner/ Wagner, 2018). Das Problem beim Einsatz der Experimente ist der chemiedidaktische Aspekt der Anwendung. Man stelle sich vor, die Schüler*innen sollen die Reaktion der Photosynthese von Pflanzen nachvollziehen, erhalten als Hilfsmittel jedoch nur die Reaktionsgleichung an die Tafel geschrieben. Diese Reaktion durch ein Experiment im schulischen Rahmen anschaulich nachzustellen, ist nicht möglich. Das bedeutet, dass viele abstrakte und chemische Fachinhalte nicht immer unmittelbar im Alltag einsetzbar sind. Diese mangelnde Anwendbarkeit ist beim Themengebiet der kulinarischen Chemie nicht gegeben, denn der Kern dieses Konzeptes ist die Anwendungsorientiertheit (vgl. Rajendran, 2021). Sie stützt sich auf die alltäglichen Gegebenheiten und Materialien, zu denen Personen leicht Zugang finden und welche oftmals in einer Küche vorhanden sind. Der Aspekt der Anwendbarkeit soll in der vorliegenden Arbeit deutlich zum Vorschein kommen.

1.3 Persönliche Motivation

Meine Eltern sind außerhalb Österreichs aufgewachsen und erst als Erwachsene nach Österreich gekommen. Selbstverständlich haben sie kulturelle Aspekte aus dem Ausland mitgenommen, beispielsweise, auf welche Weise gekocht und was gegessen wird. Herangewachsen bin ich daher mit einer simplen Ernährung und einer Fleisch- und Kartoffel-lastigen Kost. Nach eigener Empfindung gab es wenig Variation in meiner Ernährung und sie wirkte mit der Zeit eintönig und langweilig. Ich war in dieser

Esskultur eingeschlossen, denn allein etwas Neues zu verkosten, erschien beschwerlich, gemäß dem allgemein bekannten Sprichwort: *Was der Bauer nicht kennt, isst er nicht*. Erst durch soziale Kontakte, Freunde und Bekannte, begann ich gemächlich, neue Speisen zu probieren und wurde dadurch immer neugieriger. Für mich eröffnete sich langsam eine neue Welt, denn plötzlich hielt ich Ausschau nach allerlei interessant wirkenden Restaurants und Speisen, die ich gerne kosten wollte. Nachdem sich mein Repertoire an wohlschmeckenden Gerichten erweitert hatte, versuchte ich, manche dieser Gerichte selbstständig zu kochen. Dabei merkte ich, dass es mir schwer fiel, das Essen nachzukochen weshalb ich mich stark an Rezepten, Kochbüchern und Videos orientieren musste. Diese Methoden funktionierten gut, jedoch fiel mir auf, dass ich immer wieder den Zweck dieser Anweisungen aus diesen Medien in Frage stellte. Wieso musste ich den Rezepten genau folgen, damit das Gericht gut schmeckt und geht das nicht auch auf anderem Wege? Zum damaligen Zeitpunkt war mir nicht bewusst, dass die meisten Kochprozesse nichts anderes darstellen als physikalisch-chemische Prozesse und dass diese biochemischen Veränderungen die Grundlage des Kochens bilden.

Das Verkosten neuer Speisen mit Freunden, das selbstständige Kochen sowie die allgemeine Beschäftigung mit Lebensmitteln eröffneten für mich eine neue kultursoziale und kulinarische Welt und prägten mich zum Teil in meinem Dasein. Aus diesem Grund war ich direkt interessiert und begeistert, als ich das Buch von Nelson Rajendran (2021) entdeckte, denn es beschäftigt sich mit zwei Gegenständen, die mich selbst begeistern können, dem Essen sowie der Chemie.

1.4 Forschungsfrage und Hypothese

In Anbetracht der Hinführung des Themas dieser Masterarbeit sowie der angegebenen Relevanz für unser alltägliches Leben und den chemiedidaktischen Aspekt im Unterricht, erörtert diese Arbeit den Hintergrund des jungen Konzeptes der kulinarischen Chemie. Dabei soll durch Anwendung dieses frischen Konzeptes ergründet werden, welche Auswirkungen eine theoretische sowie praktische Anwendung der kulinarischen Chemie auf Schüler*innen hat. Die Forschungsfrage lautet aus diesem Grund: Wie beeinflussen kulinarische Anwendungserlebnisse chemischer Kenntnisse die Entwicklung alltagsrelevanter Kompetenzen?

Dabei wird der Begriff der Kompetenzen möglichst allgemein angesehen, um schulische Kompetenzen ebenfalls auf alltägliche Situationen und Gegebenheiten auszuweiten.

Es wird angenommen, dass dieses Konzept für die Schüler*innen etwas Neues und Unbekanntes darstellt. Außerdem nimmt diese Konzeption maßgeblichen Bezug auf die Alltagswelt der Schüler*innen. Daher wird erwartet, dass die Motivation und das Interesse an dieser Thematik groß sind. Das Aufzeigen der biochemischen Prozesse sowie die bewusste und selbstständige Nahrungsmittelzubereitung deuten einen positiven Einfluss hinsichtlich der Entwicklung von alltagsrelevanten Kompetenzen an. Daher lautet die Hypothese:

*Die bewusste Anwendung kulinarischer Anwendungserlebnisse chemischer Kenntnisse hat einen allgemeinen positiven Einfluss auf die Kompetenzen von Schüler*innen.*

1.5 Vorgehensweise

Die Arbeit ist prinzipiell in zwei Teile geteilt, den Theorieteil sowie den empirischen Teil. Der Theorieteil versucht die grundlegenden Aspekte zum Thema der kulinarischen Chemie in Form einer Literatarbeit zu betrachten. Das Augenmerk liegt dabei auf den alltäglichen und den chemiedidaktischen Aspekten. Der empirische Teil beinhaltet die Vorstellung eines durchgeführten Chemie-Projektes, um die Forschungsfrage anhand empirischer Daten beantworten zu können.

Zuerst wird erörtert, worum es sich bei der kulinarischen Chemie handelt. In diesem Zusammenhang wird die Doktorarbeit von Nelson Rajendran (2020) als Hauptliteratur herangezogen und auf dieser aufgebaut. Weiters wird der didaktische Aspekt mithilfe der österreichischen Lehrpläne in Chemie, des Kompetenzmodells und der Bildungsstandards aufgegriffen und näher betrachtet. Anhand des Lehrplans und der Literatur zu kulinarisch-chemischen Inhalten soll die inhaltliche Überschneidung und Bedeutung aufgezeigt werden. Ein zu dieser Thematik passendes Unterrichtsmodell wird zudem ausgewählt und näher betrachtet.

Im darauffolgenden empirischen Teil wird ein in der 8. Klasse (Maturaklasse) eines Gymnasiums durchgeführtes Chemie-Projekt präsentiert und nähergebracht. Die ausgewählten Themeninhalte der kulinarischen Chemie und dazugehörige kulinarische Experimente werden vorgestellt und besprochen. Dieses Chemie-Projekt beinhaltet

drei Stundenplanungen für das Unterrichtsfach Chemie und insgesamt sieben dazu passende Heimexperimente. Innerhalb der kleineren Untersuchung wurde von den Schüler*innen eine Online-Umfrage jeweils vor und nach diesem zweiwöchigen Projekt zur Beantwortung ausgehändigt. Im Zeitraum dieses Projektes wurden die drei Unterrichtseinheiten gehalten und die dazugehörigen Experimente von den Schüler*innen im Rahmen der Heimarbeit durchgeführt und protokolliert. Anhand der Ergebnisse dieser Vorher- und Nachher-Umfragen soll ergründet werden, welchen Einfluss dieses kulinarische Anwendungserlebnis auf die Entwicklung von alltäglichen Kompetenzen der Schüler*innen genommen hat. Zuletzt werden die gewonnenen Daten präsentiert, betrachtet und interpretiert. Zudem werden ein Ausblick und eine Empfehlung für eine mögliche Anpassung des Chemieunterrichts gegeben.

2. Theorieteil

Es wird versucht, einen Überblick über die relevantesten Aspekte des Themas der kulinarischen Chemie zu geben. Daher wird im Folgenden betrachtet, was die kulinarische Chemie ausmacht, welche Grundlage des Themas im Lehrplan zu finden ist, was Kompetenzen grundsätzlich sind sowie welchen Stellenwert Heimexperimente einnehmen und ein passendes Unterrichtsmodell zum Prinzip der kulinarischen Chemie vorgestellt.

2.1. Was ist kulinarische Chemie?

Beim Begriff der kulinarischen Chemie stellt man sich selbstverständlich die Frage, was darunter zu verstehen ist. Für eine erste Orientierung bietet sich immer ein Blick in ein Lexikon an:

„**kulinarisch** [lat.], auf die (feine) Küche, die Kochkunst bezogen; (leicht abwertend) ohne Anstrengung geistigen Genuss verschaffend, ausschließlich dem Genuss dienend.“ (Brock Haus, Band 6)

Etwas Kulinarisches bezieht sich somit auf die Kochkunst oder auch die Nahrungsmittelzubereitung. In Kombination mit dem Begriff der Chemie kennzeichnet es die chemischen Prozesse während der Nahrungszubereitung. Nelson Rajendran (2021) beschreibt die kulinarische Chemie als *„die Anwendung von chemischem Fachwissen bei der Nahrungszubereitung“*. Dabei hebt er hervor, dass der Akt des Kochens nichts anderes darstellt als ablaufende biochemische Prozesse. Daraus lässt sich schließen, dass der Kernpunkt der kulinarischen Chemie den Einsatz und die Veränderung von Makronährstoffen, Kohlenhydraten, Proteinen und Lipiden in der Küche beinhaltet. Kulinarische Chemie beschäftigt sich daher grundlegend mit allen möglichen Prozessen, welche beim Kochen vorkommen. Der Einsatz stellt dabei eine Handlungsdimension dar und bezieht sich im Unterricht auf durchzuführende Experimente in Form des Kochens (vgl. Rajendran, 2021). In diesem Zusammenhang ist ebenfalls klar, dass die kulinarische Chemie außerdem ein Bestandteil der Lebensmittelchemie sein muss. Im Lehrbuch von Matissek und Baltes (2016) zur Lebensmittelchemie ist bereits zu Beginn beschrieben, dass die Lebensmittelchemie *„die Lehre vom Aufbau, Zusammensetzung, Eigenschaften und Umwandlung der Inhaltsstoffe von Lebensmittel[n] [ist].“* (Matissek/ Baltes, 2016) Die Beschreibungen der kulinarischen Chemie und Lebensmittelchemie passen somit zueinander.

Eine allgemeine Internetrecherche zum Begriff der kulinarischen Chemie brachte nur mangelhafte Ergebnisse. Dabei ist anzumerken, dass ein führendes Portal der Chemiebranche im deutschsprachigen Raum³ unter den Suchbegriffen: *Kulinarik, kulinarisch oder kulinarische Chemie* keine oder nur unzureichende Suchergebnisse lieferte. Offenbar handelt es sich beim Konzept der kulinarischen Chemie nicht um einen Themenbereich, der für die industrielle Branche interessant zu sein scheint, sondern sich weitestgehend innerhalb der Chemiedidaktik und Mathetik bewegt. Obwohl die dürftigen Suchergebnisse im Internet diesen Eindruck vermitteln, führt Rajendran (2020) an, dass zur kulinarischen Chemie ebenso die

„technische[n] Anwendungen und Abwandlungen der aus der heimischen Küche bekannten Prozesse auf Maßstäbe und Anforderungen der Lebensmittelindustrie zur Herstellung von Fertigprodukten oder Convenience-Produkten, welche in der Gastronomie zum Endprodukt verarbeitet werden, [gehören].“ (Rajendran, 2020)

Hierbei ist ersichtlich, dass den Menschen tagtäglich kulinarisch-chemische Aspekte innerhalb von Supermärkten in Form von Fertig- und Convenience-Produkten begegnen. Die chemische Industrie der Lebensmittelzusatzstoffe ist daher ebenfalls ein Bestandteil der kulinarischen Chemie (vgl. Rajendran, 2020). Es zeigt sich, dass das Feld der kulinarischen Chemie in großen Bereichen unseres alltäglichen Lebens existiert und deshalb vermehrt beachtet werden sollte. Ein Randgebiet dieses jungen Konzeptes stellt dabei das Lebensmittelrecht dar. Dieses beschäftigt sich zwar mit den rechtlichen Aspekten zu allen Arten von Lebensmitteln und ist als Bestandteil der Lebensmittelchemie etabliert, jedoch ist der bedeutsame Handlungsaspekt der kulinarischen Chemie nicht direkt anwendbar. Anhand dieses Randthemas können hauptsächlich kognitive und affektive Dimensionen erreicht werden.

Was mithilfe des Hintergrundwissens der kulinarischen Chemie möglich ist, zeigt als Beispiel die Molekularküche. Sie bedient sich der Handlungen, Methoden und Geräte aus dem Labor, um feine Speisen zu de- und rekonstruieren und neu zu interpretieren. Beispiele wären das Niedrigtemperaturgaren unter Vakuum, auch „*sous vide*“ genannt, um zartes und weniger trockenes Fleisch zu kreieren oder auch der Einschluss von Säften in Alginat-Kügelchen, um im Mundraum eine Geschmacksexplosion hervorzurufen (vgl. Risch/Iseke, 2010). Rajendran selbst grenzt jedoch die kulinarische Chemie

³ Hierbei handelt es sich um das Portal *chemie.de*

von der molekularen Küche ab, denn für ihn bezieht sich die kulinarische Chemie hauptsächlich auf „haushaltsübliche Methoden der Lebensmittelzubereitung.“ (Rajendran, 2020)

Zusammengefasst bewegt sich die kulinarische Chemie grundlegend in den Themengebieten der Biochemie, Lebensmittelchemie und in Teilen der industriellen Chemie. Entscheidend ist, dass die betrachteten Prozesse beim Kochprozess zu beobachten sind und daher nicht unbedingt als eigenes abzugrenzendes Themengebiet aufzufassen ist. Der Handlungsaspekt ist bei der kulinarischen Chemie bedeutsam. Diesen anwendungsorientierten Inhalt versteht die kulinarische Chemie daher weniger als Themengebiet, sondern vielmehr als anwendbares Konzept für den Chemieunterricht, um Fachinhalte möglichst anschaulich und weniger abstrakt zu präsentieren.

Nachdem eine erste Einordnung der kulinarischen Chemie gelungen ist, wird im Folgenden die Geschichte der kulinarischen Chemie betrachtet.

2.2. Zur Geschichte der kulinarischen Chemie

Das Ziel dieses Kapitels ist es, aufzuzeigen, dass die Geschichte des Themas größer ist als sie scheint, jedoch ist eine detaillierte Betrachtung nicht das Ziel dieser Arbeit. Die Geschichte der kulinarischen Chemie beschäftigt sich nicht nur mit chemiedidaktischen Aspekten, sondern bezieht alle möglichen Einflüsse zur Nahrungsmittelzubereitung in einem weiten wissenschaftlichen Kontext ein. Schwedt (2010) gibt einen Überblick über die Entwicklung von der Küche und Kochkunst bis zur Lebensmittelchemie und zieht dabei Parallelen zwischen der Küche und dem chemischen Labor. Rajendran (2020) bietet einen kurzen prozessartigen Überblick über die Entwicklung der Lebensmittelhistorie und diversen Autor*innen, welche die Wissenschaft hinter den Lebensmitteln beschreiben, an.

Wie hätte ein Beginn zur Geschichte der kulinarischen Chemie anders starten können als mit dem Bierbrauen? Zur Qualitätssicherung des Bieres wurden in der Stadt Augsburg bereits im Jahr 1156 erste Verlautbarungen bekannt. Durch neue Erfahrungen beim Bierbrauen entwickelte sich im Jahr 1516 daraus das Reinheitsgebot der Bierherstellung (vgl. Rajendran, 2020). Ein großer Sprung vorwärts ins Jahr 1821 führt die Geschichte zu Friedrich Christian Accum (1769-1838), einem Chemiker und Apotheker. Im Jahr 1821 schrieb er ein Buch mit dem Titel „*Culinary Chemistry*“, in dem es

um die Herstellung diverser Nahrungsmittel in der Hauswirtschaft geht (vgl. Schwedt, 2010). Dies könnte die erste Nennung des Begriffes der kulinarischen Chemie sein. Besonders interessant erscheint der Untertitel des Buches in der deutschen Übersetzung, denn an diesem ist erkennbar, dass Accum bereits vor 200 Jahren über die chemischen Zusammensetzungen von Lebensmitteln aufklären wollte:

„Darstellung der wissenschaftlichen Grundlagen der Kochkunst, genaue Anleitungen zur Zubereitung guter, bekömmlicher Pökelgerichte, Konserven, Fruchtgelees, Essig, Marmeladen und verschiedener weiterer Nahrungsmittel, die in der Hauswirtschaft hergestellt werden, mit Beobachtungen über die chemische Zusammensetzung und den Ernährungswert von Nahrungsmitteln verschiedener Art.“ (aus Schwedt, 2010)

Accum selbst beschrieb zudem: „Die Küche ist ein chemisches Laboratorium ... Dampfkessel, Bratpfannen und Bratspieße des Kochs entsprechen den Autoklaven, Verdampfern und den Schmelztiegeln des Chemikers.“ (Accum In: Schwedt, 2010)

Rajendran (2020) und Schwedt (2010) beziehen sich auf viele weitere naturwissenschaftliche Autor*innen mit kulinarisch-chemischen Themen wie Justus von Liebig (1803-1873), James Finlay Weir Johnston (1798-1855), Friedlieb Ferdinand Runge (1794-1867), Augustus Adolph Oetker (1862-1918), Wilhelm Ziegelmayer (1898-1951), Waldemar Ternes und weitere Autor*innen, die es mit Sicherheit wert wären, betrachtet zu werden, was aber den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

Man kann trotz dieser kurzen Sichtung erahnen, dass die Historie der kulinarischen Chemie größer ist als man vermuten würde. Sie inkludiert Persönlichkeiten, die allgemein gesellschaftlich bekannt sein dürften, wie Doktor Oetker. Die Oetker-Produkte sind bekannt und stammen tatsächlich von einem Naturwissenschaftler, dessen Ziel es war, die Grundlehren der Kochkunst zu vermitteln (vgl. Schwedt, 2010).

Nach einem kurzen Blick auf die Geschichte der kulinarischen Chemie wird im Folgenden betrachtet, warum es bedeutsam ist, sich mit der Thematik der kulinarischen Chemie auseinanderzusetzen.

2.3. Warum sollte auf kulinarische Chemie näher eingegangen werden?

Menschen sind im Alltag umgeben von Supermärkten, Restaurants, Imbissen oder der Werbung für etwaige Fast-Food-Ketten und Lieferdienste. Kurz gesagt, sind Menschen umgeben von Esskultur und diese Kulturart wird durch das vorhandene Angebot und

unser soziales Umfeld beeinflusst. *„Denn das menschliche Dasein besteht nun einmal ganz wesentlich aus Esssituationen und Esserfahrungen: Keine Handlung geschieht häufiger in unserer täglichen Lebenspraxis.“* (Lemke, 2018) Sie ist Teil unserer Identität und entwickelt sich ständig weiter (vgl. Lemke, 2018 und Hirschfelder/Pollmer, 2021). Obwohl Menschen von diesem Überfluss an Essen umgeben sind, konsumieren sie häufig dieselben Produkte und Nahrungsmittel. *„Man isst, was man kennt“* ist wohl eine treffende Beschreibung. Schuld daran ist wohl weniger die fehlende Neugierde, sondern vielmehr ein Desinteresse und Ablehnung des Unbekannten, verursacht durch zu wenige Kenntnisse über Lebensmittel. Es fehlt an Ernährungsbildung im allgemeinen Sinn, denn sie ist gleichzeitig Gesundheitsbildung und Persönlichkeitsbildung (vgl. Lemke, 2018). Freilich gibt es bereits das Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung, jedoch wird dieses hauptsächlich in wirtschaftskundlichen Schulen und Mittelschulen angeboten (vgl. BBWF, 2022). Obwohl dieses Fach prädestiniert für die Ernährungsbildung scheint, erstreckt sich das Spektrum des ernährungsbezogenen Wissens auf sämtliche naturwissenschaftliche Fächer wie Biologie, Physik und Chemie (vgl. Lemke, 2018).

Wenig Wissen über Lebensmittel führt zu Unsicherheiten, zusätzlich werden Menschen laufend mit gesundheitlichen Aspekten konfrontiert. Man müsse sich gesund ernähren und möglichst Ungesundes vermeiden, doch welche Personen sind zu solch einer Unterscheidung wirklich im Stande? Ein großer Teil der Bevölkerung kann nicht einmal mehr unterschiedliche Produkte den unterschiedlichen Saisonen zuordnen, weil diese Produkte zum Teil permanent in den Supermärkten angeboten werden (vgl. Vilgis, 2011).

Was vermeintlich richtig und gesund ist, hört man ebenfalls immer wieder in den Medien und von staatlichen Institutionen, zumindest bis plötzlich das Gegenteil behauptet wird. Bekannte Beispiele dafür sind Kaffee, Butter und Eier (vgl. Vilgis, 2011 und AGES, 2022). Die Schwierigkeit zu beurteilen, ob etwas gesund oder doch ungesund ist, erinnert an die Unterscheidung und Beurteilung zwischen *chemisch* und *natürlich*. Die Bevölkerung hat bereits durch die Medien eine vorgefertigte Meinung dazu in den Mund gelegt bekommen, denn Chemisches wird häufig mit Negativem und Natürliches mit Positivem verbunden (vgl. Rajendran, 2020) Letztendlich bleibt nur noch die Möglichkeit sich selbst mit der Thematik auseinanderzusetzen und sich eigenes Wissen zu verschaffen.

Thomas Vilgis (2011) ist zudem der Meinung, dass für eine gesündere Ernährung der Genuss als eine Triebfeder anzusehen ist. Denn *„ohne Spaß, Freude und Interesse kann es keinen Genuss geben – und eine ‘gesunde Ernährung’ ist ohne Genuss nicht denkbar.“* (Vilgis, 2011) Ob Genuss für das gesundheitliche Empfinden förderlich ist, wurde in einer Studie von Bergler und Hoff aus dem Jahr 2002 untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass mit steigender Genussfähigkeit auch das Bewusstsein des eigenen Wohlbefindens und der Lebensqualität steigt. Ein hohes Maß an Genuss senkt ebenfalls die Anfälligkeit für Krankheiten und fördert einen gesünderen Lebensstil (vgl. Endres, 2012 und Bergler/Hoff, 2002)

Um mehr Kenntnisse über Lebensmittel zu erlangen, ist es laut Vilgis (2011) notwendig, sich im Grenzbereich der naturwissenschaftlichen Fachsparten zu bewegen und die Zusammenhänge der physiologischen Vorgänge auf molekularer Ebene zu betrachten. Dabei stellt die Küchenpraxis einen einfachen Weg dar, um begründete Erfahrungen über Geschmack, Genuss und Lebensmittel zu erhalten. Anhand von kürzeren Beispielen gibt Vilgis (2011) unterschiedliche Regeln für das Kochen von Lebensmitteln vor und überprüft diese. Er geht dabei auf unterschiedliche Gemüsearten und deren Proteine ein und untersucht beispielsweise, warum Gemüse doch erwärmt werden sollte oder, ob stets eine kleine Menge an Fett für die Nahrungszubereitung notwendig ist. Diese Beispiele erklärt er mithilfe biologischer, physikalischer und chemischer Tatsachen (vgl. Vilgis, 2011). Wie kann solches Wissen weitergegeben werden? Es wäre zielstrebig und effektvoller, *„die Handlungsanweisungen [beim Kochen] in einen sachlich richtigen, logisch verknüpften und vor allem nachvollziehbaren Zusammenhang zu stellen.“* (Vilgis, 2011) Wiederum ist der Handlung eine bedeutende Rolle zuzuschreiben, um kulinarische Kompetenzen zu fördern.

Handlungsanweisungen erscheinen ausschlaggebend, doch wo sind sie im Alltag zu finden? Die meisten Menschen besitzen zumindest ein Kochbuch, aus unterschiedlichen Gründen, häufig um Diversität in die eigene Küche zu bringen. In Kochbüchern befinden sich allgemeine Anweisungen wie: *Öl in einem Topf erhitzen; gewürfelte Zwiebel und den Knoblauch dazugeben, bis diese goldbraun sind; das Mehl einstreuen und gut unterrühren; den Teig etwa eine Stunde gehen lassen; in Salzwasser kochen; die Basilikumblätter oder Minzblätter im Mörser zerstoßen* und viele mehr. Diese Ausführungen werden von den meisten Menschen einfach befolgt, ohne wirklich zu wissen, warum diese Tätigkeiten ausgeführt werden. Was passiert, wenn ich Mehl einstreue? Warum muss ich den Teig eine Stunde gehen lassen? Wann gebe ich das Salz

ins Wasser, bevor es kocht oder danach? Weshalb zerstoße ich Pflanzenblätter in einem Mörser? Derartige Fragen, die sich Menschen hin und wieder beim Kochen stellen, können nur mithilfe von Hintergrundwissen aus den Bereichen Biologie, Physik und Chemie beantwortet werden. In den Kochbüchern selbst ist meistens keine Erklärung für bestimmte Ausführungen zu finden.

Wenn man wissen möchte, zu welchem Zweck bestimmte Handlungen in der Küche getätigt werden oder wo bestimmte Lebensmittel herkommen und verarbeitet werden, muss sekundäre Literatur aufgesucht werden. Für einen ersten Blick sind Lebensmittelführer hilfreich. Vollmer et al. (1990) bieten in ihren Werken einen umfangreichen Überblick über die Herkunft, die Herstellung und die Inhaltsstoffe von diversen Lebensmitteln wie Obst, Gemüse, Fleisch sowie Fisch an. Des Weiteren führen sie auch an, *„auf welchen chemischen Bestandteilen die Eigenschaften des jeweiligen Nahrungsmittels beruhen.“* (Vollmer et al., 1990) Die darin enthaltenen Informationen dienen ebenfalls als praktische Hinweise für den alltäglichen Haushalt.

Einen etwas schmackhafteren Einblick ermöglicht das Werk von Thomas Vilgis (2007) *„Wissenschaft al dente“*. Anhand dieses romanartigeren Werkes beleuchtet der Autor die wissenschaftlichen Aspekte der Lebensmittel vom Frühstück bis zum Abendmenü inklusive einem Dessert. Der Autor geht ebenfalls auf die physikalisch-chemischen Prozesse beim Kochen ein und bietet auf diese Weise eine optimale Verschmelzung von Wissenschaft und Alltag. Als engagierte Person in der Ernährungsbildung vertritt Vilgis folgende Meinung in Bezug auf Ernährung:

„Der mündige emanzipierte Verbraucher der Zukunft sollte richtige Vorurteile von falschen unterscheiden können, darf medialen `Schnellschüssen` nicht leichtgläubig aufsitzen und kann so genannte `Ernährungsregeln` selbst gut einschätzen.“ (Vilgis, 2011)

Es hat sich gezeigt, dass kulinarische Chemie stark in unserem Alltag vertreten ist, jedoch oft nicht bewusst wahrgenommen wird. Um die eigene Lebensqualität zu steigern, muss auch die eigene Ernährung betrachtet werden. Um sich angemessen zu ernähren, braucht es erweiterte Kenntnisse über Lebensmittel und die chemischen Prozesse beim Kochen. Ob dieses erweiterte Wissen in der Schule vermittelt werden kann, wird im folgenden Kapitel über den Lehrplan der Allgemeinbildenden Höheren Schule (AHS) betrachtet, um herauszufinden, welche Aspekte der kulinarischen Chemie darin vertreten sind.

2.4. Betrachtung des Lehrplans

In diesem Kapitel werden der österreichische Lehrplan der Allgemeinbildenden Höheren Schule (AHS) und die Lehrpläne des Unterrichtsfaches Chemie hinsichtlich ihrer Inhalte betrachtet. Das Ziel ist es, den Lehrplan nach einer Existenzberechtigung für den Themenbereich der kulinarischen Chemie zu sondieren, diese aufzuzeigen und zu begründen.

Zu Beginn des Lehrplans werden in Artikel IV, im ersten Teil, dem allgemeinen Bildungsziel, die Funktion und Gliederung des Lehrplans eröffnet. In der Funktion wird festgehalten, dass der Lehrplan eine Grundlage für *„die Berücksichtigung der individuellen Interessen und persönlichen Lebensrealität der Schülerinnen und Schüler“* (Lehrplan, AHS) darstellt. Darauf folgt der gesetzliche Auftrag, den Schüler*innen *„eine umfassende und vertiefende Allgemeinbildung zu vermitteln“* sowie *„an der Heranbildung der jungen Menschen mitzuwirken, nämlich beim Erwerb von Wissen, bei der Entwicklung von Kompetenzen und bei der Vermittlung von Werten.“* Dabei seien die Schüler*innen bei einer *„positiven Lebensgestaltung zu unterstützen.“* (Lehrplan, AHS)

Bereits zu Beginn des Lehrplans wird deutlich gemacht, dass die Lebensrealität maßgeblich im Unterricht berücksichtigt werden soll. Hierbei muss wieder bewusst gemacht werden, dass das Grundbedürfnis der Nahrungsbeschaffung beziehungsweise der Nahrungszubereitung einen erheblichen Bestandteil unseres alltäglichen Daseins ausmacht. Mit diesem Bewusstsein soll aufgezeigt werden, dass diesem Grundbedürfnis mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte als der bloßen Nahrungsaufnahme. Zusätzlich wird unsere Gesellschaft dazu angehalten sich gesund, ausgewogen und vielseitig zu ernähren (vgl. AGES, 2022). Um diesen gesellschaftlichen Werten gerecht zu werden, benötigen die Schüler*innen ein tieferes Allgemeinwissen im Umgang mit Nahrungsmitteln. Eine solche erweiterte Auseinandersetzung über Lebensmittel soll den Schüler*innen eine erweiterte Kompetenzentwicklung ermöglichen. Das Wissen im Bereich der kulinarischen Chemie und die Kompetenzentwicklung innerhalb der Küche soll somit auch die positive Lebensgestaltung der Schüler*innen unterstützen. Dieser Gedankengang wird in den Leitvorstellungen des Lehrplans vorgebracht, denn der Unterricht soll *„sowohl an wissenschaftlichen Erkenntnissen als auch an den Erfahrungen und Möglichkeiten, die die Schülerinnen und Schüler aus ihrer Lebenswelt mitbringen, zu orientieren [sein].“* (Lehrplan, AHS) Immer wieder bitten Schüler*innen um konkretere Beispiele im Chemieunterricht, denn chemische Formeln, chemische

Schreibweisen und die allgemeine Vorstellung chemischer Substanzen seien sehr abstrakt. Kulinarische Chemie kann dabei helfen, dieses hohe Abstraktionsniveau zu senken, denn sie kombiniert das abstrakte fachinhaltliche Wissen mit der Lebenswelt der Schüler*innen.

Die alltägliche Bedeutung der kulinarischen Chemie ermöglicht zudem den geforderten Aspekt der fächerübergreifenden Vernetzung, denn

„der Unterricht [hat] die fachspezifischen Aspekte der einzelnen Unterrichtsgegenstände und damit vernetzt fächerübergreifende und fächerverbindende Aspekte zu berücksichtigen. Dies entspricht der Vernetzung und gegenseitigen Ergänzung der einzelnen Disziplinen und soll den Schülerinnen und Schülern bei der Bewältigung von Herausforderungen des täglichen Lebens helfen.“ (Lehrplan, AHS)

Dieses junge Konzept vernetzt mehrere naturwissenschaftliche Unterrichtsgegenstände, wie Biologie und Umweltkunde, Physik, Chemie oder Ernährung und Haushalt miteinander.

Selbstverständlich ist eine der wichtigsten Aufgaben in der Schule, den Schüler*innen Grundwissen mitzugeben. Ziel ist es, die Schüler*innen zu aufgeklärten Personen heranwachsen zu lassen, wobei die Lehrpersonen sie begleiten und unterstützen (vgl. Lehrplan, AHS). Vorzubringen ist hierbei, dass die Schüler*innen sich

„in altersadäquater Form mit Problemstellungen auseinandersetzen, Gegebenheiten kritisch hinterfragen, Probleme erkennen und definieren, Lösungswege eigenständig suchen und ihr eigenes Handeln kritisch betrachten [sollen].“ (Lehrplan, AHS)

Diese Beschreibung stellt den Inbegriff aufgeklärten wissenschaftlichen Arbeitens beziehungsweise eine wissenschaftliche Grundhaltung dar. Es wird versucht, anhand empirischer Nachweise eine Hypothese zu stützen oder nachzuvollziehen. Die Vorgehensweise stellt die Basis der empirischen Forschung, das Experimentieren, dar (vgl. Lee McIntyre, 2019). Diese vermittelte Sachkompetenz soll, durch das Selbstvertrauen in die eigenen Fähigkeiten sowie die Fähigkeit mit anderen zu kooperieren, erweitert werden. Es soll ein dynamisches und harmonisches Verhältnis ausgebildet werden (vgl. Lehrplan, AHS).

In den Bildungsbereichen des Lehrplans wird zudem die Gesundheitserziehung als Unterrichtsprinzip angeführt. Es werden, unter anderem, die *„gesellschaftliche[n] [...] Zusammenhänge [...] für ein bewusstes und eigenverantwortliches Leben“* benötigt, um im Alltag den *„gesellschaftlichen Aufgaben“* (Lehrplan, AHS) gewachsen zu sein. Den Schüler*innen soll geholfen werden, einen

„gesundheitsbewussten und gegenüber der Umwelt und Mitwelt verantwortlichen Lebensstil zu entwickeln. Im Sinne eines ganzheitlichen Gesundheitsbegriffs ist ein Beitrag zu gesundheits- und bewegungsfördernden Lebensgestaltung zu leisten.“ (Lehrplan, AHS)

Das geschieht, unter anderem durch „die Auseinandersetzung mit Gesundheitsthemen wie Ernährung [...]“ (Lehrplan, AHS)

Zusammengefasst sollen Schüler*innen zu aufgeklärten, selbstständigen und gesundheitsbewussten Menschen erzogen werden. Diesen Status erreichen sie durch die Entwicklung und Förderung ihrer Kompetenzen, welche sich maßgeblich an der realen Lebenswelt orientieren. Die im Lehrplan enthaltene Beschreibung der allgemeinen Ziele ist demnach völlig vereinbar mit dem Konzept der kulinarischen Chemie. Sie greift unser alltäglichstes Bedürfnis, die Nahrungszubereitung und Nahrungsaufnahme, als Thema und Beispiel auf und soll sich auf die Kompetenzentwicklung der Schüler*innen auswirken.

