



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“

Konzeption, Erprobung und Evaluation eines
kompetenzorientierten Experimentiertages für das
Schülerlabor ELKE^{AUSTRIA}

verfasst von / submitted by

Lena Sophie Winkler

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

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

A 190 406 423

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

Lehramtsstudium UniStG 2011W
UF Mathematik UniStG 2011W
UF Chemie UniStG 2011W

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr.sc.ed. Katharina Groß

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, Lena Sophie Winkler, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

.....

Datum

.....

Unterschrift

Inhalt

1. Einleitung	1
2. Theoretische Überlegungen	3
2.1. Das Labor als außerschulischer Lernort	3
2.2. ELKE ^{AUSTRIA}	6
2.3. Kriminalfälle im Chemieunterricht	9
3. Zusammenfassung und Zielsetzung der Arbeit	11
3.1. Zusammenführung der bearbeiteten Inhalte	11
3.2. Anbindung an den Lehrplan	12
3.3. Fachliche Lernziele	13
4. Konzeption des Schülerlabors „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“	14
4.1. Rahmenhandlung	14
4.2. Ablauf des Experimentiertages	16
4.3. Didaktische Überlegungen	19
4.4. Experimente	24
5. Erprobung und Evaluation	28
5.1. Ziel und Untersuchungsdesign	28
5.2. Die eingesetzten Fragebögen	30
5.2.1. Der Lehrer*innen-Fragebogen	31
5.2.2. Der Schüler*innen-Fragebogen	32
5.2.3. Die teilnehmenden Beobachtungen	32
5.3. Durchführung	33
6. Ergebnisdarstellung und Diskussion	36
6.1. Ergebnisse der Lehrer*innen-Fragebogen	36
6.2. Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebogen	38
6.3. Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtungen	44
6.4. Diskussion	48

7. Zusammenfassung und Ausblick	53
7.1. Zusammenfassung	53
7.2. Ausblick	54
8. Verzeichnis	56
8.1. Literaturverzeichnis.....	56
8.2. Abbildungsverzeichnis	61
8.3. Tabellenverzeichnis	62
9. Anhang.....	63
9.1. Ermittlungsakte	63
9.2. Betreuer*innenmappe	82
9.3. PowerPoint-Präsentation von der Erprobung.....	108
9.4. Fragebögen	115
9.5. Abstract.....	123
9.6. Zusammenfassung	124

1. Einleitung

Welches Kind liebt sie nicht? Projektstage, Ausflüge und Exkursionen sind für Kinder eine willkommene Abwechslung vom Schulalltag. Die Beliebtheit und somit auch die Anzahl von Schüler- beziehungsweise Lehr-Lern-Labors steigt zwar an, jedoch gibt es in Österreich, im Vergleich zu Deutschland, diesbezüglich noch Aufholbedarf, wie auf der Internetseite <https://www.schuelerlabor-atlas.de/> ersichtlich ist. Laut dieser Internetseite gibt es in Österreich erst drei Schülerlabors, wohingegen Deutschland weit über 300 Angebote aufweisen kann. Eine derart minimale Anzahl an Schülerlabors kann keinesfalls den Bedarf eines ganzen Landes decken. Aus diesem Grund ist es wesentlich, neue Schülerlabors in Österreich beziehungsweise in Wien zu entwickeln und zu etablieren.

Schülerlabors haben ein gemeinsames Ziel: Sie sollen das Interesse von Schüler*innen an Naturwissenschaften fördern (Engeln, 2004, S. 12, Haupt et al., 2013, S. 326, Klaes & Welzel, 2006, S. 240). Das hat zur Folge, dass Schülerlabors, neben Schulen, die gesellschaftliche Aufgabe der Nachwuchsförderung in naturwissenschaftlichen Bereichen übernehmen (Haupt et al., 2013, S. 326). Um die Relevanz der naturwissenschaftlichen Förderung von Kindern zu verdeutlichen, soll ein Blick auf einzelne PISA-Ergebnisse aus dem Jahr 2015 geworfen werden.

Die Ergebnisse der PISA-Testung sind leider nicht sehr erfreulich (OECD, 2016). Tragisch ist zum Beispiel der stark negative Index der Freude am naturwissenschaftlichen Lernen. Die fehlende Begeisterung für die Naturwissenschaften ist auch bei den Berufsvorstellungen der Schüler*innen ersichtlich (OECD, 2016). Besonders der Anteil der österreichischen Schülerinnen mit Interesse an naturwissenschaftsbezogenen Berufen liegt unter 20 Prozent, wohingegen der OECD-Durchschnitt (2016) fast 24 Prozent beträgt. Auch der geschlechtsspezifische Unterschied bei der Freude am naturwissenschaftlichen Lernen, der in Österreich fast doppelt so groß ist wie im OECD-Durchschnitt, unterstreicht dieses Ergebnis (OECD, 2016). Engeln (2004, S. 132, 138) ergänzt diesbezüglich in ihrer Arbeit, dass viele Schüler*innen eine ablehnende Haltung gegenüber dem Unterrichtsfach Chemie haben und dass diese Abneigung besonders ausgeprägt bei Mädchen vorhanden ist. Darum ist es beim konzipierten Experimentiertag wichtig, ein Thema zu wählen, das sowohl Mädchen als auch

Jungen gleichermaßen anspricht. Nach Barke et al. (2018, S. 333) ist das Thema „Lebensmittel“ ein solches.

Die Themen „Wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung“ sowie „Funktionen und Reaktionen von Stoffen in der Nahrung“ findet man im Kompetenzmodul der achten Schulstufe unter „Biochemie und Gesundheitserziehung“ (C5). Sieht man sich den Ernährungsbericht aus dem Jahr 2017 an, wird ersichtlich, dass Ernährungserziehung nicht nur ein Randthema in der Schule sein sollte. Laut diesem Bericht essen weniger als die Hälfte der österreichischen Schüler*innen täglich Obst und Gemüse, 28% konsumieren täglich Süßigkeiten, 16% trinken täglich zuckerhaltige Limonaden und etwa die Hälfte der österreichischen Schüler*innen isst wöchentlich Pizza, Döner oder Burger (Rust et al., 2017, S. XVI). In Anbetracht dessen sollte im Chemieunterricht der achten Schulstufe ausreichend Wissen über Nahrungsmittel und gesunde Ernährung vermittelt werden. Aber auch ein Schülerlabor kann diese Thematik Kindern näherbringen.

Die vorliegende Arbeit will einen neuen Experimentiertag für das Konzept ELKE entwickeln und damit auch eine erste Implementierung von ELKE als ELKE^{AUSTRIA} durchführen. Zunächst werden außerschulische Lernorte, das Konzept ELKE und Kriminalfälle im Chemieunterricht theoretisch erläutert. Außerdem wird die curriculare Anbindungsfähigkeit an das österreichische Kompetenzmodell und den österreichischen Lehrplan diskutiert. Anschließend wird die Konzeption des Experimentiertages „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ vorgestellt. Dazu werden die Rahmenhandlung, der Ablauf, die Experimente und didaktische Überlegungen dazu angeführt. Um das Konzept verbessern und optimieren zu können, ist eine Erprobung mit der Zielgruppe unerlässlich. Im anschließenden Teil der Arbeit wird die Methode der Datenerhebung präsentiert und erklärt. Schließlich wird die Erprobung und Evaluation des ersten ELKE^{AUSTRIA} Experimentiertages beschrieben. Die erhaltenen Daten werden dargestellt und interpretiert. Zum Schluss wird besprochen, wie „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ weiterentwickelt werden kann und ein abschließender Ausblick wird gegeben.

2.Theoretische Überlegungen

In diesem Kapitel wird geklärt, was Schülerlabors sind, wie sie kategorisiert werden können und welche Rolle sie in der Lehramtsausbildung sowie als außerschulische Lernorte spielen. Anschließend wird das von Prof. Dr. K. Groß und Dr. A. Schumacher in Köln konzipierte Schülerlabor ELKE vorgestellt, welches als ELKE^{AUSTRIA} „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ für Österreich adaptiert wird. Danach wird der Einsatz von Kriminalfällen im Unterricht besprochen und erläutert, welche Möglichkeiten dieser, in Bezug auf die Motivation der Schüler*innen, bietet.

2.1. Das Labor als außerschulischer Lernort

Zunächst sollen die relevanten Begrifflichkeiten beleuchtet werden. Nach Haupt et al. (2013, S. 324) bedeutet der Begriff „außerschulisch“ eine „strikte räumliche Trennung zum physischen Ort Schule“. Fournes (2008, S. 3) schreibt, dass sich Schüler*innen an außerschulischen Lernorten „...intensiv mit der sie umgebenden Welt auseinandersetzen“ können. Sie sollen sich also keinesfalls im Klassenzimmer aufhalten, in dem sie jeden Tag unterrichtet werden. Gewisse räumliche Voraussetzungen, wie ein gut ausgestattetes Labor mit genügend Arbeitsplätzen oder personelle Voraussetzungen, wie Facharbeiter*innen und Betreuer*innen, die die Schüler*innen während des Experimentiertages begleiten, müssen aber erfüllt sein, um der Definition eines Schülerlabors gerecht zu werden (Haupt et al, 2013, S. 326). Haupt et al. (2013, S. 327) schlagen zwecks der Übersichtlichkeit eine Kategorisierung vor, die zwischen klassischem Schülerlabor, Schülerforschungszentrum, Lehr-Lern-Labor, Schülerlabor zur Wissenschaftskommunikation, Schülerlabor mit Bezug zu Unternehmertum und Schülerlabor mit Berufsorientierung unterscheidet. ELKE^{AUSTRIA} lässt sich nicht nur einer, sondern zwei dieser Kategorien zuordnen. Zum einen ist es ein klassisches Schülerlabor und zum anderen ein Lehr-Lern-Labor. Nach der Klassifizierung von Haupt et al. (2013, S. 328) kann es als Schülerlabor^{KL} bezeichnet werden und muss folgende Kriterien erfüllen:

- Breitenförderung (ganze Klasse oder Kurse)
- Genügend Arbeitsplätze für alle Schüler*innen
- Bezug zum Lehrplan (direkt oder ergänzend)
- Schulische Veranstaltung
- Bestandteil der hochschulischen Lehramtsausbildung

Engeln (2004, S. 133) kommt in ihrer Arbeit zu dem Ergebnis, dass Schüler*innen nach dem Besuch eines Schülerlabors etwas über die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Forschung gelernt haben. Dieses Ergebnis deutet auf eine nachhaltige Veränderung im Denken der Schüler*innen hin. Wichtig hervorzuheben ist, dass der Besuch von Schülerlabors von Mädchen und Jungen gleichermaßen als interessant erlebt wird, da Schülerlabors Kontexte bieten, die alle Lernenden ansprechen (Engeln, 2004, S. 96, 97, Engeln, 2006, S. 255). „Sie wirken damit einem entscheidenden Defizit des herkömmlichen Unterrichts entgegen.“ (Engeln, 2004, S. 115). Interessant ist außerdem, dass Schüler*innen unbefangen in außerschulische Lernorte kommen und ihre Einstellung gegenüber den Schulfächern nicht auf die Schülerlabors übertragen (Engeln, 2004, S. 97). Engeln (2004, S. 138) kritisiert in ihrer Arbeit jedoch, dass die Schülerlabors nur unzureichend untereinander, mit dem Unterricht, mit der Lehrer*innenbildung und mit der Fachdidaktik vernetzt sind. Eine bessere Vernetzung würde Sichtbarkeit und Wirksamkeit der außerschulischen Lernorte stärken (Engeln, 2004, S. 138).

Schmidt et al. (2011, S. 364) haben durch ihre Fragebogenstudie herausgefunden, dass Lehrer*innen grundsätzlich eine positive Einstellung gegenüber außerschulischen Lernorten haben. Sie erklären das damit, dass Besuche in derartigen Institutionen, nicht nur auf die Schüler*innen, sondern auch auf die Lehrkräfte, eine förderliche Wirkung haben. Die Studie von Schmidt et al. (2011, S. 367) ergab des Weiteren, dass Lehrkräfte großen Wert auf Alltagsbezug und gesellschaftlich relevante Themen legen. Jedoch nennen sie die auftretenden Kosten sowie Desinteresse an den angebotenen Themen als Gründe gegen einen Besuch eines Schülerlabors (Schmidt et al., 2011, S. 362). Das Desinteresse am Thema resultiert daraus, dass manche Experimentiertage keine curriculare Anbindungsfähigkeit aufweisen und somit nicht als sinnvolle Ergänzung zum Chemieunterricht gesehen werden können (Schmidt et al., 2011, S. 364).

Die Fragebogenstudie von Groß & Schumacher (2018, S. 415) ergab, dass besonders Vor- und Nachbereitungsmaterialien für Chemielehrer*innen von großer Bedeutung sind. Mit ausreichender Unterstützung kann eine nachhaltige und lernwirksame Vernetzung der Inhalte erzielt werden und somit der Experimentiertag erfolgreich in den Unterricht eingebettet werden (Groß & Schumacher, 2018, S. 415). Auch nach Schmidt et al. (2011, S. 362) „ist die unterrichtliche Vor- und Nachbereitung von Besuchen außerschulischer Lernstandorte generell unerlässlich,

um einen Lernerfolg erzielen zu können.“ Klaes und Welzel (2006, S. 239) schreiben ebenfalls: „Langzeiteffekte vermutet man bei Einbettung des Besuchs in den Schulunterricht.“

Ein weiterer relevanter Aspekt, den Schülerlabors bieten, ist die Verknüpfung mit der universitären Lehramtsausbildung. Nach Engeln (2004, S. 5) bieten die Lehr-Lern-Situationen in Schülerlabors aufgrund der guten Kontrollierbarkeit ein ideales Feld für die didaktische Forschung. Auch Schmidt et al. (2011, S. 368) betonen: „Wo immer möglich, sollte für den Betrieb des Schülerlabors eine Integration in die Lehrerbildung vorgenommen werden. Die Arbeit in den Laboren eröffnet Lehramtsstudierenden eine gute Möglichkeit, ihre Kompetenzen in einem geschützten Raum zu schulen.“ Durch die Anbindung an die Universität kann man den Schüler*innen eine authentische Lernumgebung bieten. Völker & Trefzger (2010, S. 1) geben an, dass sich Lehramtsstudierende in der universitären Ausbildung mehr Praxisbezug wünschen. Ein Lehr-Lern-Labor kann nicht nur zur Vertiefung von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Inhalten beitragen, sondern auch soziale und erzieherische Kompetenzen fördern (Völker & Trefzger, 2010, S. 1). Die zunehmende Heterogenität der Schüler*innen erfordert differenzierte Lernmaterialien, daher wäre es für angehende Lehrkräfte von großem Vorteil, wenn sie bereits während ihrer Ausbildung mit dem notwendigen Rüstzeug ausgestattet werden (Nienaber et al., 2018, S. 408, 410). Nach Nienaber et al. (2018, S. 410) sollen die Studierenden bereits in ihrer Ausbildung Kompetenzen erwerben, die ihnen in der späteren Schulpraxis helfen werden, Schüler*innen angemessen zu fördern. Im Experimentalunterricht sind differenzierte Lernmaterialien für unterschiedliche Aneignungsniveaus eine wertvolle Unterstützung, da sie allen Schüler*innen eine aktive Teilnahme am Chemieunterricht ermöglichen (Nienhaber et al., 2018, S. 413). Ein Konzept, das all diese Überlegungen berücksichtigt, ist das, in Köln von Prof. Dr. Katharina Groß und Dr. Andrea Schumacher, entwickelte Konzept ELKE, welches im nächsten Kapitel genauer erklärt wird.

2.2. ELKE^{AUSTRIA}



Abbildung 2: Konzeption von ELKE (vgl. Groß & Schumacher, 2018)

Im Folgenden wird das Konzept ELKE, das von Prof. Dr. Katharina Groß und Dr. Andrea Schumacher auf Grundlage von chemiedidaktischen Erkenntnissen und einer Fragebogenstudie mit Chemielehrer*innen in den Jahren 2013 bis 2016 an der Universität zu Köln entwickelt wurde, referiert (Groß & Schumacher, 2018, S. 415).