Im allgemeinen Teil des Lehrplans findet sich bereits eine Fülle an Anknüpfungspunkten, um die Anwendung des Konzeptes der kulinarischen Chemie zu rechtfertigen. Der spezifische Teil der Chemie untermauert noch einmal die Sinnhaftigkeit und Anwendbarkeit des Konzeptes, denn das Ziel des Chemieunterrichts „ist der Einblick in die Vielgestaltigkeit und Omnipräsenz chemischer Prozesse“. (Lehrplan, AHS) Die Vermittlung dieses Zieles ist von besonderer Bedeutung, denn den Schüler*innen die Omnipräsenz chemischer Prozesse bewusst zu machen, hilft gegen die allgemeine Abstraktion im Fach Chemie.

In den Beiträgen zu den Bildungsbereichen wird der gesundheitliche Aspekt nochmals aufgegriffen, denn Schüler*innen sollen einen „gesundheitsfördernden und -bewussten Umgang mit Stoffen der Alltagswelt [lernen]“. (Lehrplan, AHS) Als Stoffe der Alltagswelt gelten ebenfalls unsere Lebensmittel.

Eines der Basiskonzepte im Unterrichtsfach Chemie ist das Struktur-Eigenschafts-Konzept. Rajendran (2020) betitelt dieses Konzept als eines der Wichtigsten in der Chemie, denn

„alle Nahrungsmittel können mit chemischen Formeln beschrieben und kategorisiert werden [und] haben bestimmte Eigenschaften, die auf ihrer chemischen Struktur beruhen und stellen damit ein hervorragendes Subjekt für eines der bedeutendsten Themen des schulischen Chemieunterrichts dar“. (Rajendran, 2020)

Die Veranschaulichung dieses Basiskonzeptes eignet sich hervorragend für das Konzept der kulinarischen Chemie, denn der Aspekt der Anwendung ermöglicht eine erleichterte empirische Arbeit mithilfe von Experimenten. Experimente „*stellen einen wesentlichen und unverzichtbaren Bestandteil des Chemieunterrichts dar.*“ (Lehrplan, AHS) Diese Experimente können bewusst mithilfe von Alltagsgegenständen beziehungsweise Lebensmitteln ausgeführt werden und bedienen sich daher den Schüler*innen bekannter Phänomene. Die Möglichkeiten einer selbstständigen Durchführung, Beobachtung und Auswertung sind deshalb in jedem Fall gegeben, wenn berücksichtigt wird, dass die Experimente sogar aus dem Labor und Chemiesaal zu externen Orten verlagert werden können. Wenn erkannt wird, dass chemische Prozesse allgegenwärtig sind, können die Experimente zur kulinarischen Chemie in einer normalen Haushaltsküche sogar als außerschulischer Lernort interpretiert werden. Die Methode, Experimente außerhalb der Schule durchführen zu lassen, unterstützt zudem sowohl die gewollten, multiplen Perspektiven als auch die vielfältigen Kontexte seitens des Lehrplans. Gleichzeitig können sich die Schüler*innen in Gruppen zusammenschließen und erfüllen dadurch die Mindestanforderungen für das Lernen in einem sozialen Umfeld (vgl. Lehrplan, AHS).

Die einzelnen Basiskonzepte in der 8. Klasse überschneiden sich mit der kulinarischen Chemie und können mit dieser in Einklang gebracht werden. Die Strukturen und Eigenschaften von Kohlenstoffverbindungen und deren funktionelle Gruppen können anhand der Makronährstoffe besprochen werden. Ausgewählte Stoffwechselprozesse können als Folge und Konsequenz kulinarischer Chemie betrachtet werden. Das letzte Semester beschäftigt sich somit mit den chemischen Grundlagen des Lebens, dessen Bestandteile sich mit lebensmittelchemischen Aspekten auseinandersetzen und somit ebenfalls durch kulinarische Chemie behandelt werden können (vgl. Lehrplan, AHS).

Im nächsten Kapitel wird auf Kompetenzen eingegangen. Dabei wird der Begriff der Kompetenzen zunächst allgemein betrachtet und anschließend das Kompetenzmodell der Schule.

2.5. Was sind Kompetenzen?

Um ermitteln zu können, ob Kompetenzen vom Konzept der kulinarischen Chemie beeinflusst werden, muss näher ergründet werden, was Kompetenzen sind. Im Online-Lexikon für Psychologie und Pädagogik steht zum Begriff der Kompetenz folgendes:

„Kompetenzen sind in der Pädagogik erlernbare, kognitiv verankerte und daher wissensbasierte Fähigkeiten und Fertigkeiten, die auf eine erfolgreiche Bewältigung zukünftiger Anforderungen in Alltags- und Berufssituationen abzielen. Durch diese Anforderungen sind Kompetenzen funktional bestimmt, erlernbar und überprüfbar [...]“. (Stangl, 2022)

Erlernte Kompetenzen helfen uns demnach, unseren Alltag zu bewältigen. Dennoch ist es wichtig, die Kompetenzen in einen Kontext zu setzen. Stangl (2020) führt gleichzeitig eine kritische Sichtweise an. Kompetenzen sind wissensbasierte Fähigkeiten und Fertigkeiten, jedoch im schulischen Zusammenhang *„genau genommen auch ohne Inhalte trainierbar.“* Dabei werden die Kompetenzen in Kontrast zur Bildung gesetzt. Bildung bezieht sich auf den Fachinhalt, dessen Verständnis und das Erkennen von Zusammenhängen, denn ein selbst denkender Mensch ist gebildet. Kompetenzen würden das selbständige Denken nicht nur wenig fördern, sondern im schlimmsten Fall sogar das Bildungsniveau senken (vgl. Stangl, 2022).

In der Rechtsvorschrift für Bildungsstandards im Schulwesen werden die Kompetenzen folgendermaßen dargestellt: Kompetenzen sind

„längerfristig verfügbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von Lernenden entwickelt werden und die sie befähigen, Aufgaben in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsbewusst zu lösen und die damit verbundene motivationale und soziale Bereitschaft zu zeigen.“ (Bildungsstandards, 2022)

Auf den ersten Blick ähneln sich die Beschreibungen der Kompetenzen, jedoch führt die Wortwahl zu unterschiedlichen Interpretationen. Hierbei sollen die Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht nur die erfolgreiche Bewältigung ermöglichen, sondern die Situationen sollen *verantwortungsbewusst* gelöst werden. Die Beschreibung der Rechtsvorschrift hinterlässt dabei nicht den Eindruck, dass es sich um hohle und leere Fähigkeiten handelt, sondern ein weiterführendes Ziel hinter diesen Fertigkeiten steckt. Dieser bewusste Umgang mit Kompetenzen in Kombination mit dem dazugehörigen (Fach)-Wissen stellt das Ziel des Kompetenzmodells und der Bildungsstandards dar. Zu einem ähnlichen Schluss kommen auch Hopf et. al. (2017) indem sie anführen, dass es bei Kompetenzen

„nicht um das Vermitteln und Abprüfen leerer Skills oder auswendiggelerner Fachinhalte [geht], sondern darum, durch den naturwissenschaftlichen Unterricht die Menschen zu befähigen, in naturwissenschafts- und technikbezogenen Situationen zu informierten Urteilen und angemessenen Entscheidungen zu gelangen.“ (Hopf et. al., 2017)

Im Lehrplan werden Kompetenzen als „*Zusammenspiel von Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen, welche in Handlungssituationen durch die Disposition der Einzelnen zur Geltung [kommen].*“ (Lehrplan, AHS) definiert. Die Handlungssituation im Unterrichtsfach Chemie erhält hierbei außergewöhnliche Bedeutung, denn nur in wenigen anderen Fächern kommt der praktische Aspekt in Kombination mit dem erforderlichen Wissen derart zur Geltung. Die Definition des Lehrplans passt gut zum Konzept der kulinarischen Chemie, daher orientiert sich die Arbeit an dieser Auslegung.

Welches Zusammenspiel an Kompetenzen soll durch kulinarisch-chemische Themen erlangt werden? Matissek und Baltes (2016) beschreiben in ihrem Lehrbuch Kompetenzen, die durch die Auseinandersetzung mit lebensmittelchemischen Aspekten zu erwerben sind. Dabei erwirbt man theoretische Kenntnisse über den strukturellen Aufbau und die Eigenschaften von Lebensmitteln, welche chemischen Reaktionen bei Lebensmitteln ablaufen und Lebensmittel allgemein beurteilen zu können (vgl. Matissek/Baltes, 2016).

Rajendran (2021) beschreibt Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche durch die Anwendung kulinarisch-chemischer Experimente erworben werden können. Dabei bezieht er sich auf die Lernzieldimensionen, die kognitiven-, instrumentellen-, und affektiven Lernziele. Er gibt an, dass im kognitiven Bereich Fachwissen und die chemische Fachsprache erweitert wird, durch die Anwendung biochemischer Grundkenntnisse. In der instrumentellen Dimension verbessern die Schüler*innen durch praktische Arbeit die feinmotorischen Fertigkeiten. Der Einsatz kulinarischer Experimente steigert das Interesse am Kochen selbst und soll die aktuellen Ernährungsweisen und Zubereitungsarten von Schüler*innen beleuchten. Das affektive Lernziel soll zudem eine Reflexion über die eigene Esskultur anregen (vgl. Rajendran, 2021).

Ähnliche Kompetenzbeschreibungen sind auch im Fach *Haushalt und Ernährung* in der Mittelschule (Deutschland) zu finden. Dabei sollen sich die Schüler*innen

„mit den kulturellen Voraussetzungen, der Bedeutung und Funktion von Mahlzeiten auseinandersetzen. [...] [Sie sollen] Techniken der Nahrungszubereitung kennen, verstehen, reflektieren und anwenden können [als auch] Informationen und Anleitungen kritisch reflektieren können.“ (Bartsch/Bürkle, 2013 und vgl. EVB-Online, 2005)

Die Bildungs- und Lehraufgaben zum Fach *Haushalt und Ernährung* in Österreich sind ähnlich (vgl. Lehrplan (MS). Vergleicht man die Beschreibungen von Rajendran und den Mittelschulen, sind bei beiden der Handlungsaspekt und die Reflexion zur

Esskultur und Ernährung großgeschrieben. Der fachwissenschaftliche kognitive Aspekt kommt bei der kulinarischen Chemie stärker zur Geltung, weil davon ausgegangen wird, dass Schüler*innen durch den Handlungsaspekt fachwissenschaftliche Erkenntnisse aneignen beziehungsweise diese bestätigen. Beim Fach *Ernährung* wird das zentrale Fachwissen eher vernachlässigt. Ursula Buchner (2015) beschreibt hierbei eine Reduktion im Unterricht auf ein simples Nachahmen der Lehrpersonen, ohne wirklichen Erwerb von Grundlagen-Wissen. Dieses leere Einüben von instrumentalen Abläufen ist dabei weder zielführend noch sinnvoll und ist auf eine fehlende Vernetzung der Unterrichtsfächer zurückzuführen (vgl. Buchner, 2015).

Nachdem ein besseres Bild über Kompetenzen zustande gekommen ist und zudem Fachexperten vermitteln, dass kulinarisch-chemische Aspekte förderlich sind, kann im Folgenden näher auf das österreichische Kompetenzmodell und die Bildungsstandards eingegangen werden.

2.5.1 Kompetenzmodell und Bildungsstandards der Oberstufe Chemie

Das Kompetenzmodell stellt die strukturierte, prozessorientierte Vorstellung dar, auf welchen Wegen Kompetenzen erlernt werden. Dabei ist der Bildungsstandard das konkrete Lernziel. Diese Lernziele beziehen sich auf den Unterrichtsgegenstand beziehungsweise die fachlichen Zusammenhänge der Unterrichtsgegenstände (vgl. Bildungsstandards, 2022). Die Kompetenzen werden dabei anhand von Deskriptoren beschrieben und häufig mit dem Ausdruck *Die Schülerinnen und Schüler können* formuliert. Hervorzuheben ist, dass in Österreich kein offizielles Kompetenzmodell für den Unterrichtsgegenstand Chemie beziehungsweise für die Naturwissenschaften existiert. Es handelt es sich um eine Anlehnung an das Kompetenzmodell der Mathematik. Das im Folgenden betrachtete Kompetenzmodell ist deshalb ein veröffentlichter Vorschlag für ein mögliches Kompetenzmodell der Oberstufe im Fach Chemie, welches im Zuge der kompetenzorientierten Reifeprüfung in Chemie vorgestellt wurde (vgl. Institut des Bundes für Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen, 2022 und BMUKK, 2022).

Das Kompetenzmodell ist in drei Dimensionen unterteilt: die inhaltliche Dimension, das Anforderungsniveau sowie die Handlungsdimension. Die Abbildung 1. veranschaulicht die kombinierte Betrachtung dieser drei Dimensionen. Die inhaltliche Dimension entspricht den fachinhaltlichen Überschriften des Lehrplans für die Oberstufe Chemie. Die

Dimension der Anforderungsniveaus beschreibt den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben. Es kann unterschieden werden, ob die Aufgabenstellungen größtenteils selbstständig zu bearbeiten sind (Niveau II) oder die Schüler*innen stärker angeleitet arbeiten sollen (Niveau I). Die Handlungsdimensionen beschreiben anhand von Deskriptoren die Kompetenzen, welche die Schüler*innen entwickeln und aufweisen sollen.

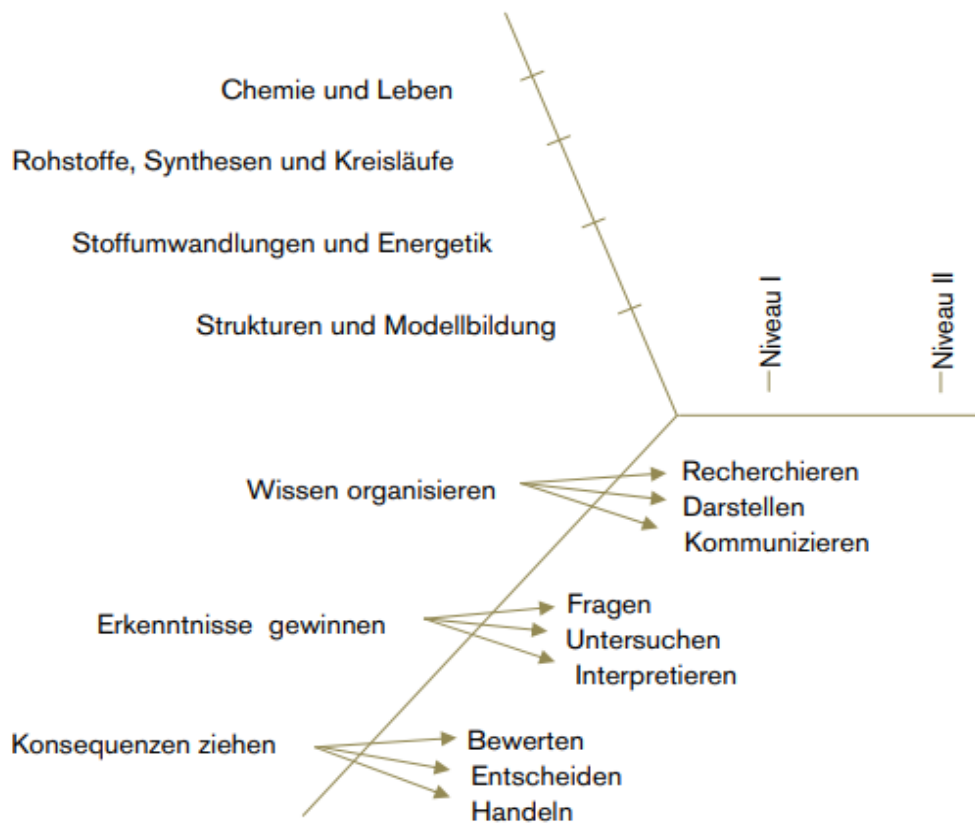


Abbildung 1: Kompetenzmodell im Fach Chemie.

*Die Schüler*innen und Schüler können:*

- *Wissen organisieren: Recherchieren, Darstellen, Kommunizieren*
- *Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren*
- *Konsequenzen ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln*

Der Ausdruck „Ich kann einzeln und im Team ...“ (BMBF, 2012) zeigt, dass die Kompetenzen ebenfalls durch Teamarbeit vorgewiesen werden können. Die Handlungskompetenzen sind zusätzlich durch drei Kategorien getrennt. Dadurch sollen die Schüler*innen unterschiedliche Leistungsniveaus vorweisen. Als Erstes die Reproduktionsleistung, als Zweites die Transferleistung und als Drittes die Reflexion/Problemlösungs-Leistung (vgl. BMBF, 2012).

Die Handlungskompetenzen stellen demnach die Anwendungen des Fachwissens dar und bilden den Kernpunkt der kulinarischen Chemie. Durch das Kochen mit Lebensmitteln und das vermittelte chemische Fachwissen sollen die Fertigkeiten von den Schüler*innen erweitert werden. Der Aspekt der Anwendung entspricht im Chemieunterricht dem Einsatz von Experimenten. Diese werden im Folgenden betrachtet.

2.6. Experimente

Der Chemieunterricht erscheint für Schüler*innen häufig als schwer begreifbar, realitätsfern und im Alltag nicht zu gebrauchen. Die Schüler*innen benutzen häufig den Begriff *abstrakt* und wollen damit ausdrücken, dass der fachliche Inhalt für sie selbst schwer zu verstehen ist (vgl. Kratz 2002). Den Schüler*innen fehlt häufig eine andere oder zusätzliche Handhabe, um den Fachinhalt tatsächlich als Erkenntnisgewinn aufzunehmen. Diese Auffassung wird von den Schüler*innen häufig in den naturwissenschaftlichen Fächern vertreten. Der Lehrkörper steht dabei vor der schwierigen Aufgabe, eine andere oder zusätzliche Handhabe zu finden, um das Abstraktionsniveau zu senken. In vielen Fächern werden diese gewollten und verlangten alternativen Möglichkeiten oft als Gruppenarbeiten, offener Unterricht oder durch kreativere Umsetzungen des Fachinhaltes, beispielsweise als Rollenspiel, angeboten. In den naturwissenschaftlichen Fächern kann sich der Lehrkörper einer besonderen erweiterten Möglichkeit bedienen, der Experimente.

Lehrpersonen entscheiden für jede Unterrichtsstunde, ob in der Einheit der Theorieinhalt besprochen wird oder anhand praktischer Methoden zur erweiterten Erkenntnis verholfen wird. Das Experiment stellt dabei eine Primärerfahrung dar und dient als direkter Zugang zu beobachtbaren Phänomenen (vgl. Pietzner/ Wagner, 2018). Eine theoretische Erklärung reicht aus Sicht der Schüler*innen oft nicht aus. Rajendran (2020) bezieht sich zudem auf Dewey, welcher die Meinung vertritt: *„Ein Gramm Erfahrung ist besser als eine Tonne Theorie [...]“*. (Rajendran, 2020) Experimente im Chemieunterricht nehmen zusätzlich eine Sonderstellung unter den Naturwissenschaften ein, denn die Veränderung der Stoffeigenschaften befindet sich exklusiv im Chemieunterricht. Biologische und physikalische Experimente beziehen sich zwar ebenfalls auf beschreibende und analysierende Tätigkeiten, jedoch nur bei statischen und dynamischen Ökosystemen sowie Mathematisierungen, aber nicht auf Stoffeigenschaftsveränderungen (vgl. Rajendran, 2020).

Welche Möglichkeiten bieten Experimente? Experimente können zu unterschiedlichen Zwecken durchgeführt werden. Sie können verwendet werden, um unbekannte chemische Sachverhalte zu erkunden. Sie können eingesetzt werden, um Hypothesen zu verifizieren oder falsifizieren. Sie können verwendet werden, um Phänomene besser zu veranschaulichen. Alle drei Zwecke können mithilfe kulinarisch-chemischer Experimente bedient werden (vgl. Rajendran, 2020).

Obwohl aus chemiedidaktischer Sicht der Einsatz von Experimenten möglichst häufig sein soll, sind viele Lehrpersonen vor Probleme gestellt. Der zeitliche Aspekt muss berücksichtigt werden, denn in vielen Schulen besteht eine Unterrichtseinheit nur aus ca. 50 Minuten und nicht jedes Experiment oder Schüler*innen-Experiment kann in der Zeit durchgeführt werden. Bedenkt man die Vorbereitungs- und Nachbereitungs-Zeiten der Experimente, stünden die Chemielehrer*innen wohl häufig bis in die Abendstunden im Labor. Die Ausstattung der Chemiesäle ist in Schulen sehr unterschiedlich. In manchen Schulen gibt es teilweise nicht mehr als drei bis vier Kochplatten. Ebenfalls muss der Sicherheitsaspekt im Chemiesaal berücksichtigt werden. Wenn alle Schüler*innen ihr eigenes Experiment durchführen sollen, könnte die Stunde sogar im Chaos versinken.

Welche Problemlösung kann herangezogen werden, um wie von den Schüler*innen gewünscht, mehr zu experimentieren? Michael Kratz (2002) sieht in der Durchführung von Heimexperimenten die Chance mehr aus dem Chemieunterricht herauszuziehen. Den Mehrwert von Heimversuchen beschreibt Kratz (2002) in mehreren Punkten, wie:

- in der Arbeitsteilung
- der erweiterten Möglichkeit von Zusammenarbeit
- die Durchführbarkeit von mehrstündigen Versuchen
- der Erkenntnis von Schüler*innen, dass auch zuhause Chemie stattfindet
- die Berücksichtigung individueller Geschwindigkeiten
- das Ermöglichen von selbstständigem Forschen
- dass Eltern spannende Hausaufgaben erleben
- erweiterte Versuche, die nicht durchgeführt werden könnten

(vgl. Kratz, 2002)

Die beschriebenen Punkte passen hervorragend zum Konzept der kulinarischen Chemie, denn Kochen benötigt Zeit, jeder kocht in eigenem Tempo, chemische Prozesse werden in der alltäglichen Küche wahrgenommen und Eltern können ihre Kinder beim Kochen beobachten. Eine Überschneidung ist deutlich erkennbar.

Laut Kratz gibt es auch mehrere Beweggründe, um Heimexperimente durchzuführen. Besonders hervorzuheben sind dabei drei Anlässe: das Aufgreifen eines

Sonderthemas, die Verwendung von Haushaltsgeräten und Haushaltschemikalien sowie das Fehlen von bestimmten Ausstattungen in der Schule. Bei Heimexperimenten ist es notwendig, weitere Aspekte zu beachten, denn nicht jedes Experiment ist als Hausaufgabe durchführbar. Zunächst ist es wichtig den Sicherheitsaspekt zu berücksichtigen. Beispielsweise müssen bei Arbeiten mit Messern Schnittverletzungen und bei Arbeiten mit Kochplatten Verbrennungen beachtet werden. Zweitens ist es wichtig zu bestimmen, welche Materialien für die Versuche nötig sind. Die Kosten des Materials oder die Beschaffbarkeit stellen dabei häufig bestimmende Faktoren dar. Die Kosten und der Erwerb von Material führen zum letzten Aspekt, den haushaltsführenden Eltern. Sie entscheiden, ob die Versuche überhaupt durchgeführt werden können. Zudem sind sie bei Kostenfragen und der Beschaffung von Material die ersten Ansprechpartner (vgl. Kratz, 2002).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Experimente eine besondere Stellung im Chemieunterricht einnehmen. Sie sind nicht immer durchführbar, doch bei Beachtung der oben dargestellten Aspekte bieten Heimexperimente eine Möglichkeit den Mehrwert von Versuchen zu nutzen. Im Folgenden wird ein Unterrichts- und Wissensmodell näher betrachtet.

2.7. Unterrichtsmodell und Wissensmodell

Für das Chemie-Projekt der kulinarischen Chemie mussten Unterrichtsplanungen erstellt werden. Dabei musste berücksichtigt werden, dass die Stundenplanungen eine Vorbereitung für die Heimexperimente darstellen. Aus diesem Grund wurden die Entwürfe an das Aktivierungsmodell nach Michael Alfred Anton (2019) angelehnt.

Das Aktivierungsmodell kann grundlegend in drei Phasen aufgeteilt werden. Dabei handelt es sich bei der ersten Phase um die Motivation, bei der zweiten Phase um die Instruktion und Konstruktion und zuletzt um die Utilisation beziehungsweise die Anwendbarkeit des erworbenen Wissens. Diese drei Teile können anhand folgender Abbildung veranschaulicht werden (vgl. Anton, 2018 und 2019).

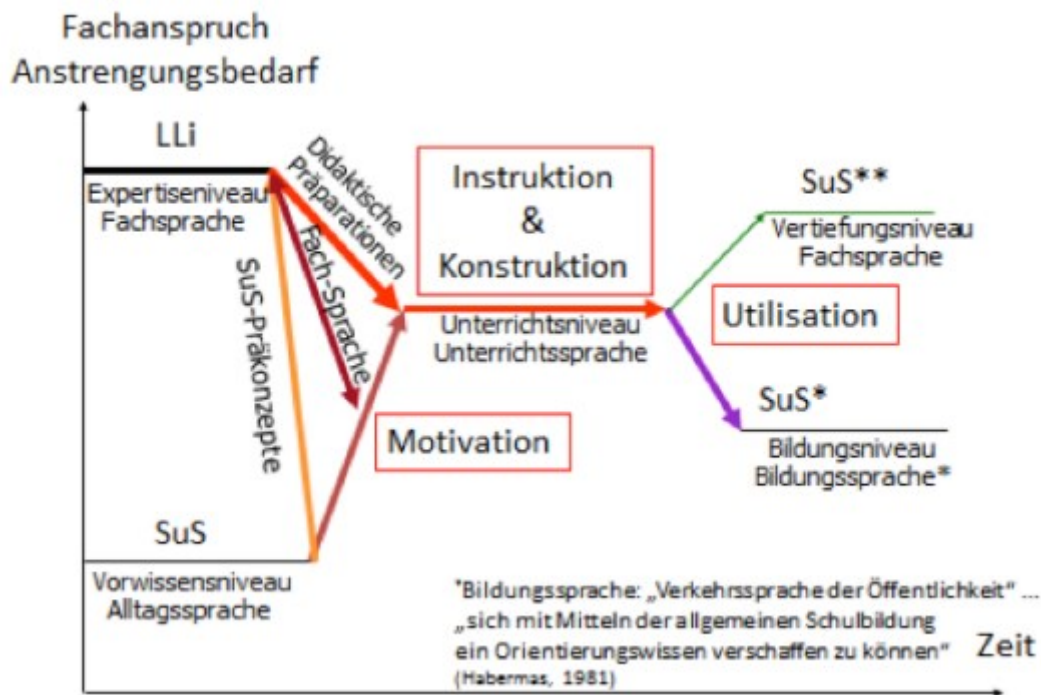


Abbildung 2: Aktivierungsmodell (Anton, 2018, 2019)

Die Abbildung stellt von links nach rechts einen Prozess des Unterrichts dar, wobei zu Beginn verständlicherweise von einem Unterschied des Fachwissens auszugehen ist. Lehrkräfte stehen vor der Herausforderung, ihr Fachwissen für die Schüler*innen anzupassen und herunterzubrechen. Diese didaktische Präparation erfolgt dabei nicht nur im fachlichen Inhalt, sondern muss sich ebenfalls in ihrem fachlichen Sprachgebrauch erkenntlich machen. Wenn die Schüler*innen die Lehrperson oder Arbeitsaufträge schlichtweg nicht verstehen, wird auch kein vereinfachter Fachinhalt weiterhelfen. Das Problem stellt die geringe Alltagsrelevanz der verwendeten Fachbegriffe im Chemieunterricht dar. Die Chemie-Fachsprache kann den Schüler*innen entweder durch konsequentes Einüben oder durch kreativere Ansätze veranschaulicht und verstanden werden. Schwierigkeiten wie der Sprachgebrauch sind durch einen kreativeren Ansatz zu umgehen (vgl. Anton, 2018). Nichtsdestotrotz ist eine korrekte Fachsprache nicht zu vernachlässigen. Es muss berücksichtigt werden, dass Gedankenprozesse durch sprachliche Fähigkeiten strukturiert werden. Solche sprachlichen Schwierigkeiten können zu kognitiven und sozio-emotionalen Konflikten führen, welche grundsätzlich zu Verstehenslücken und mentalem Stress führen können. Durch weitere Zerlegung der Handlungsabläufe und anschaulichere Darstellungen inklusive prägnanterer Erklärungen kann über diese Unsicherheiten hinweggeholfen werden.

(vgl. Anton, 2018). Eine adäquate Vorbereitung auf den Unterricht macht einen wesentlichen Teil der Arbeit als Lehrperson aus.

Einen zentralen Punkt der Vorbereitung auf den Unterricht betrifft die Motivation der Schüler*innen. Diese Motivationsphase führt mit einer steilen Kurve hinauf zur Instruktion und Konstruktion und ist geprägt vom Wecken der Neugierde der Schüler*innen. Dieses Aufmerksammachen auf den fachlichen Inhalt ist von besonderer Bedeutung, denn ohne eine gewisse Begeisterung und ein Interesse für die Thematik wird der Unterricht leider nur als langweilig und anstrengend empfunden. Die Bereitschaft zu lernen muss in den Schüler*innen häufig erst geweckt werden (vgl. Anton, 2019).

Dieses Interesse und die Lernbereitschaft können auf unterschiedlichen Wegen erreicht werden, ein möglicher Weg ist das Stellen von epistemischen Fragen von Seiten der Schüler*innen. Fragestellungen im Chemieunterricht kommen allerdings nicht schnell von selbst, wenn neue Themen aufgegriffen werden. Zwei Möglichkeiten stehen offen, um den fragenstellenden Prozess in Gang zu bringen. *„Hilfen zur problembezogenen Aktivierung des bereits erworbenen Faktenwissens sowie Hilfen, um auf epistemische Ziele ausgerichtete Fragen anzuregen, die zur weiteren Elaboration des aktivierten Wissens beitragen.“* (Neber/Anton, 2008) Das bedeutet, dass Lehrpersonen ebenfalls durch das Stellen von Fragen diese epistemischen Fragen der Schüler*innen anregen können. Neber und Anton verweisen hierbei auf Graesser, Baggett und Williams (1996), wonach *„bei allen Formen des <<inquiry learning>> so genannte <<tiefe>> Fragen zu stellen sind.“* (Neber/Anton, 2008) Damit sind Fragen wie: *Warum ist XYZ entstanden?* oder *Was wäre, wenn...?* gemeint (vgl. Neber/Anton, 2008). Diese Fragestellungen fördern nicht nur die Motivation, sich mit dem vorliegenden Thema zu befassen, sondern dienen gleichzeitig als Aktivierung des vorhandenen Vorwissens. Die Aktivierung ist notwendig, denn neues Wissen muss an bereits vorhandenes Vorwissen anknüpfen. Dabei ist es wichtig, diesen Prozess nicht als additiven Prozess zu begreifen, sondern als verknüpfenden und verbindenden, der mehrere Fachbereiche abdecken kann. Anton (2018) und Weinert (1998) betonen hierbei, dass nur Personen, die bereits viel Wissen, auch viel lernen können, denn bereits in der Bibel (vgl. Mt 25, 29) steht sinngemäß *jedem wird gegeben, der schon hat!*

In Anschluss an die Vorbereitung und Motivation der Schüler*innen befindet sich der Unterricht in der Instruktions- und Konstruktionsphase. Diese Phase beinhaltet die geplanten Lernelemente der Stunde und entspricht den individuellen Lehr- und Lern-Verläufen der einzelnen Schüler*innen (vgl. Anton, 2019).

Besondere Bedeutung hat die Utilisationsphase. Die letzte Phase beschreibt die Anwendungsmöglichkeiten des gelernten Fachinhaltes. Dabei kann sie sich vom Niveau der Instruktions- und Konstruktionsphase unterscheiden. Sehr interessierte Schüler*innen werden das gewonnene Wissen vollständig und erweitert anwenden. In der Praxis sind das häufig Schüler*innen, die sich an der freiwilligen Chemieolympiade beteiligen und aktiv mitlernen. Selbstverständlich werden weniger interessierte Schüler*innen die erlangten Kenntnisse nur zu einem Teil umsetzen können. Zu betonen ist, dass die Anwendungsphase eine selbstständige und externe Anwendungsmöglichkeit anstrebt (vgl. Anton, 2019). Die Schüler*innen sollen dabei erkennen, dass chemische Inhalte auch außerhalb des Chemielabors beziehungsweise des Schulgebäudes stattfinden können. Betrachtet man die Abbildung 2 vollständig, erkennt man die Verlaufskurve eines endothermen Prozesses. Die Schüler*innen sollen demnach mit Erkenntnissen geladen aus dem Unterricht gehen.

Das Wissensmodell nach Neber (1993) erklärt, wann Fähigkeiten anwendbar sind. Es kann in drei Wissensqualitäten unterteilt werden, welche er selbst Fakten, Konditionen und Funktionen nennt. Die erste Qualität repräsentiert die Fakten, demnach das reine Wissen, jedoch ohne Nutzung. Dieses reine Wissen muss durch zwei weitere Bereiche erweitert werden, um anwendbar gemacht zu werden. Der zweite Bereich beschreibt die benötigten Konditionen beziehungsweise die Bedingungen, um das Wissen zu nutzen. Der Bereich der Funktionen spiegelt die tatsächliche Anwendbarkeit des Wissens wider. Die Anwendbarkeit entspricht demnach den Kompetenzen der Schüler*innen.

Vergleicht man das Aktivierungsmodell und Wissensmodell miteinander, können Parallelen gezogen werden. Die Motivationsphase entspricht dem Faktenwissen und ist das reine Wissen oder auch das Vorwissen der Schüler*innen. Es ist vorhanden, kann jedoch noch nicht genutzt werden. Die Instruktionen können mit den Konditionen gleichgestellt werden. Lehrpersonen instruieren die Schüler*innen über das Fachwissen, welches eine erweiterte Darstellung über die Konditionen des Wissens beinhaltet. Die Utilisationsphase entspricht den Funktionen beziehungsweise den Kompetenzen, welche Schüler*innen erlangen und vorzeigen sollen.

In kurzen Worten kann zusammengefasst werden, dass der Zuwachs an Wissen begünstigt ist, wenn während des Lernens des Wissens (Fakten) die dazugehörigen Anwendungsbedingungen (Konditionen) und die Nutzbarkeit und Anwendung (Funktionen) gleichzeitig mitgelernt werden. Dies entspricht im Großen und Ganzen ebenfalls

dem Kompetenzverständnis von Weinert (2001), denn „Kompetenzen sind die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen.“ In diese Probleme kann der funktionale Anwendungsaspekt hineininterpretiert werden.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Anwendungsphase hier wiederum als großes Ziel anzusehen ist. Schüler*innen erkennen dadurch, dass chemische Prozesse überall und jederzeit in unserem Alltag stattfinden. Der abstrakte Fachinhalt sei von Seiten der Schüler*innen schwer zu verstehen, deshalb bildet eine Handlungsphase die Möglichkeit, dem entgegenzuwirken. Am Beispiel der kulinarischen Chemie können die Schüler*innen die chemischen Prozessen direkt in ihrem eigenen Alltag und in ihrer eigenen häuslichen Umgebung erleben. Das hilft dabei, der Abstraktion entgegenzuwirken. Die aktive Beschäftigung mit der kulinarischen Chemie fördert demnach zusätzlich das Erlernen von alltäglichen Kompetenzen. Die Kombination des Konzeptes der kulinarischen Chemie mit dem Aktivierungsmodell erscheint daher als eine sinnvolle und logische Vereinigung.

Nachdem ein größeres Spektrum an Literatur herangezogen wurde, um möglichst viele Aspekte der kulinarischen Chemie und überlappende Gebiete zu beleuchten, wird im Folgenden zum empirischen Teil übergegangen.

3. Empirischer Teil

Zur Beantwortung der Forschungsfrage: „Wie beeinflussen kulinarische Anwendungserlebnisse chemischer Kenntnisse die Entwicklung alltagsrelevanter Kompetenzen?“, wurde im Rahmen der schulischen Arbeit ein Chemieprojekt vorbereitet und durchgeführt.

Das Chemieprojekt wurde mit drei Abschlussklassen der 12. Schulstufe mit maximal 72 Teilnehmer*innen in einem Oberstufenrealgymnasium durchgeführt. Es umfasste als wesentliche Elemente eine Vorher-Umfrage mit 41 Fragen, drei Unterrichtseinheiten mit den ausgewählten Themen Proteine, Kohlenhydrate und Bräunungsreaktionen sowie insgesamt sieben dazu passende Experimente. Zuletzt wurde eine erweiterte Nachher-Umfrage mit 49 Fragen durchgeführt, um den Entwicklungsprozess der Kompetenzen der Schüler*innen nachvollziehen zu können. Um einen strukturierten und möglichst schnellen Ablauf zu ermöglichen, wurde für die Schüler*innen eine Checkliste, inklusive aller benötigten Informationen zum Projekt, erstellt.

Die sieben ausgewählten Experimente stellen biochemische Prozesse dar, sind aus dem Buch von Rajendran (2021) adaptiert und wurden für die Unterrichtseinheiten in folgende Themeninhalte sortiert:

- Proteine: (Alles zum Ei: Spiegelei, pochiertes Ei und Eischnee)
- Kohlenhydrate: (Stärke: Vanillepudding, Soßenbinder)
- Bräunungsreaktionen: (Nicht enzymatische Bräunung und enzymatische Bräunung)

Um das kulinarische Anwendungserlebnis zu steigern und den Schüler*innen die Alltäglichkeit dieser chemischen Aspekte aufzuzeigen, wurden die Experimente als Heimexperimente durchgeführt. Während der Durchführung der Heimexperimente sollten die Schüler*innen zudem eine Speise kochen. Auf diese Weise sollte der abstrakte Themeninhalt der biochemischen Prozesse in ein konkretes Alltagsbeispiel eingebettet werden. Es wurden ein paar Gerichte vorgeschlagen, die nachgekocht werden konnten. Darunter befindet sich das Kochen eines Kaiserschmarrens, eines Toasts, welcher mit einem pochierten Ei oder einem Spiegelei belegt werden konnte, ein sogenannter Strammer Max (Brot mit Ei und Schnittlauch) und ein selbstgemachter Burger. Die Herstellung eines Vanillepuddings stellt bereits ein eigenes Rezept dar und bei den Experimenten mit der Banane kann die Banane selbst im Anschluss verzehrt werden.

Den abstrakten, fachlichen Teil bilden die drei Stundenplanungen. Diese dienen als benötigtes Vorwissen und die fachwissenschaftliche Aufbereitung. Gleichzeitig stellen die Unterrichtseinheiten die Vorbereitung auf die die gewählten Experimente dar. Gegen Ende der Unterrichtseinheiten erhielten die Schüler*innen vorbereitete Experimentierblätter, auf welchen bereits die Durchführung vorgegeben ist und nur noch eine Beobachtung sowie Interpretation anzugeben verbleibte.

In den folgenden Kapiteln werden die Unterrichtseinheiten, die Heimexperimente und Umfragen näher beschrieben. Ebenfalls werden einige Umstände und Probleme dargestellt, die sich während der Durchführung des Projektes ergeben haben.

3.1 Beschreibung der drei Unterrichtseinheiten und ausgewählten sieben Experimente

Das Thema der ersten Unterrichtseinheit befasste sich mit den Proteinstrukturen und der Proteindenaturierung. Ziel dieser Stundenplanung war es, den Schüler*innen den Aufbau von Proteinen, die Primärstruktur, die Sekundärstruktur, die Tertiärstruktur und Quartärstruktur aufzuzeigen und die Schüler*innen dabei verstehen zu lassen, dass die Struktur der Proteine ausschlaggebend für die Funktion ist. Das Aufbrechen dieser Struktur beziehungsweise die Denaturierung bedeutet demnach den Funktionsverlust eines Proteins und sollte von den Schüler*innen so verstanden werden.

Welches Vorwissen der Schüler*innen wurde für diese Unterrichtseinheit vorausgesetzt? Den Schüler*innen sollte bewusst sein, dass Proteine polymere Verbindungen aus Aminosäuren sind. Die Struktur einer α -Aminosäure besteht aus einem α -Kohlenstoff, an dem sich eine Carboxylgruppe und eine Aminogruppe befindet. Es gibt mehr als 250 Aminosäuren mit biologischen Funktionen, jedoch spricht man häufig von 20 vorkommenden, proteinogenen Aminosäuren. Diese Aminosäuren sind durch Peptidbindungen, genauer gesagt Amid-Bindungen, miteinander verbunden. Die Peptidbindung ist zudem eine Kondensationsreaktion und bildet ein lineares Polymer. Strukturproteine, Schutzproteine, Enzyme, Hormone und weitere physiologische Funktionen erfüllen dabei Proteine in biologischen Systemen (vgl. Bruice, 2011).

Um eine zeitlich effiziente Stunde zu gewährleisten, kam bereits von Beginn an eine PowerPoint-Präsentation zum Einsatz. Im Vordergrund der Einheit stand das Verständnis des Inhaltes, außerdem wurde den Schüler*innen im Nachhinein die PowerPoint-Präsentation zur Verfügung gestellt. Die Stunde wurde mit einer kurzen und gemeinsamen Wiederholung zur Peptidbindung begonnen. Anhand der Präsentation

wurden Abbildungen von Proteinstrukturen gezeigt sowie angegeben, welche intramolekularen Wechselwirkungen stattfinden und für den Aufbau der Proteine sorgen. Anschließend wurden die Abbildungen von Rajendran (2021) zur Proteindenaturierung vorgezeigt. Diese Abbildungen zeigten ebenfalls die aufgetrennten Wechselwirkungen der Proteine auf. Zuletzt wurde über die drei Heimexperimente gesprochen, welche für diese Unterrichtseinheit zur Auswahl standen.

Die Experimentierbeispiele für dieses Thema beinhalteten die Verarbeitung und Zubereitung von Eiern. Zur Auswahl stand die Herstellung von pochierten Eiern, Spiegeleiern sowie die Herstellung von Eischnee. Anhand dieser Experimente sollte von den Schüler*innen beobachtet werden, welchen Einfluss Hitze, die Zugabe von Säure oder Salz oder eine mechanische Einwirkung auf das Eiweiß besitzt.

Die Herstellung des pochierten Eies oder auch verlorenen Eies erfolgt in leicht siedendem Wasser bei 80°C. Wichtig ist, dass das Wasser dabei nicht kochen darf. Das siedende Wasser wird mit einem Kochlöffel stark gerührt, um einen Strudel zu erzeugen. Ein aufgeschlagenes Ei wird anschließend mithilfe eines Schöpflöffels oder einer kleinen Schale in diesem Strudel hineingegeben, so dass sich eine Eiweißtasche bilden kann. Das Ei wird nach drei bis vier Minuten aus dem Topf genommen. Auf diese Weise werden zwei pochierte Eier gekocht, einmal mit Essigzugabe und einmal ohne Essigzugabe. Bei der Herstellung der Eier sollen die Schüler*innen

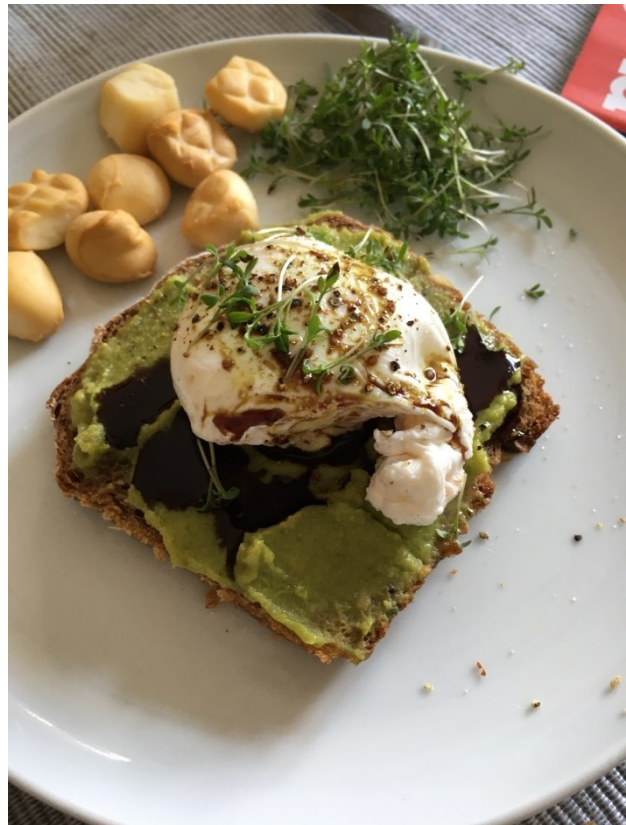


Abbildung 3: Brot mit pochiertem Ei, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8D.

beobachten können, dass jenes Ei mit zugesetztem Essig im Wasser etwas schneller denaturiert. Beobachtbar ist das durch die schnelle Bildung des gestockten Eiweißes beziehungsweise eine schnellere *weiß-Färbung* des Eiweißes.

Beim Kochen eines Spiegeleies kann vorher beobachtet werden, dass das Eiklar eines rohen Eies aus zwei Bestandteilen besteht, dem dünnflüssigen Eiklar und dem

dickflüssigen Eiklar. Bei einem frischen Ei sind die Anziehungskräfte der langkettigen Proteine sehr stark, daher bildet sich dieser erwähnte dickflüssige Eiklar. Durch Zugabe von Salz kann dieses stark vernetzte Protein schneller denaturiert werden und das dickflüssige Eiklar wird schneller gar. Dieses Phänomen wird auch *kaltetes Garen* genannt (vgl. Rajendran 2021).



Abbildung 4: Spiegeleier (links = gesalzen; rechts = ungesalzen), erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8B.

Die Schüler*innen braten zwei Spiegeleier in einer Pfanne an, wobei nur ein Spiegelei gut gesalzen wird. Dabei können sie beobachten, dass das gesalzene Ei schneller gegart wird.

Bei der Herstellung von Eischnee können die Schüler*innen beobachten, dass Proteine durch Schlageinwirkung ebenfalls denaturiert werden können. Dafür wird das Eiweiß vom Eigelb gründlich abgetrennt und in eine Schüssel gegeben. Das im Eigelb enthaltene Lecithin würde die Fähigkeit des Eischnees verringern, durch Denaturierung fest zu werden. Anschließend wird mit einem Schneebesen das Eiweiß geschlagen und dabei beobachtet, wie sich die Proteine verändern.



Abbildung 5: Herstellung von Eischnee, erstellt durch eine Schüler*in der Klasse 8D.

Das Thema der zweiten Unterrichtseinheit ist das der Kohlenhydrate. Ziel dieser Unterrichtseinheit war es den Schüler*innen die, im Alltag häufig verwendete, Polysaccharid-Stärke näher zu bringen. Dabei sollen die Schüler*innen zeigen, dass sie die unterschiedlichen Bindungen (α - und β -Bindungen) darstellen können. Diese Kompetenz kann mithilfe eines Molekülbaukastens nachvollzogen werden. Die Benützung des Molekülbaukastens dient sowohl als feinmotorische Übung als auch zur Darstellung der Kondensationsbindung, welche bei der Bindung von Sacchariden der Fall ist.

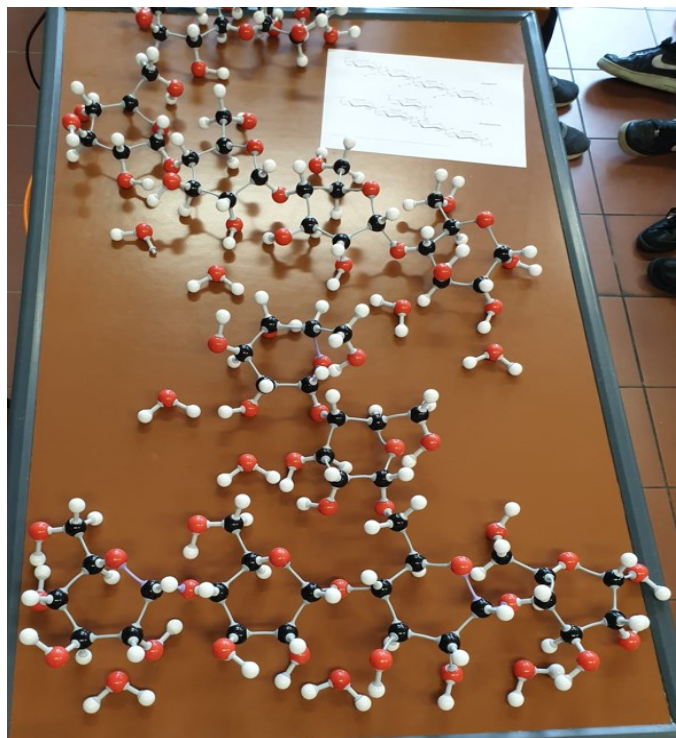


Abbildung 6: Von Schüler*innen erstelltes Stärkemolekül mit einem Molekülbaukasten (selbstaufgenommenes Foto).

Welches Vorwissen der Schüler*innen wurde für diese Unterrichtseinheit benötigt? Die Schüler*innen sollten bereits wissen, was Kohlenhydrate und Polysaccharide sind. Es handelt sich um kohlenstoffbasierte Moleküle mit mehrfachen Hydroxylgruppen und der empirischen Formel $(C-H_2O)_n$. Häufig wird auch von der Zuckerchemie gesprochen, denn die Monosaccharide (Einfachzucker) stellen dabei die kleinsten Moleküle dar. Man unterscheidet zwischen Aldosen und Ketosen und kann diese anhand der Fischer-Projektion sowie der Haworth-Projektion gut darstellen. Dabei ist es ebenfalls

notwendig, sich mit dem Begriff der Chiralität auseinander zu setzen. Es wird zudem die Unterscheidung zwischen D- und L-Zuckern getroffen. Beim Überführen in die Haworth-Projektion, der Ringform der Zucker, erlernten die Schüler*innen den Unterschied zwischen einer Alpha (α) - und Beta (β) - Stellung am anomeren Kohlenstoff. Im Allgemeinen sind Kohlenhydrate nicht nur Brennstoffmoleküle, die wir zu uns nehmen, sondern grundlegende Bausteine für lebende Systeme sowie Bestandteile unserer DNA (vgl. Berg et al., 2014).

Die Unterrichtseinheit wurde mit einer Erklärung der Aufgabenstellung für die Schüler*innen begonnen. Diese sollten gemeinsam als Klasse und mithilfe von mehreren Molekülbaukästen das Stärke-Molekül in einem kleineren Maßstab nachbauen. Dabei bekamen die Schüler*innen die Information, dass Stärkemoleküle aus D-Glucose-Einheiten, die über glycosidische Bindungen miteinander verknüpft sind, bestehen. Stärke besteht aus 20-30% Amylose mit einer α -1,4-glycosidischen Verknüpfung sowie aus 70-80% Amylopektin mit einer α -1,4-glycosidischen und α -1,6-glycosidischen Bindung, welche nach etwa 25-30 Zuckereinheiten aufkommt. Sollten die Schüler*innen nicht vorankommen, stand eine Abbildung mit einer Darstellung des Stärkemoleküls zur Verfügung. Zum Schluss der Unterrichtseinheit sollte das Molekül präsentiert werden und es konnte mithilfe von H_2O -Molekülen die Einlagerung von Wasser bei Stärke dargestellt werden. (siehe Abbildung 6.) Daraufhin konnten die durchzuführenden Heimexperimente besprochen werden. Bei den Heimexperimenten handelt es sich, um die Herstellung eines Vanillepuddings oder einer Soße mithilfe von Speisestärke.

Die Experimentierbeispiele für diese Unterrichtseinheit beinhalten das Herstellen eines Vanillepuddings und die Herstellung einer Soße mithilfe des Kohlenhydrates Stärke. Beide Beispiele sollten die Verkleisterung der Stärke veranschaulichen. Diese Verkleisterung stellt eine Wasserimmobilisierung an den polaren Stellen des Stärkemoleküls dar (vgl. Rajendran 2021).

Bei der Herstellung eines Vanillepuddings dürfen die Schüler*innen keine fertige Mischung aus dem Handel benutzen, sondern müssen die Milch und Stärke selbst miteinander verrühren. Dafür werden 150 ml Milch aufgekocht sowie eine Vanilleschote der Länge nach halbiert und das Mark sowie die Schote mit der Milch mitgekocht. Dabei gilt: Je länger sich die Schote und das Mark in der Milch befinden, desto mehr Aromen werden herausgelöst. Auf diesem Weg kann der Geschmack des Vanillepuddings intensiviert werden. Im Anschluss werden 50 ml kalte Milch mit 15 g Stärke und 10 g Zucker in einer Schüssel unter Zuhilfenahme eines Schneebesens glattgerührt. Sollte die kalte Mischung nicht gut an-



Abbildung 7: Vanillepudding, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8B.

gerührt werden, kann es zu Stärke-Klümpchen im fertigen Pudding kommen. Die kalte Mischung wird zur heißen Vanillemilch dazugegeben und kurz aufgekocht. Zuletzt wird der Topf von der Herdplatte genommen und der Vanillepudding kann in einer Schüssel serviert werden (vgl. Rajendran 2021).

Bei der Herstellung einer Soße, die auf Stärke basiert, ist genau der Umstand der Klümpchen-Bildung zu beachten. Nach dem Anbraten von Fleischprodukten können die Rückstände in der Pfanne durch Wasser gelöst werden und mithilfe von Stärke kann eine Soße angefertigt werden. Für das Experiment sollten die Schüler*innen zwei Soßen anfertigen. Erstens mithilfe einer zuvor angerührten



Abbildung 8: Klümpchen bei der Soßenherstellung, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8B.

Wasser-Stärke Mischung von 10 g Stärke in 50 ml Wasser und zweitens durch eine

direkte Zugabe von 10 g Stärke in die Pfanne, wo sich bereits 200 ml Wasser mit dem zu lösenden Rückstand des Fleischproduktes befinden.

Das Thema der dritten Unterrichtseinheit waren die Bräunungsreaktionen. Ziel dieser dritten Unterrichtseinheit war es, den Unterschied zwischen der *Nicht-Enzymatischen Bräunung* (Maillard-Reaktion) und *Enzymatischen Bräunung* zu bestimmen. Dabei soll der erste Schritt der Maillard-Reaktion nachgestellt werden und der Unterschied zwischen dem Schlüssel-Schloss-Modell und induced fit-Modell verstanden werden.

Welches Vorwissen der Schüler*innen wurde für diese Unterrichtseinheit benötigt? Die Schüler*innen sollten bereits die Struktur einer Aminosäure und die Struktur von Monosacchariden kennen. Zudem sollten sie bereits wissen, worum es sich bei einer Kondensationsreaktion handelt. Die weiteren Inhalte zur Maillard-Reaktion und der enzymatischen Reaktion wurden erst in dieser Einheit erarbeitet.

Die Stunde wurde mit einer Frage an die Schüler*innen begonnen, nämlich was beim Anbraten von beispielsweise Fleischprodukten passiert. Beantwortet wurde die Frage mit dem Aufkommen einer Braun- und Schwarzfärbung sowie einer Geruchsbildung, jedoch konnten die Phänomene außer der Hitzeeinwirkung nicht begründet werden. Nach einer kurzen Erklärung mithilfe einer PowerPoint-Präsentation und, dass die Maillard-Reaktion die Ursache dieser Phänomene ist, sollten die Schüler*innen die Geruchsbildung anhand eines Experiments nachstellen. Das durchzuführende Experiment, zählte nicht zu den Heimexperimenten und stellte eine Erweiterung dar, um den Geruchssinn anzusprechen.

Das Experiment wurde von Rüdiger Blume (1999) übernommen. Die Schüler*innen sollten eine Spatelspitze der Aminosäuren Cystein, Prolin, Methionin und Glycin mit einer Spatelspitze Glucose und wenigen Tropfen Wasser versetzen. Daraufhin wird die Mischung erhitzt und daran chemisch gerochen. Die entstandenen Gerüche sind häufig in der Küche während des Kochens anzutreffen. Es handelt sich um einen Fleischgeruch, den Geruch nach Karamell sowie nach Pellkartoffeln und frischem Brot.

Im Anschluss wurde die Enzymatische Reaktion im Allgemeinen besprochen und die zwei Modelle des Schlüssel-Schloss-Prinzips und des Induced-Fit-Prinzips erörtert. Zuletzt wurden die Heimexperimente besprochen, damit die Schüler*innen wiederum wussten, was bei diesen zu tun ist.

Die Experimentierbeispiele dieser Unterrichtseinheit beschäftigen sich mit der nicht-enzymatischen Reaktion beim Anbraten eines Stückes Fleisch oder eines Stückes Tofu sowie der enzymatischen Reaktion einer Banane.

Bei der nicht-enzymatischen Reaktion sollten die Schüler*innen beobachten, welchen Effekt unterschiedliche Kohlenhydrate und Zucker auf die Bräunungsreaktion haben. Dabei sollte ein proteinhaltiges Lebensmittel mit einer flachen Fläche in unterschiedliche Zonen geteilt werden und beispielsweise mit Honig, Mehl und Bier bestrichen, um erkennen zu können, welche Kombination von Kohlenhydrat und Zucker die beste Bräunung des Proteins liefert.



Abbildung 9: Maillard-Reaktion bei unterschiedlichen Zuckermolekülen, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8D.

Beim zweiten Experiment sollten die Schüler*innen eine beschleunigte Bräunung der Bananenschale nachstellen. Dafür mussten sie in einem Topf etwas Wasser zum Kochen bringen und einen Teil der Banane für etwa eine Minute in das kochende Wasser halten. Kurz darauf sollten sie eine beschleunigte Braunfärbung der Bananenschale beobachten können. Diese kommt durch die Freisetzung der zuerst in den Zellen der Bananenschale getrennt eingeschlossenen Substanzen Phenoloxidase und der Aminosäure Tyrosin zustande. Durch die enzymatische Reaktion wird die Aminosäure in mehreren Stufen zum Melanin oxidiert.



Abbildung 10: Banane und Kerze, erstellt von einem Schüler der Klasse 8C.

In einem zweiten Versuch mit der Banane, sollten die Schüler*innen mithilfe einer Kerzenflamme Ähnliches beobachten können. Die Schüler*innen mussten eine Banane etwa 1-2 cm über einer Kerzenflamme halten und beobachten, wie die Bräunung einsetzt. Dabei ist gut erkenntlich, dass die Stelle genau über der Kerzenflamme gelblich verbleibt, weil die oben genannten Substanzen durch die Hitze zerstört wurden. Um diesen Punkt herum sollte sich ein gebräunter Kreis durch die enzymatische Reaktion bilden. In diesen Bereichen reichte die Hitzeeinwirkung nur aus, um die Zellen zu zerstören, jedoch nicht die Substanzen selbst.

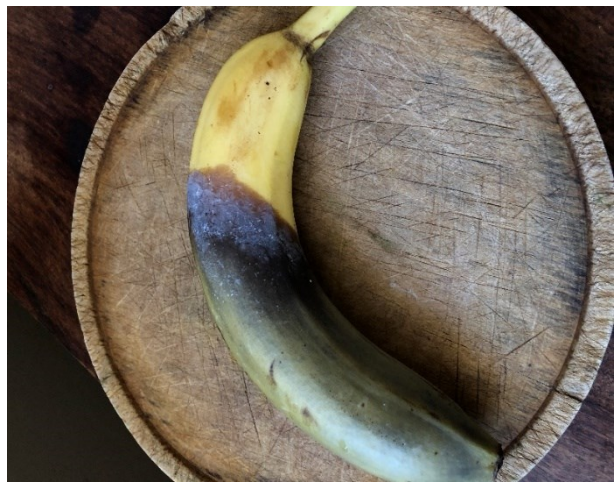


Abbildung 11: Gekochte Banane, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8C.

Die Vorbereitung und Durchführung dieser genannten Unterrichtseinheiten sowie Experimente wurde von einigen wenigen Widerständen und Hindernissen begleitet. Daher werden im Folgenden diese aufgetretenen Schwierigkeiten und Hindernisse etwas näher betrachtet und besprochen.

3.2 Probleme und Hindernisse

Während der Vorbereitung und Durchführung des Chemie-Projektes sind in der Schule Hindernisse und Probleme aufgekommen. Welche Schwierigkeiten aufgekommen sind und wie mit diesen umgegangen wurde und wie diese bewältigt werden konnten, versucht dieses Unterkapitel darzustellen. Dabei werden möglichst die realen und praktischen Gegebenheiten wiedergegeben, dennoch werden die genannten Problemen und Hindernisse durch Vermutungen ergänzt, um eine mögliche Begründung anzugeben.

Zur Vorbereitung des Projektes musste berücksichtigt werden, dass für die Durchführung der ausgewählten Heimexperimente mehrere Lebensmittel benötigt werden. Der Erwerb zusätzlicher Materialien kann als Lehrperson nicht einfach bestimmt werden, denn der Kauf von Lebensmitteln kostet Geld. Aus diesem Grund wurde ein Elternbrief verfasst, um die haushaltführenden Personen über die aktuellen Preise der benötigten Lebensmittel zu informieren und deren Erlaubnis für die Durchführung der Heimexperimente in ihrer hauseigenen Küche einzuholen. Um von Beginn an einen möglichst reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, wurde für die Schüler*innen eine Check-Liste mit weiterführenden Erklärungen zum Ablauf des Chemie-Projektes erstellt. Auf diese Weise sollten mehrere Fragen von Schüler*innen bereits beantwortet werden, bevor diese aufkommen.

Ein größeres Problem stellte die zeitliche Nähe zum Notenschluss der teilnehmenden Maturaklassen dar. Das bedeutete für das kulinarische Chemie-Projekt eine maximale Vorbereitungszeit von einem Monat und die Vermutung einer verringerten Motivation von Seiten der Schüler*innen. Die Notengebung war weitestgehend abgeschlossen und die aktive Teilnahme am Chemie-Projekt stellte aus Sicht der Schüler*innen vermutlich nur eine weitere Arbeitsleistung oder sogar eine weitere Belastung zum Ende des Schuljahres dar. Um den Schüler*innen in diesem stressigen Zeitraum nicht zu viel zuzumuten, wurde die Anzahl der durchzuführenden Heimexperimente auf ein Experiment pro Unterrichtseinheit beschränkt. Das bedeutet die Mindestanzahl von drei Experimenten für die Schüler*innen. Dabei sollten die Schüler*innen darauf achten, aus jedem Themengebiet ein dazu passendes Experiment zu wählen. Zu beobachten war das verminderte Interesse oder die Belastung der Schüler*innen anhand der sinkenden Teilnehmer*innenanzahl im Verlauf des Projektes. Die maximale Teilnehmer*innenanzahl betrug 72 Teilnehmer*innen. Trotz mehrfacher schriftlicher

Aufforderung an die Schüler*innen die Umfragen auszufüllen, wurde die Vorher-Umfrage von 86% der Schüler*innen und die Nachherumfrage von 61% der Schüler*innen beantwortet.

Ein weiteres Hindernis stellte die hohe Abwesenheit mehrerer Schüler*innen dar, was entweder als Zufall oder als Desinteresse einiger Schüler*innen am Projekt zu deuten ist. Die Konsequenz der Abwesenheit war das fehlende fachliche Vorwissen der Schüler*innen, um die Heimexperimente in vollem Ausmaß zu verstehen oder nachvollziehen zu können. Ebenfalls musste der Ablauf des Projektes aufgrund des vermehrten Fehlens der Schüler*innen und trotz vorheriger schriftlicher Erklärung zum Ablauf, mehrmals besprochen werden.

Ein kleineres Problem stellten die Ernährungsweisen der Schüler*innen dar. Unter den Schüler*innen befanden sich mehrere Vegetarier*innen und Veganer*innen. Diese waren nicht oder nur teilweise bereit, Heimexperimente mit Fleisch- oder tierischen Produkten durchzuführen. Aus diesem Grund wurde versucht, Alternativen vorzuschlagen, beispielsweise die Verwendung eines Stückes Tofu beim Experiment der nicht-enzymatischen Reaktion. Die Experimente zum Thema der Proteindenaturierung sollen mithilfe von Eiern durchgeführt werden. Vegan lebende Personen essen keine Ei-Produkte, daher wurde mit den Schüler*innen vereinbart, dass sie die Experimente zwar durchführen, jedoch die Speise selbst nicht verzehren müssen. Die Speise konnte selbstverständlicherweise von anderen Familienmitgliedern gegessen werden. Auf diesem Weg wurde ebenfalls unnötiger Abfall beziehungsweise die Verschwendung von Lebensmitteln verhindert, was als ein weiteres Bedenken von Seiten der Schüler*innen geäußert wurde.

3.3 Die Umfragen

Die Vorher- und Nachher-Umfrage wurde mit dem Online-Tool *Google Forms* erstellt. Die Vorher-Umfrage beinhaltete 41 Fragen und die Nachher-Umfrage 49 Fragen. Zu betonen ist, dass die Schüler*innen angewiesen wurden, die Vorher-Umfrage unbedingt zu beantworten, bevor die Experimente durchgeführt wurden. Ebenso sollte die Nachher-Umfrage nur beantwortet werden, wenn die Küchenversuche abgeschlossen wurden. Die Nachher-Umfrage wurde zudem durch Fragen erweitert, welche erst nach Durchführung des Chemie-Projektes einen Sinn ergeben. Die Aussagen sollten mithilfe einer vierstufigen Likert-Skala von Stimmt überhaupt nicht bis Stimmt vollständig

beantwortet werden. Die vier Stufen wurden bewusst gewählt, um den Schüler*innen keine Möglichkeit der neutralen Mitte anzubieten. Zudem wurde möglichst darauf geachtet, die Fragen *extrem* zu formulieren, um den Schüler*innen weniger Interpretationsspielraum zu geben. Die Erhebungen bestehen prinzipiell aus drei Teilen, einem allgemeinen Teil, einem kompetenzbezogenen Teil sowie einem experimentbezogenen Teil.

Im allgemeinen Teil wurden klassische Daten, wie das Geschlecht der Schüler*innen, ihr Alter und der Notendurchschnitt der drei Hauptfächer Mathematik, Englisch und Deutsch erfragt. Zusätzlich wurden allgemeine Daten zum Kochen und emotionale Empfindungen zum Chemieunterricht ermittelt. Der kompetenzbezogene Teil griff beschriebene Operatoren des Kompetenzmodells auf. Jedoch wirkten die beschriebenen Kompetenzen sehr allgemein und gleichzeitig abstrakt, sodass vermutet wurde, dass die Schüler*innen einige dieser Formulierungen nicht sofort nachvollziehen würden. Daher wurde versucht, Fragen mit Alltagsbezug zu entwickeln, um die Befragung effektiver zu gestalten. Die erste Frage lautet beispielsweise: *Ich verstehe die Anweisungen in einem Kochbuch*. Der experimentbezogene Teil bezieht sich auf die Heimversuche, welche die Schüler*innen durchführen sollten.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Umfragen interpretationslos dargestellt und darauffolgend in der Diskussion und Analyse verglichen und erörtert.

3.3.1 Ergebnisse der Umfrage „Vorher“

Die maximale Teilnehmer*innenanzahl betrug 72 Personen. Die Vorher-Umfrage wurde von 86% ($N_{\text{Vorher}} = 62$) dieser Schüler*innen, welche die Möglichkeit zur Teilnahme am Chemie-Projekt hatten, im Zeitraum vom 28.03.2022 bis 12.04.2022 beantwortet. Die ersten drei Fragen bezogen sich auf das Geschlecht, das Alter und den Notendurchschnitt der drei Hauptfächer. Etwa ein Drittel der teilnehmenden Schüler*innen ist männlich und zwei Drittel ist weiblich (siehe Abb. 18).

Das Alter der Schüler*innen reichte von 17 bis zu 21 Jahren. Der Notendurchschnitt der drei Hauptfächer Mathematik, Deutsch und Englisch ergab bei den teilnehmenden Schüler*innen eine 2,5. Dabei mussten vier unrealistische Werte herausgenommen werden, die beispielsweise eine 7,3 angaben.