Die beiden Autorinnen haben mit Hilfe der erhaltenen Ergebnisse die bereits stattfindenden Schülerexperimentiertage der Universität zu Köln neu konzipiert und die Inhalte so gewählt, dass sie curricular anbindungsfähig sind (Groß & Schumacher, 2018, S. 415). Dadurch stellt ELKE eine sinnvolle Ergänzung zum Chemieunterricht dar (Groß & Schumacher, 2018, S. 414). Das Konzept ELKE kann nach der Klassifizierung von Haupt et al. (2013, S. 328) als Schülerlabor^{KL} bezeichnet werden. Darunter versteht man ein klassisches Schülerlabor für Schüler*innen, das mit einem Lehr-Lern-Labor für Student*innen kombiniert wird. „Die Studierenden übernehmen die Leitung des Schülerlabors sowie die Betreuung von Kleingruppen und werden im Rahmen von vorbereitenden Seminaren in der Ausbildung der notwendigen Schwerpunktkompetenzen unterstützt.“ (Groß & Schumacher, 2018, S. 415). Die Student*innen können im Zuge dieser Lehrveranstaltung fachwissenschaftliche und fachdidaktische Kompetenzen

entwickeln, die für einen kompetenzorientierten Chemieunterricht unerlässlich sind (Groß & Schumacher, 2018, S. 416). In vor- und nachbereitenden Seminaren werden die Erfahrungen der Studierenden besprochen, reflektiert und diskutiert (Groß & Schumacher, 2018, S. 415). Durch dieses Angebot erhalten angehende Chemielehrer*innen die Möglichkeit, die Gestaltung, Durchführung und Reflexion eines Experimentiertages zu erleben. Außerdem bekommen sie die Chance in geschütztem Raum ihre Lehrer*innen-Rolle auszuprobieren (Groß & Schumacher, 2018, S. 415). Die Abkürzung ELKE ist ein Akronym und steht für: „Experimentieren – Lernen – Kompetenzen Erwerben“. Diese Bedeutung kann einerseits auf das klassische Schülerlabor seitens der Schüler*innen ausgelegt werden und sich andererseits auf das Lehr-Lern-Labor für die Studierenden beziehen. Die Studierenden sollen Experimente entwickeln, anleiten und reflektieren, das Lehren lernen sowie experimentelle Lernumgebungen gestalten, organisieren und weiterentwickeln. Die Schüler*innen hingegen sollen eigenständig oder im Team lernen, konzept- und prozessbezogene Kompetenzen erwerben sowie Experimente planen, durchführen und auch reflektieren (Groß & Schumacher, 2018, 415). Die Schüler*innen arbeiten bei ELKE eigenständig in universitären Labors und können sich einen Tag lang intensiv mit einem chemischen Themengebiet auseinandersetzen. Damit bezweckt man, dass nicht nur das Interesse der Schüler*innen, sondern auch deren fachliches Lernen kompetenzorientiert, durch die Planung, Durchführung, Dokumentation, Präsentation und Bewertung von Experimenten, gefördert wird (Groß & Schumacher, 2018, S. 414, 415). Von großer Wichtigkeit ist auch, dass im Sinne der Differenzierung darauf geachtet wird, dass sich der Experimentiertag flexibel an die teilnehmenden Schüler*innen anpasst (Groß & Schumacher, 2018, S. 415). Die intensive Betreuung durch die Lehramtsstudierenden ermöglicht es, dass die Schüler*innen bei Verständnisschwierigkeiten individuell gefördert werden (Groß & Schumacher, 2018, S. 415). „Das inhaltliche Angebot des Schülerlabors und Lehr-Lern-Labors ELKE erstreckt sich über alle Schulformen und Jahrgangsstufen.“ (Groß & Schumacher, 2018, S. 417). Insgesamt bietet ELKE zurzeit zwei Experimentiertage für die Primarstufe (Volksschule), sechs, und somit am meisten, für die Sekundarstufe I (AHS Unterstufe, NMS) und drei für die Sekundarstufe II (AHS Oberstufe, BMS oder BHS) an.

ELKE ^{Junior}	Inhalt
„Meine Umwelt und ich“	Experimente planen und durchführen zu unterschiedlichen Formen der Energie(-umwandlung)
„Mein Körper und ich“	Natur und Leben: Experimentelle Ermittlung und Bewertung gesunder Ernährung und Körperpflege für den Menschen
ELKE	Inhalt
„Wie arbeiten eigentlich Chemiker*innen im Labor?“	Laborgeräte und Sicherheitsregeln kennenlernen und anwenden
„Ein Tag mit Chemie – Schülerreporter*innen im Labor“	Trennverfahren auf Grundlage unterschiedlicher Stoffeigenschaften planen und durchführen
„CSI Cologne – wir klären jedes Verbrechen auf!“	Stoff- und Energieumwandlungen bei chemischen Reaktionen im Kontext nutzen
„Dem Klima auf der Spur“	Ursachen und Wirkung des Treibhauseffekts mit Hilfe von Modellexperimenten erklären
„Laufen, schwitzen ... trinken?!“	Ionennachweise durchführen und Sportgetränke bewerten
„Die UzK- Verbraucherschützer – Werbung chemisch analysiert“	pH-Werte bestimmen, Verdünnungsreihen durchführen, Werbung bewerten; vertiefend: Stoffmengenkonzentration bestimmen
ELKE ^{Oberstufe}	Inhalt
„Chemistry escape – Finde den Weg!“	Eigenschaften von Stoffen auf Grund der Struktur vorhersagen und überprüfen, Veresterungsreaktionen planen und durchführen
„Überführe den Dopingsünder!“	Quantitative Analysemethoden zur Bestimmung der Stoffmengenkonzentration anwenden und vergleichen
„Hilfe für Walter Whites Wohnmobil!“	Elektrochemische Spannungsquellen bauen, Einflussfaktoren auf die Höhe der Spannung im Kontext anwenden

Tabelle 1: Übersicht über die verschiedenen ELKE-Experimentiertage (vgl. Groß & Schumacher, 2018, S.416)

„Ausgehend vom Gesamtkonzept besitzt ELKE das Potential, stetig weiterentwickelt zu werden.“ (Groß & Schumacher, 2018, S. 419). Um einen außerschulischen Lernort bestmöglich in den Unterricht einbinden zu können, gaben die Chemielehrer*innen bei der Fragebogenstudie, wie in Kapitel 2.1. erwähnt, an, dass sie sich Unterstützung bei der Vor- und Nachbereitung des Experimentiertages wünschen (Groß & Schumacher, 2018, S. 415). Den Chemielehrer*innen wird zur Vor- und Nachbereitung vom Schülerlabor Material zur Verfügung gestellt. Somit wird mit einem Experimentiertag bei ELKE der Unterricht nicht nur entlastet, sondern auch zielführend ergänzt (Groß & Schumacher, 2018, S. 419). Ein langfristiges Ziel von ELKE wäre, das Angebot so zu erweitern, „...“, dass die Lehrer/innen zu jedem Inhalt einen möglichen didaktischen Schwerpunkt wählen können.“ (Groß & Schumacher, 2018, S. 419) Groß & Schumacher (2018, S. 419) nennen hier drei naturwissenschaftsdidaktische Schwerpunkte:

	Fokus/Schwerpunkt
ELKE S.	Sprachsensibler Naturwissenschaftsunterricht
ELKE I.	Inklusive experimentelle Lernumgebungen
ELKE F.	Forschendes Lernen

Tabelle 2: ELKE - didaktische Schwerpunkte (vgl. Groß & Schumacher, 2018, S. 419)

Wie man aus der Tabelle entnehmen kann, fokussiert ELKE S. sprachsensiblen Unterricht, wobei Schüler*innen mit Migrationshintergrund speziell gefördert werden sollen. ELKE I. richtet den Blick auf die Entwicklung, Gestaltung und Durchführung inklusiver experimenteller Lernumgebungen und ELKE F. orientiert sich am Konzept des forschenden Lernens.

2.3. Kriminalfälle im Chemieunterricht

Im Folgenden soll die Relevanz des passenden und motivierenden Kontextes eines Experimentiertages erläutert werden.

Engeln (2004, S.7) betont in ihrer Arbeit, dass die Einbettung des Thementages in einen Unterrichts- beziehungsweise Alltagskontext keinesfalls vergessen werden darf. Um eine Lernumgebung interessefördernd zu gestalten, wird von Engeln (2004, S.63) unter anderem die „Einbettung der Experimente in einen relevanten Kontext“ als Merkmal genannt. Wilhelm et al. (2011, S.13) betonen, dass es ein wesentliches Ziel ist, dass die Förderung der Schüler*innen an „möglichst authentisch bearbeiteten naturwissenschaftlichen Inhalten“ stattfindet. Fischer (2019, S. 4) betont die

Wichtigkeit von situativen Kontexten, um das Interesse der Schüler*innen zu fördern. Dabei wird Wissen vom Kind situativ im zirkulären Prozess „Erwartung → Wahrnehmung → Handlung“ konstruiert und nicht einfach vom Lehrenden transferiert (Rösler & Welzel, 2007, S. 258). Fischer (2019, S. 4) fügt hinzu, dass es wichtig ist, dass Inhalte in Zusammenhänge eingebettet werden, die viel Alltagsbezug aufweisen. „Den Ausgangspunkt von Lernprozessen im Chemieunterricht sollte daher ein lebensweltlicher Kontext bilden, anhand dessen die Bedeutung der Chemie für das tägliche Leben deutlich wird.“ schreiben auch Barke et al. (2018, S. 114). „Positiv auf die Motivation der Schüler wirkt zudem ein problemorientiertes Vorgehen im Unterricht, das den Schülern Spielräume für eigene Entscheidungen, Entdeckungen und Lernwege lässt, sie jedoch nicht überfordert.“ (Fischer, 2019, S. 4) Zusammenfassend können ausgewählte Unterrichtsideen gleichzeitig Interesse an Naturwissenschaften, Kreativität und Fantasie der Schüler*innen anregen.

Obendrauf (2004, S. 1) schreibt, dass Kriminalität auf viele Personen eine fast magische Anziehungskraft auslöst. Menschen wollen kriminelle Handlungen kontrollieren, bekämpfen und vorbeugen und genau hier findet sich „...eine positive Schnittstelle zu den modernen Naturwissenschaften.“ (Obendrauf, 2004, S.1) Auch Lipscher (2004, S. 2) widmet sich diesem Thema und erklärt, dass die Kriminalistik naturwissenschaftliche Methoden verwendet, die man Schüler*innen in faszinierenden Settings näherbringen kann. Er nennt klassische Fachbereiche der Kriminalistik, die im Chemieunterricht verwendbar sind, wie Daktyloskopie, DNS-Fingerprinting, Toxikologie und Gerichtsmedizin, aber auch moderne analytische Methoden, wie MS, GC/MS und HPLC, die sich die Kriminalistik zu Nutze macht (Lipscher, 2004, S. 3). Diese Themen gehen weit über den Lehrplan hinaus und sind deswegen im normalen Chemieunterricht schwer umsetzbar. Aufgrund dessen bieten sie sich besonders für einen außerschulischen Lernort an. Gepaart mit einer passenden Geschichte können Kriminalfälle im Schülerlabor einen spannenden und lebensweltlichen Kontext für Schüler*innen darstellen.

3. Zusammenfassung und Zielsetzung der Arbeit

Nun werden die bearbeiteten Inhalte zusammengeführt und die Zielsetzung diskutiert. Außerdem erfolgt ein Blick auf den Lehrplan und das österreichische Kompetenzmodell und es wird erläutert, wie der konzipierte Experimentiertag „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ darin verortet werden kann. Zuletzt werden fachliche Lernziele des konzipierten Experimentiertages angegeben.

3.1. Zusammenführung der bearbeiteten Inhalte

Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist die Implementierung des Konzepts ELKE an der Universität Wien als ELKE^{AUSTRIA}. Orientiert am österreichischen Lehrplan wird ein neuer Thementag erarbeitet, der Schüler*innen das Experimentieren in einem geeigneten Labor der Universität Wien ermöglicht. So wird nicht nur das Interesse der Kinder an der Chemie gesteigert, sondern es werden auch fachliche Kompetenzen von den Schüler*innen erworben. Auf längere Sicht ist es unerlässlich, ein begleitendes Seminar zum Schülerlabor in die Lehramtsausbildung der Universität Wien zu integrieren, um Studierenden die Möglichkeit eines geschützten Lernortes nicht zu verwehren. Auch Völker & Trefzger (2010, S. 2) betonen, dass „...ein solches Seminar ein gutes Instrument ist, um die didaktische und methodische Ausbildung der Studierenden speziell im Hinblick auf die Betreuung von Schülern, die selbstständig experimentieren sollen, zu vertiefen.“

Der Titel „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren“ verrät schnell, dass es sich bei dem Schülerlabor um einen Kriminalfall handelt. Bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ schlüpfen die Schüler*innen für einen Vormittag in die Rolle von Ermittler*innen. Durch Absolvierung der verschiedenen Experimente lernen die Schüler*innen spielerisch, im Kontext eines Kriminalfalls, die verschiedenen Bestandteile von Lebensmitteln kennen und müssen sie, mit Hilfe der Versuchsanleitungen, selbstständig nachweisen. Als „Belohnung“ können sie den Kriminalfall lösen und die Mörderin überführen.

3.2. Anbindung an den Lehrplan

Der Titel „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ gibt zwar Hinweise auf den Kontext der Rahmenhandlung, aber keinen Hinweis auf die fachliche Einordnung des Schülerlabors. Im Folgenden soll aufgezeigt werden, wie der konzipierte Experimentiertag im österreichischen Lehrplan und Kompetenzmodell verortet werden kann.

„CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ soll Schüler*innen die Inhaltsstoffe der Nahrung und deren Nachweise näherbringen. Im ersten Teil des Schülerlabors befassen sich die Lernenden mit den Nährstoffen Kohlenhydrate, Proteine und Lipide. Im zweiten Teil werden die Schüler*innen in neue Gruppen beziehungsweise Abteilungen aufgeteilt und behandeln dort jeweils zwei der folgenden Nahrungsmittelinhaltsstoffe: Ascorbinsäure, Salicylsäure, Calcium, Sulfat, Ethanol und Antioxidantien.

In das dreidimensionale Kompetenzmodell des Bundesinstituts für Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens, kurz bifie, das eine Einteilung in Handlungs-, Anforderungs- und Inhaltsdimension erfordert, lässt sich der konzipierte Experimentiertag folgendermaßen einordnen (bifie, 2011):

Handlungskompetenzen (H)

Die Schüler*innen können...

- zu Vorgängen in der Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben. (E1)
- Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren. (E4)

Anforderungsdimension (N)

Sachverhalte und einfache Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung einzelner Elemente der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln. (N2)

Inhaltsdimension (I)

Biochemie und Gesundheitserziehung (C5)

- Wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung
- Funktionen und Reaktionen von Stoffen in der Nahrung

Im Lehrplan für die AHS Unterstufe findet man für das Gymnasium bzw. Realgymnasium (4. Klasse) unter „Biochemie und Gesundheitserziehung“:

- Einsicht gewinnen in die für die Lebensvorgänge wichtigsten Stoffklassen
- Erste Hinführung zur Entscheidungsfähigkeit betreffend Nahrungs- und Genussmittel, Medikamente und Drogen

und für das wirtschaftskundliche Realgymnasium (4. Klasse) unter „Grundlagen der Ernährung“:

- Einsicht gewinnen in die für die Lebensvorgänge wichtigsten Stoffklassen
- Erkennen der besonderen Bedeutung organischer Sauerstoff- und Stickstoffverbindungen wie Alkohole, Carbonsäuren und Aminosäuren für Ernährung und Stoffwechsel
- Herausarbeiten der Unterschiede zwischen Kohlehydraten, Fetten und Proteinen sowie der Bedeutung von Mineralstoffen und Vitaminen

und unter „Reinigung, Hygiene und Gesundheitserziehung“

- Erziehung zu gesundheitsbewusstem Ernährungs- und Hygieneverhalten

Die Konzeption bezieht sich im Folgenden lediglich auf das Kompetenzmodell des bifie. Zur Vollständigkeit der curricularen Einbettung wurden in diesem Kapitel aber zusätzlich zum Kompetenzmodell auch die passenden Inhalte des österreichischen Lehrplans angeführt.

3.3. Fachliche Lernziele

Die fachlichen Lernziele des konzipierten Experimentiertages sollen nun genauer erläutert werden. Bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ befassen sich Schüler*innen mit einem Thema aus der Biochemie, den Nahrungsmittelinhaltsstoffen.

Nach der Absolvierung des Experimentiertages kennen die Schüler*innen die Hauptnahrungsbestandteile der menschlichen Nahrung. Sie lernen, welche Aufgaben Nährstoffe haben und wie sich eine ausgewogene Ernährung zusammensetzt. Die Schüler*innen kennen den schematischen Aufbau der Nährstoffe und wissen in welchen Lebensmitteln diese enthalten sind. Sie führen im Labor Nachweise von Kohlenhydraten, Proteinen und Lipiden durch.

Außerdem kennen die Schüler*innen eine Auswahl an weiteren Inhaltsstoffen, die in Lebensmitteln enthalten sein können, wie Sulfat, Calcium, Ascorbinsäure, Antioxidantien, Ethanol und Salicylsäure. Sie wissen, in welchen Nahrungsmitteln diese Stoffe enthalten sind und haben zwei davon im Labor nachgewiesen.

Des Weiteren kennen die Schüler*innen durch die intensive Laborarbeit nach einem Vormittag bei ELKE^{AUSTRIA} verschiedene Labormaterialien. Sie können Experimente korrekt durchführen, protokollieren sowie aus erhaltenen Ergebnissen logische Schlüsse ziehen.

4. Konzeption des Schülerlabors „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“

In diesem Kapitel werden die Idee und die Ziele des entwickelten Experimentiertages erläutert. Dazu wird die Rahmenhandlung, auf die dieses Labor aufbaut, vorgestellt und der Ablauf des Schülerlabors besprochen. Des Weiteren werden die Experimente, die die Schüler*innen durchführen, präsentiert sowie methodische und didaktische Überlegungen angeführt.

4.1. Rahmenhandlung

Start

Die Stimme der Kommissarin erklingt über einen Lautsprecher: *„Eine Tragödie ist passiert! Herr Argon wurde tot in seiner Wohnung aufgefunden – Er wurde vergiftet! Unsere Ermittlungen zeigen, dass Herr Argon sein Haus nicht verlassen hat. Aufgrund dessen wird angenommen, dass ihm das Gift von einer seiner Nachbarinnen verabreicht wurde. Durch diesen Tatbestand konnte die Polizei den Tatort bereits stark einschränken. Die einzigen drei Personen, die Herrn Argon*

vergiften konnten, sind drei Nachbarinnen, die im selben Haus leben. Die drei Hauptverdächtigen streiten jedoch ab, gestern Abend von Herrn Argon Besuch bekommen zu haben. Sie wurden im Rahmen der Ermittlungen aber auch befragt, welche Speisen oder Getränke sie gestern Abend zu sich genommen haben. Diese Information kann uns zur Mörderin führen! Ich will euch die Aussagen der drei Frauen nicht vorenthalten:

Corina: Gestern Abend gab es bei mir griechischen Salat!

Sabine: Ich habe gestern Abend einen Piña Colada-Cocktail getrunken!

Pauline: Was ich am gestrigen Abend gegessen habe? Einen Schinken-Käse-Toast mit Ketchup!

Nun aber an die Arbeit liebe Spurensuchende! Wir haben eine Probe von Herrn Argons Mageninhalt bekommen und wollen herausfinden, was er gestern Abend zu sich genommen hat. Nur so können wir die Mörderin überführen!“

Die Kinder erhalten dann die Ermittlungsakte (vgl. Anhang 9.1.) und starten nach der Besprechung der Verhaltens- und Laborregeln in die Laborphase 1.