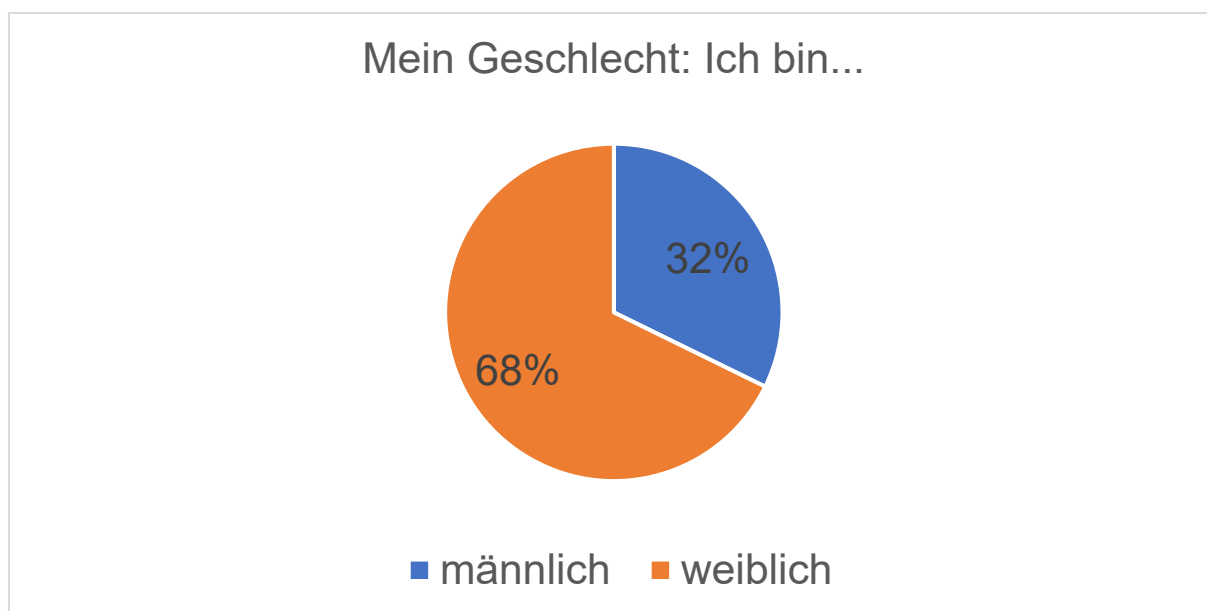


Abbildung 12: Geschlechterangabe-Vorher

Die Fragen vier bis dreizehn des allgemeinen Teiles ergaben folgende Werte (siehe Tab. 1).

Statement	Mittelwerte	Standardabweichung
Allgemeiner Teil (Abschnitt A)		
4. Ich finde den Chemieunterricht in der Schule sehr wichtig.	2,37	0,75
5. Ich koche nie für mich selbst.	1,90	1,04
6. Ich koche nie für andere.	1,85	0,88
7. Ich habe schon sehr viel Kocherfahrung.	2,66	0,88
8. Ich besitze mindestens ein Kochbuch.	3,00	1,22
9. Ich verstehe die chemischen Prozesse beim Kochen.	1,84	0,74
10. Der Chemieunterricht ist sehr abstrakt.	2,73	0,81
11. Experimente im Chemieunterricht empfinde ich als sehr motivierend.	3,58	0,71
12. Experimente zu protokollieren, empfinde ich als anstrengend.	2,90	0,86
13. Beim Experimentieren in Chemie tue ich mir sehr leicht.	3,00	0,82

Tabelle 1: Allgemeiner Abschnitt A - Vorher

Der kompetenzbezogene Teil (Abschnitt B) repräsentiert die einzelnen Fähigkeiten, die an das Kompetenzmodell angelehnt werden können. Die Ergebnisse der Aussagen 14 - 36 sind in folgender Tabelle festgehalten (siehe Tab. 2).

Statement	Mittelwerte	Standardabweichung
Kompetenzbezogener Teil (Abschnitt B)		
14. Ich verstehe die Anweisungen in einem Kochbuch.	3,74	0,47
15. Ich kann die Ursachen für die Entstehung eines wohlschmeckenden Gerichtes gut erläutern.	2,85	0,84
16. Ich kann ein chemisches Phänomen beim Kochen gut beschreiben.	1,85	0,86
17. Abbildungen in Kochbüchern helfen mir sehr, mir das fertige Gericht vorzustellen.	3,45	0,82
18. Ich kann mich mit anderen über diverse Speisen/Nahrungsmittel gut unterhalten.	3,61	0,63
19. Essenzubereitung und gemeinsames Essen ist für mich ein Ausdruck von Kultur.	3,52	0,73
20. Ich kann Daten und Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen gut deuten.	2,50	0,78
21. Ich kann anhand naturwissenschaftlicher Modelle (Atom-, Molekülmodelle) Vorgänge und Zusammenhänge gut erklären.	1,63	0,77
22. Zu Phänomenen im Chemieunterricht fallen mir leicht Fragen und mögliche Antworten ein.	2,24	0,78
23. Ich kann gut nach Literatur und nach Kochrezepten suchen und sie finden.	3,55	0,71
24. Ich kann die Zubereitung einer Speise schriftlich gut erläutern.	3,19	0,86
25. Ich kann meine eigenen Vorgehensweisen gut begründen.	3,10	0,78
26. Ich betrachte Speisen und deren Präsentation sowie Tischmanieren als kulturellen Fortschritt an und kann diese würdigen.	3,24	0,82
27. Ich kann mit meinem Grundwissen neue Ideen oder ein neues Rezept beim Kochen erproben.	3,27	0,92
28. Ich kann meine gekochte Speise auf der Basis von Geschmack und Aussehen untersuchen und verbessern.	3,39	0,79
29. Ich kann meine eigenen Kochversuche protokollieren und Abwandlungen planen/durchführen.	2,94	0,88
30. Ich kann naturwissenschaftliche Modelle (z.B.: Molekülbaukasten) verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären.	1,90	0,86
31. Wenn mir ein Gericht besonders gut schmeckt, stelle ich Vermutungen auf, warum es so gut schmeckt.	3,00	0,95
32. Ich kann erklären, warum beim Kochen etwas besonders gut oder besonders schlecht funktioniert hat.	2,97	0,88
33. Ich kann die Kochanweisungen in einem Kochbuch hinterfragen. (z.B.: Warum gebe ich Essig ins Kochwasser für ein pochiertes Ei?)	2,63	0,94
34. Hin und wieder passe ich ein Rezept für mich an.	3,48	0,76

35. Ich kann völlig frei Rezepte entwickeln und die Zutaten anhand meines Wissens über die Zutaten aneinander anpassen.	2,82	0,99
36. Ich kann erläutern, wieso es zu ländertypischen Speisen oder Würzungen kommt.	2,98	0,91

Tabelle 2: Kompetenzbezogener Abschnitt B - Vorher

Der letzte Abschnitt (C) der Umfrage bezieht sich direkt auf die Experimente, allerdings noch bevor diese durchgeführt wurden (siehe Tab. 3).

Statement	Mittelwerte	Standardabweichung
Experimentbezogener Teil (Abschnitt C)		
37. Ich kann die Bräunung/Krustenbildung der Bräunungsreaktionen (bei einem Protein/einer Bananenschale) beschreiben und skizzieren.	1,71	0,87
38. Ich kann die Ursache einer Bräunungsreaktion erläutern.	1,55	0,84
39. Ich kann die Einlagerung von Wasser des Stärkemoleküls darstellen. (z.B.: mit dem Molekülbaukasten)	1,63	0,92
40. Ich kann die Stärkeverkleisterung als chemischen Prozess beschreiben.	1,50	0,82
41. Ich weiß, was bei einer Proteindenaturierung (Ei anbraten; Eischnee schlagen) auf molekularer Ebene passiert.	1,95	1,01

Tabelle 3: Experimentbezogener Abschnitt C - Vorher

3.3.2 Ergebnisse der Umfrage „Nachher“

Die maximale Teilnehmer*innenanzahl betrug wiederum 72 Personen. Die Nachher-Umfrage wurde von 61% ($N_{\text{Nachher}} = 44$). dieser Schüler*innen im Zeitraum vom 11.04.2022 bis 19.04.2022 beantwortet. Die ersten drei Fragen bezogen sich wieder auf das Geschlecht, das Alter und den Notendurchschnitt der drei Hauptfächer. Etwa ein Drittel der teilnehmenden Schüler*innen ist männlich und zwei Drittel ist weiblich (siehe Abb. 19). Das Alter der Schüler*innen reichte von 17 bis zu 20 Jahren. Der Notendurchschnitt der drei Hauptfächer Mathematik, Deutsch und Englisch ergab einen Mittelwert von 2,3. Dabei mussten zwei unrealistische Werte herausgenommen werden, die beispielsweise eine 3,3,4 angaben.

Mein Geschlecht: Ich bin...

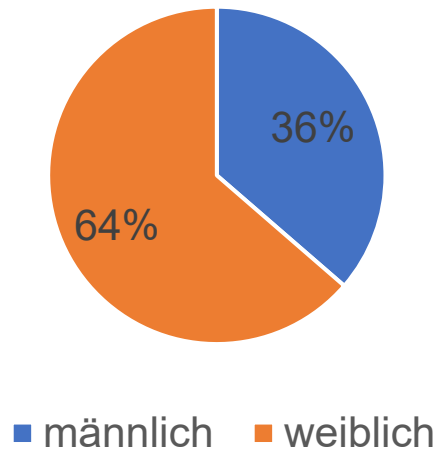


Abbildung 13: Geschlechterangabe - Nachher

Der allgemeine Teil beinhaltet dieselben Aussagen wie in der Vorher-Umfrage. Die erweiterten Fragen wurden in der folgenden Tabelle rot markiert (siehe Tab. 4).

Statement	Mittelwerte	Standardabweichung
Allgemeiner Abschnitt (A)		
4. Ich finde den Chemieunterricht in der Schule sehr wichtig.	2,45	0,78
5. Ich koche nie für mich selbst.	1,48	0,87
6. Ich koche nie für andere.	1,70	0,94
7. Ich habe schon sehr viel Kocherfahrung.	2,80	0,79
8. Das kulinarische Chemie-Projekt hat meine Kocherfahrungen sehr erweitert.	2,39	0,91
9. Ich besitze mindestens ein Kochbuch.	3,09	1,22
10. Ich verstehe die chemischen Prozesse beim Kochen.	2,52	0,66
11. Der Chemieunterricht ist sehr abstrakt.	2,70	0,89
12. Das kulinarische Chemieprojekt hat mir sehr verdeutlicht, dass Chemie im Alltag stattfindet.	3,55	0,62
13. Experimente im Chemieunterricht empfinde ich als sehr motivierend.	3,55	0,72
14. Experimente zu protokollieren, empfinde ich als anstrengend.	2,91	0,85
15. Beim Experimentieren in Chemie tue ich mir sehr leicht.	3,02	0,75
16. Das kulinarische Chemie-Projekt empfand ich als sehr motivierend.	2,95	0,77
17. Mein Alltagswissen wurde durch das kulinarische Chemie-Projekt deutlich erweitert.	2,66	0,85

Tabelle 4: Allgemeiner Abschnitt A - Nachher

Der Mittelwert bei Aussage 12. und 13. sticht hierbei deutlich hervor. Die folgende Tabelle beinhaltet die Ergebnisse zu den Aussagen 18 – 41 der Nachher-Umfrage (siehe Tab. 5).

Statement	Mittelwerte	Standardabweichung
Kompetenzbezogener Abschnitt (B)		
18. Ich verstehe die Anweisungen in einem Kochbuch.	3,77	0,47
19. Ich kann die Ursachen für die Entstehung eines wohlschmeckenden Gerichtes gut erläutern.	3,14	0,89
20. Ich kann ein chemisches Phänomen beim Kochen gut beschreiben.	2,43	0,89
21. Abbildungen in Kochbüchern helfen mir sehr, mir das fertige Gericht vorzustellen.	3,55	0,69
22. Ich kann mich mit anderen über diverse Speisen/Nahrungsmittel gut unterhalten.	3,36	0,71
23. Essenzubereitung und gemeinsames Essen ist für mich ein Ausdruck von Kultur.	3,57	0,72
24. Ich kann Daten und Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen gut deuten.	2,84	0,77
25. Ich kann anhand naturwissenschaftlicher Modelle (Atom-, Molekülmodelle) Vorgänge und Zusammenhänge gut erklären.	2,25	1,03
26. Zu Phänomenen im Chemieunterricht fallen mir leicht Fragen und mögliche Antworten ein.	2,30	0,79
27. Ich kann gut nach Literatur und nach Kochrezepten suchen und sie finden.	3,61	0,78
28. Ich kann die Zubereitung einer Speise schriftlich gut erläutern.	3,34	0,82
29. Ich kann meine eigenen Vorgehensweisen gut begründen.	3,30	0,79
30. Ich betrachte Speisen und deren Präsentation sowie Tischmanieren als kulturellen Fortschritt an und kann diese würdigen.	3,23	0,79
31. Ich kann mit meinem Grundwissen neue Ideen oder ein neues Rezept beim Kochen erproben.	3,39	0,80
32. Ich kann meine gekochte Speise auf der Basis von Geschmack und Aussehen untersuchen und verbessern.	3,30	0,87
33. Ich kann meine eigenen Kochversuche protokollieren und Abwandlungen planen/durchführen.	3,11	0,78
34. Ich kann naturwissenschaftliche Modelle (z.B.: Molekülbaukasten) verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären.	2,32	0,97
35. Wenn mir ein Gericht besonders gut schmeckt, stelle ich Vermutungen auf, warum es so gut schmeckt.	3,09	0,95

36. Ich kann erklären, warum beim Kochen etwas besonders gut oder besonders schlecht funktioniert hat.	3,07	0,72
37. Ich kann die Kochanweisungen in einem Kochbuch hinterfragen. (z.B.: Warum gebe ich Essig ins Kochwasser für ein pochiertes Ei?)	3,05	0,90
38. Hin und wieder passe ich ein Rezept für mich an.	3,39	0,93
39. Ich kann völlig frei Rezepte entwickeln und die Zutaten anhand meines Wissens über die Zutaten aneinander anpassen.	3,14	0,94
40. Ich kann erläutern, wieso es zu ländertypischen Speisen oder Würzungen kommt.	3,16	0,80
41. Das kulinarische Chemie-Projekt hat meine eigenen Fähigkeiten sehr erweitert.	2,52	0,97

Tabelle 5: Kompetenzbezogener Abschnitt B - Nachher

Der letzte Abschnitt (C) zu den Experimenten zeigt folgende Resultate (siehe Tab. 6).

Statement	Mittelwerte	Standardabweichung
Experimentbezogener Abschnitt (C)		
42. Ich kann die Bräunung/Krustenbildung der Bräunungsreaktionen (bei einem Protein/einer Bananenschale) beschreiben und skizzieren.	2,89	0,98
43. Ich kann die Ursache einer Bräunungsreaktion erläutern.	2,77	0,93
44. Ich kann die Einlagerung von Wasser des Stärkemoleküls darstellen. (z.B.: mit dem Molekülbaukasten)	2,20	0,94
45. Ich kann die Stärkeverkleisterung als chemischen Prozess beschreiben.	2,48	0,94
46. Ich weiß, was bei einer Proteindenaturierung (Ei anbraten; Eischnee schlagen) auf molekularer Ebene passiert.	2,77	0,97
47. Die durchgeführten Experimente haben mir sehr viel Spaß bereitet.	3,18	0,78
48. Die durchgeführten Experimente gaben mir das Gefühl viel gelernt zu haben.	2,77	0,70

Tabelle 6: Experimentbezogener Abschnitt C - Nachher

Zum Schluss der Nachher-Umfrage wurde den Schüler*innen die Möglichkeit gegeben, einen Kommentar zum Chemie-Projekt abzugeben. Ausgewählte Antworten auf die Frage 49: *Das möchte ich noch zum Thema der kulinarischen Chemie sagen* sind in folgender Tabelle festgehalten: (siehe Tab. 7. Rechtschreibung und Grammatik wurden angepasst.)

1.	Interessant, die chemischen Prozesse hinter alltäglichen Vorgängen zu hinterfragen.
2.	War [im Vergleich] zum normalen Chemie-Unterricht sehr abwechslungsreich.
3.	[Es] war ganz witzig, mal nicht nur schriftliche HÜs zu bekommen, sondern auch etwas Praktisches.
4.	Ich habe während dem Projekt ein neues, echt gutes Rezept erfunden :)
5.	Ein sehr interessantes Thema, mit dem ich mich sonst nicht auseinandergesetzt hätte.
6.	Bitte weiterhin machen, aber am besten mehr Kontext auf chemischer Ebene bezüglich der Experimente geben. Mir ist die Interpretation sehr schwergefallen, wahrscheinlich weil ich in den Stunden zu Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten nicht anwesend war. Trotzdem hatte ich viel Spaß beim Durchführen der Experimente.
7.	Anhand dieser Experimente ist mir aufgefallen, dass Chemie manchmal gar nicht so abstrakt ist wie sie manchmal klingt.
8.	Es ist sehr hilfreich und motivierend, in Chemie Experimente zu machen, die man im Alltag oder in diesem Fall in der Küche brauchen kann. Es erweitert das Wissen und regt [die] Neugierde [an, um zu verstehen] warum verschiedene Prozesse ablaufen [und] wie sie ablaufen. Auch die Theorie zum Beispiel [der] Proteine empfand ich als spannend, denn das sind Informationen, die mir teilweise neu waren. Die kulinarische Chemie ist sehr interessant und sollte auf jeden Fall im Laufe der Schulzeit durchgemacht werden!
9.	Ich habe begriffen, dass Chemie überall stattfindet, besonders in der Küche.
10.	Sehr interessant, wo die kulinarische Chemie überall vorkommt.
11.	Sehr sehr abstrakt.

*Tabelle 7: Kommentare der Schüler*innen zum Chemie-Projekt - Nachher*

Leere Felder oder die Angabe einzelner Satzzeichen ohne verwertbare Inhalte wurden nicht angeführt. Nachdem die Ergebnisse der Umfragen ohne weitere Ausführungen dargelegt wurden, werden im Folgenden die Ergebnisse verglichen und interpretiert.

3.3.3 Darstellung der Ergebnisse im Vergleich

Für den Vergleich der Umfragen werden die Mittelwerte der Aussagen herangezogen und miteinander verglichen. Um ermitteln zu können, ob das kulinarische Chemie-Projekt einen maßgeblichen Einfluss auf die Vorher- und Nachher-Werte ausübte, wurde der t-Test nach Student zur Überprüfung von Mittelwertsdifferenzen zwischen zwei

Stichproben angewendet. Errechnet wurde der Freiheitsgrad von 104 ($N_{\text{Vorher}} - N_{\text{Nachher}} - 2 = df$). Bei einem Signifikanzniveau von 95% (0,05) und zweiseitiger Fragestellung ergibt sich ein kritischer Wert von $t_{\text{kritisch}} = 1,98$. Die empirisch errechneten t-Werte wurden mit diesem kritischen t-Wert verglichen und unterschieden zwischen signifikanten ($t\text{-Wert} > t_{\text{kritisch}}$) oder zufälligen ($t\text{-Wert} < t_{\text{kritisch}}$) Messergebnissen (vgl. Heller, 1981).

Die Teilnahme war von der Vorher-Umfrage mit 86% auf 61% bei der Nachher-Umfrage gesunken. In Anbetracht dessen, dass die Umfragen kurz vor Ende des Schuljahres sowie kurz vor den Maturaprüfungen der Abschlussklassen stattfanden, war eine sinkende Teilnahme zu erwarten. Der hohe Anteil von etwa zwei Drittel der weiblichen Teilnehmer*innen ergab sich aus dem ursprünglich insgesamt hohen Anteil von insgesamt 64% weiblicher Schüler*innen in den drei Abschlussklassen. Der Mittelwert des Notendurchschnitts der drei Hauptfächer stieg minimal von 2,5 auf 2,3 an, was sich durch die sinkende Teilnahme an den Umfragen erklären lässt.

Im allgemeinen Teil erfragte die Frage 4 die Wichtigkeit des Chemieunterrichts in der Schule. Bedauerlicherweise schien das kulinarische Chemie-Projekt annähernd keinen Einfluss auf diesen Aspekt zu haben. Sowohl bei der Vorher- als auch Nachher-Umfrage gaben ungefähr 50% an, dass sie dieser Aussage nicht zustimmen (siehe Abb. 20). Der Signifikanztest ergab mit dem t-Wert von 0,55 keine Signifikanz. Es ist daher anzunehmen, dass jenes durchgeführte kulinarische Chemie-Projekt die Schüler*innen den Chemieunterricht nicht als wichtiger empfinden lässt. Dennoch ist eine leichte Tendenz zur zustimmenden Seite erkennbar.

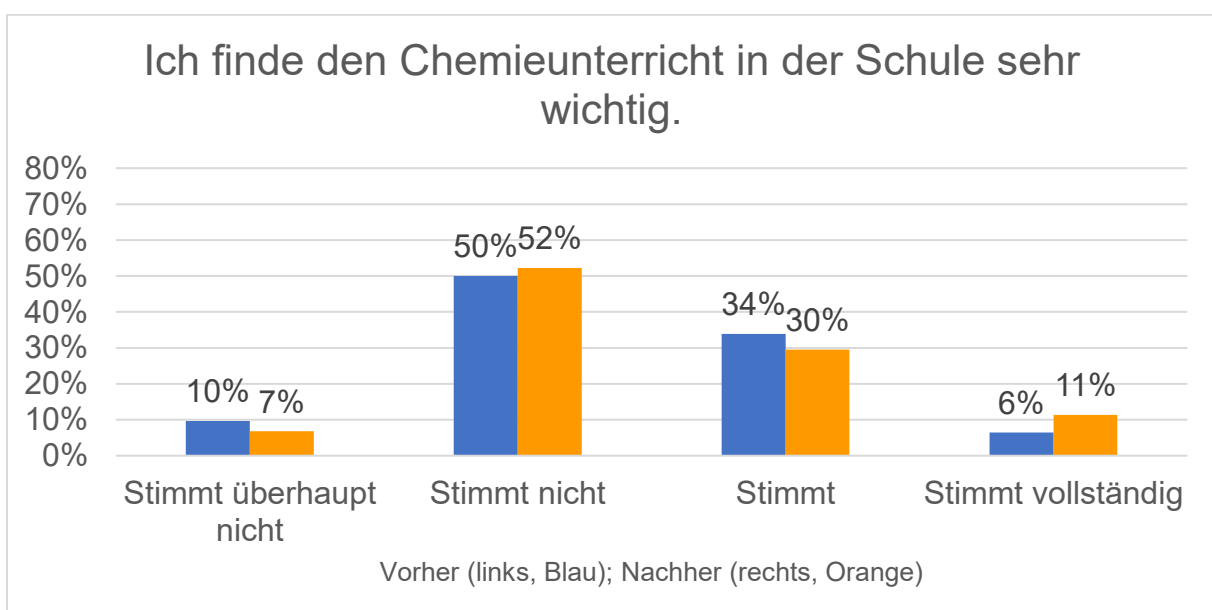


Abbildung 14: Wichtigkeit des Chemieunterrichts in der Schule - Vergleich

Besonders interessant war das Ergebnis zu den Aussagen 5 und 6, welche die Aktivität des selbstständigen Kochens, einer alltäglichen Kompetenz, ermittelte (siehe Tab. 8 und Abb. 21.). Bei diesen Aussagen handelt es sich um Verneinungen. Diese wurden absichtlich eingefügt, um festzustellen, ob die Schüler*innen die Fragen tatsächlich lesen oder nur irgendeinen Wert auswählen. Daher ist bei diesen beiden Fragen ein sinkender Mittelwert als positiv zu werten.

Die Anwendung der kulinarischen Chemie bestärkte die Schüler*innen deutlich in der Annahme, dass sie für sich selbst kochen. Dieses Ergebnis erwies sich als signifikant mit einem t-Wert von 2,19.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standardabweichung
Ich koche nie für mich selbst.	Vorher (5.)	1,90	0,75
	Nachher (5.)	1,48	0,78
Ich koche nie für andere.	Vorher (6.)	1,85	0,88
	Nachher (6.)	1,70	0,94

Tabelle 8: Aktivität des Kochens - Vergleich

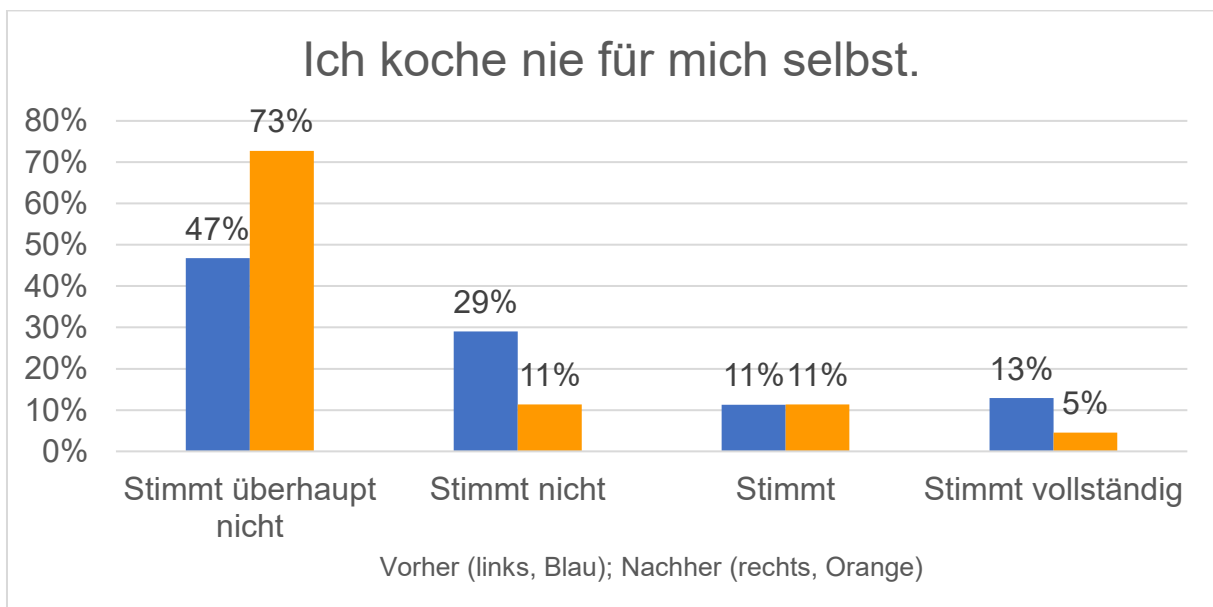


Abbildung 15: Aktivität des Kochens - Vergleich

Spannenderweise ist bei der Aussage 5 ein deutlicher Unterschied bei den Mittelwerten der Geschlechter zu erkennen. Die männlichen Vertreter gaben vor dem Projekt mit einem Mittelwert von 2,0 an, dass sie durchaus für sich selbst kochen. Die weiblichen Vertreterinnen hatten den Mittelwert von 1,83. Nach dem Projekt sank der Mittelwert bei den Männern auf 1,38 und bei den Frauen auf 1,54 (siehe Tab. 9). Das

bedeutet, das Chemie-Projekt gab den männlichen Teilnehmern das deutlich stärkere Gefühl, sehr wohl für sich selbst zu kochen als den weiblichen.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich koche nie für mich selbst.	Vorher (5.) männlich	2,05	1,02
	Nachher (5.) männlich	1,38	0,60
	Vorher (5.) weiblich	1,83	1,04
	Nachher (5.) weiblich	1,54	0,98

Tabelle 9: Aktivität des Kochens mit Geschlechterunterschied.

Bei der Frage, ob die Schüler*innen für andere kochen, sind die Mittelwerte bei beiden Geschlechtern ebenfalls gesunken (siehe Tab. 10).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich koche nie für andere.	Vorher (6.) männlich	1,90	0,83
	Nachher (6.) männlich	1,75	0,83
	Vorher (6.) weiblich	1,83	0,90
	Nachher (6.) weiblich	1,68	1,00

Tabelle 10: Aktivität des Kochens für andere mit Geschlechterunterschied.

Dass die Schüler*innen für sich selbst kochen, ergibt sich auch in der Frage nach der eigenen Kocherfahrung. Der Mittelwert stieg gering von 2,66 auf 2,8 an, erwies sich jedoch nicht als signifikant. Eventuell sahen die Schüler*innen das Projekt einfach als eine Motivation zukünftig mehr zu kochen. Zu sehen ist, dass die Frauen sowohl vorher als auch nachher angaben, mehr Kocherfahrungen zu haben als die Männer. Dabei erhöhte sich bei beiden Geschlechtern das Gefühl, viele Kocherfahrungen durch das Chemie-Projekt zu erhalten (siehe Tab. 11).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich habe schon sehr viel Kocherfahrung.	Vorher (7.) männlich	2,40	0,80
	Nachher (7.) männlich	2,50	0,50
	Vorher (7.) weiblich	2,79	0,89
	Nachher (7.) weiblich	2,96	0,87

Tabelle 11: Kocherfahrung mit Geschlechterunterschied.

Ob die Schüler*innen sich motiviert zeigten, sich im Anschluss oder während des Projektes Kochbücher anzuschaffen, darf bezweifelt werden. Die Werte zeigen, dass ungefähr 65% der Schüler*innen sowohl davor als auch danach zumindest ein Kochbuch ihr Eigen nannten.

Ein signifikantes Ergebnis mit einem t-Wert von 4,84 zeigte sich bei der Frage, ob die Schüler*innen die chemischen Prozesse beim Kochen nachvollziehen können (siehe Tab. 9 und Abb. 22). Dabei stieg der Mittelwert von 1,84 auf 2,52 an. Die aktive Beschäftigung mit den Kochprozessen schien hierbei Früchte zu tragen. In diese Aussage kann gleichzeitig hineininterpretiert werden, dass chemische Prozesse im Alltag erkannt und bewusst wahrgenommen wurden.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich verstehe die chemischen Prozesse beim Kochen.	Vorher (9.)	1,84	0,74
	Nachher (10.)	2,52	0,66

Tabelle 12: Chemische Prozesse beim Kochen verstehen.

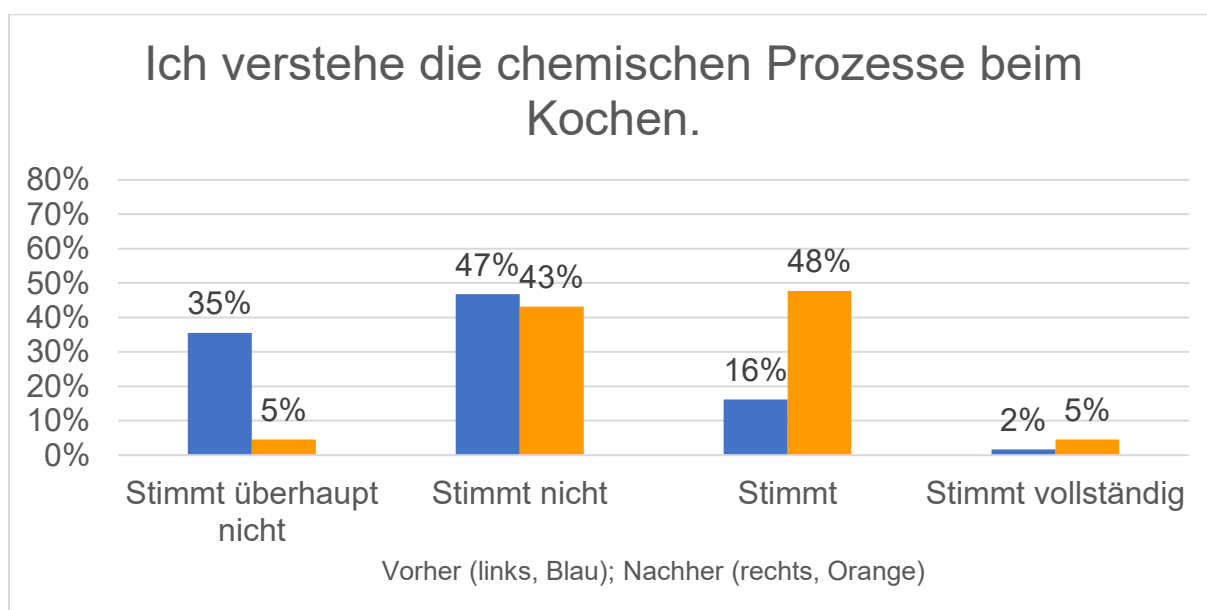


Abbildung 16: Chemische Prozesse beim Kochen verstehen.

Obwohl das Konzept der kulinarischen Chemie helfen sollte, das Abstraktionsniveau zu senken, zeigte der Mittelwert bei der Frage, ob der Chemieunterricht als sehr abstrakt empfunden wird, eine minimale negative Tendenz und war nicht signifikant.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Der Chemieunterricht ist sehr abstrakt.	Vorher (9.)	2,73	0,81
	Nachher (10.)	2,70	0,89

Tabelle 13: Abstraktionsniveau des Chemieunterrichts.

Dieser Wert widerspricht interessanterweise einigen Nachher-Kommentaren zum Projekt wo die Schüler*innen selbst angaben, *dass Chemie manchmal gar nicht so abstrakt ist, wie sie manchmal klingt*. Eventuell betraf das nur einige wenige Schüler*innen die zu einer spontanen Erleuchtung kamen.

Bei der Unterscheidung zwischen den Geschlechtern zeigte sich jedoch, dass die männlichen Vertreter den Chemieunterricht deutlich abstrakter empfinden als die weiblichen (siehe Tab. 14).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Der Chemieunterricht ist sehr abstrakt.	Vorher (7.) männlich	3,00	0,77
	Nachher (7.) männlich	2,94	0,90
	Vorher (7.) weiblich	2,60	0,79
	Nachher (7.) weiblich	2,57	0,86

Tabelle 14: Abstraktionsniveau des Chemieunterrichts mit Geschlechterunterschied.

Die Mehrheit der Schüler*innen empfand Experimente im Chemieunterricht als sehr motivierend. Das Chemie-Projekt beeinflusste die Motivation zu experimentieren beinahe nicht, vermutlich weil die Motivation ohnehin bereits hoch war. Das spiegelt eine klassische Aussage der Schüler*innen wider, denn nach allgemeiner Auffassung der Schüler*innen kann es nie genug Experimente geben. Nichtsdestotrotz zeigte sich hier eine minimale negative Tendenz, wobei das Ergebnis nicht signifikant ist (siehe Tab. 15).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Experimente im Chemieunterricht empfinde ich als sehr motivierend.	Vorher (11.)	3,58	0,71
	Nachher (13.)	3,55	0,72

Tabelle 15: Experimente im Chemieunterricht.

Offenbar tun sich die Schüler*innen mit einem gleichbleibenden Mittelwert von etwa 3,0 zudem leicht beim Experimentieren. Die meisten stimmten allerdings zu, dass der Protokollier-Vorgang mit einem gleichbleibenden Mittelwert von etwa 2,9 anstrengend erscheint.

Der Geschlechterunterschied zeigt hierbei, dass sich die Frauen leichter beim Experimentieren taten als die Männer. Der Protokolliervorgang wurde zuerst von den

Männern als anstrengender empfunden, doch die Nachher-Werte zeigen erhöhte Mittelwerte bei den Frauen (siehe Tab. 16).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standardabweichung
Experimente zu protokollieren, empfinde ich als anstrengend.	Vorher (12.) männlich	3,15	0,56
	Nachher (14.) männlich	2,88	0,60
	Vorher (12.) weiblich	2,79	0,91
	Nachher (14.) weiblich	2,93	0,96
Beim Experimentieren in Chemie tue ich mir sehr leicht.	Vorher (12.) männlich	2,75	0,77
	Nachher (14.) männlich	2,63	0,86
	Vorher (12.) weiblich	3,12	0,82
	Nachher (14.) weiblich	3,25	0,57

Tabelle 16: Protokolle und Experimente mit Geschlechterunterschied.

Im allgemeinen Teil empfanden die Schüler*innen insgesamt eine positive Entwicklung, ausgenommen sind die minimalen negativen Tendenzen bei den Aussagen 10 und 11 der Nachher-Umfrage.

Anhand des Kompetenzbezogenen Abschnitts B sollte ersichtlich werden, ob spezifische Kompetenzen durch das kulinarische Chemieprojekt beeinflusst wurden. Die Schüler*innen gaben hierbei an, bereits davor und danach die Anweisungen in Kochbüchern gut zu verstehen (Mittelwert = 3,7). Demnach kann angenommen werden, dass allgemeine Aufgabenstellungen für sie verständlich waren und gleichzeitig Aufgabenstellungen in der Schule größtenteils verstanden wurden.

Die Beschäftigung mit Lebensmitteln unterstützte die Schüler*innen hinsichtlich ihrer Beschreibungs- und Beurteilungskompetenz. Zur Frage, ob die Schüler*innen die Ursachen eines wohlschmeckenden Gerichtes gut erläutern können, stieg der Mittelwert von 2,8 auf 3,1 an. Dieser Anstieg erweist sich anhand des t-Wertes von 1,6 als zufällig, doch eine Tendenz zum positiven Bereich ist deutlich. Anhand der Abbildung 17 ist erkennbar, dass die Schüler*innen bereits von vorneherein der Aussage zustimmten, sich allerdings nach einer intensiveren Auseinandersetzung mit den chemischen Prozessen beim Kochen dessen sicherer waren.

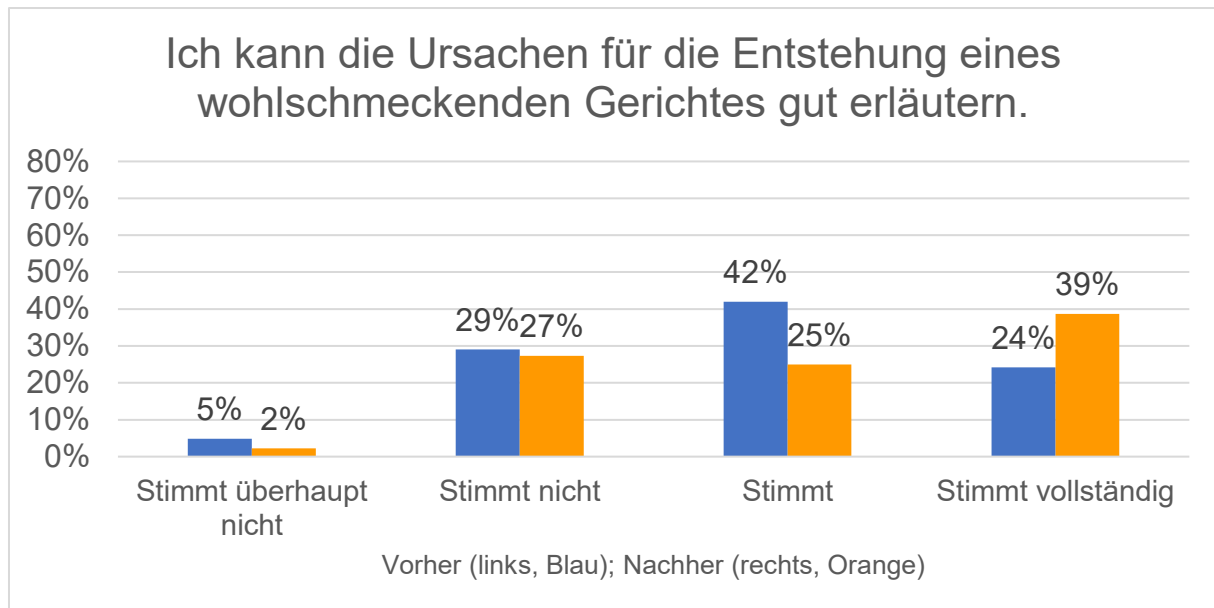


Abbildung 17: Entstehung eines wohlschmeckenden Gerichtes.

Dabei stieg der Mittelwert bei den Frauen höher als bei den Männern, nämlich von 2,8 auf 3,2.

Die Beobachtungsgabe der Schüler*innen wurde ebenfalls gefördert. Die Experimente verlangten, dass Kochprozesse deutlich wahrgenommen werden, daher sollte die Fähigkeit, Phänomene beim Kochen zu beschreiben, verbessert werden. Die Entwicklung des Wertes von 1,8 auf 2,4, ist daher nachvollziehbar. Dieser Anstieg erweist sich mit dem t-Wert von 3,3 als signifikant. Der Nachher-Mittelwert befindet sich mit einem Mittelwert von 2,4 immer noch mittig und daher im neutralen Bereich, doch der positive Einfluss der durchgeführten Experimente ist dabei unverkennbar (siehe Abb. 18).

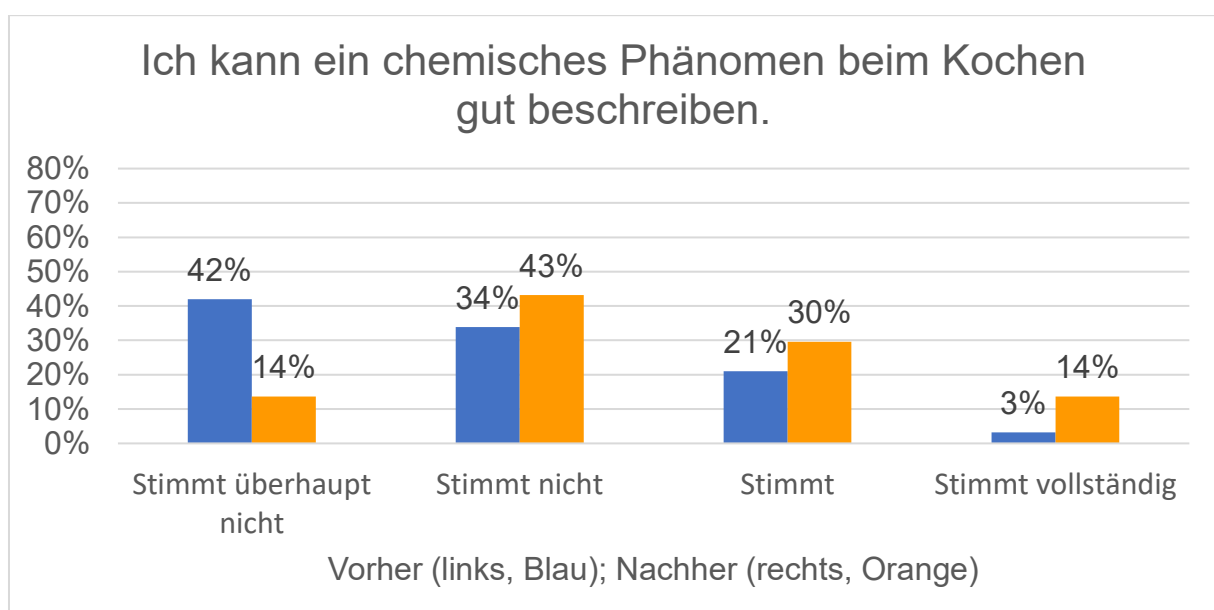


Abbildung 18: Kochprozesse beschreiben.

Eventuell fehlt eine längerfristige Beschäftigung mit der kulinarischen Chemie, um einen größeren Unterschied festzustellen.

Beim Geschlechterunterschied sind die Mittelwerte ähnlich hoch angestiegen (siehe Tab. 17).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich kann ein chemisches Phänomen beim Kochen gut beschreiben.	Vorher (16.) männlich	1,90	0,83
	Nachher (20.) männlich	2,50	0,87
	Vorher (16.) weiblich	1,83	0,87
	Nachher (20.) weiblich	2,39	0,90

Tabelle 17: Chemisches Phänomen beschreiben im Geschlechterunterschied.

Über Essen zu sprechen, ist im Alltag ein exzellenter Eisbrecher, doch die intensivere Beschäftigung mit Lebensmitteln führte erstaunlicherweise zu einem leicht sinkenden Wert von 3,6 auf 3,3 bei der Frage, ob sich die Schüler*innen mit anderen gut über Speisen und Lebensmittel unterhalten können (siehe Tab.18 und Abb. 19). Der Wert ist nicht signifikant, aber eine deutliche negative Tendenz. Insgesamt empfanden die Frauen dabei, dass sie sich besser über Essen unterhalten können.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich kann mich mit anderen über diverse Speisen/Nahrungsmittel gut unterhalten.	Vorher (18.)	3,61	0,63
	Nachher (22.)	3,36	0,71

Tabelle 18: Unterhalten über Nahrungsmittel und Speisen.

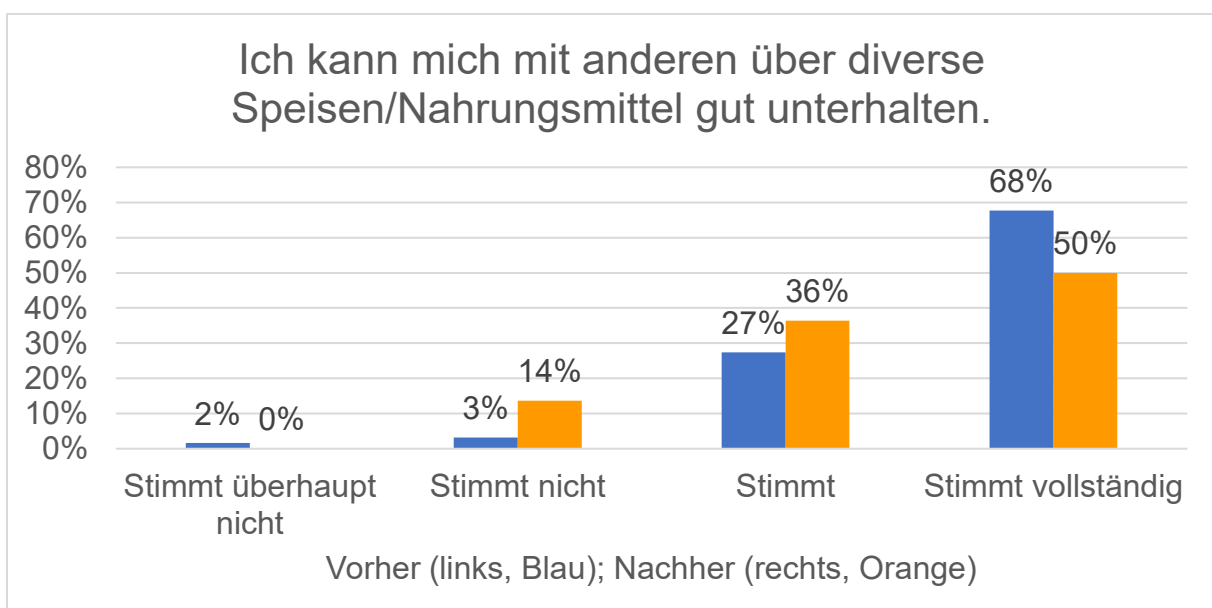


Abbildung 19: Unterhalten über Nahrungsmittel und Speisen.

Es kann angenommen werden, dass die stärkere Arbeit mit den fachlichen Inhalten zu Speisen und Lebensmitteln zu einer Unsicherheit bei den Schüler*innen führte. Die Schüler*innen vermuteten wohl, dass sie sich bereits mit Lebensmitteln gut auskannnten, doch die neuen Erkenntnisse führten zu einer vorsichtigeren Beurteilung ihres eigenen Wissensstandes.

Mit einem gleichbleibenden Wert von etwa 3,5 empfinden die Schüler*innen das Essen und dessen Zubereitung als Ausdruck von Kultur. Bei der Vorher-Umfrage empfanden beide Geschlechter Essen als Ausdruck von Kultur etwa gleich. Nach dem Projekt empfanden die Männer genau gleich, doch bei den Frauen ist der Mittelwert minimal gestiegen. Der kulturelle Aspekt bei den Schüler*innen ist minimal gefördert worden (siehe Tab. 19).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Essenszubereitung und gemeinsames Essen ist für mich ein Ausdruck von Kultur.	Vorher (19.) männlich	3,50	0,81
	Nachher (23.) männlich	3,50	0,71
	Vorher (19.) weiblich	3,52	0,70
	Nachher (23.) weiblich	3,61	0,72

Tabelle 19: Essen als Kulturausdruck im Geschlechterunterschied.

Gleichzeit werden Tischmanieren mit einem bleibenden Wert von 3,2 ebenfalls als kultureller Fortschritt gewürdigt. Bei beiden Geschlechtern sind die Mittelwerte dabei gleichgeblieben. Das zeigt eine deutliche kulturelle Präsenz in der Lebenswelt der Schüler*innen.

Ein signifikantes Ergebnis (t-Wert = 2,2) erzielte die Frage nach der Deutung von Daten und Ergebnissen von experimentellen Untersuchungen. Der Mittelwert stieg von 2,5 auf 2,8 (siehe Tab. 12). Dabei stieg der Mittelwert bei den unterschiedlichen Geschlechtern vom gleichen Vorher-Wert bei den Männern um das doppelte der Frauen an (siehe Tab. 21).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich kann Daten und Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen gut deuten.	Vorher (20.)	2,50	0,78
	Nachher (24.)	2,84	0,77

Tabelle 20: Deuten von experimentellen Ergebnissen.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich kann Daten und Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen gut deuten.	Vorher (20.) männlich	2,50	0,73
	Nachher (24.) männlich	2,50	1,03
	Vorher (20.) weiblich	3,00	0,78
	Nachher (24.) weiblich	3,75	0,74

Tabelle 21: Deuten von experimentellen Ergebnissen mit Geschlechterunterschied.

Die hohe Frequenz an Experimenten förderte vermutlich die Beobachtungsgabe der Schüler*innen und die Anweisung, möglichst Erklärungen für die beobachteten Phänomene anzugeben, vermittelte wahrscheinlich den Schüler*innen das Gefühl, sich gut auszukennen und Informationen daher gut deuten zu können.

Einen deutlichen Anstieg und ebenfalls ein signifikantes Ergebnis (t-Wert = 3,5) zeigte sich bei der Fähigkeit, anhand naturwissenschaftlicher Modelle die chemischen Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären. Diese positive Differenzentwicklung ist durch die gehaltene Unterrichtseinheit zum Thema der Kohlenhydrate erklärbar. Dabei beschäftigten sich die Schüler*innen intensiv mit dem Molekülbaukasten und der Darstellung des Stärke-Moleküls. Diese Erfahrung führte vermutlich zu einem besseren Vorstellungsvermögen auf der Teilchenebene. Nichtsdestotrotz stieg der Mittelwert insgesamt auf 2,2 und verbleibt damit im negativeren Bereich (siehe Tab. 22 und Abb. 20). Die Mittelwerte sind bei beiden Geschlechtern gleich angestiegen.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich kann anhand naturwissenschaftlicher Modelle (Atom-, Molekülmodelle) Vorgänge und Zusammenhänge gut erklären.	Vorher (21.)	1,63	0,77
	Nachher (25.)	2,25	1,03

Tabelle 22: Anhand von Modellen Zusammenhänge erklären.

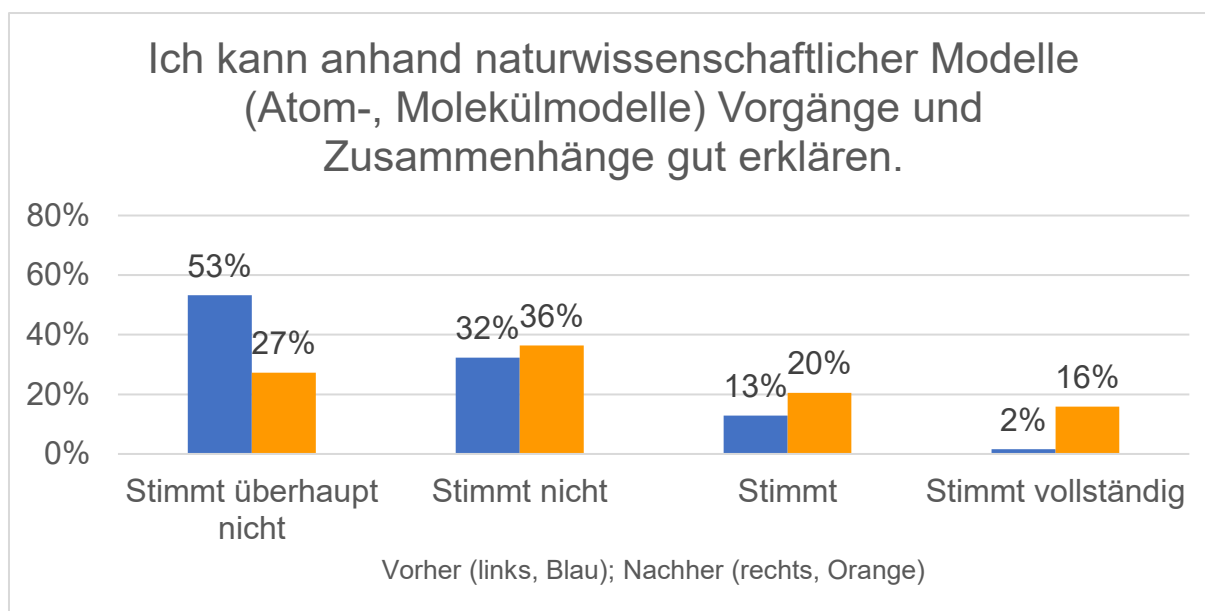


Abbildung 20: Anhand von Modellen Zusammenhänge erklären.

Es scheint, dass es den Schüler*innen schwer fällt, im Unterricht Fragen und Vermutungen aufzustellen. Spannenderweise sind sie dennoch der Meinung, dass es ihnen bei Speisen und Gerichten leichter fällt, Vermutungen anzustellen, weshalb ihnen dieses Gericht so gut schmeckt (siehe Tab. 23). Diese Unstimmigkeit könnte die statistische Veranschaulichung sein, dass der Chemieunterricht selbst als abstrakt empfunden wird und eine Speise als alltäglicher bekannter Bestandteil wahrgenommen wird.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Zu Phänomenen im Chemieunterricht fallen mir leicht Fragen und mögliche Antworten ein.	Vorher (22.)	2,24	0,78
	Nachher (26.)	2,30	0,79
Wenn mir ein Gericht besonders gut schmeckt, stelle ich Vermutungen auf warum es so gut schmeckt.	Vorher (31.)	3,00	0,95
	Nachher (35.)	3,09	0,95

Tabelle 23: Fragen und Vermutungen aufstellen.

Die Recherchekompetenz wurde durch das Projekt kaum beeinflusst, denn sowohl vorher als auch nachher empfinden sich die Schüler*innen mit etwa 3,5 als gut beim Auffinden neuer Rezepte. Während des Projektes gab es keine Aufgabenstellung, die eine Recherche erforderte, daher ist die ausgebliebene Veränderung nachvollziehbar.

Die Fähigkeit der Schüler*innen, Protokolle anzufertigen, schein minimal anzusteigen (siehe Tab. 24). Klarerweise steigert sich die Fertigkeit, Protokolle zu verfassen, wenn die Schüler*innen wiederholt aufgefordert werden, ein Phänomen zu erläutern und ihre

Vorgehensweise anzuführen sowie zu begründen. Bei beiden Geschlechtern sind die Mittelwerte gleichmäßig angestiegen.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich kann die Zubereitung einer Speise schriftlich gut erläutern.	Vorher (24.)	3,19	0,86
	Nachher (28.)	3,34	0,82
Ich kann meine eigenen Vorgehensweisen gut begründen.	Vorher (25.)	3,10	0,78
	Nachher (29.)	3,30	0,79
Ich kann meine eigenen Kochversuche protokollieren und Abwandlungen planen/durchführen.	Vorher (29.)	2,94	0,88
	Nachher (33.)	3,11	0,78

Tabelle 24: Protokollierfähigkeiten.

Mithilfe des Chemie-Projektes wurde die Fähigkeit, Kochanweisungen zu hinterfragen, signifikant gefördert. Der Mittelwert stieg von 2,8 auf 3,1 an (siehe Tab. 25 und Abb. 21). Das neuartige Konzept regte anscheinend dazu an, Fragen zu stellen.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich kann die Kochanweisungen in einem Kochbuch hinterfragen. (z.B.: Warum gebe ich Essig ins Kochwasser für ein pochiertes Ei?)	Vorher (33.)	2,63	0,94
	Nachher (37.)	3,05	0,90

Tabelle 25: Hinterfragen von Kochanweisungen.

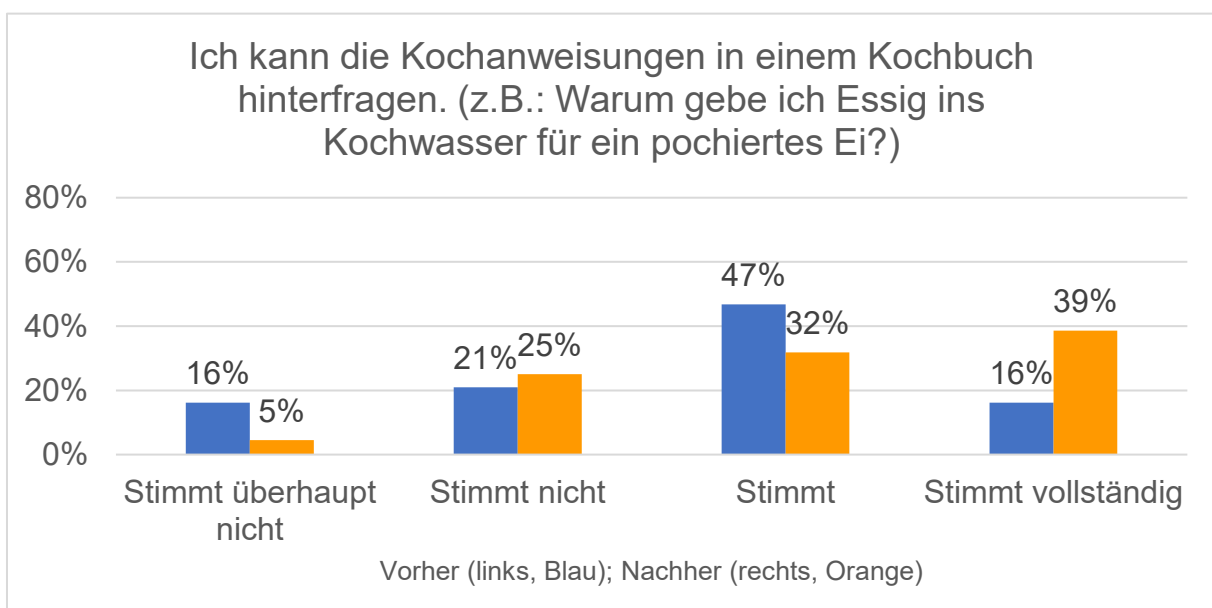


Abbildung 21: Hinterfragen von Kochanweisungen.

Besonders gestiegen ist der Mittelwert dabei bei den Frauen.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich kann die Kochanweisungen in einem Kochbuch hinterfragen. (z.B.: Warum gebe ich Essig ins Kochwasser für ein pochiertes Ei?)	Vorher (33.) männlich	2,90	0,77
	Nachher (37.) männlich	3,00	0,79
	Vorher (33.) weiblich	2,50	0,98
	Nachher (37.) weiblich	3,07	0,96

Tabelle 26: Hinterfragen von Kochanweisungen mit Geschlechterunterschied.

Eventuell hat dies mit der Häufigkeit des Kochens zu tun, allerdings wurde dieser Aspekt in den Umfragen nicht erfragt. Die Fähigkeit, etwas zu hinterfragen, findet sich in der Beurteilungskompetenz. Einem Kommentar einer Schüler*in nach half es den Schüler*innen ebenfalls dabei, Rezepte anhand ihres erworbenen Wissens anzupassen oder neue Rezepte zu entwickeln. Angemerkt wurde das durch den abschließenden Kommentar einer Schüler*in: *Ich habe während dem Projekt ein neues, echt gutes Rezept erfunden :).* Spannenderweise wies die Fähigkeit, hin und wieder Rezepte für sich anzupassen, eine leicht negative Tendenz auf. Die Fähigkeit, völlig frei Rezepte zu entwickeln, wies hingegen eine positive Tendenz auf (siehe Tab. 27). Dabei handelt es sich um zufällige Ergebnisse.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Hin und wieder passe ich ein Rezept für mich an.	Vorher (34.)	3,48	0,76
	Nachher (38.)	3,39	0,93
Ich kann völlig frei Rezepte entwickeln und die Zutaten anhand meines Wissens über die Zutaten aneinander anpassen.	Vorher (35.)	2,82	0,99
	Nachher (39.)	3,14	0,94

Tabelle 27: Rezepte anpassen und neu zu entwickeln.

Grundsätzlich kann beim kompetenzbezogenen Teil erkannt werden, dass die Durchführung des kulinarischen Chemie-Projektes einen positiven Einfluss auf die Schüler*innen hatte. Die ermittelten Daten zeigen vielmals positive Wertentwicklungen. Dabei sind bei vier Aussagen des Abschnitts B (18, 26, 28, 34 der Vorher Umfrage) leichte negative Tendenzen zu erkennen.

Beim experimentbezogenen Abschnitt C kann ein allgemein positiver Anstieg bei den Mittelwerten erkannt werden. Gleichzeitig erwiesen sich alle Mittelwertänderungen als signifikante Änderungen (siehe Tab. 28).

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standardabweichung
Ich kann die Bräunung/Krustenbildung der Bräunungsreaktionen (bei einem Protein/einer Bananenschale) beschreiben und skizzieren.	Vorher (37.)	1,71	0,87
	Nachher (42.)	2,89	0,98
Ich kann die Ursache einer Bräunungsreaktion erläutern.	Vorher (38.)	1,55	0,84
	Nachher (43.)	2,77	0,93
Ich kann die Einlagerung von Wasser des Stärke-Moleküls darstellen. (z.B.: mit dem Molekülbaukasten)	Vorher (39.)	1,63	0,92
	Nachher (44.)	2,20	0,94
Ich kann die Stärkerverkleisterung als chemischen Prozess beschreiben.	Vorher (40.)	1,50	0,82
	Nachher (45.)	2,48	0,94
Ich weiß, was bei einer Proteindenaturierung (Ei anbraten; Eischnee schlagen) auf molekularer Ebene passiert.	Vorher (41.)	1,95	1,01
	Nachher (46.)	2,77	0,97

Tabelle 28: Experimentbezogene Aussagen.

Bei der Frage nach der Einlagerung von Wasser im Stärke-Molekül verbleibt der Wert insgesamt noch im negativen Bereich, doch die Tendenz zum Positiven ist deutlich erkennbar. Generell fand eine Verschiebung vom negativen Bereich hin zum neutralen oder leicht positiven Bereich statt. Klarerweise ist eine Verbesserung dieser experimentbezogenen Fertigkeiten zu erwarten gewesen, denn der Unterricht und die Experimente sind darauf ausgelegt worden, diese Erkenntnis zu generieren. Die folgenden Abbildungen 22 und 23 zeigen den Vorher- und Nachher-Vergleich.

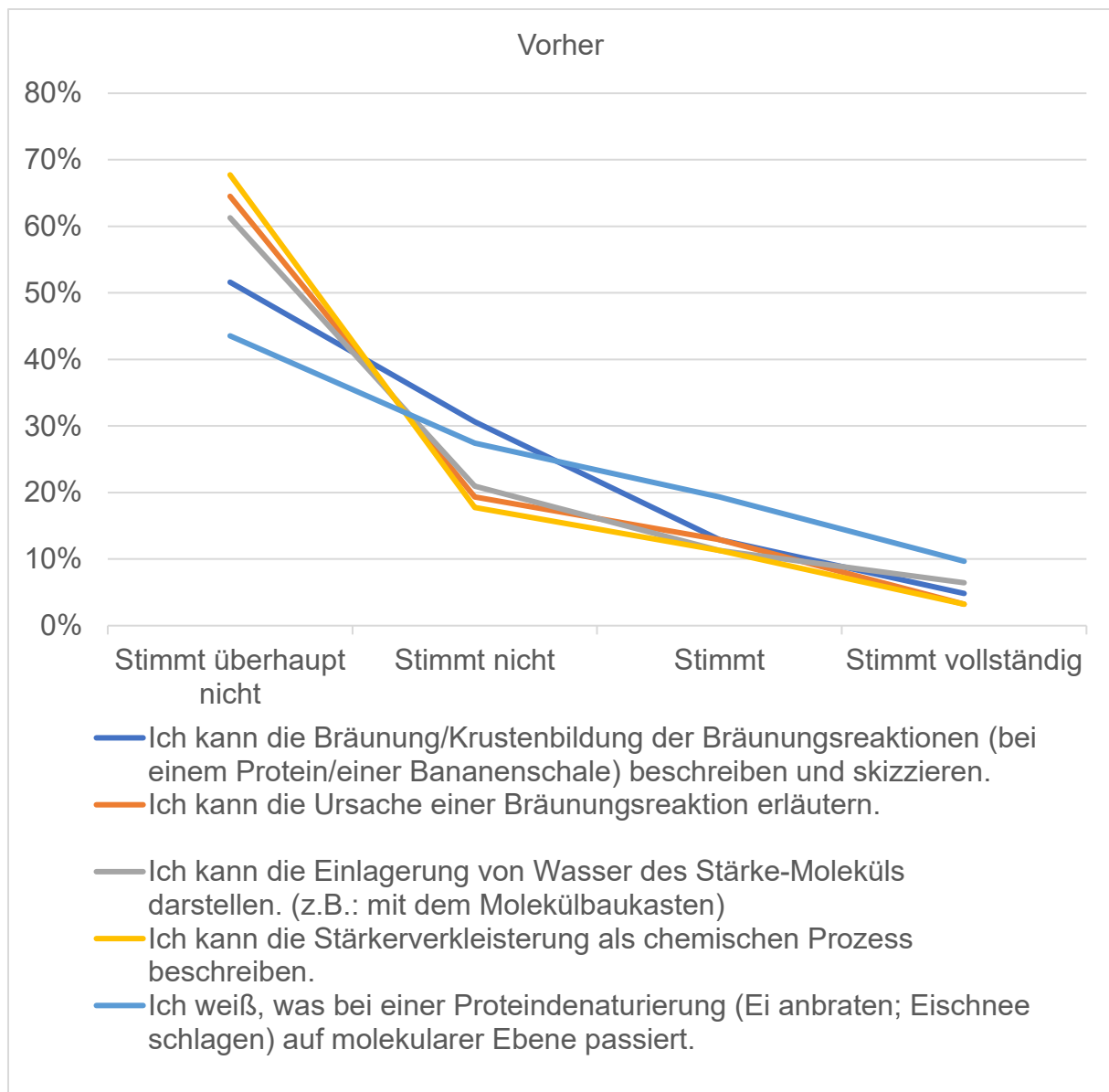


Abbildung 22: Experimentbezogener Abschnitt C – Vorher.

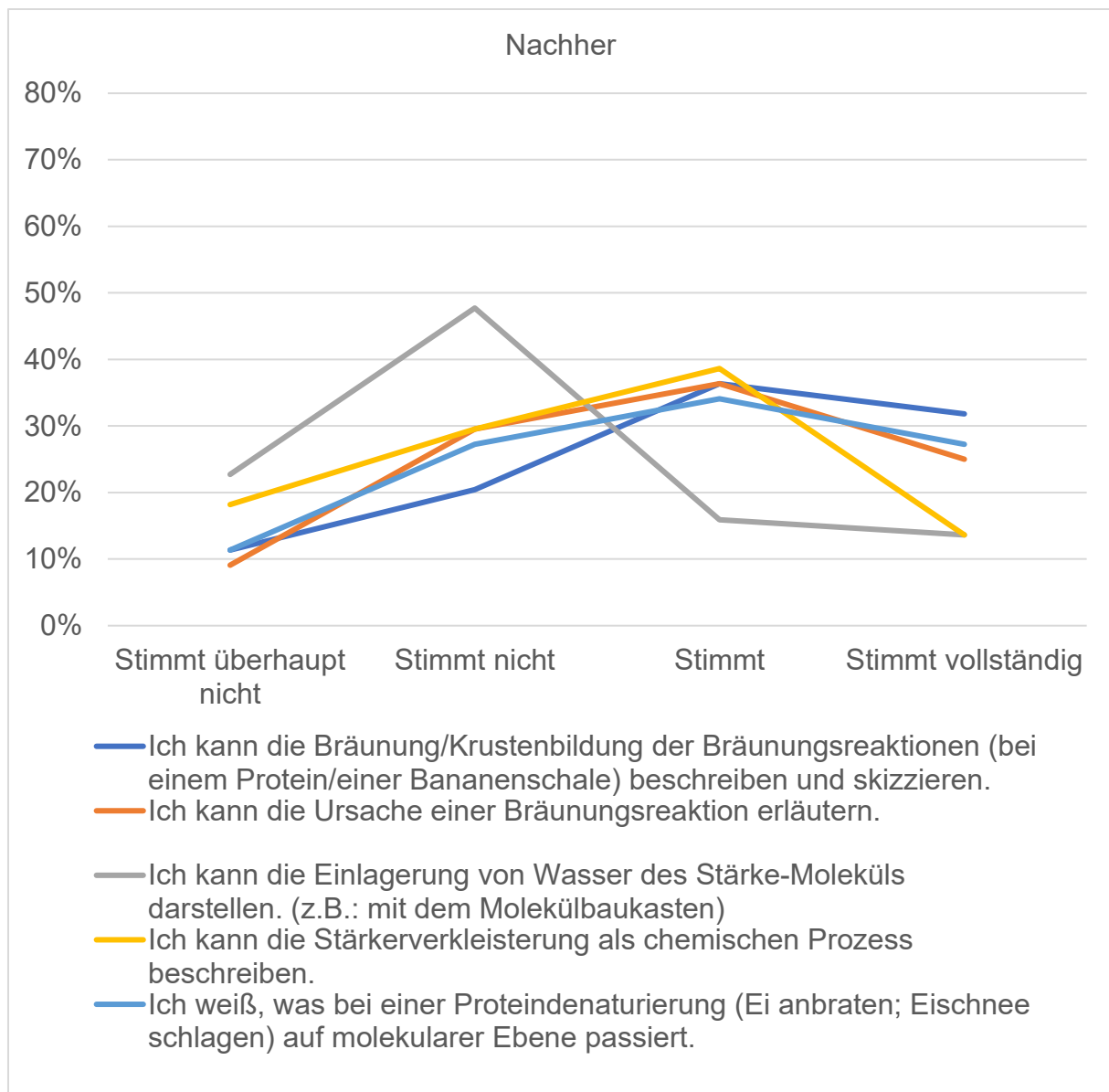


Abbildung 23: Experimentbezogener Abschnitt C – Nachher.