Laborphase 1

Die Schüler*innen untersuchen die Probe von Herrn Argons Mageninhalt auf die Hauptnahrungsbestandteile Proteine, Lipide und Kohlenhydrate. Ihre Ermittlungsakte hilft ihnen dabei. Nachdem die vier Versuche zu Lipiden, Proteinen, Kohlenhydraten und Stärke durchgeführt wurden, sollten die Schüler*innen drei positive Nachweise (Proteine, Zucker und Fett) und einen negativen, den Stärke-Nachweis, erhalten haben. Mit dieser Information können sie eine Nachbarin ausschließen und zwar Pauline, die einen Schinken-Käse-Toast mit Ketchup gegessen hat.

Laborphase 2

Nach einer Pause arbeiten die Schüler*innen mit einer bereits aufgetrennten und gefilterten Probe des Mageninhalts weiter und untersuchen sie noch genauer auf ihre Inhaltsstoffe. In Spezialabteilungen werden weitere Nachweise durchgeführt und die Ergebnisse dann in einer Teambesprechung präsentiert. Da kein Sulfat in der Magenprobe gefunden wird, kann angenommen werden, dass Corina die Mörderin von Herrn Argon ist. Diese Vermutung wird vom anschließenden Rätsel in der Ermittlungsakte bestätigt.

4.2. Ablauf des Experimentiertages

Im Folgenden wird der genaue Ablauf des Experimentiertages beschrieben. Im Anschluss befindet sich auch die Synopse, die den ungefähren Zeitplan skizzieren soll.



Abbildung 1: Ablauf des Experimentiertages

Zum Einstieg dienen, wie im Kapitel 4.1. ausgeführt, einleitende Worte der Kommissarin, die den Fall erklärt. Die Stimme der Kommissarin wird über einen Lautsprecher übertragen. Bevor die Schüler*innen aber mit der Arbeit beginnen, stellen sich die Betreuer*innen namentlich vor. Der Einfachheit halber sollten die Studierenden, wie auch die Kinder, den ganzen Vormittag Namensschilder tragen. Anschließend verteilen die Betreuer*innen an jedes Kind eine Ermittlungsakte (vgl. Anhang 9.1.). Dann werden Verhaltens- und Laborregeln sowie allgemeine Informationen zum Experimentiertag, wie der Ablauf, besprochen. Unterstützt wird dieses Anfangsgespräch mit einer PowerPoint-Präsentation (vgl. Anhang 9.3.) und der Ermittlungsakte der Schüler*innen. Wenn alles besprochen wurde, können die Schüler*innen zu arbeiten beginnen.

In der ersten Laborphase untersuchen sie, wie bereits in Kapitel 4.1. erwähnt, die Probe von Herrn Argons Mageninhalt auf die Hauptnahrungsbestandteile Proteine, Lipide und Kohlenhydrate. Dabei hilft ihnen ihre Ermittlungsakte (vgl. Anhang 9.1.), in der sich Informationstexte und Experimentieranleitungen zu den verschiedenen Nährstoffen befinden. Mit dem Ergebnis der Laborphase 1, dass keine Stärke im Mageninhalt enthalten ist, können sie die Nachbarin Pauline ausschließen, da sie einen Schinken-Käse-Toast mit Ketchup gegessen hat. Dieses Ergebnis sollen die Schüler*innen anhand ihrer Ermittlungsakte selbst herausfinden, da sich darin, neben den Informationen zu den Hauptnahrungsmittelinhaltsstoffen auch eine vereinfachte Nährstoff-Tabelle befindet. Bei der anschließenden Krisensitzung wird besprochen, was die Schüler*innen in der ersten Laborphase nachgewiesen haben und welche Ergebnisse sie erhalten haben. An dieser Stelle ist dann eine Pause von etwa einer halben Stunde einzulegen.

Zu Beginn der zweiten Laborphase wird den Schüler*innen erklärt, dass sich in der Zwischenzeit ein Labor um die Auftrennung und Filtration der Magenprobe gekümmert hat. Nach einer kurzen Wiederholung werden die Schüler*innen aufgefordert, die aufgetrennte Probe noch genauer auf ihre Inhaltsstoffe zu untersuchen. Dazu werden sie in Abteilungen eingeteilt. In neu zusammengewürfelten Teams arbeiten jeweils zwei Schüler*innen an zwei von sechs Spezialexperimenten. Nach der Absolvierung der Spezialexperimente kommt es, im Sinne eines Gruppenpuzzles, zu einer Teambesprechung zu dritt. Das bedeutet, dass in jedem Dreierteam ein*e Schüler*in aus jeder Abteilung ist. In diesen Expertengruppen präsentieren die Schüler*innen einzeln ihre Ergebnisse. Sie sollen erzählen, welche Inhaltsstoffe sie nachgewiesen haben und was die Ergebnisse der durchgeführten Nachweise waren. Anschließend sollen die Schüler*innen in den Expertengruppen eine Vermutung aufstellen, welche Nachbarin die Mörderin sein könnte. Bevor im Plenum der Fall gelöst wird, gibt es in der Ermittlungsakte ein Rätsel zu lösen. Durch das Rätsel werden Inhalte, die an diesem Tag gelehrt wurden, wiederholt. Manche Fragen können nur von den Schüler*innen beantwortet werden, die die passenden Spezialexperimente in Laborphase 2 absolviert haben. Das soll darauf abzielen, dass die drei Schüler*innen in den Expertengruppen wirklich miteinander arbeiten müssen und nur zusammen das Rätsel lösen können. Das Lösungswort soll dann ihre Vermutung bestätigen und die Schüler*innen zur Lösung führen.

Nach der Falllösung werden etwaige Fragen geklärt und es wird eine Daumenabfrage durchgeführt, um ein Feedback zu bekommen, wie den Schüler*innen „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ gefallen hat. Anschließend erhalten die Schüler*innen sowie die Lehrer*innen Fragebögen (vgl. Anhang 9.4.), die der Evaluation des Experimentiertages dienen.

Sollten Schüler*innen, egal ob im ersten oder im zweiten Praxisblock, schneller arbeiten als die anderen, steht ein Zusatzexperiment bereit. Auf dieses Zusatzexperiment wird aber genauer in Kapitel 4.4. eingegangen.

Synopse

Zeit	Phase	Inhalt	Arbeitsform (Medien)
15 Minuten	Begrüßung, Einstieg und Einleitung	-) Begrüßung der Schüler*innen -) Vorstellung des Labors und der Betreuer*innen -) Kommissarin erzählt über Lautsprecher, was passiert ist -) Verteilen von Namensschildern -) Austeilen der Ermittlungsakten (<i>Namen draufschreiben!</i>) -) Besprechung des Ablaufplans (Laborphase 1, Krisensitzung, Pause, Laborphase 2, Krisensitzung, Lösung?) -) Besprechung der Laborregeln -) Aufteilung in 2er Gruppen (<i>freiwillige Partnerwahl</i>) -) Jeweils ein*e Betreuer*in pro Paar bzw. pro vier Schüler*innen	Vortrag, Plenum (PowerPoint-Präsentation, Namensschilder, Ermittlungsakten, Lautsprecher)
60 Minuten	Laborphase 1	-) Nachweise von Proteinen, Kohlenhydraten & Lipiden jeweils bei einer Blindprobe und beim Mageninhalt -) Für Schnellarbeitende: Zusatzexperiment: Fingerabdrücke	Partnerarbeit (Ermittlungsakten)
10 Minuten	Krisensitzung	-) Was wurde in der Laborphase 1 nachgewiesen? (<i>Proteine, Kohlenhydrate, Stärke und Lipide</i>) -) Was konnte bei den einzelnen Nachweisen beobachtet werden? (<i>Proteine sind denaturiert, Glucose und Fructose färben die Fehling-Lösungen rot, Iod-Kaliumiodid-Lösung färbt stärkehaltige Produkte schwarz und Lipide hinterlassen Fettflecken auf Filterpapier.</i>) -) Was sind die Ergebnisse der Laborphase 1? (<i>Stärke ist nicht in der Magenprobe enthalten!</i>) -) Welche Verdächtige kann man mit diesem Ergebnis ausschließen? (<i>Pauline</i>)	Plenum (PowerPoint-Präsentation, Ermittlungsakten)
30 Minuten	Pause		

15 Minuten	Wiederholung und Gruppeneinteilung	-) Welche Verdächtigen sind noch über? (<i>Sabine und Corina</i>) -) Ein Labor hat die Probe aus dem Magen von Herrn Argon aufgetrennt – es wird mit dem aufgetrennten Mageninhalt weiterexperimentiert! -) Die Schüler*innen ziehen ein farbiges Symbol und werden in neue 2er Gruppen bzw. Abteilungen eingeteilt (<i>Einblenden der Gruppeneinteilung mittels Präsentation</i>) -) Farbiges Symbol auf die Ermittlungsakte kleben	Vortrag, Plenum (PowerPoint-Präsentation, farbige Symbole, Ermittlungsakten, Klebstoff)
45 Minuten	Laborphase 2	-) Die Schüler*innen erhalten bei ihren Abteilungen ihr Spezialexperiment und kleben das gleich ein. -) Jede*r Schüler*in führt zwei der folgenden Nachweise mit ihrem*ihrer Partner*in durch: Antioxidantien-, Ethanol-, Ascorbinsäure-, Salicylsäure-, Calcium-, Sulfat-Nachweis wieder jeweils bei einer positiven Blindprobe und beim Mageninhalt	Partnerarbeit (Ermittlungsakte, Klebstoff, Spezialexperimente)
20 Minuten	Krisensitzung	-) Neue Gruppeneinteilung – 3er Gruppen (<i>nach Farbe</i>) -) Welche Nachweise waren positiv/negativ? (Sulfat: <i>negativ</i>) -) Wer ist vermutlich die Täterin? Wird nur leise in den 3er Gruppen besprochen. -) Rätsel in der Gruppe lösen -) Als Lösungswort erhält man den Namen der Täterin (<i>CORINA</i>)	Gruppenarbeit, Plenum (PowerPoint-Präsentation, Ermittlungsakte)
15 Minuten	Evaluation und Abschluss	-) etwaige Fragen klären -) Feedback: Daumenabfrage -) Fragebögen austeilen -) Bedanken und Verabschieden	Plenum & Einzelarbeit (PowerPoint-Präsentation, Fragebögen)

4.3. Didaktische Überlegungen

Im Folgenden sollen didaktische Überlegungen zum Experimentiertag „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ geäußert werden. Zum einen werden Vorgehensweisen theoretisch begründet und zum anderen die geplante Umsetzung noch genauer beschrieben.

Trotz der bekannten Wichtigkeit von Schülerexperimenten kommen diese im Schulunterricht zu kurz. Mehr als zwei Drittel aller Schüler*innen haben nur wenig Erfahrung mit dem selbständigen Experimentieren (Engeln, 2004, S.132). In der Arbeit von Engeln (2004, S.29) wird die überwiegende Anzahl von Demonstrationsversuchen im Vergleich zu Schülerversuchen durch den höheren Material- und Zeitaufwand sowie durch mögliche Disziplinschwierigkeiten erklärt. Aufgrund der fehlenden Vorkenntnisse werden zu Beginn des Experimentiertages im

Plenum die Laborregeln besprochen. Durch die intensive Betreuung der Lernenden durch Studierende wird im praktischen Teil gewährleistet, dass die experimentierenden Schüler*innen während des gesamten Vormittages sorgfältig beobachtet werden.

Die Arbeit im Labor erfolgt, wie auch Völker & Trefzger (2010, S. 1) schreiben, eigenständig an vorgefertigten Experimentierstationen. Um mit der Heterogenität der Schüler*innen, die das Schülerlabor besuchen, umgehen zu können, müssen vorab Differenzierungsmaßnahmen getroffen werden. Nach Groß (2013, S. 62) kann innere Differenzierung auf verschiedene Art und Weise stattfinden, unter anderem in Bezug auf Methoden und Medien sowie in Bezug auf Sozialformen. Im Schülerlabor „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ kann zunächst in Hinblick auf die Sozialformen differenziert werden. Die Umsetzung sieht folgendermaßen aus: In Laborphase 1 arbeiten die Schüler*innen mit einer*einem Partner*in ihrer Wahl zusammen. Dadurch sollen Schüler*innen gleich zu Beginn ein Gefühl von Sicherheit bekommen und sich nicht wie in einer Prüfungssituation fühlen. In Laborphase 2 findet dann, im Sinne der Differenzierung nach Zufall, ein Gruppenpuzzle statt. Anhand von farbigen Symbolkärtchen wird jede*r Schüler*in einer*einem zufälligen Partner*in zugeteilt. Um die Kommunikation und Kooperation zu stärken, erfolgt die anschließende Krisensitzung in Expertengruppen zu dritt, wieder mit neuen Partner*innen. Durch die unterschiedlichen Gruppenzusammensetzungen und -größen kann die Sozialkompetenz der Schüler*innen gestärkt werden (Groß, 2013, S. 73).

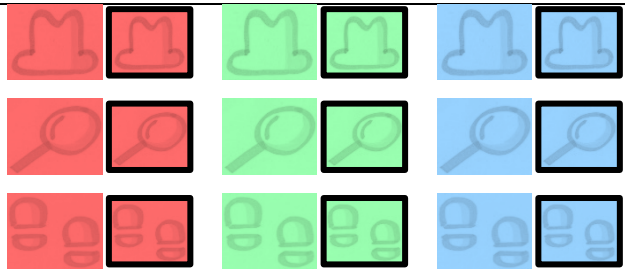
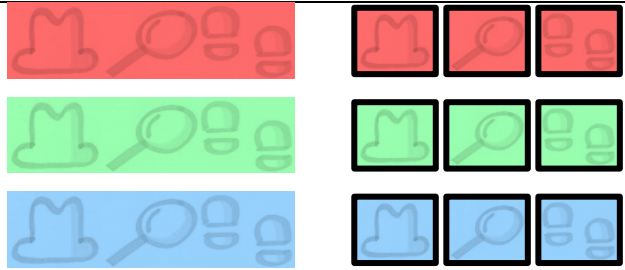
Laborphase 2	
2er Gruppen (Experimentierphase)	
3er Gruppen (Krisensitzung)	

Tabelle 3: Gruppeneinteilung in Laborphase 2

Durch den Einsatz differenzierter Methoden und Medien kann eine Vielzahl von Schüler*innen motiviert und beim Lernen unterstützt werden. Dabei muss man, laut Groß (2013, S. 62), nicht nur die verschiedenen Lernverhalten und Erarbeitungsformen, sondern auch die Aufgaben und Arbeitsblätter differenziert betrachten. Auch Fischer (2019, S. 4) schreibt diesbezüglich: „Nicht alle Schülerinnen und Schüler werden in der Lage sein, die dargestellten Fälle ohne Hilfe zu lösen.“ Um die schwächeren Schüler*innen zu unterstützen, werden als Differenzierungsmaßnahme Tippkarten eingesetzt. Aber auch die schneller arbeitenden Schüler*innen sollen gefördert werden. Aus diesem Grund sind Zusatzaufgaben oder -experimente von großer Wichtigkeit. Diese zusätzlichen Aufgaben können absolviert werden, nachdem die Pflichtexperimente oder -aufgaben erledigt wurden. Bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ gibt es zu diesem Zweck das Zusatzexperiment „Fingerabdrücke“. Nach Fischer (2019, S.4) ermöglicht die Beschäftigung mit den zusätzlichen Aufgaben einen tieferen Einblick in die, dem Fall zugrunde liegende, Thematik. Zu betonen ist hierbei jedoch, dass das Zusatzexperiment nicht relevant für die Falllösung ist und somit ein Weiterkommen in den Ermittlungen auch ohne die Zusatzaufgabe möglich ist.

Optimal eignen sich für ein Schülerlabor Experimente, die die Schüler*innen kognitiv aktivieren, aber nicht überfordern (Engeln, 2004, S. 62, 116). Das gelingt nach Engeln (2004, S. 47) durch einen gewissen Grad an Offenheit. Schüler*innen sollen das Gefühl bekommen, den Aufgaben gewachsen zu sein (Engeln, 2004, S.111). Auch Wilhelm et al. (2011, S.16) schreiben in ihrer Arbeit, dass sich besonders direkte Lernaufträge „...also konkrete Arbeitsanforderungen“, die die „...Autonomie der Lernenden fördern und ihre Lernfortschritte bewusst machen.“, für den Einsatz im Schülerlabor eignen.

Im Sinne der Übersichtlichkeit und klaren Struktur werden immer wiederkehrende Symbole in den Ermittlungsakten verwendet (vgl. Anhang 9.1.). Diese Visualisierung soll den Schüler*innen beim Arbeiten helfen. In folgender Tabelle ist ein Überblick über die erstellten Abbildungen gegeben.

	Informationstext
	Lernziel
	Wichtig! (zum Beispiel: Sicherheitshinweise)
	Experimentierphase
	Besprechung (Krisensitzungen)

Tabelle 4: erstellte Abbildungen und deren Bedeutungen

Zudem werden in der Arbeit die beteiligten Personen wie folgt abgebildet.