Die erweiterten Fragen bei der Nachher-Umfrage sollten zum weiteren Aufschluss über die Effektivität der kulinarischen Chemie beitragen. Etwas 55% der Schüler*innen gaben an, dass sie durch das Projekt keine deutlich erweiterten Kocherfahrungen gemacht haben (siehe Abb. 24). Dabei war der Mittelwert beim männlichen Anteil leicht höher als bei den Frauen.

Insgesamt wurde den Schüler*innen verdeutlicht, dass Chemie überall im Alltag stattfindet. Insgesamt 95% stimmten insgesamt zu, dass jenes durchgeführte Projekt ihnen die Chemie im Alltag stark verdeutlicht hat (siehe Abb.31). Dieser Wert ist äußerst beeindruckend und darf nicht außer Acht gelassen werden. Die Möglichkeit, mithilfe einfacher Mittel bei nahezu allen Schüler*innen dieses Bewusstsein hervorzurufen, sollte in jedem Fall genutzt werden. Das könnte dabei helfen, den Stellenwert des

Chemieunterrichts in der Gesellschaft zu erhöhen. Der Mittelwert bei den Frauen mit 3,6 war dabei etwas höher als bei den Männern mit 3,4.

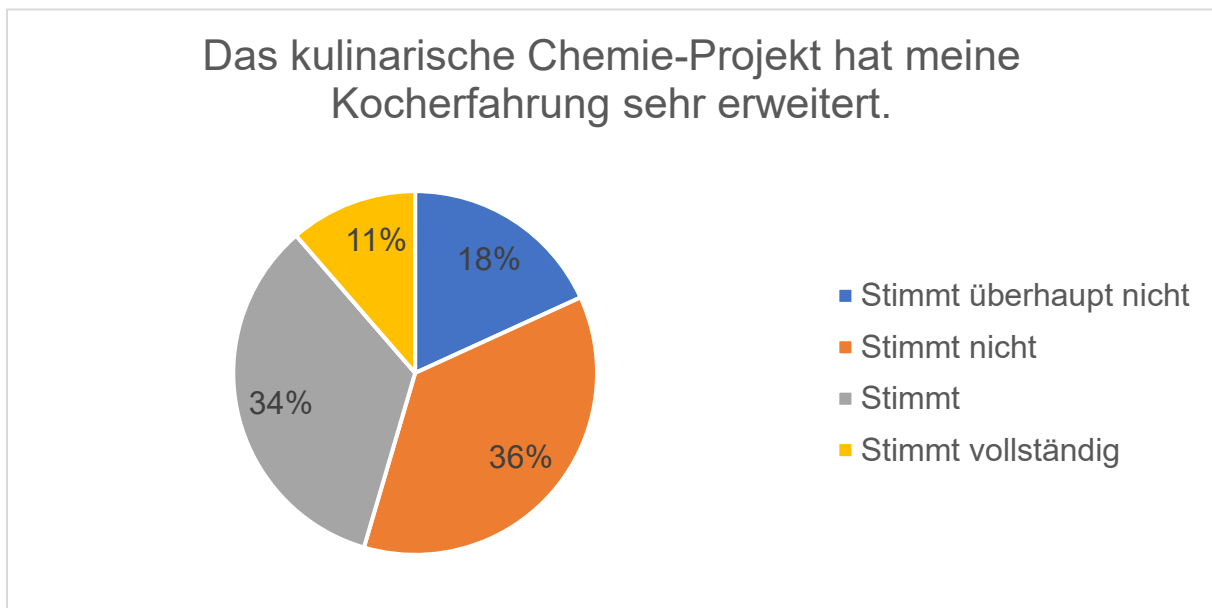


Abbildung 24: Erweiterte Kocherfahrung.

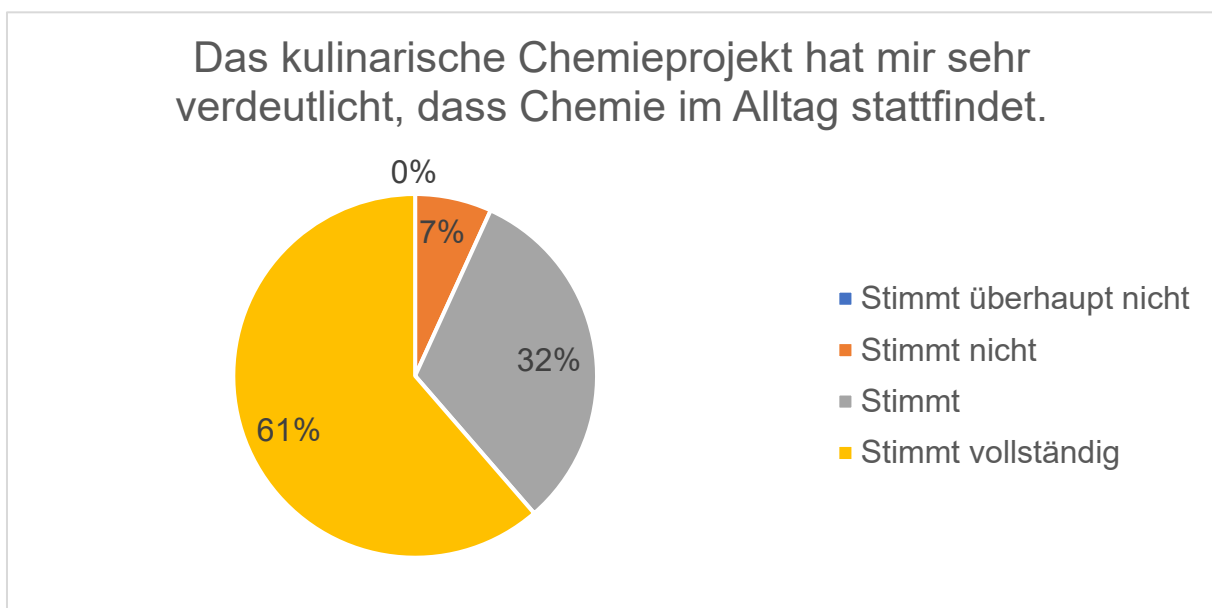


Abbildung 25: Chemie im Alltag.

Der Motivations- und Spaßfaktor des Chemie-Projektes wurde insgesamt als positiv bewertet (siehe Abb. 26). Dabei war der Frauenanteil mit 3,1 höher als bei den Männern mit 2,7. Ein solches Projekt eignet sich demnach, um die Motivation und den Spaß am Chemieunterricht zu steigern.

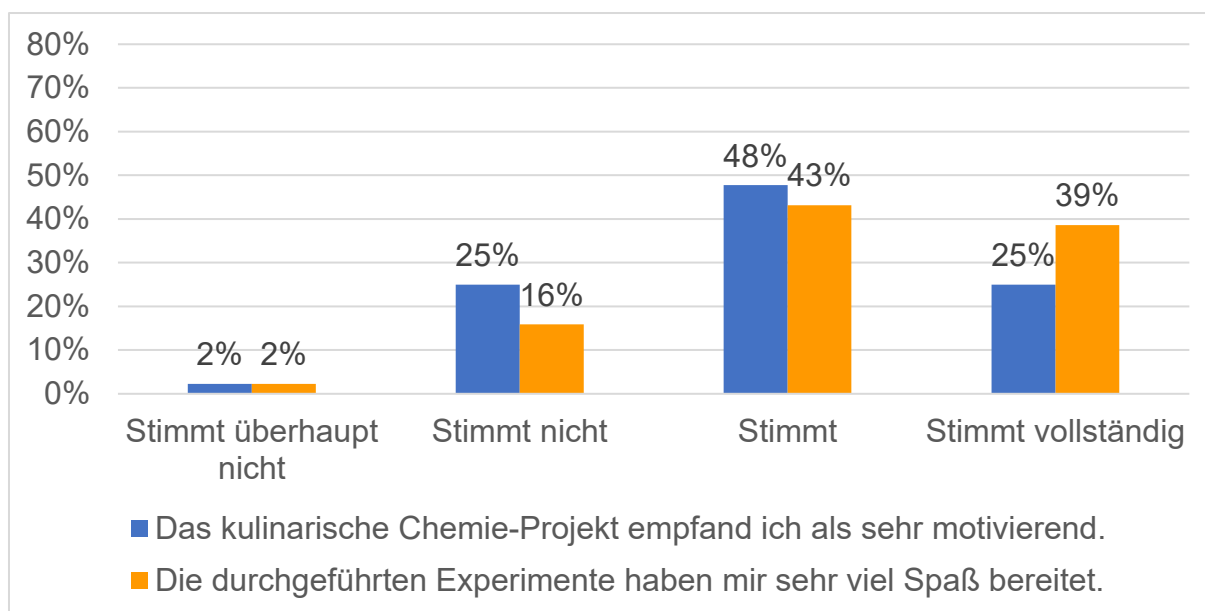


Abbildung 26: Motivation und Spaß am Projekt.

Eine neutrale Stellung mit dem Mittelwert 2,6 nimmt hingegen der Bezug zum Alltagswissen ein. Eine knappe Mehrheit von insgesamt 59% empfand das Projekt dabei als eine Erweiterung ihres Alltagswissens (siehe Abb. 27).

Die Frage nach der Erweiterung ihrer eigenen Fähigkeit erbrachte ein eher neutrales Ergebnis. Die Schüler*innen empfanden durch das Projekt nicht, dass ihre Fähigkeiten erweitert wurden, obwohl mehrere Datenergebnisse eine positive Entwicklung aufzeigen. Dieses Ergebnis erinnert an einen mündlichen Kommentar von Univ.-Prof. Dr. Michael Alfred Anton in einem Abschlussseminar. Es wurde angemerkt, dass Schüler*innen die motiviert waren und im Unterricht Spaß hatten, nicht unbedingt angeben würden, dass sie in diesem Zeitraum viel gelernt hätten. Diese Interpretation kann hierbei nur zum Teil erkannt werden, denn immerhin stimmten insgesamt 66% der Schüler*innen zu, dass sie das Gefühl haben, viel gelernt zu haben. In den Abbildungen 26 und 27 kann erkannt werden, dass die Schüler*innen deutlichen Spaß an diesem Projekt hatten, jedoch im Durchschnitt eher eine neutralere Stellung zum Wissenserwerb beziehen (siehe Tab. 29).

Statement	Mittelwerte	Standardabweichung
17. Mein Alltagswissen wurde durch das kulinarische Chemie-Projekt deutlich erweitert.	2,66	0,85
41. Das kulinarische Chemie-Projekt hat meine eigenen Fähigkeiten sehr erweitert.	2,52	0,97
48. Die durchgeführten Experimente gaben mir das Gefühl, viel gelernt zu haben.	2,77	0,70

Tabelle 29: Erweitertes Wissen und Fähigkeiten.

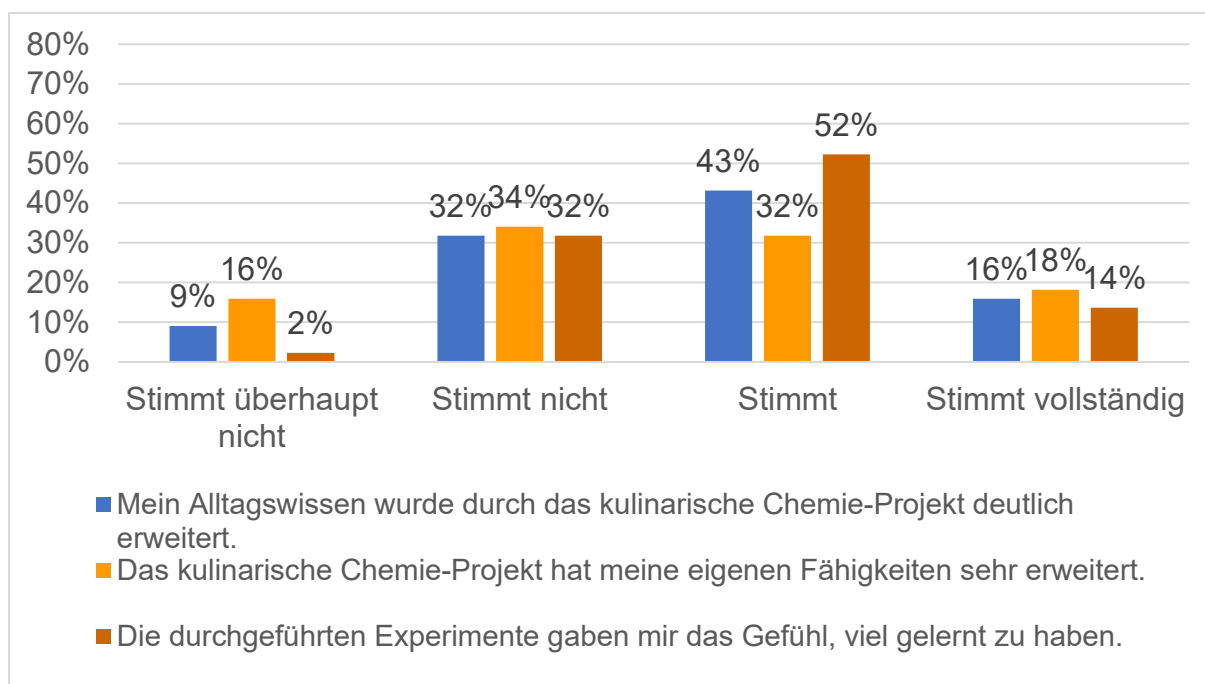


Abbildung 27: Erweitertes Wissen und Fähigkeiten.

Die abschließenden Kommentare der Schüler*innen zeigen größtenteils ein positives Feedback zum Projekt. Eine Angabe lautet dennoch: *Sehr sehr abstrakt*. Eventuell war das Projekt für einige Schüler*innen zu offen gestaltet und nicht ausreichend angeleitet. Möglicherweise lässt sich der Kommentar durch die höhere Abwesenheit einiger Schüler*innen während der drei Unterrichtseinheiten erklären. Eine weitere Schüler*in beschrieb hierbei, dass ihr die Interpretation der Experimente sehr schwer gefallen sei, weil sie bei den Unterrichtseinheiten nicht anwesend war. Weiters gaben einige Schüler*innen an, dass das Projekt einen neuen Blickwinkel und eine gute Alternative zum herkömmlichen Unterricht darstellte.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Durchführung des Chemieprojektes als positiv anzusehen ist. Spezifische Kompetenzen und Fertigkeiten wurden signifikant durch das Projekt positiv gefördert. Insgesamt ist bei zwölf Fragen ein signifikantes Ergebnis zustande gekommen. Davon zwei im allgemeinen Abschnitt, fünf im kompetenzbezogenen Abschnitt und fünf im experimentbezogenen Abschnitt. Ein Großteil der Mittelwerte bewegt sich zudem in den positiv zu wertenden Bereichen. Bei den unterschiedlichen Geschlechtern ist bei manchen Kompetenzen ein deutlicher Unterschied der Mittelwerte zu erkennen. Daraus ergibt sich insgesamt folgende Aussage: Die Anwendung kulinarischer Anwendungserlebnisse chemischer Kenntnisse kann als positiver Einfluss auf die Kompetenzen von Schüler*innen angesehen werden. Weil die Formulierungen der Kompetenzen in der Umfrage möglichst an Alltagssituationen

angelehnt wurden, beinhaltet das ebenfalls einen positiven Einfluss auf die alltäglichen Kompetenzen der Schüler*innen.

3.4 Kurze Selbstkritik am Untersuchungsdesign

Die Durchführung der gesamten Untersuchung brachte, wie in Kapitel 3.2 bereits erwähnt, einige Widerstände und Hindernisse mit sich. An diesem Punkt soll der Ablauf und der Aufbau der Untersuchung kurz kritisiert werden und Vorschläge für eine bessere Ausführung sollen gegeben werden.

Der Zeitpunkt zur Durchführung des Chemie-Projektes hätte besser gewählt werden können. Mit den Schüler*innen einer Abschlussklasse in der letzten Woche ihrer Schullaufbahn ein derartiges Projekt zu starten, ist fraglich. Die Schüler*innen empfanden es vermutlich als weitere Belastung vor der Matura und wollten sich auf für sie selbst wichtigere Leistungen konzentrieren. Dies kann ebenfalls aus der sinkenden Teilnehmer*innenanzahl herausgelesen werden. Besser wäre es, ein solches Projekt spätestens einen Monat vor Ende des Schuljahres abzuhalten. Auf diese Weise dürfte der Stressfaktor etwas geringer sein und zu einer höheren Bereitschaft, das Projekt mitzumachen, führen. Die Dauer des Projektes betrug zudem nur drei Unterrichtseinheiten an drei verschiedenen Tagen sowie die selbstständige Durchführung der Experimente und beider Umfragen als Heimarbeit. Das beinhaltete insgesamt einen Zeitraum von 22 Tagen, welche teilweise in einen unterrichtsfreien Zeitraum fielen. Daher kann angenommen werden, dass die Motivation, das Projekt vollständig abzuschließen, eher gering einzuschätzen war. Besser wäre es, so ein Projekt zeitlich zu strecken, sodass nicht zu viele Heimexperimente auf einmal zu erledigen wären und die Schüler*innen durch diesen längeren Prozess die Möglichkeit haben, die chemischen Aspekte besser durchzudenken.

Beide Umfragen wurden den Schüler*innen über ein Online-Tool als Hausaufgabe aufgegeben. Das Selbstständigkeitsniveau des Projektes wurde dabei hoch eingestuft, weil es sich weitestgehend um erwachsene Personen handelte. Die Umsetzung der Umfragedurchführung als Hausaufgabe ist allerdings in Frage zu stellen, denn die verringerte Teilnahme kann ebenfalls durch eine zu geringe Kontrolle durch die Lehrperson erklärt werden. Besser wäre es gewesen, die Schüler*innen den Umfragebogen während des Unterrichts durchführen zu lassen, um eine höhere Teilnehmer*innenquote zu erzielen.

In Anschluss an das Projekt sind einige Fragen aufgekommen, welche noch interessant gewesen wären zu ermitteln. Beispielsweise die Frage nach dem Essverhalten der Schüler*innen, ob sich diese vegetarisch, vegan oder anderweitig orientieren. Das Versäumnis dieser Fragen entstand durch zeitlichen Druck bei der Planung des Projektes seitens des Autors. Zusätzlich fehlte es zum Zeitpunkt der Durchführung und Erstellung der Umfragen an inhaltlichem Hintergrundwissen des Autors, welche den möglichen Anstoß für die Erstellung eines besseren Umfragebogens nötig gewesen wären. Trotz des zeitlichen Druckes wäre es förderlich gewesen, die Umfragen über einen größeren Zeitraum zu erstellen.

Kurzgefasst war der zeitliche Faktor das größte Problem des Chemie-Projektes. Die meisten empirischen Aspekte hätten durch eine zeitlich intensivere Auseinandersetzung zu einem detaillierteren Gesamtüberblick hinsichtlich der Beantwortung der Forschungsfrage führen können.

4. Empfehlung für den Chemieunterricht

Ziel dieser Arbeit war es, den vorteilhaften Wert und den Einfluss des Konzeptes der kulinarischen Chemie für den Chemieunterricht anzusprechen und aufzuzeigen. Des Weiteren wurde versucht, ein mögliches Beispiel für die Gestaltung des Unterrichts zu präsentieren.

Es hat sich anhand der Umfragen gezeigt, dass die Anwendung der kulinarischen Chemie positive Effekte auf die Schüler*innen ausübt. Diese positiven Effekte wurden maßgeblich durch die zwei größten Stärken dieses Konzeptes bewirkt: erstens durch die äußerst leichte Möglichkeit, den Schüler*innen aufzuzeigen, dass Chemie allgegenwärtig ist. Dieser Aspekt ist mitunter der wichtigste Gesichtspunkt des Chemieunterrichts in der Schule, denn er ermöglicht die bewusste Verknüpfung von Wissen aus unterschiedlichen Fachrichtungen. Die zweite Stärke ist die Voraussetzung, um den ersten Punkt erfüllen zu können, nämlich die Verwendung und Anwendung von haushaltsüblichen sowie alltagsbekannten Gegenständen. Die Gegenstände sind die Küchenutensilien und Lebensmittel, welche in nahezu jeder Küche zu finden sind. Die grundsätzliche Empfehlung für den Chemieunterricht lautet daher, möglichst häufig den Bezug zum Alltag durch Lebensmittel herzustellen und auf diese Weise den Chemieunterricht zu erweitern. Hierbei soll betont werden, dass der herkömmliche Einsatz von Chemikalien nicht ersetzt werden soll, sondern durch die Zuhilfenahme von kulinarischer Chemie ein alternativer Erklärungsansatz ermöglicht wird.

Als Beispiel für die mögliche Durchführung von kulinarischer Chemie dienen die in 3.1 vorgestellten drei Unterrichtseinheiten und dazugehörigen Experimente. Dabei ist anzumerken, dass diese Durchführung als Hybrid-Form beschrieben werden könnte. Der fachliche Unterricht mit einem ersten theoretischen Bezug zu Nahrungsmitteln und die anschließende praktische Arbeit mit Nahrungsmitteln.

Ein Beispiel, dass kulinarische Chemie universell anwendbar ist, zeigt ein Projekt von Eva-Maria Mareich (2007) mit ihrem beschriebenen Projekt „*Chemie im Kochtopf*“. In diesem Projekt beschreibt sie die Anwendung kulinarischer Chemie⁴ in zwei Klassen der Sekundarstufe I, welches ein ganzes Schuljahr andauert. Sie bringt ebenfalls eine Jahresplanung vor, in welcher sie unterschiedliche Lebensmittel oder Makronährstoffe

⁴ In ihrem Projekt wird der Begriff der kulinarischen Chemie nicht verwendet!

als Themengebiete verwendet, um möglichst viele Inhalte des Lehrplans abzudecken. Als exemplarisches Musterbeispiel beschreibt sie dabei das Thema Zucker inklusive dessen theoretische Aufbereitung und die im Anschluss durchgeführten Experimente mit Lebensmitteln.

Die Möglichkeit zur Umsetzung von kulinarischer Chemie ist gegeben. Es obliegt nur noch den Lehrpersonen, diese alternative Umsetzung der fachlichen Inhalte aufzugreifen und anzuwenden.

5. Ausblick

In dieser Arbeit wurde untersucht, welchen Einfluss die kulinarische Chemie auf die Kompetenzen der Schüler*innen hat. Dabei wurden grundsätzlich der Lehrplan und das Kompetenzmodell herangezogen.

Was blieb bei der Untersuchung offen und könnte untersucht werden? Bei der Untersuchung wurden einige interessante Aspekte aus zwei Gründen ausgelassen. Einerseits um die Umfrage nicht zu groß zu gestalten und zum anderen, weil diese Aspekte zum Zeitpunkt der Erstellung nicht im Fokus standen. Interessant wäre noch die Frage nach der gewählten Ernährungsform der Schüler*innen, denn im gehaltenen Unterricht wurde häufig gefragt, ob es fleischlose Alternativen für die Experimente gäbe. Dabei wäre es interessant zu ermitteln, ob bestimmte kulinarische Experimente aufgrund der persönlichen Ernährungsformen abgelehnt würden. Erfragt wurde, ob die Schüler*innen allgemein kochen, jedoch nicht die Häufigkeit des Kochaktes. Spannend wäre die Korrelation, ob Schüler*innen, die häufig kochen, zu Beginn der Anwendung kulinarischer Chemie bereits bessere Kompetenzen aufweisen als jene die seltener kochen. Zu ermitteln wäre ebenfalls, ob eine längerfristige Anwendung kulinarischer Chemie zu deutlich anderen Ergebnissen führt.

Was könnte den nächsten Schritt auf diese Masterarbeit darstellen? Nachdem gezeigt wurde, dass kulinarische Chemie positive Einflüsse haben kann, sollte versucht werden, eine längerfristige Unterrichtsplanung in der Sekundarstufe I oder II zu unterschiedlichen Themenbereichen zu erstellen. Einen derartigen Ansatz zeigt das Projekt von Mareich (2007), welche dieses Konzept in der Sekundarstufe I anwandte. Dazu passend müssten für die einzelnen Themenbereiche, welche nicht direkt biochemische Aspekte darstellen, passende Experimente herangezogen werden.

Äußerst interessant wäre dabei ein Vergleich zwischen einer herkömmlichen Chemiestunde, welche speziell mit Laborgeräten und *Labor-Chemikalien* arbeitet und einer kulinarischen Chemiestunde, welche mit denselben inhaltlichen Stoff mit Lebensmitteln und Küchengeräten abdeckt. Anhand dieses Vergleichs könnte ermittelt werden, bei welcher Unterrichtsplanung eine höhere Motivation und ein erhöhter Spaßfaktor vorliegt und, welche Einheit den fachlichen Inhalt schneller oder besser vermitteln konnte. Dies könnte in zwei parallelen Klassen erfolgen und anhand von fachlichen Informationsfeststellungen überprüft werden. Für einen vereinfachten und schnellen Vergleich könnte der Test als Multiple Choice-Test erfolgen.

6. Zusammenfassung und Fazit

Kulinarische Chemie beschäftigt sich grundsätzlich mit biochemischen Prozessen bei der Nahrungsmittelzubereitung. Das beinhaltet überlappende Stoffgebiete der Biochemie, Lebensmittelchemie und sogar der industriellen Chemie und das Lebensmittelrecht. Es steht „*die Anwendung von chemischem Fachwissen bei der Nahrungszubereitung*“ (Rajendran, 2021) im Vordergrund. Durch diesen anwendungsorientierten Inhalt und das Bewusstsein, dass kulinarische Chemie Alltägliches miteinander verbinden und darstellen soll, ist kulinarische Chemie als anwendbares Konzept anzusehen.

Bei Betrachtung der Geschichte zur kulinarischen Chemie ist zu erkennen, dass bereits seit Längerem von mehreren Naturwissenschaftler*innen versucht wurde, die Grundlehren der Kochkunst zu vermitteln (vgl. Schwedt, 2010). Dabei wurde häufig der physikalisch-chemische Hintergrund ihrer Zeit herangezogen, um die betrachteten Phänomene bei der Nahrungszubereitung zu erklären.

Aus welchem Grund sollte kulinarische Chemie aufgegriffen werden? Dreimal täglich soll in unserer Gesellschaft gegessen werden. Wir sind zudem umgeben von Nahrung in Form von Supermärkten und Restaurants, dabei sind die Nahrungsmittel auf unterschiedliche Weise zubereitet worden. Verschiedene Zubereitungsweisen kennzeichnen unterschiedliche Kulturen und soziale Gemeinschaften, was Essen zu einem sozial-kulturellen Gut unserer Gesellschaft hervorhebt und ebenfalls einen Bestandteil unserer eigenen Identität ausmacht. Diese große Vielseitigkeit an zubereiteter Nahrung bedarf gewisser Ernährungsbildung, um für sich selbst entscheiden zu können, was gegessen werden sollte. Ernährungsbildung ist gleichzeitig Gesundheitsbildung und bezieht sich auf sämtliche naturwissenschaftliche Fächer (vgl. Lemke, 2018). Ohne Wissen über Nahrungsmittel und deren Zubereitung kann zudem nicht entschieden werden, was unter gesundem Essen zu verstehen ist (vgl. Vilgis, 2011 sowie Endres, 2012 und Bergler/Hoff, 2002).

Durch anwendungsorientiertes Lernen kann logisch verknüpfter Fachinhalt in einen nachvollziehbaren Zusammenhang zum Alltag gestellt werden. Der Alltagsbezug wird durch die Verwendung haushaltsüblicher Methoden und der Lebensmittelzubereitung hergestellt. Allgemeines Ziel ist es, emanzipierte und mündige Personen hinsichtlich ihrer eigenen Beurteilung über alltägliches Essen zu fördern (vgl. Vilgis, 2011 und Rajendran, 2020).

Der Lehrplan zeigt auf, dass die Lebenswelt der Schüler*innen und deren persönliche Interessen in den Unterricht miteinbezogen werden sollen, um eine positive Lebensgestaltung zu unterstützen. Dies soll durch fächerübergreifenden Unterricht geschehen. Die Schüler*innen sollen zu aufgeklärten Personen heranwachsen, was durch die Vermittlung von Kompetenzen geschieht. Bedeutsam wird hierbei der Handlungsaspekt, welcher sich im Chemieunterricht in Form von Experimenten wiederfindet. Schüler*innen sollen bewusst und eigenverantwortlich leben, um einen gesundheitsbewussten Lebensstil zu entwickeln. Dabei hilft die Beschäftigung mit dem Thema der Ernährung. Der Lehrplan beschreibt demnach alltägliche Bedürfnisse und Notwendigkeiten, welche auf den zu vermittelnden Kompetenzen in der Schule basieren (Lehrplan, AHS).

Die Omnipräsenz chemischer Prozesse ist im Chemie-Teil ein zu erreichendes Basisziel. Das kann durch Anwendung kulinarischer Chemie hervorragend präsentiert werden. Die einzelnen Themen und Basiskonzepte der Chemie sollen möglichst auf simple Variante veranschaulicht werden. Dabei bietet sich wiederum das Konzept der kulinarischen Chemie an, um das Abstraktionsniveau im Chemieunterricht möglichst zu minimieren. Wiederum sollen Experimente eine zentrale Rolle einnehmen (Lehrplan, AHS).

Was sind nun Kompetenzen? Es sind wissensbasierte Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche zur Problemlösung dienen. Es sind keine leeren Skills, sondern basieren möglichst auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und sollen zudem zu angemessenen und selbstständigen Entscheidungen befähigen (vgl. Stangl, 2022 und Bildungsstandards, 2022). Das Fach *Haushalt und Ernährung* ist zwar prädestiniert für die Reflexion von Lebensmitteln und ernährungsbezogenen Fragen und somit von Esskultur, doch dem Fach fehlt das nötige Fachwissen. Dadurch wird die fächerübergreifende Vernetzung zwischen den Unterrichtsfächern erschwert (vgl. Buchner, 2015).

Das Kompetenzmodell im Fach Chemie beschreibt anhand von Deskriptoren die zu erlernenden Kompetenzen und unterteilt sie in die unterschiedlichen Dimensionen der inhaltlichen Dimension, des Anforderungsniveaus und der Handlungsdimension (vgl. BMBF, 2012).

Experimente bieten als Primärerfahrung einen direkten Zugang zum chemischen Phänomen. Das soll helfen, die Abstraktheit des fachlichen Inhaltes zu senken und den Erkenntnisgewinn der Schüler*innen zu fördern. Experimente können mit unterschiedlichen Materialien durchgeführt werden und an unterschiedlichen Orten stattfinden.

Michael Kratz (2002) beschreibt in mehreren Punkten die Vorteile von Heimversuchen und sieht diese als Möglichkeit, aus dem Chemieunterricht das Optimum herauszuholen, beispielsweise die Berücksichtigung individueller Lerngeschwindigkeiten.

Das Aktivierungsmodell nach Michael Anton (2019) bietet sich beim Konzept der kulinarischen Chemie sehr gut an. Es beinhaltet drei Phasen und zielt darauf ab, die Schüler*innen mit Wissen geladen aus dem Unterricht gehen zu lassen. Ähnlich wie bei einem endothermen Prozess. Das Ziel dieses Unterrichtsmodells ist es, den Schüler*innen ebenfalls das Wissen für eine externe Anwendung (Utilisationsphase) zu ermöglichen. Das Wissensmodell nach Neber (1993) weist ebenfalls eine Dreiteilung des Lernens auf, bei welcher das letzte Ziel die Funktion, also die Anwendung des erworbenen Wissens, darstellt.

Wie kann kulinarische Chemie in der Anwendung aussehen? Ein kleines Chemie-Projekt in einer Maturaklasse umfasste drei Unterrichtseinheiten mit insgesamt sieben dazugehörigen Experimenten. Die Themen dazu waren Proteine, Kohlenhydrate und die Bräunungsreaktionen. Anhand von zwei Umfragen wurde dabei ermittelt, welche Entwicklung die Kompetenzen der Schüler*innen nahmen.