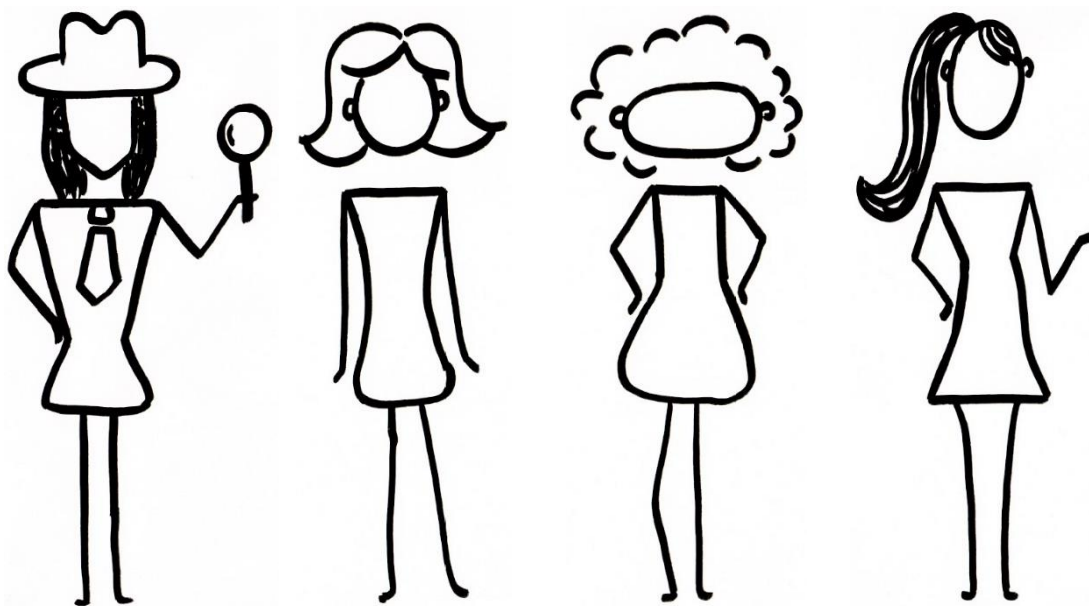


Abbildung 2: Kommissarin, Corina, Sabine und Pauline (v.l.n.r.)

Im Laufe der Schulzeit verlieren Mädchen im Zusammenhang mit der Identitätsfindung in der Pubertät häufig das Interesse an „männertypischen“ Berufen und Fachgebieten (Mokhonko et al., 2014, S. 144). Aus diesem Grund verfolgen viele außerschulische Lernorte das Ziel, Mädchen für den MINT-Bereich (MINT = Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) zu begeistern (Mokhonko et al., 2014, S. 146). Das gelingt laut Mokhonko et al. (2014, S. 148) unter anderem durch selbständiges und bedarfsbezogenes gestütztes Experimentieren, Herstellung lebensweltlicher Bezüge und Einbezug weiblicher Vorbilder. Um auch bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ die Schüler*innen gendersensibel zu fördern, wurden zur Förderung der Vorbildfunktion für die meisten Charaktere Frauen gewählt (Mokhonko et al., 2014, S. 147). Das Themengebiet „Wichtige Inhaltsstoffe unserer Nahrung“ oder allgemeiner das Thema „Lebensmittel“ ist nach Barke et al. (2018, S. 333) ein Bereich der sowohl für Mädchen als auch für Jungen von großem Interesse ist und somit beide Geschlechter gleichermaßen anspricht. Dieses Thema erscheint Schüler*innen zudem, durch seinen lebensweltlichen Bezug, als sinnvoll.

Ein weiterer Aspekt, den Barke et al. (2018, S. 173) aufzeigen, ist die notwendige didaktische Reduktion bestimmter Sachverhalte. Sie vertreten folgende Position: „Die sachliche Vertretbarkeit von Elementarisierungen sowie die Anschlussfähigkeit von Inhalten an fachwissenschaftlich gültige Aussagen, die didaktisch reduziert wurden, müssen gewährleistet sein, während Darstellungen von Inhalten an die kognitive Struktur der Lernenden angepasst sein muss.“ In diesem Sinne wird in der vorliegenden Arbeit auf Alibis der Täterinnen, Tatmotive und ähnliches verzichtet. Auch Zucker & Leuchter (2018, S. 364) sind der Meinung, dass Schülerlabors komplexitätsreduziert entwickelt werden sollen, um kognitive Überlastungen der Schüler*innen und der Studierenden zu vermeiden und selbständiges Handeln zu ermöglichen. Das konzipierte Schülerlabor „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ soll den Lernzielen „Wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung“ und „Funktionen und Reaktionen von Stoffen in der Nahrung“ Raum geben. Durch die Einbettung der Experimente in eine Kriminalgeschichte soll die Spannung und das Interesse der Schüler*innen gesteigert, aber nicht unnötig Verwirrung gestiftet werden.

Wie in Kapitel 2.2. ausgeführt wurde, ist bei ELKE ausreichendes Vor- und Nachbereitungsmaterial von großer Bedeutung. Als Nachbereitungsmaterial bietet sich die Ermittlungsakte (vgl. Anhang 9.1.), die jede*r Schüler*in zu Beginn erhält, gut an. In dieser befinden sich die Hauptexperimente und Informationstexte zu den

Nährstoffen sowie zwei der Spezialexperimente der Laborphase 2. Im nachfolgenden Chemieunterricht können die Experimente, Ergebnisse und Informationen mit den Schüler*innen besprochen werden. In vorhergehenden Stunden sollen die Schüler*innen lernen, was man unter Blindproben und Nachweisen versteht, da diese Informationen für die Bearbeitung der Experimente essentiell sind. Sollten die Schüler*innen nicht mehr genau darüber Bescheid wissen, was sie bereits gelernt haben, liegen Tippkarten im Labor bereit, die ihnen Kurzdefinitionen dieser Begriffe bieten. Falls Schulklassen keine Zeit für die Vorbereitung haben, ist die Bearbeitung des konzipierten Experimentiertages trotzdem möglich. Mithilfe der intensiven Betreuung durch die Studierenden und den vorhandenen Tippkarten kann „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ als Einstieg in die Themen „Wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung“ und „Funktionen und Reaktionen von Stoffen in der Nahrung“ herangezogen werden.

Die Betreuer*innen werden, falls sie „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ noch nicht kennen, vor dem Beginn des Experimentiertages eingeschult. Dabei werden sie mit der Rahmenhandlung und den Experimenten vertraut gemacht. Bei der Einschulung wird den Studierenden auch mitgeteilt, dass es bei der Durchführung einen Beobachtungsbogen gibt. Der Beobachtungsbogen dient dazu, Unklarheiten, Fragen, Besonderheiten oder Ähnliches, die im Laufe der Erprobung auftreten, dokumentieren zu können. Die teilnehmenden Beobachtungen der Betreuer*innen sollen unter anderem zur Verbesserung und Optimierung des Schülerlabors „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ beitragen.

4.4. Experimente

Nun sollen die Experimente, die im konzipierten Schülerlabor vorkommen, genannt und erläutert werden. Vorab ist es wichtig zu erwähnen, dass der Experimentiertag von den Schüler*innen nur mit Hilfe der Ermittlungsakte (vgl. Anhang 9.1.) absolviert werden kann. Darin befinden sich unter anderem Informationen zu den verschiedenen Nahrungsmittelinhaltsstoffen, Anleitungen zu den Experimenten und wichtige Sicherheitshinweise. Bei jedem Versuch gibt es zunächst einen Informationstext, der die Schüler*innen über den nachzuweisenden Inhaltsstoff informiert. Nach dem Lesen des Textes können die Schüler*innen mit dem Experiment starten.

In der ersten Laborphase bearbeiten die Schüler*innen vier Experimente. Im Prinzip können die Experimente in willkürlicher Reihenfolge durchgeführt werden, empfohlen ist aber die Orientierung an der Ermittlungsakte, worin mit dem Experiment „Lipid-Nachweis durch die Fettfleck-Probe“ gestartet wird. In diesem Teil der Arbeit werden die Versuche kurz beschrieben, in der Ermittlungsakte im Anhang (vgl. Anhang 9.1.) befinden sich die genauen Versuchsanleitungen dazu.

1. Lipid-Nachweis durch die Fettfleck-Probe

Bei diesem Versuch zerdrücken die Schüler*innen als positive Blindprobe Nüsse auf einem Filterpapier. Neben dem Fettfleck der Nüsse wird als negative Blindprobe Wasser und dann der Mageninhalt aufgetragen. Alle Flecken werden mit einem Stift eingekreist und beschriftet. Nach etwa zehn Minuten Wartezeit ist klar ersichtlich, dass von den Nüssen und dem Mageninhalt ein Fleck übrigbleibt, vom Wasser jedoch nicht. Deswegen kann man darauf schließen, dass sich Lipide im Mageninhalt befinden.

2. Protein-Nachweis durch Denaturierung

Beim Protein-Nachweis wird als positive Blindprobe Hühner-Eiweiß verwendet. Die Blindprobe wird in vier verschiedene Reagenzgläser gegeben. Das erste wird über dem Teclubrenner erhitzt, die anderen drei werden jeweils mit Salzsäure (2M), Ethanol und Aceton versetzt. Bei allen vier Blindproben kann man die Denaturierung der Proteine beobachten. Eine dieser Nachweis-Reaktionen soll dann ausgewählt werden, um sie am Mageninhalt auszuprobieren. Nachdem auch der Mageninhalt denaturiert, wissen die Schüler*innen, dass Proteine in der Probe aus Herrn Argons Magen enthalten sind.

3. Kohlenhydrate-Nachweis mit Fehling-Lösungen

Zum Nachweis von Einfachzuckern wie Glucose und Fructose werden die zwei Fehling-Lösungen verwendet. Bei der Fehling 1-Lösung handelt es sich um eine wässrige Lösung von Kupfersulfat und bei der Fehling 2-Lösung um eine alkalische Lösung vom Salz der Weinsäure. In einem Reagenzglas mischt man zu gleichen Anteilen die beiden Fehling-Lösungen. So erhält man eine tiefblaue Flüssigkeit. Fügt man anschließend eine kohlenhydrathaltige Lösung hinzu wird das Gemisch grünlich. Nach anschließendem Erhitzen über einem Teclubrenner färbt sich die Lösung bei Anwesenheit von

Einfachzuckern rot-orange. Bei diesem Versuch finden die Schüler*innen heraus, dass Glucose oder Fructose im Mageninhalt enthalten ist.

4. Stärke-Nachweis mit Iod-Kaliumiodid-Lösung

Beim Stärke-Nachweis wird Iod-Kaliumiodid-Lösung auf die zu untersuchenden Stoffe (Gurke, Ananas, Toastbrot, Erdapfel) getropft. Kommt es zu einer Schwarzfärbung kann man darauf schließen, dass Stärke im Nahrungsmittel enthalten ist. Dieser Nachweis ist der einzige in Laborphase 1 der negativ ausfallen wird, da sich der Mageninhalt, aufgrund der Abwesenheit von Stärke, nach dem Hinzufügen von Iod-Kaliumiodid-Lösung, nicht dunkel verfärbt. Mit diesem Ergebnis können die Schüler*innen die Nachbarin Pauline ausschließen, da sie Toastbrot zu sich genommen hat. Dass Toastbrot stärkehaltig ist, können die Schüler*innen in der vereinfachten Nährwertetabelle in ihrer Ermittlungsakte nachschauen.

In der Pause werden die Laborplätze umgestaltet und drei verschiedene Abteilungen gebildet, die jeweils auf zwei Experimente spezialisiert sind. Die, für die Betreuer*innen kommentierten, Spezialexperimente befinden sich in der Betreuer*innenmappe in Anhang 9.2..

- Hut-Abteilung: Antioxidantien-Nachweis und Ascorbinsäure-Nachweis
- Spuren-Abteilung: Salicylsäure-Nachweis und Ethanol-Nachweis
- Lupen-Abteilung: Sulfat-Nachweis und Calcium-Nachweis

In der zweiten Laborphase werden die Schüler*innen einer der drei Abteilungen zugeordnet. Die Zuteilung erfolgt paarweise durch farbige Symbolkärtchen (Hut, Spuren, Lupe), wobei sich immer die zwei Schüler*innen zusammenfinden, die das gleiche Symbol in der gleichen Farbe gezogen haben. Übersichtlicher erklärt wird dies in Kapitel 4.3.. Jede Zweiergruppe arbeitet in Laborphase 2 also an den zwei Spezialexperimenten, für die ihre Abteilung zuständig ist.

1. Ethanol-Nachweis durch Brennbarkeit

Beim Ethanol-Nachweis wird etwas Ethanol in einem Uhrglas angezündet. Dieser verbrennt mit einer hellen Flamme. Beim Mageninhalt, der in diesem Fall in Ethanol gelöste Salicylsäure ist, funktioniert der Versuch ebenso, wobei ein weißer Rand am Uhrglas zurückbleibt.

2. Salicylsäure-Nachweis mit Eisenchlorid

Beim Nachweis von Salicylsäure wird zur in Ethanol gelösten Salicylsäure, die

bei diesem Versuch sowohl als Blindprobe als auch als Mageninhalt verwendet wird, Eisen(III)chlorid-Lösung zu getropft. Die vorgelegte Lösung verfärbt sich dadurch violett.

3. **Antioxidantien-Nachweis mit Kalium-Permanganat**

Bei diesem Nachweis wird zu einer Kalium-Permanganat-Lösung eine Antioxidantien-haltige Lösung hinzugetropft. Bei diesem Versuch wird als Mageninhalt sowie als Blindprobe eine, in Wasser gelöste, Vitamin C-Tablette verwendet. Beide Substanzen reagieren gleich und entfärben die Kalium-Permanganat-Lösung.

4. **Ascorbinsäure-Nachweis mit Tillmans-Reagenz**

Vitamin C wird mittels Tillmans-Reagenz nachgewiesen. Dabei dient wieder eine aufgelöste Vitamin C-Tablette als Blindprobe sowie als Mageninhalt. In einem Reagenzglas wird zuerst Tillmans-Reagenz mit Wasser vorgelegt. Zur nun blau gefärbten Lösung wird dann die Ascorbinsäure-haltige Probe getropft. Die Lösung entfärbt sich.

5. **Sulfat-Nachweis mit Bariumchlorid**

Bei diesem Versuch wird die Blindprobe (wässrige Natriumsulfat-Lösung) mit Salzsäure angesäuert. Anschließend wird Bariumchlorid-Lösung dazu getropft. Es entsteht ein weißer Niederschlag (Bariumsulfat). Dieser Versuch fällt beim Experimentiertag negativ aus, da kein Sulfat im Pina Colada-Cocktail enthalten ist, der sich schlussendlich als vergiftet herausstellt. Als Mageninhalt dient hierbei eine wässrige Calciumchlorid-Lösung.

6. **Calcium-Nachweis mit Natriumcarbonat**

Der Calcium-Nachweis erfolgt mit einer Calciumchlorid-Lösung als Blindprobe sowie als Mageninhalt. Beim Zugeben einer Spatelspitze Natriumcarbonat entsteht ein weißer Niederschlag (Calciumcarbonat).

Nach Beendigung der zweiten Experimentierphase werden Expertengruppen gebildet, wobei sich immer drei Schüler*innen zusammenfinden, die in Laborphase 2 nicht zusammengearbeitet und somit verschiedene Experimente absolviert haben. In den Dreiergruppen werden dann die erhaltenen Ergebnisse besprochen und eine Vermutung, wer die Täterin sein könnte, aufgestellt. Nach dieser Besprechung sollen die Schüler*innen das Rätsel lösen, was sie im Anschluss an die Spezialexperimente in der Ermittlungsakte finden (vgl. Anhang 9.1.). Am Ende des Rätsels erhalten sie

den Namen der Täterin als Lösungswort und bekommen bei korrekter Vermutung eine Bestätigung dieser.

Aufgrund von unterschiedlichen Leistungen in den Lerngruppen gibt es im Sinne der Differenzierung (Groß, 2013, S. 62) ein Zusatzexperiment. Dieses Experiment ermöglicht schnell arbeitenden Schüler*innen sich, über die Ziele des Schülerlabors hinaus, weiterzubilden. Das Zusatzexperiment kann von den Teilnehmer*innen in beiden Laborphasen absolviert werden. Als Zusatzversuch dient bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ das Sichtbarmachen von Fingerabdrücken (vgl. Anhang 9.2.). Bei diesem Versuch lernen die Schüler*innen wie man Fingerabdrücke mit Ninhydrin nachweisen kann. Dazu wird ein Filterpapier zwischen zwei Finger gepresst und anschließend mit Ninhydrin-Lösung besprüht. Wenn das Filterpapier dann geföhnt wird, erscheint ein gut sichtbarer, violetter Fingerabdruck. Im Anschluss an die Experimentieranleitung gibt es einen kurzen Informationstext zu Fingerabdrücken und es werden fünf Papillarlinien-Muster gezeigt. Die Schüler*innen sollen ihren eigenen Fingerabdruck in die Ermittlungsakten einkleben und einem der übergeordneten Muster zuordnen.

5. Erprobung und Evaluation

Das, im vorigen Kapitel 4, genau beschriebene Konzept wird an der Universität Wien mit einer ausgewählten Schulklasse erprobt und anschließend evaluiert. In diesem Teil der Arbeit wird auf die gewählte Untersuchungsmethode eingegangen, die versucht, die zwei Untersuchungsfragen zu beantworten. Außerdem wird die Erprobung des konzipierten Experimentiertages dargestellt.

5.1. Ziel und Untersuchungsdesign

Um die Durchführbarkeit auszutesten und etwaige Fehler oder Probleme aus dem Weg zu schaffen, ist die Erprobung des konzipierten Experimentiertages unerlässlich. Die anschließende Evaluation durch Fragebögen soll zeigen, wie die Schüler*innen, die Lehrer*innen, sowie die Betreuer*innen das Schülerlabor „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ erlebt haben.

Die zentrale Fragestellung der angepassten Fragebögen (vgl. Anhang 9.4.) ist, ob die Umsetzung des Experimentiertages „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“

gelingt und wie die Schüler*innen, Lehrer*innen und Betreuer*innen das Schülerlabor bewerten. Hierzu lassen sich zwei, zu untersuchende Fragen, folgendermaßen formulieren:

- Inwiefern gelingt die Umsetzung vom ELKE^{AUSTRIA} Experimentiertag „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“?
- Wie bewerten die Teilnehmer*innen das Schülerlabor?

In der Befragung soll zunächst ein Blick auf das organisatorische Vorgehen bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ geworfen werden. Es soll herausgefunden werden, wie der konzipierte Experimentiertag verlaufen ist, was gut und was weniger gut funktioniert hat und ob die Planung mit der Durchführung übereinstimmt. Wie in Kapitel 3.2. ausgeführt, kann das konzipierte Schülerlabor in den Themenkomplex „Biochemie und Gesundheitserziehung“ eingeordnet werden. Die Inhalte „Wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung“ und „Funktionen und Reaktionen von Stoffen in der Nahrung“ sollen an diesem Tag erarbeitet werden. Wichtig ist es daher auch, den zweiten Blick darauf zu werfen, wie gut diese Themen den Schüler*innen nähergebracht wurden. Mit den Ergebnissen der Fragebögen kann herausgefunden werden, wie erfolgreich „CSI- Chemisch Spuren Identifizieren!“ bei der ersten Erprobung verlaufen ist und was am Konzept verändert beziehungsweise verbessert werden muss, um eine Optimierung des neuen ELKE^{AUSTRIA}-Experimentiertages zu erzielen.

Die Erhebung der Daten orientiert sich am Forschungsdesign von ELKE, wo nach jedem Schülerlabor an die Schüler*innen, Lehrer*innen und Betreuer*innen Fragebögen ausgegeben werden (vgl. Groß & Schumacher, 2018). Eine häufige Evaluation ermöglicht eine kontinuierliche Verbesserung und Optimierung des Experimentiertages. Nach Altrichter & Posch (1998, S. 154) ist die schriftliche Befragung eine Art formalisiertes Interview mit dem großen Unterschied, dass die Befragenden nicht unmittelbar auf die Antworten der Befragten reagieren können. Ein entscheidender Vorteil der Fragebögen ist nicht nur die rasche und einfache Datensammlung, sondern auch die anonyme Beantwortung der Fragen, die die Offenheit bei der Bearbeitung erleichtert (Altrichter & Posch, 1998, S. 156, 161).

Nach Eckert (2009, S. 12) gibt es viele Möglichkeiten der Evaluation, die entweder prozessbegleitend oder abschließend stattfinden. Er nennt in seiner Arbeit folgende Formen:

Formative Evaluation	prozessbegleitend, steuernd, optimierend
Summative Evaluation	abschließend, bilanzierend, ergebnisorientiert
Interne Evaluation	Organisationen evaluieren sich selbst
Externe Evaluation	außenstehende Beobachter*innen evaluieren
Peer-Evaluation	kritische „Freund*innen“ evaluieren

Tabelle 5: Formen der Evaluation (vgl. Eckert, 2009)

Mit dem hier eingesetzten Fragebogen für Studierende (vgl. Anhang 9.4.) soll eine formative, interne Evaluation stattfinden. Die Betreuer*innen von ELKE^{AUSTRIA} sollen in ihren Beobachtungsbögen, die als Hilfsmittel für die teilnehmenden Beobachtungen dienen, Besonderheiten, die ihnen während des Experimentiertages auffallen, notieren. Bei Unverständlichkeiten kann im Nachhinein auch noch mit den beteiligten Personen darüber gesprochen werden.

Die Schüler*innen und Lehrer*innen führen mit ihren Fragebögen (vgl. Anhang 9.4.) externe und summative Evaluationen durch. Diese haben nach Eckert (2009, S. 14) eine Bewertungs- und Beurteilungsfunktion. Das nachfolgende Kapitel 5.2. versucht eine genauere Erläuterung der Fragebögen.

Die Evaluation wurde gleich im Anschluss an die Erprobung am 29.05.2019 an der Universität Wien mit 16 Schüler*innen und zwei Lehrkräften der Neuen Mittelschule Neulengbach durchgeführt. Die fünf Betreuerinnen an diesem Tag wurden ebenfalls direkt nach der Erprobung zu ihren Beobachtungen befragt.

5.2. Die eingesetzten Fragebögen

In diesem Kapitel sollen die verwendeten Fragebögen (vgl. Anhang 9.4.) genauer beschrieben werden, die bei der Evaluation von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ verwendet werden. Die Fragebögen der Betreuer*innen und Lehrer*innen sollen besonders zur Beantwortung der Untersuchungsfrage 1 dienen, wohingegen die zweite Frage mehr auf die Antworten der Schüler*innen angewiesen ist.

5.2.1. Der Lehrer*innen-Fragebogen

Der Fragebogen für die Lehrkräfte (vgl. Anhang 9.4.) ist ein, an „CSI- Chemisch Spuren Identifizieren!“, angepasster Fragebogen, aus der Fragebogenstudie von Groß & Schumacher (2018). Zuerst behandelt der Fragebogen die curriculare Anbindungsfähigkeit des Experimentiertages an den Schulunterricht. Dadurch soll herausgefunden werden, welche Kompetenzen die Schüler*innen aus Sicht der Lehrkraft an diesem Tag erworben haben. Hierzu sollen die Lehrer*innen folgende Aussagen bewerten (trifft gar nicht zu/trifft eher nicht zu/trifft eher zu/trifft voll zu): Durch die Teilnahme an „CSI“ können die Schüler*innen ...

- ...benennen, welche Inhaltsstoffe in unserer Nahrung enthalten sind.
- ... qualitative Nachweise durchführen und protokollieren.
- ... im Chemie-Labor, unter Beachtung von Sicherheitsaspekten, arbeiten.
- ... die Experimente und Ergebnisse auswerten.
- Sind Sie der Meinung, dass die oben genannten Kompetenzen bei Ihren Schüler*innen tatsächlich gefördert wurden?

Des Weiteren soll die Lehrkraft stichpunktartig den Kompetenzgewinn der Schüler*innen erläutern und eventuell weitere erworbene Kompetenzen anführen.

Anschließend werden der Ablauf und das Material des Schülerlabors bewertet und etwaige Verbesserungsvorschläge eingeholt. Folgende Aussagen sollen dabei beurteilt werden:

- Das Arbeitsmaterial ist anschaulich und altersgerecht gestaltet.
- Das Arbeitsmaterial unterstützt die Schüler*innen zielführend beim Experimentieren.
- Die Arbeitsaufträge sind verständlich und altersgemäß formuliert.
- Die Experimente sind altersgerecht gewählt und selbständig von den Schüler*innen durchführbar.
- Der Ablauf des Labortages war für die Schüler*innen angemessen.

Zuletzt werden die Lehrer*innen zu Details der Vor- und Nachbereitung sowie der Einbettung des Experimentiertages in ihren Chemieunterricht befragt. Dabei sollen die Lehrkräfte angeben, welche Themen in den vorherigen Stunden unterrichtet wurden sowie was im nachfolgenden Chemieunterricht bearbeitet werden wird.

Zusätzlich werden sie darum gebeten, die erhaltenen Materialien von ELKE^{AUSTRIA} zu bewerten.

5.2.2. Der Schüler*innen-Fragebogen

Der Fragebogen für die Schüler*innen (vgl. Anhang 9.4.) ist ebenso zum größten Teil der Fragebogenstudie von Groß & Schumacher (2018) entnommen und an ELKE^{AUSTRIA} „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ angepasst. Zunächst sollen die Lernenden folgende Aussagen zum Inhalt des Experimentiertages bewerten (trifft gar nicht zu/trifft eher nicht zu/trifft eher zu/trifft voll zu):

- Mir war klar, was ich heute lernen sollte.
- Ich habe den Inhalt des heutigen Schülerlabors leicht verstanden.
- Ich habe im heutigen Schülerlabor etwas für meinen Alltag/für meinen Chemieunterricht dazu gelernt.
- Ich fand das heutige Schülerlabor thematisch interessant.

Danach werden die Schüler*innen gefragt, was sie bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ gelernt haben und was sie besonders interessant fanden. Im Anschluss will herausgefunden werden, wie die Schüler*innen mit der Arbeit im Labor zurechtgekommen sind. Dazu werden Aussagen über das Arbeitsmaterial bewertet und es wird erfragt, was ihnen an der Laborarbeit gefallen hat, aber auch, wo sie sich mehr Unterstützung gewünscht hätten. Zuletzt sollen die Schüler*innen das Schülerlabor in seiner Gesamtheit mit Schulnoten bewerten und etwaige persönliche Anmerkungen, die ihnen noch einfallen, aufschreiben.

5.2.3. Die teilnehmenden Beobachtungen

Zur Beantwortung der Frage nach der Umsetzbarkeit von ELKE^{AUSTRIA} „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ sind Beobachtungen der betreuenden Student*innen unerlässlich. Bei der Evaluation des konzipierten Experimentiertages spielen die teilnehmenden Beobachtungen der Betreuer*innen, und anschließende Gespräche mit diesen, eine wichtige Rolle. Die Studierenden betreuen die arbeitenden Schüler*innen beim Experimentieren und nehmen so aktiv an der sozialen Situation des Untersuchungsgegenstands teil (Groß, 2013, S. 90). Trotz der möglichen Informationsflut, die die Beobachter*innen treffen kann, sind Offenheit und Flexibilität Vorteile der teilnehmenden Beobachtungen (Groß, 2013, S. 92). Die Student*innen erhalten zu Beginn des Experimentiertages einen

Beobachtungsbogen, der als Datenerhebungsinstrument fungiert (vgl. Anhang 9.4.). Er wird lediglich durch die folgenden vier Überschriften strukturiert:

- Organisatorischer Ablauf
- Besonderheiten bei der Durchführung der Experimente
- Besonderheiten bei der Bearbeitung des Arbeitsmaterials
- Sonstiges

Die*der Beobachter*in sollen ihren Blick, trotz des erhaltenen Bogens, auch für weitere Beobachtungen, die sich durch den Austausch ergeben, offenhalten (Groß, 2013, S. 91). Die Beobachtungen der Studierenden liefern einen ergänzenden Datensatz und helfen so, die Untersuchungsfragen zu beantworten.

5.3. Durchführung

Am Mittwoch, den 29.05.2019, wird das Schülerlabor „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ an der Universität Wien mit 16 Schüler*innen und zwei Lehrkräften der Neuen Mittelschule Neulengbach erstmals erprobt. Die Zielgruppe der 4A Klasse besteht aus zehn Jungen und sechs Mädchen. Der Experimentiertag wird an diesem Tag von fünf Studentinnen betreut. Drei davon sind Lehramtsstudentinnen des Faches Chemie und die anderen beiden sind Fachchemikerinnen, die seit einigen Monaten am Institut für Didaktik der Chemie mitarbeiten. Die Betreuerinnen sind vorab eingeschult worden und haben alle notwendigen Materialien, wie die Betreuer*innenmappe (vgl. Anhang 9.2.), die Synopse und den Bogen für die teilnehmende Beobachtung, erhalten. Am Tag der Erprobung ist zusätzlich noch eine weitere Lehrkraft anwesend, die die Schüler*innen beim Arbeiten beobachtet und durch einen Lehrer*innen-Fragebogen unterstützendes Feedback gibt.

Die Schüler*innen können ihre Taschen und Jacken an diesem Tag im vorbereiteten Hörsaal 3 der Fakultät für Chemie abstellen. Dort findet auch die Begrüßung der Klasse und der Einstieg in den Experimentiertag statt. Im Labor stehen in der Laborphase 1 fertige Kisten bereit, in denen sich alle notwendigen Materialien befinden. Während die Kinder nach der ersten Laborphase eine Pause abhalten, werden die drei Abteilungen im Labor eingerichtet, wobei es für jede Abteilung eine vorbereitete Kiste mit ausreichend Material gibt. In der zweiten Experimentierphase arbeiten die Kinder wieder im Labor und der Hörsaal wird für die Gruppenarbeit vorbereitet.

Die 4A Klasse trifft am 29.05.2019 um 9:10 Uhr an der Fakultät für Chemie ein. Nach der Begrüßung der Kinder, der Vorstellung der Betreuerinnen und den einleitenden Worten der Kommissarin erhalten alle Schüler*innen Namensschilder und Ermittlungsakten. Anschließend werden der Ablauf des Experimentiertages und die Laborregeln besprochen. Die für diese Phase einberechnete Dauer von 15 Minuten, stimmt mit der benötigten Zeit bei der Erprobung überein. Die Laborphase 1 startet um 9:25 Uhr und endet, nicht dem Zeitplan entsprechend, um 10:50 Uhr. Die Schüler*innen arbeiten in Zweierteams im Labor sehr konzentriert und interessiert, benötigen für die vier Experimente jedoch mehr Zeit als geplant. Die anschließende erste Krisensitzung im Hörsaal dauert mit fünf Minuten kürzer als die angedachten zehn Minuten. Dann wird die geplante Pause gehalten, die, aufgrund der langen Laborphase 1 und der limitierten Zeit der Klasse, auf Wunsch der Lehrerin statt 30 nur zehn Minuten dauert. Die Wiederholung und Gruppeneinteilung nach der Pause dauert ebenfalls zehn Minuten. Im Anschluss daran gehen alle Teilnehmer*innen wieder ins Labor. In ihren zugeteilten Abteilungen erhalten die Schüler*innen, die für sie vorgesehenen Spezialexperimente und 45 Minuten Zeit, um diese durchzuführen. Die Laborphase 2 dauert mit 30 Minuten nicht so lange wie erwartet. Da die Schüler*innen binnen kürzester Zeit mit ihren zwei Spezialexperimenten fertig sind, werden sie aufgefordert das Zusatzexperiment „Fingerabdrücke“ durchzuführen. Das Sichtbarmachen von Fingerabdrücken mit Ninhydrin funktioniert mit dem vorbereiteten Fön leider nicht, es kann aber rasch ein Heißluftfön aus einem anderen Labor ausgeborgt werden, der die Violett-Färbung von Ninhydrin ermöglicht. Zur zweiten Krisensitzung gehen alle Teilnehmer*innen zurück in den Hörsaal und setzen sich, im Sinne eines Gruppenpuzzles, in neue Gruppen zusammen. Da 16 Schüler*innen am Labor teilnehmen, gibt es hier zwei Fünfer- und zwei Dreiergruppen. In den Gruppen diskutieren die Schüler*innen ihre Ergebnisse aus Laborphase 2 und stellen Vermutungen an, wer die Täterin sein könnte. Anschließend werden sie aufgefordert, das Rätsel aus der Ermittlungsakte zu lösen. Durch dieses erhalten sie den Namen der Täterin, der ihre Vermutung bestätigt. Für die zweite Krisensitzung sind 20 Minuten geplant. Die benötigte Zeit bei der Erprobung stimmt mit dem Plan überein. Zum Abschluss des Experimentiertages wird eine Daumenabfrage durchgeführt. Daraufhin werden die Fragebögen verteilt und von den Teilnehmer*innen ausgefüllt. Um 12:15 Uhr verabschieden sich die

Betreuerinnen von den Schüler*innen und Lehrerinnen und die Klasse wird entlassen.

6. Ergebnisdarstellung und Diskussion

In diesem Kapitel werden die erhaltenen Daten der Fragebögen ausgewertet und anschließend interpretiert beziehungsweise diskutiert. Zudem werden Möglichkeiten der Optimierung des Schülerlabors angeführt.

Der Experimentiertag verläuft im Großen und Ganzen problemlos und die Planung kann wie konzipiert durchgeführt werden. Der erdachte Zeitablauf kann nicht immer eingehalten werden. Zum einen ist bei der Planung noch nicht klar, wie lange die Schüler*innen beim Experimentieren brauchen und zum anderen ist die, dafür notwendige Zeit, bei jeder Klasse individuell und kann nicht genau geplant werden. Das einzige Material, das fehlt, ist der bereits erwähnte Heißluftfön, der aber schnell aus einem anderen Labor besorgt werden kann. In der zweiten Krisensitzung sind die Schüler*innen aufgrund der zu kurz gehaltenen Pause und der intensiven Laborarbeit bereits müde und haben wenig Konzentration und Motivation für das Rätsel übrig. Deshalb wird es spontan im Plenum verglichen, sodass alle Schüler*innen die richtigen Antworten in ihren Ermittlungsakten haben. Die abschließende Daumenabfrage fällt sehr positiv aus.

6.1. Ergebnisse der Lehrer*innen-Fragebogen

Der Lehrer*innen-Fragebogen (vgl. Anhang 9.4.) wurde der Chemielehrerin, der begleitenden Lehrerin und der beobachtenden Lehrerin ausgehändigt, um die erste Erprobung von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ bestmöglich zu evaluieren.

Die Chemielehrerin und die begleitende Lehrerin der Neuen Mittelschule Neulengbach sind beide weiblich und haben mehr als 20 Jahre Berufserfahrung. Die beobachtende Lehrerin ist ebenfalls weiblich, bereits pensioniert und war etwa 20 Jahre im Lehrberuf tätig.

Im Bereich „Anbindungsfähigkeit des Experimentiertages“ sollen die Lehrerinnen zuerst Aussagen über den Kompetenzgewinn der Schüler*innen bewerten. Bis auf das Auswerten der Experimente und Ergebnisse, das von einer Lehrkraft als eher nicht zutreffend bewertet wird, sind sie sich einig, dass die genannten Kompetenzen (Inhaltsstoffe der Nahrung benennen, qualitative Nachweise durchführen und protokollieren, im Chemie-Labor arbeiten, Experimente und Ergebnisse auswerten) bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ erreicht wurden. Sie geben an, dass der Experimentiertag den „Umgang mit Chemikalien und dem Brenner“, die „Laborpraxis“

und „konzentriertes, ruhiges Arbeiten“ fördert. Als weitere Kompetenzen, die die Schüler*innen an diesem Tag erworben haben, nennen die Lehrerinnen unter anderem „Zusammenarbeit“, die „gemeinsame Ergebnis- und Lösungsfindung“ sowie die „Beachtung von Vorschriften“.

Die „Bewertung des Ablaufs und Materials“ fällt durchaus positiv aus. Bei der Frage, ob die Experimente altersgerecht gewählt und selbständig durchführbar wären, ergänzt eine Lehrerin, dass das der Fall war, aber ohne die intensive Betreuung oder ausreichende Vorerfahrung der Schüler*innen in der praktischen Arbeit nicht in dieser Form möglich wäre.