Insgesamt ist bei zwölf Fragen ein signifikantes Ergebnis zustande gekommen. Davon zwei im allgemeinen Abschnitt, fünf im kompetenzbezogenen Abschnitt und fünf im experimentbezogenen Abschnitt. Es handelt sich dabei um folgende Fragen/Aussagen in Tabelle 30.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Ich koche nie für mich selbst.	Vorher (5.)	1,90	1,04
	Nachher (5.)	1,48	0,87
Ich verstehe die chemischen Prozesse beim Kochen.	Vorher (9.)	1,84	0,74
	Nachher (10.)	2,52	0,66
Ich kann ein chemisches Phänomen beim Kochen gut beschreiben.	Vorher (16.)	1,85	0,86
	Nachher (20.)	2,43	0,89
Ich kann Daten und Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen gut deuten.	Vorher (20.)	2,50	0,78
	Nachher (24.)	2,84	0,77

Ich kann anhand naturwissenschaftlicher Modelle (Atom-, Molekülmodelle) Vorgänge und Zusammenhänge gut erklären.	Vorher (21.)	1,63	0,77
	Nachher (25.)	2,25	1,03
Ich kann naturwissenschaftliche Modelle (z.B.: Molekülbaukasten) verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären.	Vorher (30.)	1,90	0,86
	Nachher (34.)	2,32	0,97
Ich kann die Kochanweisungen in einem Kochbuch hinterfragen. (z.B.: Warum gebe ich Essig ins Kochwasser für ein pochiertes Ei?)	Vorher (33.)	2,63	0,94
	Nachher (37.)	3,05	0,90
Ich kann die Bräunung/Krustenbildung der Bräunungsreaktionen (bei einem Protein/einer Bananenschale) beschreiben und skizzieren.	Vorher (37.)	1,71	0,87
	Nachher (42.)	2,89	0,98
Ich kann die Ursache einer Bräunungsreaktion erläutern.	Vorher (38.)	1,55	0,84
	Nachher (43.)	2,77	0,93
Ich kann die Einlagerung von Wasser des Stärke-Moleküls darstellen. (z.B.: mit dem Molekülbaukasten)	Vorher (39.)	1,63	0,92
	Nachher (44.)	2,20	0,94
Ich kann die Stärkerverkleisterung als chemischen Prozess beschreiben.	Vorher (40.)	1,50	0,82
	Nachher (45.)	2,48	0,94
Ich weiß, was bei einer Proteindenaturierung (Ei anbraten; Eischnee schlagen) auf molekularer Ebene passiert.	Vorher (41.)	1,95	1,01
	Nachher (46.)	2,77	0,97

Tabelle 30: Signifikante Ergebnisse.

Sechs Fragen/Aussagen tendierten in die negative Richtung. Jedoch sind diese Ergebnisse nicht signifikant und die Differenz ist nur minimal.

Aussage	Umfrage	Mittelwerte	Standartabweichung
Der Chemieunterricht ist sehr abstrakt.	Vorher (10.)	2,73	0,81
	Nachher (11.)	2,70	0,89
Experimente im Chemieunterricht empfinde ich als sehr motivierend.	Vorher (11.)	3,58	0,71
	Nachher (13.)	3,55	0,72
Ich kann mich mit anderen über diverse Speisen/Nahrungsmittel gut unterhalten.	Vorher (18.)	3,61	0,63
	Nachher (22.)	3,36	0,71
Ich betrachte Speisen und deren Präsentation sowie Tischmanieren als kulturellen Fortschritt an und kann diese würdigen.	Vorher (26.)	3,24	0,82
	Nachher (30.)	3,23	0,79
Ich kann meine gekochte Speise auf der Basis von Geschmack und Aussehen untersuchen und verbessern.	Vorher (28.)	3,39	0,79
	Nachher (32.)	3,30	0,87
Hin und wieder passe ich ein Rezept für mich an.	Vorher (34.)	3,48	0,76
	Nachher (38.)	3,39	0,93

Tabelle 31: Negativ tendierende Aussagen.

Es zeigte sich, dass kulinarische Chemie einen deutlich positiven Mehrwert in Bezug auf Kompetenzen hat. Die Hypothese, dass die bewusste Anwendung kulinarischer Anwendungserlebnisse chemischer Kenntnisse einen allgemeinen positiven Einfluss auf die Kompetenzen von Schüler*innen hat, bestätigte sich.

Kulinarische Chemie ist ein spannendes Konzept, welches sich lohnt, für den eigenen Chemieunterricht auszutesten. Es zeigt die Omnipräsenz der Chemie sehr gut auf und nimmt sehr großen Bezug auf die Lebenswelt von Schüler*innen. Es kann recht schnell, einfach und kostengünstig eingesetzt werden und bietet mit Sicherheit einen alternativen didaktischen Ansatz. Zudem kann man nur noch sagen, dass kulinarische Chemie im wahrsten Sinne des Wortes einfach lecker schmeckt.

7. Literaturverzeichnis

AGES (2022): Die österreichische Ernährungspyramide, online unter: <https://www.ages.at/mensch/ernaehrung-lebensmittel/ernaehrungsempfehlungen/die-oesterreichische-ernaehrungspyramide> (07.02.2022).

Anton, Michael (2018): Was ist inklusiver Chemieunterricht?, online unter: <https://www.idl.lehrerbildung-at-lmu.mzl.uni-muenchen.de/fachdidaktiken/chemie/index.html> (29.05.2022).

Anton, Michael (2019): Chemieunterricht verstehen. Zur Didaktik und Mathematik der Chemie. Riga: Lehrbuchverlag.

Baltes, Werner/ Matissek Reinhard (2016): Lebensmittelchemie. Berlin Heidelberg: Springer.

Bartsch, S./ Büning-Fesel, M./ Cremer, M./ Heindl, I./ Lambeck, A./ Lührmann, P., Oeping, A./ Rademacher, C./ Schulz-Greve, S. (2013): Ernährungsbildung – Standort und Perspektiven. In: Ernährungsumschau 60 (2013), 2, M84–M95.

Bartsch, Silke/ Bürkle, Petra (2013): Lernort Küche. Nahrungszubereitung als ein methodischer Zugang zur Fachpraxis Ernährung. In: Haushalt in Bildung und Forschung, 2. Jahrgang (2013), Heft 4, 18-31.

Berg, Jeremy M./ Tymoczko, John L./ Stryer, Lubert (2014): Stryer Biochemie. Heidelberg: Springer.

Bergler, Reinhold/ Hoff, Tanja (2002): Genuss und Gesundheit. Köln: Kölner Universitätsverlag.

Bildungsstandards (2022): Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über die Bildungsstandards im Schulwesen, online unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20006166> (22.02.2022).

Blume, Rüdiger (1999): Prof. Blumes Tipp des Monats Juli 1999 (Tipp-Nr. 25). Wohlgerüche aus der Retorte. Online unter: https://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/07_99.htm (17.05.2022).

Buchner, Ursula (2015): Lernwege in der Schulküche. In: Haushalt in Bildung und Forschung, 4. Jahrgang (2015), Heft 2, 58-72.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2022): Allgemeinbildende höhere Schule, online unter: https://www.oesterreich.gv.at/themen/bildung_und_neue_medien/schule/2/Seite.1760160.html (08.06.2022).

Bruice, Paula Y. (2011): Organische Chemie. Studieren kompakt. Hallbergmoos: Pearson.

Endres, Eva-Maria (2012): Genussrevolte. Von der Diät zu einer neuen Esskultur. Wiesbaden: Springer.

Ernährung und Verbraucherbildung im Internet (EVB-Online) (2005), online unter: http://www.evb-online.de/schule_referenzrahmen.php (08.06.2022).

Heller, K.; Rosemann, B. (1981). Planung und Auswertung empirischer Untersuchungen. Eine Einführung für Pädagogen, Psychologen und Soziologen. Stuttgart: Klett-Cotta.

Hirschfelder, Gunther/ Pollmer, Patrick (2021): Das Wissen vom „guten“ Essen – Ernährungskommunikation als historisches Paradigma. In: Bartelmeß, Tina/Godemann, Jasmin (Hrsg.) (2021): Ernährungskommunikation. Interdisziplinäre Perspektiven – Theorien – Methoden. Wiesbaden: Springer, 61-73.

Institut des Bundes für Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen (2022): Grundlagen der Bildungsstandards. Kompetenzmodelle und Deskriptoren, online unter: <https://www.iqs.gv.at/themen/nationale-kompetenzerhebung/grundlagen-der-nationalen-kompetenzerhebung/grundlagen-der-bildungsstandards> (22.02.2022).

Kratz, Michael (2002): Chemie. Experimente als Hausaufgaben. Köln: Aulis Verlag.

Lemke, Harald (2018): Plädoyer für eine allgemeine Ernährungsbildungsoffensive. In: Lemke, Harald (2018): Szenarien der Ernährungswende. Gastrosophische Essays zur Transformation unserer Esskultur, 283-302. Bielefeld: transcript Verlag.

LUMITOS | chemie.de: LUMITOS, online unter: <https://www.lumitos.com/de/medien-und-portale/chemie-de/> (09.02.2022).

Mareich, Eva-Maria (2007): Chemie im Kochtopf, veröffentlicht durch Innovationen Machen Schulen Top! (IMST) (2007), online unter: https://www.imst.ac.at/imst-wiki/index.php/Chemie_im_Kochtopf (04.07.2022).

McIntyre, Lee (2019): Wir lieben Wissenschaft. Mit einer wissenschaftlichen Grundhaltung gegen Betrug, Leugnung und Pseudowissenschaft (Aus dem Amerikanischen übersetzt von Alexa Waschkau). Berlin: Springer.

Neber, Heinz (1993): Training der Wissensnutzung als objektgenerierende Instruktion. In: Klauer, K. J. (Hrsg.) (1993): Kognitives Training, 217-243, Göttingen: Hogrefe.

Neber, Heinz/ Anton, Michael (2008): Förderung präexperimenteller epistemischer Aktivitäten im Chemieunterricht. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 22 (2), 2008, 143-150. Bern: Hogrefe AG.

Ortner, J. (2018): In aller Munde – eine soziodramatische Betrachtung der Ernährung. In: Zeitschrift für Psychodrama und Soziometrie 17 (2018), 7–15.

Pietzner, V./ Wagner, W. (2018): Klassische und digitale Medien im Chemieunterricht. In: Sommer, K./ Wambach-Laicher, J./ Pfeifer, P. (Hrsg.) (2018): Konkrete

Fachdidaktik Chemie. Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht, Vollständige Neubearbeitung, 1. Auflage, 557-600, Seelze: Aulis Verlag.

Rajendran, Nelson (2020): Kulinarische Chemie – Experimente zum Aufessen. Design und Evaluation eines Unterrichtskonzeptes für die Sekundarstufe II in Bayern, Dissertation, Didaktik der Chemie, Nürnberg: Knecht.

Rajendran, Nelson (2021): Kulinarische Chemie – Experimente zum Aufessen. Experimentierbuch für Lehrkräfte, Nürnberg: Knecht.

Risch, Björn/ Iseke, Michael (2010): Molekularküche – mehr als ein Modetrend. In: CHEMKON (2010), 17, Nr. 3, 111-116.

Stangl, W. (2022). Kompetenz – Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik, online unter: <https://lexikon.stangl.eu/7006/kompetenz> (22.02.2022).

Statista (2022): Durchschnittliche Zeit in Minuten, die in der OECD am Tag mit Essen und Trinken verbracht wird , online unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37082/umfrage/durchschnittliche-zeit-in-minuten-die-am-tag-mit-essen-und-trinken-verbracht-wird/#professional> (19.02.2022).

Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 14. November 1984 über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen, online unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568> (07.02.2022).

Vilgis, Thomas (2007): Wissenschaft al dente. Freiburg: Herder Verlag.

Vilgis, Thomas (2011): Genuss und Ernährung aus naturwissenschaftlicher Perspektive. In: Ploeger, Angelika/ Hirschfelder, Gunther/ Schönberger, Gesa (Hrsg.) (2011): Die Zukunft auf dem Tisch. Analysen, Trends und Perspektiven der Ernährung von morgen, 221-240. Wiesbaden: VS Verlag.

Vollmer, Günter/ Josst, Gunter/ Schenker, Dieter/ Sturm, Wolfgang/ Vreden, Norbert (1990): Lebensmittelführer Obst, Gemüse, Getreide, Brot, Wasser, Getränke. Inhalte, Zusätze, Rückstände. Stuttgart und München: Gemeinschaftsausgabe der Verlage Georg Thieme und Deutscher Taschenbuchverlag.

Vollmer, Günter/ Josst, Gunter/ Schenker, Dieter/ Sturm, Wolfgang/ Vreden, Norbert (1990): Lebensmittelführer Fleisch, Fisch, Eier, Milch, Fett, Gewürze, Süßwaren. Inhalte, Zusätze, Rückstände. Stuttgart und München: Gemeinschaftsausgabe der Verlage Georg Thieme und Deutscher Taschenbuchverlag.

Weinert, F. E. (1998). Guter Unterricht ist ein Unterricht, in dem mehr gelernt als gelehrt wird. In: J. Freund, H. Gruber, W. Weidinger (Hrsg.). Guter Unterricht – Was ist das? Aspekte von Unterrichtsqualität, 7-18. Wien: ÖBV Päd. Verlag.

Weinert, F.E. (Hrsg.) (2001): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz.

Wissenmedia GmbH (Hg.) (2011): Brock Haus (2010): A-Z WISSEN, Band 6. München (u.a.): Wissenmedia.

Yen, Alan L. (2013): Insekten essen. (Aus dem Englischen von Isabel Herwig) In: Kulturaustausch 63 (2013), Ausgabe IV, online unter: https://www.zeitschrift-kulturaustausch.de/de/archiv?tx_amkulturaustausch_pi1%5Bauaid%5D=1594&tx_amkulturaustausch_pi1%5Bview%5D=ARTICLE&cHash=9689a29bfd433a2d0252e0355f125200 (11.02.2022).

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kompetenzmodell im Fach Chemie.	24
Abbildung 2: Aktivierungsmodell (Anton, 2018, 2019)	28
Abbildung 3: Brot mit pochiertem Ei, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8D....	34
Abbildung 4: Spiegeleier (links = gesalzen; rechts = ungesalzen), erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8B.	35
Abbildung 5: Herstellung von Eischnee, erstellt durch eine Schüler*in der Klasse 8D.	36
Abbildung 6: Von Schüler*innen erstelltes Stärkemolekül mit einem Molekülbaukasten (selbstaufgenommenes Foto).	36
Abbildung 7: Vanillepudding, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8B.	38
Abbildung 8: Klümpchen bei der Soßenherstellung, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8B.	38
Abbildung 9: Maillard-Reaktion bei unterschiedlichen Zuckermolekülen, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8D.	40
Abbildung 10: Banane und Kerze, erstellt von einem Schüler der Klasse 8C.	41
Abbildung 11: Gekochte Banane, erstellt von einer Schüler*in der Klasse 8C.	41
Abbildung 12: Geschlechterangabe-Vorher.	45
Abbildung 13: Geschlechterangabe - Nachher.	48
Abbildung 14: Wichtigkeit des Chemieunterrichts in der Schule - Vergleich.	52
Abbildung 15: Aktivität des Kochens - Vergleich.	53
Abbildung 16: Chemische Prozesse beim Kochen verstehen.	55
Abbildung 17: Entstehung eines wohlschmeckenden Gerichtes.	58
Abbildung 18: Kochprozesse beschreiben.	58
Abbildung 19: Unterhalten über Nahrungsmittel und Speisen.	59
Abbildung 20: Anhand von Modellen Zusammenhänge erklären.	62
Abbildung 21: Hinterfragen von Kochanweisungen.	63
Abbildung 22: Experimentbezogener Abschnitt C – Vorher.	66
Abbildung 23: Experimentbezogener Abschnitt C – Nachher.	67
Abbildung 24: Erweiterte Kocherfahrung.	68
Abbildung 25: Chemie im Alltag.	68
Abbildung 26: Motivation und Spaß am Projekt.	69
Abbildung 27: Erweitertes Wissen und Fähigkeiten.	70
Abbildung 28: Denaturierung durch Salzzugabe, entnommen aus Rajendran (2021).	94
Abbildung 29: Schlagdenaturierung, entnommen aus Rajendran (2021).	94
Abbildung 30: Peptidbindung, online unter: https://www.chem.uzh.ch/robinson/lectures/AC_BII/Kap15/kap15.html (15.03.22). .	94
Abbildung 31: Denaturierung durch Säurezugabe, entnommen aus Rajendran (2021).	95
Abbildung 32: Proteinkonformation, online unter: https://www.studyhelp.de/online-lernen/chemie/protein/ (15.03.22).	95
Abbildung 33: Kaiserschmarren, online unter: https://frischgekocht.billa.at/rezept/kaiserschmarrn-mit-zwetschkenroester-BI-27131 (24.03.2022).	96
Abbildung 34: Selbstständig aufgenommenes Foto eines pochierten Eies.	97
Abbildung 35: Entnommen aus: O.A (o.J): Hausmannskost. Köln: Naumann & Göbel Verlagsgesellschaft mbH.	97
Abbildung 36: Amylose und Amylopektin, online unter: https://www.chem.uzh.ch/robinson/lectures/AC_BII/Kap14/kap14.html (15.03.22).	103

Abbildung 37: Erster Schritt der Maillard-RKT, online unter: https://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/07_99.htm (15.03.22).	108
Abbildung 38: Enzymatische Reaktion, entnommen aus Berg et al. (2014).	108
Abbildung 39: Self-made Burger, selbstaufgenommenes Foto.....	109

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

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Allgemeiner Abschnitt A - Vorher	45
Tabelle 2: Kompetenzbezogener Abschnitt B - Vorher	47
Tabelle 3: Experimentbezogener Abschnitt C - Vorher	47
Tabelle 4: Allgemeiner Abschnitt A - Nachher	48
Tabelle 5: Kompetenzbezogener Abschnitt B - Nachher	50
Tabelle 6: Experimentbezogener Abschnitt C - Nachher	50
Tabelle 7: Kommentare der Schüler*innen zum Chemie-Projekt - Nachher	51
Tabelle 8: Aktivität des Kochens - Vergleich	53
Tabelle 9: Aktivität des Kochens mit Geschlechterunterschied.	54
Tabelle 10: Aktivität des Kochens für andere mit Geschlechterunterschied.	54
Tabelle 11: Kocherfahrung mit Geschlechterunterschied.	54
Tabelle 12: Chemische Prozesse beim Kochen verstehen	55
Tabelle 13: Abstraktionsniveau des Chemieunterrichts.	55
Tabelle 14: Abstraktionsniveau des Chemieunterrichts mit Geschlechterunterschied.	56
Tabelle 15: Experimente im Chemieunterricht.	56
Tabelle 16: Protokolle und Experimente mit Geschlechterunterschied.	57
Tabelle 17: Chemisches Phänomen beschreiben im Geschlechterunterschied.	59
Tabelle 18: Unterhalten über Nahrungsmittel und Speisen.	59
Tabelle 19: Essen als Kulturausdruck im Geschlechterunterschied.	60
Tabelle 20: Deuten von experimentellen Ergebnissen.	60
Tabelle 21: Deuten von experimentellen Ergebnissen mit Geschlechterunterschied.	61
Tabelle 22: Anhand von Modellen Zusammenhänge erklären	61
Tabelle 23: Fragen und Vermutungen aufstellen	62
Tabelle 24: Protokollierfähigkeiten	63
Tabelle 25: Hinterfragen von Kochanweisungen.	63
Tabelle 26: Hinterfragen von Kochanweisungen mit Geschlechterunterschied.	64
Tabelle 27: Rezepte anpassen und neu zu entwickeln	64
Tabelle 28: Experimentbezogene Aussagen.	65
Tabelle 29: Erweitertes Wissen und Fähigkeiten	69
Tabelle 30: Signifikante Ergebnisse.	79
Tabelle 31: Negativ tendierende Aussagen	80

10. Anhang:

Die Handlungskompetenzen der Oberstufe Chemie:

Wissen organisieren: Recherchieren, Darstellen, Kommunizieren

Ich kann einzeln und im Team ...

Reproduktionsleistung	WO1 ... unterschiedliche, relevante Quellen ausfindig machen und daraus fachspezifische Informationen entnehmen.
	WO2 ... Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur Umwelt und Technik in verschiedene Formen (Text, Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, Modell,...) adressatengerecht darstellen, erläutern und diskutieren.
Transferleistung	WO 3 ... fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren.
	WO 4 ... Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus anderen Disziplinen heranziehen, um naturwissenschaftliches Wissen zu organisieren.
Reflexion/ Problemlösung	WO 5 ... die Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für die Entwicklung von Zivilisationen und Kultur darstellen, erläutern und diskutieren.

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln und im Team ...

Reproduktionsleistung	EO1 ... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) durchführen und protokollieren.
Transferleistung	EO 2 ... Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren.
	EO 3 ... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) planen.
	EO 4 ... naturwissenschaftliche Modelle verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären.
Reflexion/ Problemlösung	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.
	EO 6 ... auf der Basis von Daten und Untersuchungsergebnissen sowie deren Interpretation Hypothesen über die Vorgänge und Zusammenhänge aufstellen.
	EO 7 ... die Relevanz von Untersuchungsergebnissen im Hinblick auf eine konkrete Frage, Vermutung oder Problemstellung einschätzen.

Konsequenzen ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln
 Ich kann einzeln und im Team ...

Repro- duktions- leistung	KO 1 ... fachlich begründete Bewertungskriterien wiedergeben.
Trans- ferlei- stung	KO 2 ... naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Fragestel- lungen und Argumentationen unterscheiden.
	KO 3 ... konkurrierende Interpretationsmöglichkeiten gegeneinander abwä- gen und auf dieser Basis Entscheidungen treffen.
Reflexion/ Problemlö- sung	KO 4 ... Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen sowie Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen und Gründe für deren Annahme oder Verwerfung angeben.
	KO 5 ... einen Problemlöseprozess kritisch reflektieren und gegebenenfalls al- ternative Strategien entwickeln.
	KO 6 ... Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendung von naturwissen- schaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft ein- schätzen.
	KO 7 ... Entscheidungen in gesellschaftlich relevanten Fragen aus naturwis- sensschaftlicher Sicht begründen und bewerten.

Sehr geehrte Eltern, Erziehungsberechtigte und Haushaltführende,

mit diesem Schreiben möchte ich Ihnen mitteilen, dass ich mit den 8. Klassen ein Projekt im Rahmen des Chemieunterrichts plane. Dieses Projekt beinhaltet drei Unterrichtseinheiten (vom 28.3 bis 8.4). Dabei wird das Thema der kulinarischen Chemie, die Biochemie von Lebensmitteln, behandelt.

Im Rahmen der Projektarbeit sollen die Schüler*innen kurze Heimexperimente mit Lebensmitteln in Ihrer Küche tätigen (pro Unterrichtseinheit mind. ein gewähltes Experiment). Beim Experimentieren sollen die Lebensmittel nicht verschwendet werden, daher sollen diese während der Zubereitung von ausgewählten Speisen, verbraucht werden.

Die Durchführung dieser Experimente erfordert

1. Ihre Einwilligung als haushaltführende Personen
2. ein kleines Budget für die Beschaffung der erforderlichen Lebensmittel (abhängig vom gewählten Experiment).

Daher möchte ich Sie bitten Ihren Kindern die Ausführung dieser Experimente zu erlauben und für das kleine Budget aufzukommen.

Was ist das Ziel?

- Das Ziel dieses Projektunterrichts ist es den Schüler*innen aufzuzeigen und bewusst machen, dass die vermeintlich abstrakten Inhalte des Chemieunterrichts ein Bestandteil unseres alltäglichen Lebens sind.

Unterrichtseinheit (Thema)	Zu wählendes Experiment	Benötigte Lebensmittel für Experimente (inkl. Preise vom Spar):
1. Kohlenhydrate	Vanillepudding	Milch (0,99€/0,5L Flasche) Speisestärke (0,99€/Pkg) Vanilleschote (3,99€/2stk) Zucker (0,75€/Pkg)
	Soßenbinder	Speisestärke (0,99€/Pkg)
2. Proteine	Spiegelei	2 Eier (2,49 – 3,59€/6 Eier)
	Pochiertes Ei	2 Eier (2,49 – 3,59€/6 Eier)
	Eischnee	1-2 Eier (2,49 – 3,59€/6 Eier)
3. Bräunungsreaktionen	Nicht enzymatische Bräunung	Burger Patty (2,99€/2stk (220g)) Schnitzelfleisch (~3,50€/250g) oder Tofu (1,99€/Pkg) Bier (alkoholfrei) (Pittinger: 0,43€/Dose) Honig (~3,39€/350g) Mehl (1€/Pkg)
	Enzymatische Bräunung	1-2 Bananen (1,89€/kg)

Sollten Sie weitere Fragen haben, können Sie mich jederzeit über die Schulmail (E-Mail der Lehrperson) erreichen.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Chemielehrer

Chemieprojekt-Checkliste

<u>Erste</u> Umfrage online ausgefüllt	<input type="checkbox"/>
1. Unterrichtseinheit teilgenommen (Proteine)	<input type="checkbox"/>
1. Experiment durchgeführt und protokolliert	<input type="checkbox"/>
Gewähltes Experiment:	<input type="checkbox"/>
2. Unterrichtseinheit teilgenommen (Kohlenhydrate)	<input type="checkbox"/>
2. Experiment durchgeführt und protokolliert	<input type="checkbox"/>
Gewähltes Experiment:	<input type="checkbox"/>
3. Unterrichtseinheit teilgenommen (Bräunungs-Reaktionen)	<input type="checkbox"/>
3. Experiment durchgeführt und protokolliert	<input type="checkbox"/>
Gewähltes Experiment:	<input type="checkbox"/>
<u>Zweite</u> Umfrage online ausgefüllt	<input type="checkbox"/>
Alle <u>drei</u> Experimentprotokolle <u>online abgegeben</u> (per Mail als pdf (Scans) oder jpg-Dateien (Bilder)), an: (Email der Lehrperson)	<input type="checkbox"/>
Alle oberen Punkte erledigt? → Osterferien genießen!	<input type="checkbox"/>

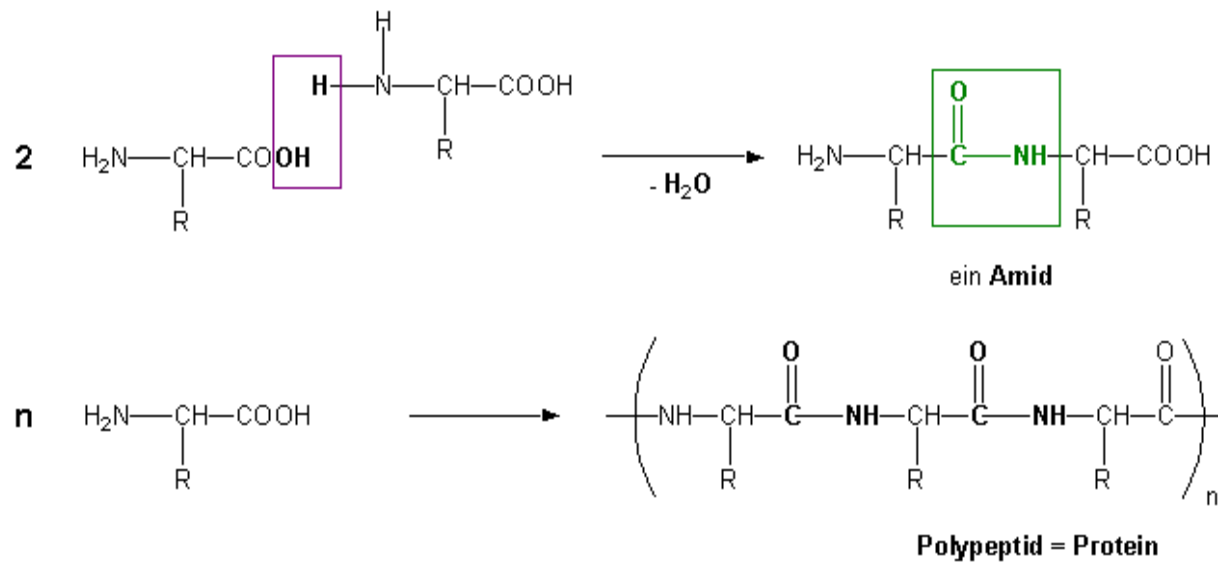
Wie soll protokolliert werden?

Ihr erhaltet ein vorgefertigtes Protokoll-Blatt (online und analog). Ihr müsst nur noch den Anweisungen des Protokollblattes folgen.

Besonders hilfreich wären Fotos und Videos zum Experiment, die ihr mir zum Schluss mit den Protokollblättern schickt.

Klasse: 8. Klasse (8B, 8C, 8D)			Name:		Datum: XY
Anzahl der Schüler*innen: 23-25		Stunde: XY	Bemerkungen:		
Thema der Stunde:		Proteinstrukturen und Proteindenaturierung			
Was sollen die SchülerInnen am Ende der Unterrichtseinheit können? (Lehrziel(e))		Die Schüler*innen sollen den Aufbau von Proteinen verstehen (Primärstruktur, sek-Struktur, tert-Struktur, Quart-Struktur). Die Schüler*innen sollen verstehen, dass die Struktur des Proteins ausschlaggebend für die Funktion ist! Die Schüler*innen verstehen, dass die Denaturierung den Funktionsverlust des Proteins bedeutet.			
Angestrebte Kompetenzen (Bezug zum Kompetenzmodell)		WO2: Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Text, Grafik, Tabelle,...) adressatengerecht darstellen, erläutern und diskutieren. EO4: naturwissenschaftliche Modelle verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären.			
Unterrichtsverlaufsplan:					
Zeit	Unterrichtsphase	Inhalt, Aufgabe	Sozialform	Medien/Material	Didaktisch-methodischer Kommentar
5-10 Min	Einstieg/Wiederholung	Eine kurze Wiederholung zur Peptidbindung.	Lehrer*innen – Schüler*innen Gespräch	Tafel, PowerPoint	Die Wiederholung dient der Auffrischung der Peptidbindung, zu den Aminosäuren sowie den Seitenketten.
15 Min	Strukturen	Mit den Schüler*innen werden die vier Strukturen der Proteine anhand von Abbildungen besprochen. Dabei handelt es sich um die <u>Primärstruktur</u> , die <u>sekundär-Struktur</u> , die <u>tertiär-Struktur</u> und die <u>quartär-Struktur</u> . In diesem Zusammenhang werden auch die unterschiedlichen <u>intramolekularen Wechselwirkungen</u> (Wasserstoffbrücken, Disulfidbrücken, etc.) anhand der Aminosäuren-Seitenketten besprochen.	Lehrer*innen – Schüler*innen Gespräch	PC, PowerPoint	Die Besprechung der Abbildungen und Strukturen bildet die Grundlage, um zu verstehen, wie Proteine zu ihrer Funktion gelangen. Dieses Wissen wird benötigt, um die Denaturierung zu verstehen.

15-20 Min	Denaturierung	Definition für Denaturierung: „ Die Denaturierung (engl. denaturation) bezeichnet eine strukturelle Veränderung von Biomolekülen wie zum Beispiel Proteinen (protein denaturation) und der DNA. Eine Denaturierung kannst du auf physikalische oder chemische Einflüsse zurückführen. “, online unter: https://studyflix.de/biologie/denaturierung-bio-chemie-2667 (05.03.2022). Anhand der Definition werden Abbildungen von Rajendran (2021) betrachtet und besprochen zur: Schlagdenaturierung, Denaturierung durch Salzzugabe und Denaturierung durch Säurezugabe.	L- S-Gespräch	PC, PowerPoint	Dieses Fachwissen bildet die Grundlage für den sinnvollen Einsatz der Heimexperimente. Dieser Abschnitt stellt die abstrakte Vorstellung der Denaturierung dar.
5-10 Min	Vorbereitung auf Heimexperimente	Kurze Besprechung der bevorstehenden Heimexperimente. (Spiegelei, verlorenes Ei und Eischnee)	L- S-Gespräch		Die Heimexperimente sind die konkrete Umsetzung der Protein-Denaturierung im Alltag der Schüler*innen.



Die Peptidbindung besteht aus einem Amid und ist deshalb planar.

Abbildung 30: Peptidbindung, online unter: https://www.chem.uzh.ch/robinson/lectures/AC_BII/Kap15/kap15.html (15.03.22).

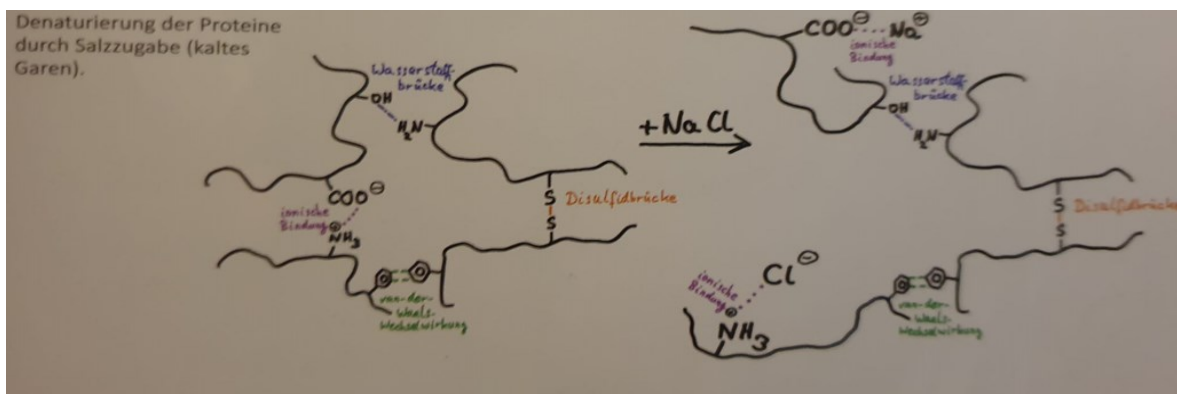


Abbildung 28: Denaturierung durch Salzzugabe, entnommen aus Rajendran (2021).