Die „Einbettung im Chemieunterricht“ wird selbstverständlich nur von der Chemielehrerin der Klasse beantwortet. Sie gibt an, dass in den vorigen Stunden Säuren inklusive Fruchtsäuren und Laugen unterrichtet wurden. In der nachfolgenden Stunde, die aufgrund von einem Feiertag und der Sportwoche der Klasse erst zwei Wochen später stattfindet, erfolgt eine Nachbesprechung von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“. Zur Nachbereitung wünscht sich die Chemielehrerin kurze Videosequenzen, die die Ergebnisse der Versuche zeigen, um sie den Schüler*innen präsentieren und im Anschluss besprechen zu können. Ansonsten finden die Lehrerinnen die Ermittlungsakte (vgl. Anhang 9.1.) für die Nachbereitung ausreichend. Bei „Vor- und Nachbereitung des Besuchs“ geben die Lehrerinnen an, dass die Informationen zur inhaltlichen Vorbereitung der Schüler*innen für sie eher nicht ausreichend waren und dass sie sich mehr Vorbereitungsmaterialien wünschen.

Gelobt wird der Experimentiertag von allen drei Lehrerinnen. Sie sind sich einig, dass der Tag für die Kinder spannend gestaltet war und für die Klasse geeignet war. Sie erachten das Konzept als gut durchdacht. Die zwei Lehrerinnen der Neuen Mittelschule Neulengbach ergänzen ihr Lob im Anschluss an den Experimentiertag mit den Worten: „Herzlichen Dank für den wirklich interessanten Workshop! Bitte schau, dass dieses Projekt für viele Schüler*innen zugänglich gemacht wird!“ Zusammenfassend wird „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ aus Sicht der Lehrerinnen als gut geeignetes und durchdachtes Schülerlabor beurteilt, das den theoretischen Überlegungen (vgl. Kapitel 2) entspricht.

6.2. Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebogen

Nach Auflösung des Kriminalfalls wird eine Daumenabfrage durchgeführt, die auf einen Blick zeigt, dass die Schüler*innen „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ sehr positiv beurteilen. Im Anschluss erhalten die 16 Schüler*innen einen Fragebogen (vgl. Anhang 9.4.) zum Ausfüllen. Der Übersichtlichkeit halber werden die Ergebnisse in Tabellen zusammengefasst sowie in Diagrammen dargestellt.

Thema bzw. Inhalt	Anzahl der Nennungen (N=16)				
Aussage	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft voll zu	Keine Angabe
Mir war klar, was ich heute lernen sollte.	-	-	8	8	-
Ich habe den Inhalt des heutigen Schülerlabors leicht verstanden.	-	1	8	7	-
Ich habe im heutigen Schülerlabor etwas für meinen Alltag dazugelernt.	-	4	8	3	1
Ich habe im heutigen Schülerlabor etwas für meinen Chemieunterricht dazugelernt.	-	2	10	4	-
Ich fand das heutige Schülerlabor thematisch interessant.	-	-	8	7	1

Tabelle 6: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu Thema bzw. Inhalt

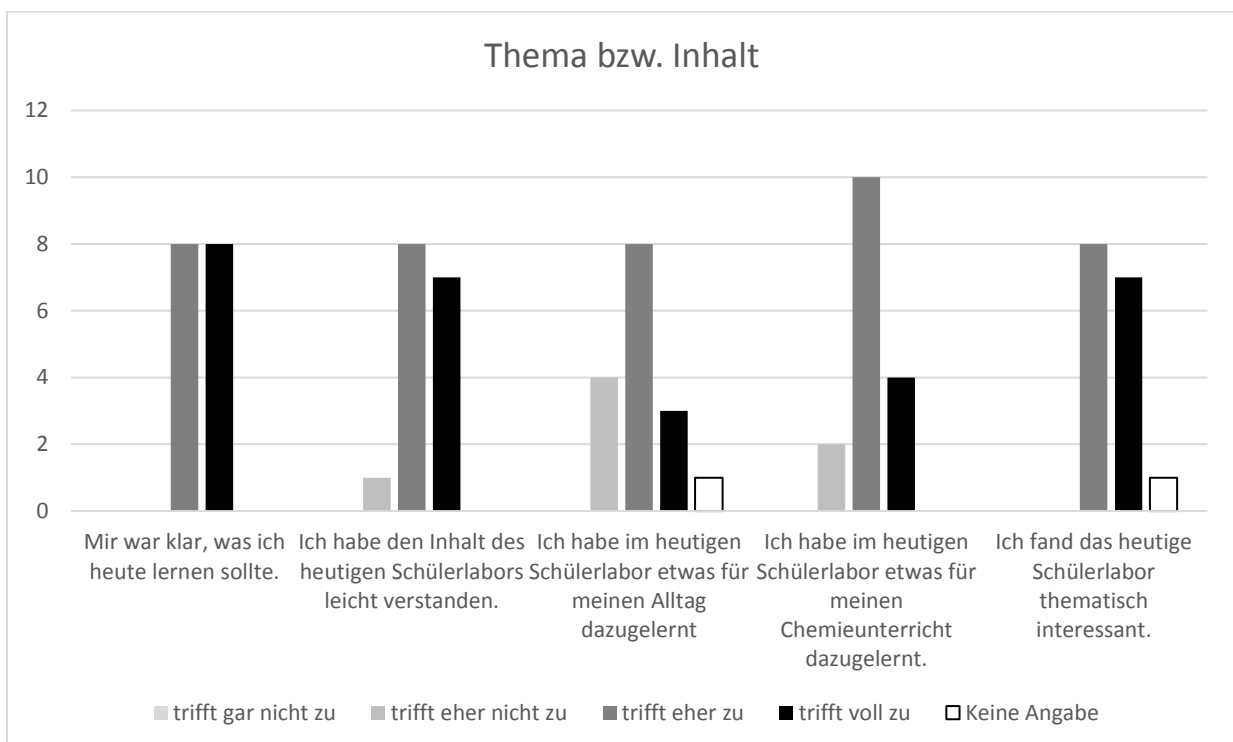


Abbildung 3: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu Thema bzw. Inhalt

Auffallend positiv ist die Bewertung der Aussagen „Mir war klar, was ich heute lernen sollte.“ und „Ich fand das heutige Schülerlabor thematisch interessant.“. Dass die Schüler*innen den Inhalt als verständlich empfinden und der Meinung sind, etwas dazugelernt zu haben, sind wünschenswerte Ergebnisse. Die Unsicherheit mancher Schüler*innen, wie das erlernte Wissen im Alltag angewendet werden kann, resultiert wahrscheinlich aus der Umgebung des universitären Labors. Durch diese neuartige und ungewohnte Situation fällt es den Kindern schwer, einen lebensweltlichen Bezug zu erkennen. Dass sowohl Thema als auch Inhalt des Schülerlabors von den Schüler*innen sehr positiv beurteilt werden, bestätigen die didaktischen Überlegungen zur Themenwahl in Kapitel 4.3..

Was von dem Gelernten für die Kinder als am Wichtigsten empfunden wird, kann im Folgenden in vier übergeordneten Kategorien zusammengefasst werden.

I. Praktisches (N = 7)	• „Wie man sowas heraus bekommt.“ • „Die Arbeit im Labor“ • „man vergleicht Blindproben mit ‚echten Sachen‘; es gibt verschiedene Methoden etwas herauszufinden“ • „wie ich bestimmte Sachen erkenne“ • „Wie ich bestimmte Sachen erkenne“ • „wie ich verschiedene Sachen erkennen kann“ • „Das man mit Blindproben erkänt was in der Säure des Magens ist. [sic!]“
II. Fachliches (N = 3)	• „Was alles so an chemische Stoffe gibt [sic!]“ • „Wie man mit Chemicalien fette oder so findet [sic!]“ • „Mehr über die einzelnen Säuren“
III. Inhaltliches (N = 3)	• „Wie man einen Mordfall auflöst.“ • „Durch Magenuntersuchungen können Täter gestellt werden“ • „dass man im Mageninhalt die gegessene Nahrung genauestens Untersuchen und identifizieren kann“
IV. Allgemeines (N = 1)	• „Dass die Chemie sehr fortgeschritten ist“

Tabelle 7: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu „Nenne kurz das Wichtigste, was du heute gelernt hast!“

Die Ergebnisse der offenen Befragung zeigen, dass Schüler*innen die kaum Erfahrung in praktischer Laborarbeit haben, in diesem Bereich am meisten dazulernen ($N = 7$).

Bei der anschließenden Frage, welche Inhalte die Schüler*innen besonders interessant gefunden haben, werden folgende Antworten gegeben:

I. Teclubrenner ($N = 3$)	• „Der Brenner“ • „Den Verbrenner“ • „Wo ma mit der Flamme gespielt haben [sic!]“
II. Kontext ($N = 1$)	• „Ergebnisse vergleichen und somit Sachen ausschließen“
III. Experimente ($N = 5$)	• „Das Vermischen der einzelnen Flüssigkeiten“ • „Das erhitzen der Proteine und zu vergleichen [sic!]“ • „fermischung von stoffen [sic!]“ • „Die verschied. Stoffe u. die berechnungen d. S. [sic!]“ • „Die einzelnen Säuren und als man die eine Säure auf das Essen gegeben hat!“
IV. Allgemeines ($N = 5$)	• „alles“ • „Alles“ • „alles.“ • „Es war alles interessant“ • „Alles!“

Tabelle 8: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu: „Diese Inhalte des Schülerlabors fand ich besonders interessant.“

Diese Befragung zeigt wieder, dass die praktische Arbeit einen Höhepunkt für die Schüler*innen darstellt. Die Experimente ($N = 5$) und der Teclubrenner ($N = 3$) hinterlassen einen sehr positiven Eindruck. Erfreulich ist außerdem, dass mehrere Schüler*innen „alles“ ($N = 5$) als Antwort auf die Frage, was sie besonders interessant gefunden haben, geben.

Als nächstes sollen die Schüler*innen die Arbeitsweise beziehungsweise die Art und Weise des Lernens im Labor bewerten. Die Ergebnisse werden wieder in einer Tabelle zusammengefasst und in einer Graphik dargestellt.

Arbeitsweise	Anzahl der Nennungen (N=16)			
Aussage	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft voll zu
Ich habe mich im heutigen Schülerlabor wohl gefühlt.	-	1	6	9
Mir war klar, wie ich im Schülerlabor arbeiten sollte.	-	-	7	9
Mir hat gefallen, dass wir in Laborphase 1 die gleichen Experimente bearbeitet haben.	1	-	7	8
Mir hat gefallen, dass wir in Laborphase 2 verschiedene Experimente bearbeitet haben.	1	1	11	3
Mir hat gefallen, dass wir uns mit anderen Gruppen über unser Vorgehen und die Ergebnisse austauschen konnten.	-	4	7	5
Mir hat gefallen, dass wir mit Hilfe unserer Ergebnisse den Fall lösen konnten.	-	1	5	10

Tabelle 9: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zur Arbeitsweise

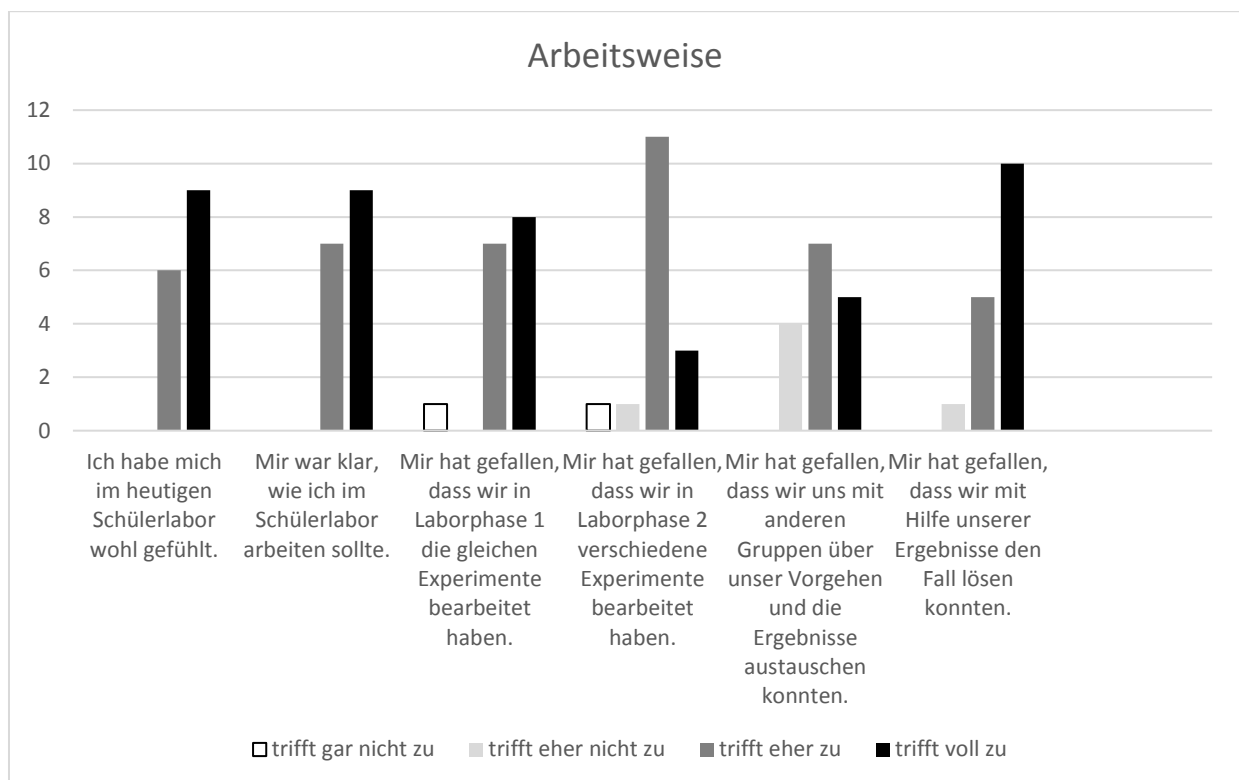


Abbildung 4: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zur Arbeitsweise

Dass sich die Schüler*innen im Labor wohl fühlen und ihnen die Arbeitsaufträge klar erscheinen, ist das Resultat intensiver Betreuung, die das Konzept ELKE ausmacht (vgl. Kapitel 2.2.). Die bessere Beurteilung von Laborphase 1 verglichen zu Laborphase 2 liegt wahrscheinlich an der nachlassenden Energie und Motivation der

Kinder. Dennoch wird die Lösungsfindung am Schluss fast ausschließlich als gut empfunden.

Im Anschluss daran sollen die Schüler*innen im Fragebogen angeben, was ihnen in Bezug auf das Arbeiten im Schülerlabor gefallen hat.

I. Experimente / Laborarbeit (N = 5)	• „die Experimente • „Das wir alles selber machen durften [sic!]“ • „selber was ausprobieren zu können“ • „Das wir alles selber machen durften [sic!]“ • „die Experimente mit Feuer waren sehr interessant“
II. Unterstützung (N = 7)	• „Alle wichtigen Utensilien vorhanden“ • „Es wurde uns großes Vertrauen entgegengebracht.“ • „das alles sehr verständlich war, war cool sowas mal zu untersuchen [sic!]“ • „dass uns viel vertrauen entgegengebracht wurde [sic!]“ • „Das einen sehr schnell geholfen wird [sic!]“ • „es wurde gut erklärt und man hat sich ausgekannt“ • „Ich fand es Gut erklärt [sic!]“
III. Allgemeines (N = 4)	• „Eigentlich ALLES!“ • „es war lustig und interessant“ • „mir hat alles gefallen“ • „Eig. alles“

Tabelle 10: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu „Schreibe auf, was dir noch in Bezug auf das Arbeiten im Schülerlabor gefallen hat.“

Wieder ist ersichtlich, dass die praktische Arbeit einen guten Eindruck hinterlässt ($N = 5$). Aber auch die Wichtigkeit der intensiven Unterstützung durch die Studierenden wird von den Kindern einmal mehr betont ($N = 7$). Auf die Frage, in welchen Angelegenheiten sie sich mehr Unterstützung oder Anleitung gewünscht hätten, werden das Rätsel ($N = 1$) und der Arbeitsbeginn im Labor ($N = 1$) genannt. Mehr Teilnehmer*innen ($N = 5$) schreiben aber, dass für sie alles gepasst hat und sie keine weitere Unterstützung benötigt hätten.

Anschließend werden die Schüler*innen nach ihrem Gesamteindruck von „CSI – Chemisch Spuren identifizieren!“ gefragt. Dazu sollen sie das Thema und die Arbeitsweise mit einer Schulnote bewerten. Der Gesamteindruck der Schüler*innen wird in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Aussage	Anzahl der Nennungen ($N=16$)					
	1	2	3	4	5	Ø
Das Thema des Schülerlabors bewerte ich mit der Schulnote...	9	7	-	-	-	~1,4
Die Arbeitsweise im Schülerlabor bewerte ich mit der Schulnote...	11	5	-	-	-	~1,3

Tabelle 11: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zum Gesamteindruck

Sowohl das Thema, als auch die Arbeitsweisen werden von den Schüler*innen mit den Durchschnittsnoten 1,4 und 1,3 als sehr gut bewertet. Diese Ergebnisse unterstreichen den Erfolg der ersten Erprobung von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“.

Zuletzt gibt es in der Rubrik „Was ich noch sagen wollte...“ Platz um etwaige Anregungen zu formulieren. Dabei notieren die Schüler*innen Folgendes:

Das fand ich gut ...

I. Laborarbeit ($N = 1$)	„im Labor alle Untersuchungen. Danke dass ich das machen durfte [sic!]“
II. Betreuung ($N = 3$)	„das uns geholfen wurde als wir uns nicht auskannten [sic!]“ „Das kein großer druck ausgeübt wurde [sic!]“ „das man immer fragen konnte [sic!]“

III. Allgemeines (N = 4)	• „Alles außer Rätsel“ • „eigentlich alles“ • „es war schön aufgebaut da wir nicht nur die Experimente gemacht haben sonder einen ‚Fall‘ lösen mussten [sic!]“ • „alles“
-----------------------------	---

Tabelle 12: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu „Das fand ich gut...“

Das fand ich nicht gut...

I. Rätsel (N = 1)	• „Das Rätsel war nicht so leicht“
II. Pause (N = 3)	• „Pause kurz“ • „Das die Pause kurz war [sic!]“ • „die Pause war zu kurz“
III. Allgemeines (N = 2)	• „es hat alles gepasst“ • „nichts!“

Tabelle 13: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu „Das fand ich nicht gut...“

Wieder loben die Schüler*innen die Betreuung (N = 3) der Studentinnen, was ebenso erfreulich ist, wie die Antworten „alles“ und „eigentlich alles“ auf die Frage, was sie am Experimentiertag gut gefunden haben.

Die zu kurze Pause (N = 3) resultiert aus der limitierten Zeit, über die die 4A Klasse an diesem Vormittag verfügt, und erklärt auch, wieso das Rätsel am Schluss als schwierig empfunden wird (N = 1).

6.3. Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtungen

Wie bereits erwähnt (vgl. Kapitel 5.2.3.) werden die fünf Betreuerinnen aufgefordert, jegliche Auffälligkeiten während des Vormittages zu notieren. Weil hiermit besonders die zweite Untersuchungsfrage beantwortet werden soll, erhalten sie bereits vor Beginn des Experimentiertages einen Bogen für ihre Beobachtungen (vgl. Anhang 9.4.). Sie werden gebeten, diese, begleitend durch alle Phasen des Schülerlabors, durchzuführen. Im Anschluss erfolgt eine Besprechung mit den Betreuerinnen, in der weitere Vorkommnisse und Anregungen besprochen werden. In diesem Kapitel sollen die genannten Aussagen zunächst aufgezählt werden, bevor sie im anschließenden Kapitel diskutiert werden.

Der Bogen für die teilnehmenden Beobachtungen ist bereits in vier vorgegebene Kategorien gegliedert:

- Organisatorischer Ablauf
- Besonderheiten bei der Durchführung der Experimente
- Besonderheiten bei der Bearbeitung des Arbeitsmaterials
- Sonstiges

I. Organisatorischer Ablauf (N = 8)	• „Arbeitszeit länger als gedacht bei Laborphase 1“ • „Arbeitszeit bei Laborphase 2: sehr viele sehr schnell gearbeitet!“ • „zweiter Teil sehr schnell vergangen“ • „Begrüßung vielleicht zu Beginn“ • „eventuell verantwortungsvollen Umgang mit Chemikalien/Gefahren erwähnen: nicht ins Gesicht greifen, nichts im Labor anfassen, dass nicht dazu (zum Experiment) gehört“ • „Hinweise auf Fluchtwege / Feuerlöscher / Löschdecken fände ich sinnvoll.“ • „Eine Betreuerin hatte mehr Gruppen zu betreuen als die anderen“ • „durch Kisten: alles parat; keine Schwierigkeiten bei Versuchsaufbau“ • „Mit 5 Studentinnen war das optimale Betreuungsverhältnis gegeben!“
II. Besonderheiten bei der Durchführung der Experimente (N = 14)	• „Brauchen viel Unterstützung zu Beginn“ • „Schwierigkeiten mit Brenner“ • „Teclubrenner: Kinder sehr vorsichtig“ • „Verknüpfung zw. Blindprobe und Beobachtungen mit Mageninhalt konnten bei der beobachteten Gruppe beobachtet werden!“ • „Fettfleckprobe wurde von der beobachteten Gruppe verstanden („Fleck ist vorhanden““)

	• „einige kommen bei dem Lipidnachweis nicht auf die Fettflecken im Mageninhalt; tun sich schwer den Zusammenhang zu schließen“ • „bei Lipid-Nachweis besser: Was sieht man am Filterpapier“ • „in den einzelnen Experimenten dazuschreiben welche Blindprobe“ • „weniger Chemikalien – statt 2 Fingerbreit nur 1 Fingerbreit oder Tropfen“ • „ein Fingerbreit oft ausreichend“ • „sie wissen nicht was ein Siedeverzug ist“ • „Entsorgung der Chemikalien funktioniert nicht problemlos – obwohl anders geschrieben wird vieles in den Abfluss geleert“ • „Ruhiges Arbeiten am Platz“
III. Besonderheiten bei der Bearbeitung des Arbeitsmaterials (N = 8)	• „Tippkarten von beobachteter Gruppe nicht verwendet“ • „Theorie wurde nicht immer vollständig gelesen“ • „am Anfang betonen, dass sie selbständig arbeiten: erst lesen, dann denken, fragen, handeln“ • „überspringen den Theorieteil und gehen gleich zur Durchführung“ • „die Aufgabe bei der Denaturierung (Zwischenstufe zeichnen) haben einige nicht wahrgenommen“ • „stärker darauf hinweisen, dass die einzelnen Versuche vorgezeigt bzw. abgenommen werden sollen.“ • „Von der Handhabung her fände ich ein doppelseitig bedrucktes A5 Heftchen einfacher als das A4 Format.“ • „Beim Rätsel ist der Buchstabe C zu einfach zu ermitteln und der gibt den Namen Corina preis.“

IV. Sonstiges (N = 6)	• „Wenn man das Audio in die PPP einbindet, kann man während die Verdächtigen sprechen ihr Bildchen einblenden“ • „Es hat großen Spaß gemacht“ • „die Versuche haben reibungslos funktioniert“ • „Ist das Bestätigen der Experimente notwendig bei intensiver Betreuung?“ • „wenn die Täterinnen Motive haben, wird der Fall realistischer“ • „Manche Schüler*innen konnten nicht sinnerfassend lesen.“
--------------------------	--

Tabelle 14: Ergebnisse der Beobachtungen

Beim organisatorischen Ablauf erwähnen die Studentinnen (N = 3), dass die Kinder einmal schneller und einmal langsamer arbeiten als in der Synopse geschrieben steht und dass deshalb der Zeitplan nicht eingehalten werden kann. Außerdem wünschen sich zwei Betreuerinnen eine umfassendere Besprechung der Sicherheitsaspekte (Umgang mit Chemikalien, Feuerlöscher, Fluchtwege) im Labor. Unumgänglich ist aufgrund der Schüler*innenanzahl, dass eine Studentin mehr Gruppen im Labor betreut als die anderen Studentinnen (N = 1). Trotzdem wird das gute Betreuungsverhältnis hervorgehoben (N = 1). Des Weiteren gibt es Lob für die vorgepackten Kisten, die sich durch ihre Vollständigkeit auszeichnen (N = 1).

Beim Experimentieren benötigen die Kinder anfangs die Unterstützung der Betreuerinnen, speziell bei der Arbeit mit dem Teclubrenner (N = 3). Der Lipid-Nachweis wird mehrmals von den Studentinnen thematisiert (N = 3), da von manchen Gruppen nicht verstanden wird, auf was dabei geachtet werden muss. Beim Umgang mit Chemikalien wird einerseits die verwendete Menge (N = 2) und andererseits die, zum Teil fehlerhafte, Entsorgung (N = 1) kritisiert. Auf die korrekte Entsorgung aller Materialien müssen, besonders bei unerfahrenen Klassen, die Betreuerinnen achten. Eine erfreuliche Beobachtung ist, dass die Schüler*innen trotz der neuartigen Situation ruhig auf ihren Plätzen arbeiten (N = 1).

Bezogen auf die Arbeitsmaterialien, beobachten die Betreuerinnen, dass sich die Schüler*innen nicht wirklich mit den Informationstexten (N = 3) und den Tippkarten (N = 1) beschäftigen. Dazu schlägt eine Studentin vor, dass ausdrücklicher auf die

notwendige Bestätigung der Experimente hingewiesen wird. Wichtig wäre hierbei, dass die Studentinnen die Experimente nur dann bestätigen, wenn alle Arbeitsaufträge (Text lesen, Experiment durchführen, Beobachtungen notieren, etwaige Arbeitsaufträge ausführen und Materialien reinigen) erfüllt sind.

Ein weiterer Verbesserungsvorschlag einer Studentin ist, Bilder von den Täterinnen in die PowerPoint-Präsentation (vgl. Anhang 9.3.) einzufügen, sodass passend zur Aussage ein Bild der Verdächtigen erscheint. Des Weiteren wird angedacht, Tatmotive für die Täterinnen zu erfinden, um den Fall realistischer zu gestalten. Der Experimentiertag wird im Gespräch mit den Betreuerinnen in höchsten Tönen gelobt. Zusätzlich notieren zwei Studentinnen im Beobachtungsbogen, dass das Schülerlabor Spaß gemacht hat und alles gut funktioniert hat.

6.4. Diskussion

Die erhaltenen Daten aus den Fragebögen sollen nun interpretiert werden. Dazu wird noch einmal ein Blick auf die zwei Untersuchungsfragen geworfen, die lauten:

- Inwiefern gelingt die Umsetzung vom ELKE^{AUSTRIA} Experimentiertag „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“?
- Wie bewerten die Teilnehmer*innen das Schülerlabor?

Mit den Ergebnissen der Fragebögen (vgl. Kapitel 6.1., 6.2., 6.3.) sollen diese Fragen beantwortet werden.

Nach der Auswertung aller Fragebögen kann eine ganz klar positive Einstellung gegenüber der Umsetzung von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ als Schülerlabor festgestellt werden. Die Lehrerinnen sind sich einig, dass die Schüler*innen an dem Tag, nicht nur im konzentrierten Arbeiten im Labor, sondern auch in der Zusammenarbeit mit ihren Mitschüler*innen, gefördert wurden (vgl. Kapitel 6.1.).

Eine Lehrerin beurteilt die Auswertungskompetenz von Experimenten und Ergebnissen jedoch als eher nicht erreicht. Erklären lässt sich das durch die fehlende Vorerfahrung der Schüler*innen im experimentellen Arbeiten. Die Schüler*innen kennen das Umfeld Labor noch nicht und finden es aufregend, erstmals einen ganzen Vormittag intensiv darin zu arbeiten. Aus diesem Grund ist es nicht überraschend, dass die Kinder mehr Fokus auf die praktische Arbeit als auf die

anschließende Auswertung legen. Dieses Ergebnis zeigt sich auch in den Antworten der Schüler*innen (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 7: I., Tabelle 8: I., III. & Tabelle 10: I.)

In den Fragebögen geben die Schüler*innen an, dass der Experimentiertag für sie interessant war und dass sie etwas dazugelernt haben. Ein paar Schüler*innen ist jedoch nicht klar, wie sie das Erlernte im Alltag nutzen können (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 6). Diese fehlende Verknüpfung können die Betreuerinnen auch in der Laborarbeit erkennen. Die Kinder umschreiben denaturierte Proteine mit den Worten „das sieht ja aus wie Eiweiß“ und sind erstaunt, als man ihnen sagt, dass es auch Eiweiß ist. Eventuell kann man hier die Ermittlungsakte, zumindest für schwächere Klassen, umschreiben und das Wort „Protein“ mit dem Wort „Eiweiß“ austauschen. Beim Lipid-Nachweis verstehen nicht alle Schüler*innen, dass sie auf den Fettfleck achten sollen (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: II.). Manche warten, ob sich der Mageninhalt verändert. Um dieses Problem zu umgehen, könnte man das Beispiel folgendermaßen umformulieren: Der Arbeitsauftrag „Notiere deine Beobachtungen!“ wird durch die Frage „Was kannst du am Filterpapier beobachten?“ ersetzt.

Ein*e Schüler*in schreibt als Antwort auf die Frage, was er oder sie an diesem Tag gelernt hat „mehr über einzelne Säuren“ (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 7: II.). Diese Antwort resultiert nicht nur daraus, dass in den vorherigen Schulstunden das Thema „Säuren und Basen“ behandelt wurde, sondern auch daraus, dass die Informationstexte oft nur überflogen werden und ohne Hintergrundinformation an den Experimenten gearbeitet wird. Aus diesem Grund wäre es wichtig, zu Beginn ausdrücklich zu betonen, dass zuerst die Informationstexte gelesen werden müssen, dann bei Unklarheiten nachgefragt wird und erst dann experimentiert wird. Eine weitere Idee hierfür wäre, den Schüler*innen Aufgaben, wie Vorleser*in oder Zusammenfasser*in, zuzuteilen. So kann man sichergehen, dass die Informationstexte gelesen werden. Leider werden bei der Erprobung die Tippkarten, als weitere Informationsquelle, kaum verwendet (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: III.). Das liegt wahrscheinlich daran, dass die Schüler*innen das Format von Tippkarten nicht kennen und die Betreuerinnen sie nicht explizit darauf hinweisen.

In den Fragebögen geben die Schüler*innen an, mehr über Laborarbeit gelernt zu haben. Besonders der Teclubbrenner, den die Schüler*innen an diesem Tag erstmals benutzen, hinterlässt einen bleibenden Eindruck (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 8: I.). Die unproblematische Arbeit mit dem Brenner kann aber dank der intensiven

Betreuung durch die Studentinnen gewährleistet werden. Ohne die Einschulung, die jedes Pärchen benötigt, wäre die Durchführung der Experimente mit dem Teclubrenner nicht möglich.

In den teilnehmenden Beobachtungen weisen die Betreuerinnen darauf hin, dass es für Klassen, die wenig bis keine Erfahrung in praktischer Laborarbeit haben, wichtig wäre, nicht nur die Laborregeln, sondern auch den verantwortungsvollen Umgang mit Chemikalien zu besprechen (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: I.). Laut einer Betreuerin soll außerdem „Nicht ins Gesicht greifen!“ hinzugefügt werden. Des Weiteren wäre es wichtig, nach der Ankunft der Schüler*innen im Labor erneut auf die Abfallbehälter hinzuweisen, um eine problemlose Entsorgung sicherzustellen. Die Studentinnen sollen aber auch während der Laborarbeit genauestens darauf achten, dass die Schüler*innen die korrekten Behälter für ihren Abfall benutzen. Hinweise auf Fluchtwege und Feuerlöscher, die einer Betreuerin fehlen (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: I.), können bei der nächsten Erprobung, vor Beginn der praktischen Arbeit, thematisiert werden.

In der Rubrik „Arbeitsweisen“ geben die Schüler*innen erfreulicherweise an, dass sie sich mehrheitlich beim Schülerlabor wohlfühlt haben (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 9). Einige loben, in Bezug auf die Laborarbeit, dass sie alles selbst ausprobieren durften (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 10: I.). Auch die Gruppenarbeiten stoßen auf positive Resonanz. Das Kind, das „trifft gar nicht zu“ bei den Aussagen „Mir hat gefallen, dass wir in Laborphase 1 die gleichen Experimente bearbeitet haben.“ und „Mir hat gefallen, dass wir in Laborphase 2 verschiedene Experimente bearbeitet haben.“ angekreuzt hat, hat offensichtlich die Fragestellung nicht verstanden und sollte deswegen nicht berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 9). In einem Fragebogen gibt ein Kind an, dass es sich beim Arbeitsbeginn im Labor mehr Unterstützung gewünscht hätte. Ein anderes hätte mehr Hilfe beim Rätsel in der zweiten Krisensitzung gebraucht. Der Arbeitsbeginn im Labor wird von den Betreuerinnen aber intensiv begleitet und sie beschreiben diesen als völlig unproblematisch, da alle Materialien bereits in Kisten parat stehen (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: I.). Trotzdem ist klar, dass Kinder, die das erste Mal im Labor arbeiten, mit der ganzen Situation etwas überfordert sind. Das Rätsel bei der letzten Station des Experimentiertages, der zweiten Krisensitzung, stellt aber eine ungeahnte Schwierigkeit dar. Aufgrund der intensiven Laborarbeit und der zu kurzen Pause sind die Schüler*innen schon müde und ihre Konzentrationsfähigkeit ist bereits völlig

ausgereizt. Diesen Beobachtungen nach sind die negativen Äußerungen bezüglich des Rätsels nicht verwunderlich (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 12: III., Tabelle 13: I.) Auch, dass es ein paar Schüler*innen weniger gefällt, dass sie ihre Vorgehensweisen und Ergebnisse zum Schluss mit anderen Gruppen austauschen können (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 9), resultiert wahrscheinlich aus der verbrauchten Energie. Ohne die Zusammenarbeit der Kinder beim Rätsel, ist die Lösung von diesem jedoch beinahe unmöglich. Außerdem werden die meisten Informationstexte, wie bereits weiter oben erwähnt, von den Schüler*innen nicht gewissenhaft gelesen. Darum erscheint ihnen das Rätsel vermutlich als so schwierig. Bei der Erprobung werden die Rätselfragen dann spontan im Plenum verglichen, was wiederum gut funktioniert. Hilfreich für die Schüler*innen wäre wahrscheinlich bei der Lösungsfindung auch eine intensive Betreuung durch die Studentinnen. Da das Rätsellösen als Gruppenarbeit geplant war, schreiten die Betreuerinnen in dieser Phase nicht ein. Dieses Vorgehen kann der fehlenden Erfahrung der Betreuerinnen und deren Unsicherheit aufgrund der ersten Durchführung des Schülerlabors zugeschrieben werden. Für die Rätsellösung gibt die beobachtende Lehrerin die Anregung, dass man die Schüler*innen durch einen Wettbewerb motivieren könnte. Eine versprochene Belohnung für die*den schnellste*n Rätsellöser*in kann die letzten Reserven der Kinder am Ende des Experimentiertages herauskitzeln.