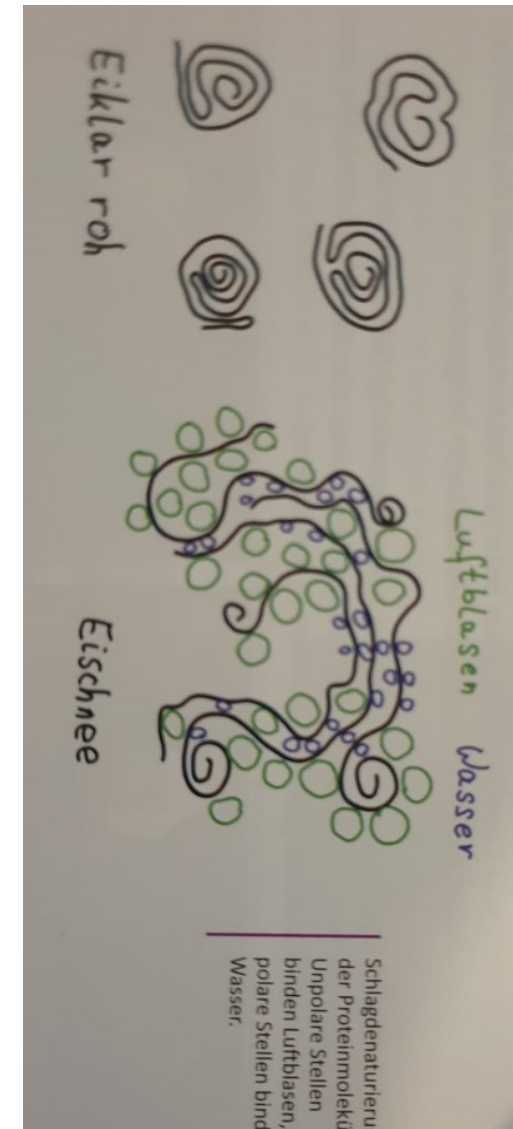
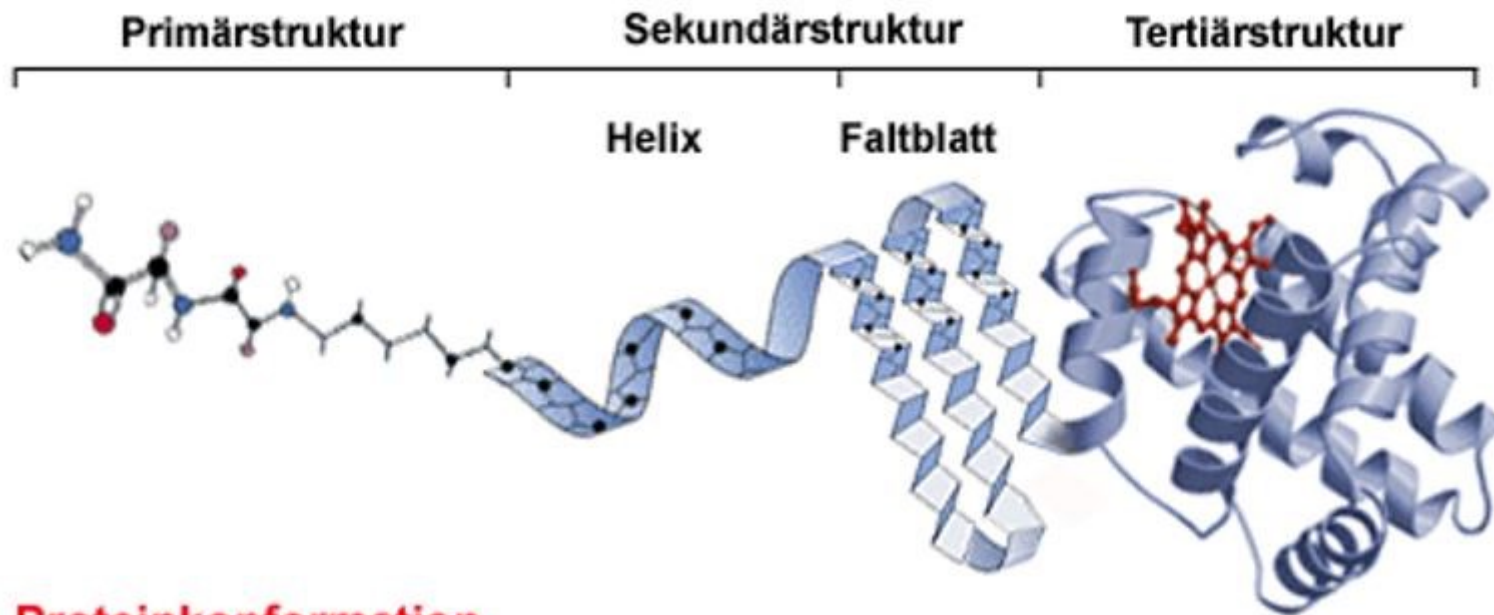


Abbildung 29: Schlagdenaturierung, entnommen aus Rajendran (2021).



Proteinkonformation

Abbildung 32: Proteinkonformation, online unter: <https://www.studyhelp.de/online-lernen/chemie/protein/> (15.03.22).

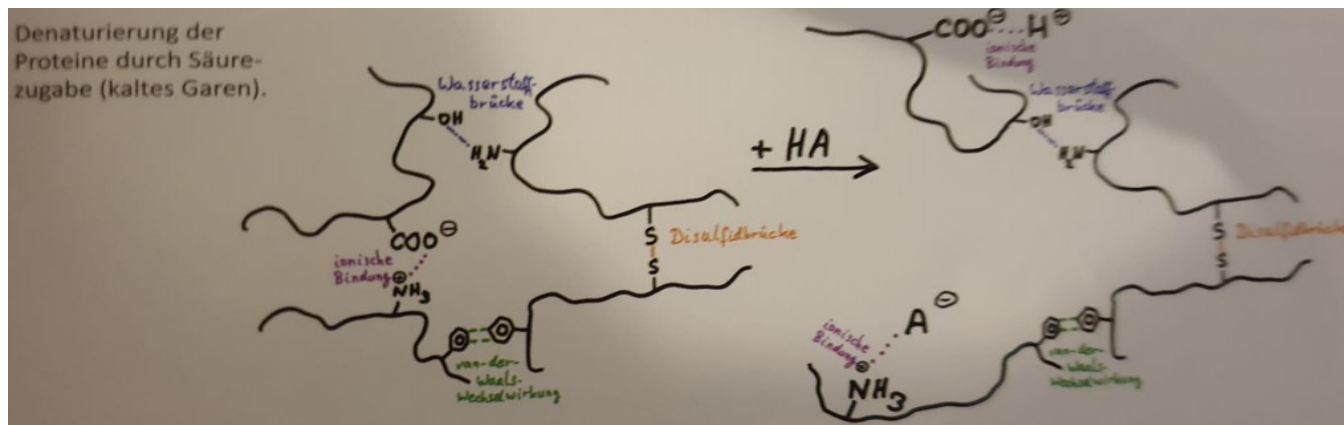


Abbildung 31: Denaturierung durch Säurezugabe, entnommen aus Rajendran (2021).

Kaiserschmarren⁵

Zutaten (4 Portionen): (falls nur 2 Portionen gewünscht sind, Zutaten halbieren)

150g glattes Mehl

220ml Milch

1 Prise Salz

4 Eier (Größe M)

1Pkg. Vanillezucker

Zubereitung:

Für den Schmarren das Backrohr auf 160 °C (Ober-/Unterhitze, 140 °C Umluft) vorheizen. Mehl mit Milch und Salz glatt rühren. Eier trennen und die Dotter mit Vanillezucker unter den Teig rühren. Eiklar steif schlagen.

(EXPERIMENT durchführen!) – Experimentierblatt beachten!

Ein Drittel des Eischnees in den Teig einrühren, den restlichen Schnee vorsichtig unterheben. 1 EL Butter in einer großen Pfanne erhitzen, ein Drittel des Teiges darin verteilen und bei mittlerer Hitze 2 bis 3 Minuten backen, bis die Unterseite goldbraun ist. Vorsichtig wenden und ca. 2 Minuten fertig backen. In Stücke reißen. In eine ofenfeste Form geben und im Rohr warm halten. Den restlichen Teig in zwei Portionen in je 1 EL Butter ebenso backen und zerteilen.

Hinweis: Der Teig kann auch nur einer Pfanne fertig gebacken und anschließend serviert werden.



Abbildung 33: Kaiserschmarren, online unter: <https://frischgekoacht.billa.at/rezept/kaiserschmarrn-mit-zwetschkenroester-BI-27131> (24.03.2022).

⁵ Vgl. Kaiserschmarren, online unter: <https://frischgekoacht.billa.at/rezept/kaiserschmarrn-mit-zwetschkenroester-BI-27131> (24.03.2022).

Toast mit pochiertem Ei oder Spiegelei

Zutaten (1 Portion):

2 Scheiben Toastbrot
1 Scheibe Käse
2 Scheiben Toastschinken
1 Ei

Zubereitung:

Vorbereitung: Wasser in einem Topf zum Kochen bringen.

Toast: Eine Toastscheibe mit Käse und Toastschinken belegen und mit der zweiten Toastscheibe zuklappen. Der Toast kann in einem Toaster oder einer Pfanne von beiden Seiten goldbraun gebraten werden.

(EXPERIMENT durchführen!) – Experimentierblatt beachten!

Pochiertes Ei: Das Wasser im Topf einmal aufkochen und den Herd so einstellen, damit das Wasser nicht mehr kocht, sondern nur noch siedet! Mit einem Kochlöffel einen starken Strudel erzeugen und das Ei mit einer Kelle rasch hineinfallen lassen. Mit dem Kochlöffel am Rand des Topfes weiter einen Strudel erzeugen und darauf achten, das Ei nicht zu zerstören.

Spiegelei: Das aufgeschlagene Ei in einer Pfanne so lange erhitzen bis es durchgebraten ist.

Das gewählte Ei auf dem Toast platzieren und genießen.



Abbildung 34: Selbstständig aufgenommenes Foto eines pochierten Eies.

Strammer Max ganz klassisch (deutsch)

Zutaten (4 Portionen):

4 Scheiben Bauernbrot
40g Butter
4 Scheiben gekochter Schinken
2 EL Öl
4 Eier
Salz
Pfeffer
½ Bund Schnittlauch
2 Gewürzgurken



Abbildung 35: Entnommen aus: O.A (o.J): Hausmannskost. Köln: Naumann & Göbel Verlagsgesellschaft mbH.

Zubereitung:

1. Die Brotscheiben mit Butter bestreichen und mit gekochtem Schinken belegen.
2. **(EXPERIMENT durchführen!) – Experimentierblatt beachten!** Das Öl in einer Pfanne erhitzen und nacheinander 4 Spiegeleier braten. Mit Salz und Pfeffer würzen. Die Spiegeleier heiß auf die Schinkenscheiben legen.
3. Den Schnittlauch waschen, trocken schütteln und in Röllchen schneiden. Die Gewürzgurke in Scheiben oder fächerförmig schneiden. Den Strammen Max mit Schnittlauchröllchen und Gewürzgurken garnieren und sofort servieren.

Verlorenes Ei – pochiertes Ei

Material: Topf, Wasser, Kelle, Schneebesen,

Zutaten: 2 Eier, Essig

Durchführung: 1. Versuch: Einen Topf zu $\frac{3}{4}$ mit Wasser füllen und einen großzügigen Schuss Essig dazugeben. Das Wasser zum Kochen bringen und dann die Hitze reduzieren. (Wasser soll nicht kochen, sondern nur siedeln!) Das aufgeschlagene Ei in der Kelle bereithalten und mit dem Schneebesen das Wasser stark rühren, damit ein Strudel entsteht. Lasse rasch in diesen Strudel das Ei aus der Kelle hineingleiten. Etwa 3 min kochen.

2. Versuch: Analog aber ohne Essigzugabe

Beobachtung:

Interpretation/Auswertung: Erkläre deine Beobachtungen.

Spiegelei – Flüssig und fest in einem Ei

Material: Pfanne, Spiegeleiform, Pfannenwender

Zutaten: 2 Eier, Fett, Salz

Durchführung: In einer Pfanne wird 1TL Öl erhitzt, dann das Ei so hineinschlagen, dass der Dotter intakt bleibt. (NICHT SALZEN) So lange braten, bis das Eiklar komplett weiß und nicht mehr durchsichtig ist. Beiseitestellen.

Erneut 1TL Öl in der Pfanne erhitzen, ein Spiegeleiförmchen in die Pfanne legen und das Ei dort hineinschlagen. Nur das dickflüssige Eiklar und den Dotter salzen. Fertig braten.

Beobachtung: Vergleiche beide Spiegeleier. Beschreibe deine Beobachtungen. Zeichne deine Beobachtungen farblich in einer Skizze ein.

Interpretation/Auswertung: Erkläre deine Beobachtungen.

Eischnee – Wieso wird das Eiklar steif?

Material: Schneebesen, Schüssel

Zutaten: 1 Ei

Durchführung: Eiklar und Eigelb voneinander trennen (sehr wichtig!) Das Eiklar in die Schüssel geben. Das Eiklar mit dem Schneebesen schlagen, bis es fest ist und beim Umdrehen nicht aus der Schüssel fließt.

Beobachtung: Beschreibe deine Beobachtungen nach 1-2 Schlägen. Beschreibe den weiteren Verlauf.

Interpretation/Auswertung: Erkläre deine Beobachtungen.

Klasse: 8. Klasse (8B, 8C, 8D)		Name:		Datum: XY	
Anzahl der Schüler*innen: 23-25		Stunde: XY		Bemerkungen:	
Thema der Stunde:		Kohlenhydrate: Stärke (Amylose und Amylopektin)			
Was sollen die SchülerInnen am Ende der Unterrichtseinheit können? (Lehrziel(e))		Die Schüler*innen sollen den Aufbau der Stärke kennen und nachvollziehen können. Die Schüler*innen sollen die unterschiedlichen Bindungen der Kohlenhydrate darstellen können (α und β). Die Schüler*innen können die Kondensationsbindung der Kohlenhydrate darstellen. (Abspaltung von Wasser).			
Angestrebte Kompetenzen (Bezug zum Kompetenzmodell)		WO2: Daten sowie Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Text, Grafik, Tabelle) adressatengerecht darstellen, erläutern und diskutieren. EO4: naturwissenschaftliche Modelle verwenden, um Daten und Ergebnisse von Untersuchungen sowie Vorgänge und Zusammenhänge zu erklären. EO6: auf der Basis von Daten und Untersuchungsergebnissen sowie deren Interpretation Hypothesen über die Vorgänge und Zusammenhänge aufstellen.			
Unterrichtsverlaufsplan:					
Zeit	Unterrichtsphase	Inhalt, Aufgabe	Sozialform	Medien/Material	Didaktisch-methodischer Kommentar
5-10 Min	Einführung	Den Schüler*innen wird die heutige Aufgabenstellung erklärt. (Das Stärkemolekül nachbauen) <u>Hilfestellung:</u> Ihnen werden nur bei Schwierigkeiten zwei Abbildungen der Stärkemoleküle Amylose und Amylopektin zur Verfügung gestellt.	Lehrer*innen – Schüler*innen Gespräch	Molekülbaukasten, Zur Hilfe: Abbildungen der Strukturen zu Amylose und Amylopektin	Die Abbildungen der Amylose und des Amylopektins dienen Schüler*innen als Orientierungshilfe, falls nötig.
30-35 Min	Bauphase	Aufgabenstellung: Die Schüler*innen sollen gemeinsam als Klasse und mithilfe von Molekülbaukästen die Stärkemoleküle Amylose und Amylopektin nachbauen. Dazu wird ihnen mitgeteilt, dass es sich bei der Amylose, um eine α-1,4-glykosidische Bindung (Glucose) und bei Amylopektin, um eine α-1,4- und α-1,6-	Lehrer*innen – Schüler*innen Gespräch	Molekülbaukasten, eventuell Stift und Papier	Der gemeinsame Bau eines großen Moleküls soll helfen das abstrakte Gedankenbild eines Moleküls der Schüler*innen, in eine konkrete Vorstellung umzuwandeln.

		glykosidische (Glucose) Bindung handelt. (Um die 1,6 Bindung zu erkennen, wird diese bei jedem 3-5 Glucose-Molekül eingebaut (statt bei jedem 15-30 Monomer)).			Die große Gruppenarbeit ermöglicht dieses große Konstrukt durch Arbeitsteilung schneller zu erbauen.
5-10 Min	Präsentationsphase	<p>Die Schüler*innen präsentieren ihr gemeinsames <u>Bauwerk</u> und halten das Konstrukt mit einem Foto fest.</p> <p>Zuletzt wird den Schüle*innen die Einlagerung von Wasser zwischen diese Strukturen beschrieben und anhand des gebauten Konstruktes veranschaulicht. Dies dient der Vorbereitung auf das Vorbereitete Heimexperiment, welches dieses Phänomen veranschaulichen soll.</p>		Fotoapparat/Handykamera	Das Festhalten des Konstruktes mit einem Bild kann Einfluss die zukünftige Motivation der Schüler*innen nehmen (Ein Beispiel, für das Gelingen). Das Bild bezeugt ebenfalls, dass die Schüler*innen gemeinsam eine Abstrakte Vorstellung in eine konkrete Darstellung umsetzen konnten.

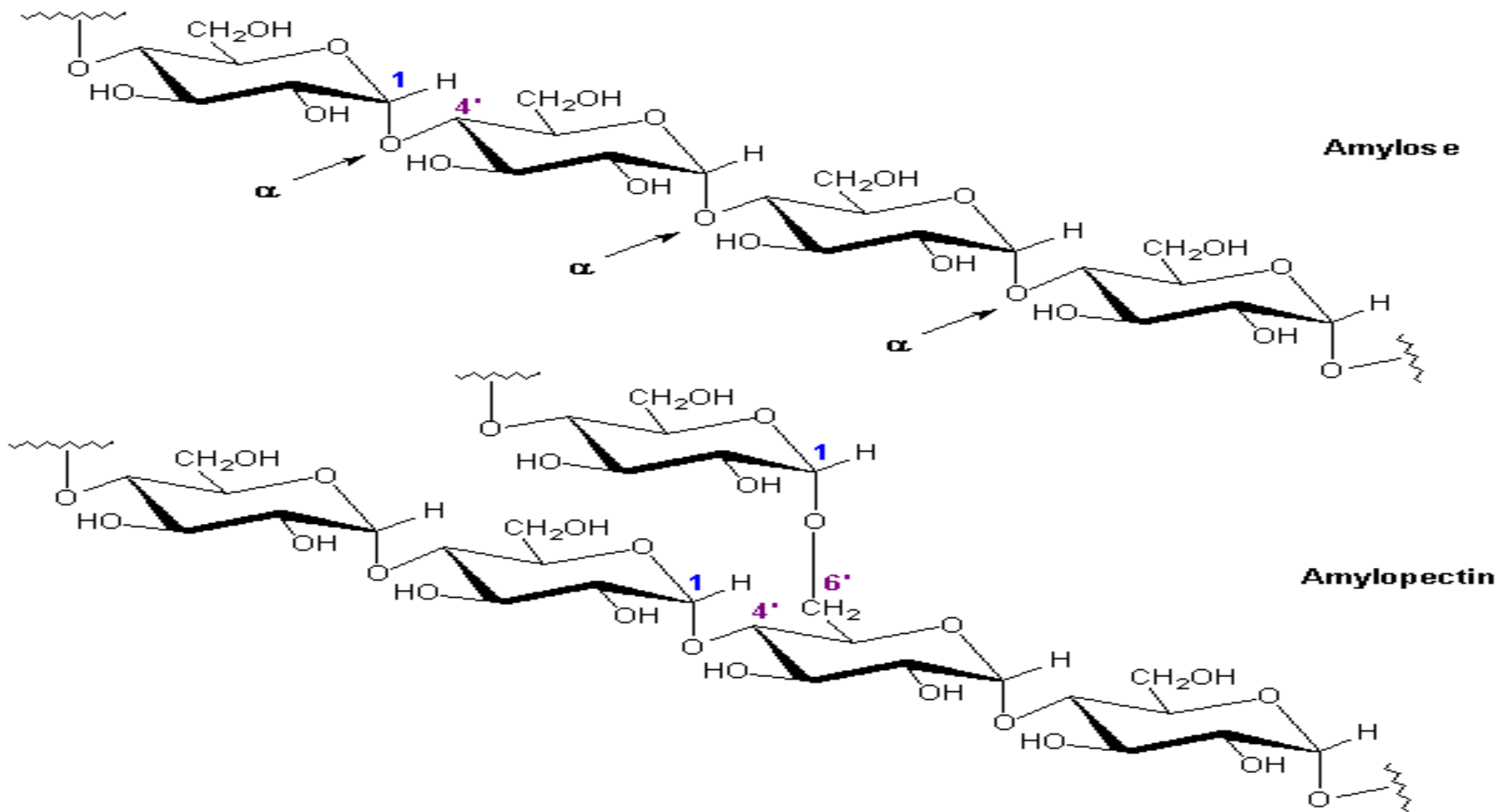


Abbildung 36: Amylose und Amylopektin, online unter: https://www.chem.uzh.ch/robinson/lectures/AC_BII/Kap14/kap14.html (15.03.22).

Vanillepudding – Wieso wird er fest?

Material: Topf, Schüssel, Messer, Schneidebrett, Schneebesen

Zutaten: 200ml Milch, 15g Stärke, 1 Vanilleschote, 10g Zucker

Durchführung: 150ml Milch aufkochen. Währenddessen Vanilleschote halbieren und mit dem Messerrücken auskratzen. Das Mark und die Schote in die warme Milch geben. (für ein kräftiges Aroma ca. 20-30 min in warmer Milch ziehen lassen (nicht kochen!))

50ml kalte Milch mit der Stärke und dem Zucker in eine Schüssel geben und mit dem Schneebesen zu einer homogenen Mischung rühren. Die Mischung in die heiße Vanillemilch rühren. Kurz aufkochen lassen und von der Herdplatte nehmen.

Beobachtung: Beschreibe deine Beobachtungen:

Interpretation/Auswertung: Erkläre deine Beobachtungen.

Soßenbinder – Klümpchen?

Material: Topf, Schneebesen

Zutaten: Wasser, Stärke

Durchführung:

Versuch1: 150ml Wasser werden aufgekocht. 10g Stärke werden in 50ml kaltem Wasser zu einer homogenen Mischung gemischt und in das kochende Wasser gegeben.

Versuch 2: Zum Vergleich werden im zweiten Versuch 10g Stärke unter leichtem Rühren direkt in 200ml kochendes Wasser geschüttet.

Beobachtung: Vergleiche deine Ergebnisse. Beschreibe deine Beobachtungen. Zeichne eine Skizze.

Interpretation/Auswertung: Erkläre deine Beobachtungen.

Klasse: 8. Klasse (8B, 8C, 8D)		Name:		Datum: XY	
Anzahl der Schüler*innen: 23-25		Stunde: XY	Bemerkungen:		
Thema der Stunde:		Bräunungsreaktionen Nicht-Enzymatische Bräunung (Maillard-Reaktion) und Enzymatische Reaktion			
Was sollen die SchülerInnen am Ende der Unterrichtseinheit können? (Lehrziel(e))		Die Schüler*innen sollen den Unterschied zwischen der Nicht-Enzymatische Bräunung (Maillard-Reaktion) und Enzymatische Reaktion verstehen. Die Schüler*innen sollen die Maillard-Reaktion nachstellen können. Die Schüler*innen sollen den Unterschied zwischen dem Schlüssel-Schloss-Modell und induced fit-Modell verstehen.			
Angestrebte Kompetenzen (Bezug zum Kompetenzmodell)		EO1: zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Probestellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment...) durchführen und protokollieren. KO3: konkurrierende Interpretationsmöglichkeiten gegeneinander abwägen und auf dieser Basis Entscheidungen treffen. KO4: Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen sowie Schlussfolgerungen kritisch hinterfragen und Gründe für deren Annahme oder Verwerfung angeben.			
Unterrichtsverlaufsplan:					
Zeit	Unterrichtsphase	Inhalt, Aufgabe	Sozialform	Medien/Material	Didaktisch-methodischer Kommentar
5 Min	Einstieg	Es erfolgt eine kurze Erklärung welcher Themenbereich heute betrachtet wird. (Maillard-Rkt und die enzymatische Rkt.) Es folgt direkt die Frage an die SuS: Warum wird unser Essen braun, wenn wir es anbraten/kochen?	Lehrer*innen – Schüler*innen Gespräch		Die Frage soll die Schüler*innen in eine Aporie führen. Wir sehen dieses Phänomen alltäglich bei unserem Essen, jedoch stellen sich die wenigstens diese Frage einmal. Es werden Antworten erwartet wie: Weil braun die Vorstufe von Schwarz ist, etc.

5 Min	Maillard-Reaktion	<p>Mit den Schüler*innen wird der erste Schritt der Maillard-Reaktion besprochen und aufgeschrieben. (Kondensationsreaktion und Bildung einer N-glykosidischen Bindung)</p> <p>Die reduzierenden Zucker als limitierenden Faktor darstellen.</p> <p>Braunfärbung abgrenzen von der Verkohlung (verbrannt und schwarz)</p> <p>Frage an SuS: Welche Lebensmittel werden braun beim Anbraten?</p>	Lehrer*innen – Schüler*innen Gespräch	Molekülbaukasten, eventuell Stift und Papier	Die Reaktion stellt den fachwissenschaftlichen Teil dar, die Frage an die SuS ist die Verknüpfung zum Alltag, die SuS sollen zumindest gedanklich in die Küche/das Geschäft geschickt werden und sich die Lebensmittel vorstellen.
20-25 Min	Schüler*innen Experiment – Geruchsprobe	<p>Für das Experiment wird je 100mg einer Aminosäure und Glucose in ein Reagenzglas gegeben und mit wenigen Tropfen Wasser versetzt. Die Mischung wird vorsichtig und langsam erhitzt, bis der Beste Geruch erreicht wird. (Reagenzglas verschließen) (Experiment übernommen von Prof. Blume, online unter: https://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/07_99.htm (07.03.2022)).</p> <p>Gerüche: Cystein: gebratenes Fleisch, Zwiebeln Methionin: Pellkartoffeln Prolin: frisches Brot Glycin: Karamell</p>	L-S-Gespräch	Reagenzglas, Je 100 mg Aminosäure (Cystein, Methionin, Prolin, Glycin), je 100mg Glucose, Wasser, Bunsenbrenner	Das Experiment bedient den <u>Geruchssinn</u> der Schüler*innen. Das stellt den Kontrast zum bevorstehenden Heimexperiment dar, welcher nur auf den „farblichen“ Aspekt (sehender Sinn) eingeht.
5-10 Min	Enzymatische Reaktion	Vergleich zwischen Schlüssel-Schloss-Modell und induced fit-Modell anhand von zwei Abbildungen (Stryer, Biochemie). Frage an SuS: Welches Modell ist wahrscheinlicher?	L-S-Gespräch		Die Betrachtung der zwei Modelle ermöglicht den direkten Vergleich zur Nicht enzymatischen Reaktion.
5 Min	Vorbereitung auf Heimexperimente	Kurze Besprechung der Heimexperimente und worauf von den SuS geachtet werden muss.	L-S-Gespräch		Erklärung des Bananenexperiment (Räumliche Trennung von Aminosäure und Enzym)

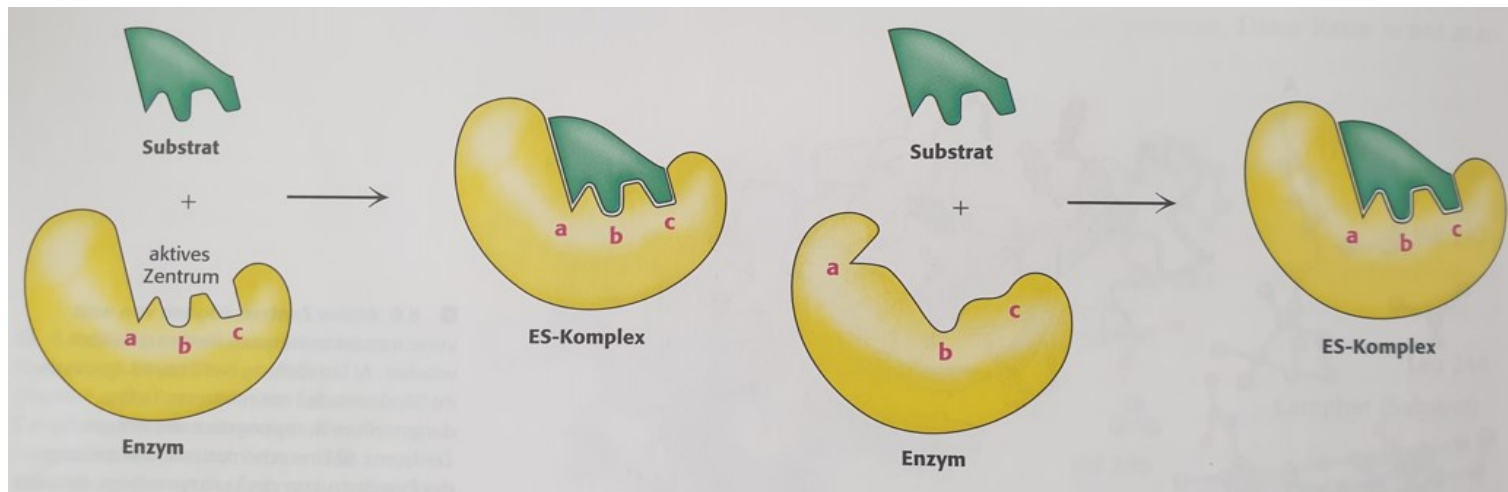


Abbildung 38: Enzymatische Reaktion, entnommen aus Berg et al. (2014).

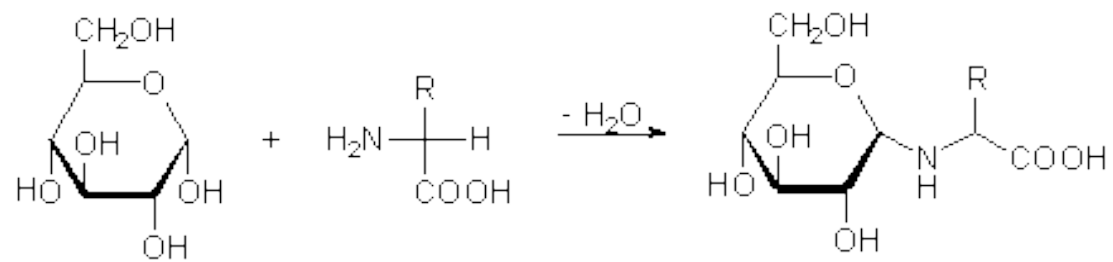


Abbildung 37: Erster Schritt der Maillard-RKT, online unter: https://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/07_99.htm (15.03.22).

Self-made-Burger

Zutaten (2 Burger):

Ca. 250g Faschiertes/Tofu

2 Burger Buns

Käsescheibe

Salatblätter

1 Tomate

1 Zwiebel

Essiggurken

Zubereitung:

Faschiertes/Tofu nach Belieben würzen (Salz, Pfeffer, Kräuter) und zu Burger-Pattys formen. **(EXPERIMENT durchführen!) – Experimentierblatt beachten!** Das Burger-Patty in der Pfanne braten. In der letzten Minute kann eine Scheibe Käse draufgelegt werden, um sie zu schmelzen (Achtung: Nicht das Experiment verdecken). Die Burger-Buns kurz in der Pfanne anbraten, um die Innenfläche knusprig zu machen. Zuletzt die Burger-Buns nach Belieben belegen und den Burger genießen.

Tipp: Dazu passen am besten Curly-Fries oder Gitterpommes.



Abbildung 39: Self-made Burger, selbstaufgenommenes Foto.

Nicht – Enzymatische Bräunung (Krustenbildung)

Material: Pfanne, Heizplatte, Pfannenwender, Pinsel

Zutaten: Burger Patty, Schnitzelfleisch oder Tofu, Öl, Bier, verdünnter Honig (Honig:Wasser=1:2), Mehl

Durchführung: Je $\frac{1}{4}$ des gewählten Proteins wird jeweils mit Bier, verdünntem Honig und Mehl benetzt. $\frac{1}{4}$ bleibt für die Vergleichsprobe unbehandelt. Das benetzte Protein wird mit 1 TL Öl bei mittlerer Hitze erhitzt und gleich lange gebraten.

Beobachtung: Beschreibe die Krustenbildung/ Bräunung nach dem Erhitzen. Zeichne eine Skizze zur Bräunung.

Interpretation/Auswertung: Erkläre die unterschiedlichen Verfärbungen.

Enzymatische Bräunung – Die braune Banane

Material: Topf mit Wasser, Kerze, Zange zum Halten der Banane

Zutaten: 2 Bananen, Wasser

Durchführung: 1. Halte eine ungeschälte Banane zur Hälfte 30 Sekunden lang in kochendes Wasser. (Achtung! Zange verwenden, da Verbrühungsgefahr durch Wasserdampf)

2. Halte eine zweite Banane seitlich 30 Sekunden lang ca. 1cm über eine Kerzenflamme. (Verbrennungsgefahr durch Kerze)

Beobachtung: Beschreibe deine Beobachtungen nach 3 Minuten. Zeichne eine Skizze, um die Bräunung darzustellen.

Interpretation/Auswertung: Erkläre deine Beobachtungen.

Abstract in Deutsch:

Essen ist ein großer Bestandteil unseres Lebens, immerhin sollen wir im besten Fall drei Mal täglich essen. Man soll sich möglichst gut und gesund ernähren, doch woher weiß man, was gut oder unpassend ist? Es ist ein erweitertes Wissen über unsere Nahrungsmittel und die chemischen Prozesse beim Kochen notwendig, um ein eigenes Urteil fällen zu können. Kulinarische Chemie bietet sich hierbei als Konzept an, um solche alltäglichen Kompetenzen zu fördern. Die Literatur zeigt das Bedürfnis auf, sich vertiefend mit kulinarischer Chemie zu beschäftigen. Der Lehrplan im Fach Chemie enthält zudem eine Grundlage zur Anwendung kulinarischer Chemie. Anhand eines Chemie-Projektes wurde der Einfluss des Konzeptes kulinarische Chemie auf die Kompetenzen von Schüler*innen untersucht. Über einen Vorher- und Nachher-Vergleich einer Umfrage konnte aufgezeigt werden, dass kulinarische Chemie die Kompetenzen der Schüler*innen positiv beeinflusste. Diese positive Entwicklung empfiehlt, das Konzept der kulinarischen Chemie in den herkömmlichen Chemieunterricht mit einzubauen.

Abstract in English:

Food is an essential part of our lives, after all, most of us eat three meals a day. Hence, everybody should have the opportunity to choose the most nutritious option. But how can people know which foods are healthy? In order to make competent decisions, more information about food as well as the chemical processes behind its preparation is required. Culinary chemistry is a concept that can be applied to foster those competencies. While literature finds a growing need for the application of culinary chemistry in school, the Austrian curriculum provides a basis for it. Therefore, a small chemistry project was developed to ascertain the influence of culinary chemistry on students' competence development. A comparative analysis of before and after project surveys shows that culinary chemistry was able to positively influence students' competences. This leads to the conclusion that culinary chemistry should be implemented in 8th grade chemistry classes.

Hinweis zur Genderneutralität:

In dieser Masterarbeit wurde auf Genderneutralität geachtet, daher sind grundsätzlich immer alle Geschlechter gemeint, außer es wird explizit auf ein Geschlecht hingewiesen.