Da die Schüler*innen in der ersten Laborphase langsamer und in der zweiten Laborphase schneller arbeiten als geplant, kann der Zeitplan nicht eingehalten werden (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: I.). Hierzu muss überlegt werden, ob nicht eine Veränderung der Synopse notwendig ist. Man könnte zum Beispiel direkt nach Laborphase 1 eine Pause einlegen. So können die Schüler*innen, die früher fertig sind, schon Pause machen und die, die mehr Zeit benötigen, in Ruhe ihre Experimente abschließen, ohne dass Mitschüler*innen auf sie warten müssen. Nach der Pause könnte dann die Besprechung und Wiederholung der ersten Laborphase stattfinden. Wichtig aber ist, dass die Schüler*innen ausreichend Pause bekommen. Aufgrund des limitierten Zeitrahmens der 4A Klasse ist es bei der ersten Erprobung nicht möglich, die geplanten 30 Minuten Pause einzuhalten. Die Pause wird von der Lehrerin sogar auf 8 Minuten gekürzt. Dementsprechend unkonzentriert sind die Schüler*innen in der zweiten Laborphase und der zweiten Krisensitzung (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 13: II.).

Ein weiterer Punkt, der diskutiert werden muss, sind die Vor- und Nachbereitungsmaterialien, zu denen die Lehrerinnen im Rahmen des Fragebogens befragt werden (vgl. Kapitel 6.1.). Sie geben einheitlich an, dass die Ermittlungsakte (vgl. Anhang 9.1.) für die Nachbereitung ausreichend ist. Eine Lehrkraft ergänzt jedoch, dass es hilfreich wäre, die Ergebnisse der Versuche in Form von Videosequenzen den Klassen zur Verfügung zu stellen. Auf die Videos kann die*der Lehrer*in dann bei der Nachbesprechung zurückgreifen. Das ermöglicht eine anschauliche Wiederholung der Experimente und ein besseres Verständnis der Thematik von den Schüler*innen (vgl. auch Groß, 2013). Nicht ganz nachvollziehbar ist der Wunsch der Lehrerinnen nach mehr Vorbereitungsmaterial, da „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ als Einstieg in das Thema „Inhaltsstoffe der Nahrung“ gesehen werden kann. Nichtsdestotrotz wird der Chemielehrerin im Vorhinein bekannt gegeben, dass die Schüler*innen experimentelle Kenntnisse, zum Beispiel bezogen auf den Umgang mit dem Teclubrenner haben sollen. Außerdem sollen sie Nachweise und Blindproben kennen. Während der Erprobung wird aber klar, dass die meisten Schüler*innen noch nie einen Brenner verwendet haben, geschweige denn wissen, was Nachweise oder Blindproben sind (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: II.). Durch die intensive Betreuung stellt das, wie bereits weiter oben erwähnt, kein Problem dar.

Zur spannenderen Gestaltung der Kriminalgeschichte, um die es sich bei „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ dreht, werden mit den Betreuerinnen im Anschluss an die Erprobung mögliche Veränderungen diskutiert. Als Erstes sollte die Audioaufnahme, in der die Kommissarin den Schüler*innen von der passierten Tragödie erzählt, besser in die PowerPoint-Präsentation eingebaut werden (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: IV.). Zum Beispiel könnte, während jede einzelne Verdächtige spricht, ein Bild von ihr eingeblendet werden. Außerdem würde es der ganzen Geschichte mehr Sinn verleihen, wenn die verdächtigen Nachbarinnen Tatmotive hätten (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 114: IV.). Eine Idee hierfür wäre, dass die Nachbarinnen aufgrund von Spielsucht, teuren Autos oder Drogen in Geldnot wären und erfahren haben, dass Herr Argon kürzlich viel Geld geerbt hatte. Zusätzlich zum Tatmotiv könnte von den Ermittler*innen ein Zettel gefunden worden sein, auf dem steht „Komm heut Abend um 19 Uhr zu mir!“. Diese Nachricht begründet dann, wieso Herr Argon eine der Frauen besucht hat. Zudem kann dann, als zweites Zusatzexperiment, eine Chromatografie von Stiften, die bei den Verdächtigen

gefunden wurden, durchgeführt werden. Das Ergebnis entlarvt die Täterin so auf andere Art und Weise.

Zusammenfassend schreiben die Betreuerinnen, dass ihnen der Experimentiertag Spaß gemacht hat und dass die Versuche reibungslos funktioniert haben (vgl. Kapitel 6.3., Tabelle 14: IV.). Auch die Schüler*innen bewerten den Gesamteindruck von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ äußerst positiv. Bei dieser Benotung mit Schulnoten erhält das Thema des Tages die gerundete Durchschnittsnote 1,4 und die Arbeitsweise die Note 1,3 (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 11). Neben diesem Ergebnis zeigen auch die abschließenden Bemerkungen der Schüler*innen, wie „es hat alles gepasst“ oder „Danke dass ich das machen durfte [sic!]“ wie erfolgreich die erste Erprobung des Experimentiertages war (vgl. Kapitel 6.2., Tabelle 12, Tabelle 13: III.).

7. Zusammenfassung und Ausblick

Im letzten Kapitel wird ein zusammenfassender Überblick über die Erarbeitung des neuen Schülerlabors „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren“ gegeben, welches das erste kompetenzorientierte Schülerlabor nach dem Konzept ELKE ist, dass an der Universität Wien entwickelt wurde. Am Schluss werden abschließende Anregungen formuliert und das zukünftige Potential des konzipierten Experimentiertages eruiert.

7.1. Zusammenfassung

Mit „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ ist ein kompetenzorientierter Experimentiertag für ELKE^{AUSTRIA} konzipiert worden. Eingebettet in eine Kriminalgeschichte, lernen die Schüler*innen die Inhaltsstoffe unserer Nahrung kennen. Sie führen in Zweierteams Nachweise zu Lipiden, Proteinen, Kohlenhydraten und weiteren Nahrungsmittelinhaltsstoffen durch und lösen so den Mordfall. Der außerschulische Lernort ELKE^{AUSTRIA} ermöglicht Schüler*innen den Zugang zu einem chemischen Labor der Universität, in dem sie, selbständig und im geschützten Rahmen, experimentieren können. Aber nicht nur die Schüler*innen, sondern auch die Lehramtsstudierenden, die den Experimentiertag betreuen, können sich im geschützten Rahmen erproben.

Zu Beginn dieser Arbeit, werden die theoretischen Grundlagen für die Konzeption erarbeitet, anschließend werden die Rahmenhandlung und die Experimente des

Experimentiertages erläutert und didaktische Überlegungen angeführt. Nach den Vorbereitungen kommt es dann am 29.05.2019 zur Erprobung von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ mit der 4A Klasse der Neuen Mittelschule Neulengbach in Begleitung ihrer Lehrerinnen. Betreut werden die Schüler*innen an diesem Tag von fünf Studierenden. Außerdem ist eine weitere Lehrkraft anwesend, die den Experimentiertag beobachtet hat. Direkt nach der Erprobung wird der konzipierte Tag von allen teilnehmenden Personen evaluiert. Mit den Ergebnissen (vgl. Kapitel 6) können die zwei Untersuchungsfragen, die vor der Erprobung in Kapitel 5 formuliert wurden, beantwortet werden. Zum einen wird durch die ausgewerteten Fragebögen ersichtlich, dass der Experimentiertag gelungen umgesetzt werden konnte und zum anderen wird dieser von den Schüler*innen, Lehrer*innen sowie Betreuer*innen sehr positiv bewertet.

7.2. Ausblick

Ein zukünftiges Ziel von ELKE^{AUSTRIA} ist die Integration in die Lehramtsausbildung an der Universität Wien im Rahmen eines fachdidaktischen Seminars. Völker & Trefzger (2010, S. 2, 3) schlagen hierfür ein fünfphasiges Seminar mit folgendem Ablauf vor. Im ersten Teil erlernen die Studierenden methodische und didaktische Grundlagen. Außerdem absolvieren sie selbst ein Schülerlabor und bekommen einen Einblick in die Konzeption und Erstellung von Experimentiertagen für Schüler*innen. Anschließend schlüpfen die Studierenden für die zweite Phase des Seminars in die Rolle der Lehrer*innen und erstellen eigene Stationen und Materialien. Im dritten Teil probieren die Student*innen gegenseitig ihre Konzepte aus und eruieren, wo etwaige Probleme und Schwierigkeiten auftreten könnten. Daraufhin bekommen die Studierenden wieder theoretischen Input zur Betreuung der Schüler*innen im Labor. Diese Phase ist die vorletzte von fünf. Zuletzt erfolgt dann die Durchführung des konzipierten Experimentiertages. Durch ein derartiges Seminar lernen die Studierenden die Vorbereitung und Durchführung von schülerzentriertem Chemieunterricht nicht nur kennen, sondern bekommen auch professionelle Rückmeldungen von ihren Dozent*innen (Völker & Trefzger, 2010, S. 3). Völker & Trefzger (2010, S. 3) ergänzen: „Damit wird ihnen ermöglicht, Erfahrungswissen, Handlungsmuster und Kompetenzen für den eigenen Unterricht zu entwickeln und zu fördern.“

Zusätzlich zur Integration in die Lehramtsausbildung soll ein Blick auf mögliche Differenzierungsmaßnahmen geworfen werden. Um allen Schüler*innen die Laborarbeit zu ermöglichen, hat das vorliegende Konzept mittleres Niveau, kann aber vertiefender differenziert werden. Die Idee mit dem gefundenen Brief und der dann durchzuführenden Chromatografie, die bereits in Kapitel 6.4. beschrieben wird, kann die Anzahl der Zusatzexperimente erhöht werden. Bei lernstarken Gruppen können außerdem weitere, fachlich vertiefende, Materialien eingesetzt werden. Man könnte mit den Schüler*innen genauer auf Strukturformeln der besprochenen Stoffgruppen eingehen und fachliche Hintergründe zu den Experimenten erläutern. Bei Nichtverwendung dieser Unterlagen während des Experimentiertages können diese Materialien auch als Nachbereitungsmaterialien in den Schulen verwendet werden, falls Klassen großes Interesse an diesem Thema zeigen. Der Wunsch einer Lehrerin nach Videosequenzen, die die einzelnen Versuche anschaulich zeigen und die Nachbesprechung so vereinfachen, soll so rasch wie möglich umgesetzt werden. Auch Tatmotive der Täterinnen sollen alsbald in die Geschichte eingebaut werden, um den Fall logischer und spannender zu gestalten. Des Weiteren soll nach jedem zukünftigen Experimentiertag eine Evaluation stattfinden. Obwohl „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ in seiner Gesamtheit bereits durchdacht und durchführbar geplant ist, sollen stetige Verbesserungen stattfinden, die den Experimentiertag schlussendlich optimieren.

Abschließend kann gesagt werden, dass die erste Erprobung von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ gut verlaufen ist und auf viele positive Rückmeldungen gestoßen ist. Der konzipierte Tag weist großes Potential als außerschulischer Lernort auf und hat als erster Experimentiertag von ELKE^{AUSTRIA} seinen Platz an der Universität Wien gefunden.

8. Verzeichnis

8.1. Literaturverzeichnis

Altrichter, H., Posch, P. (1998) Lehrer erforschen ihren Unterricht: Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Ausgewählte Fragen und Antworten zu Calcium (2013) Abgerufen von <https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/faqs/calcium/> am 13.04.2019

Baltes, W., Matissek, R. (2011). Lebensmittelchemie. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag.

Barke, H.-D., Harsch, G., Kröger, S., Marohn, A. (2018) Chemiedidaktik kompakt. Lernprozesse in Theorie und Praxis. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag.

Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. (2008). Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Berlin-Heidelberg: Springer Verlag.

bifie (2011) Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe.
http://www.bifie.at/wp-content/uploads/2017/06/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf, Zugriff: 28.02.2019

Eckert, P. (2009) Evaluation von Unterricht in Theorie und Praxis. Ein Beitrag zur Entwicklung von Unterrichtsqualität. Hamburg: Diplomica Verlag.

Eichhorn, J. (o.D.) Nahrungsmittelunverträglichkeit: Salizylate und Abkömmlinge. Abgerufen von http://www.bermibs.de/fileadmin/pdf/naturarzt_und_anderes/salizylhaltige_nahrungsmittel.pdf am 13.04.2019

Engeln, K. (2004) Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken, Berlin: Logos Verlag

Engeln, K. (2006) Schülerlabore: Interessensförderung bei Mädchen und Jungen. In Pitton, A. (Hrsg.): Lehren und Lernen mit neuen Medien. (S.254-256). Berlin: LIT-Verlag

Fischer, C. (2019) Kriminell gut experimentieren. Mit fesselnden Detektivgeschichten naturwissenschaftliche Kompetenzen trainieren. Augsburg: Auer Verlag.

Fournes, A. (2008) Lernen an außerschulischen Orten. Oder: Zur Verbindung innerschulischen Lernens mit der „Welt da draußen“. Grundschule Sachunterricht, 39, 2-5.

Frank, J. (2017, 13.11) Antioxidantien: Was das ist und wie sie wirken. Abgerufen von https://www.focus.de/gesundheit/praxistipps/antioxidantien-was-das-ist-und-wie-sie-wirken_id_7831842.html am 14.04.2019

Groß, K. (2013) Experimente alternativ dokumentieren – eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung. Berlin: Logos Verlag.

Groß, K., Schumacher, A. (2018) ELKE. Systematische Vernetzung eines außerschulischen Lernortes mit dem Chemieunterricht. MNU Journal, 71(6), 414-420.

Groß, K., Schumacher, A. (2017) ELKE. Experimentieren – Lernen – Kompetenzen erwerben. <https://chemiedidaktik.uni-koeln.de/elke.html> am 22.04.2019

Gruber-Kalteis, G., Obermüller, M., Straub, G., Reitlinger, J. (2016) Impuls Chemie 4. Wien: öbv.

Haim, K., Müller, A. (2017) Deine Umwelt mit Expedition Chemie 4. Theorieteil. Wien: Verlag E. DORNER

Haim, K., Müller, A., Strasser, J. (2017) Deine Umwelt mit Expedition Chemie 4. Praxisteil. Wien: Verlag E. DORNER

Haupt, O., Domjahn, J., Martin, U., Skiebe-Corrette, P., Vorst, S., Zehren, W., Hempelmann, R. (2013). Schülerlabor – Begriffsschärfung und Kategorisierung. MNU, 66(6), 324-330.

Kaufmann, E., Zöchling, A., Mašin, C., Grois, G. (2014) Chemie verstehen 4. Wien: öbv

Klaes, E., Welzel, M. (2006) Außerschulische Lernorte und naturwissenschaftlicher Unterricht. In Pitton, A. (Hrsg.): Lehren und Lernen mit neuen Medien. (S.239-241). Berlin: LIT-Verlag.

Lehrplan Chemie AHS Unterstufe, Bundesministerium

https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs6_780.pdf?61ebzq; Zugriff:
28.02.2019

Lipscher, J. (2004) Chemie und Verbrechen – Kriminalistik und Chemieunterricht: Eine Tour d'Horizon. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 53(5), 2-6.

Magyar, R., Liebhart, W., Jelinek, G., Faber, W. (2014) Stoffe. Chemie für die 4. Klasse. Wien: öbv

Mokhonko, S., Nickolaus, R., Windaus, A. (2014) Förderung von Mädchen in Naturwissenschaften: Schülerlabore und ihre Effekte. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 20(1), 143-159.

Moritz, P. (216) Chemie auf Schritt und Tritt. Wie? Warum? Weshalb? Eisenstadt: E. Weber Verlag

Neufingerl, F., Suppert, S. (2017) Chemie ist überall 4. Wien: Verlag E. DORNER

Nienaber, A., Melle, I., Endres, A., Risch, B. (2018) Differenzierte Lernmaterialien und Lernzielkontrollen in Lehr-Lern-Laboren. MNU Journal, 71(6), 408-414.

Ninhydrin – Sichtbarmachung von Fingerabdrücken (o.D.) Abgerufen von <https://www.eviscan.com/de/glossar/ninhydrin-sichtbarmachung-von-fingerabdruecken/> am 14.04.2019

Obendrauf, V. (2004) Spannende Spurensuche. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 53(5), 1.

OECD (2016) PISA 2015. Ergebnisse im Fokus. Abgerufen von http://www.oecd.org/berlin/themen/pisa-studie/PISA_2015_Zusammenfassung.pdf am 29.04.2019

Rösler, A. & Welzel, M. (2007) Wie Kinder die Welt entdecken – Forschungsdesign für eine Fallstudie. In: Höttecke, D. (Hrsg.) Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. (S.257-259). Berlin: LIT.

Rothweil, M., Bader, H.J. (2004) Fingerabdrücke. Verräterische Spuren am Tatort. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 53(5), 16-19.

Rust, P., Hasenegger, V., König, J. (2017) Österreichischer Ernährungsbericht 2017. Abgerufen von <https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=528> am 29.04.2019

Salicylsäure-Nachweis (o.D.) Abgerufen von http://scienceacademy.de/archiv/SABW2005/06_Doku_Pharmazie.pdf am 15.04.2019

Schmidkunz, H., Schlagheck, K. (2001) Unterricht Chemie: Stundenbilder, Experimente, Medien: 11: Lebensmittel – Nährstoffe. Köln: Aulis Verlag

Schmidt, I., Di Fuccia, D., Ralle, B. (2011). Außerschulische Lernstandorte. Erwartungen, Erfahrungen und Wirkungen aus der Sicht von Lehrkräften. MNU, 64(6), 362-369.

Schwedt, G. (2009) Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten. Das Periodensystem als Wegweiser. Weinheim: Wiley-VCH

Seilnacht1, T. (o.D.) Bariumchlorid BaCl₂. Abgerufen von http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_bacl2.htm am 11.04.2019

Seilnacht2, T. (o.D.) Vitamin C C₆H₈O₆. Abgerufen von http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_ascor.html am 11.04.2019

Seilnacht3, T. (o.D.) Reagenzlösungen herstellen. Abgerufen von <https://www.seilnacht.com/Chemie/reagenz.htm> am 28.05.2019

Stundenbild „Fingerabdrücke“ – Projekt ForensiKids (o.D.) Abgerufen von http://www.forensikids.at/downloads/Stundenbild_Fingerabdruecke.pdf am 13.04.2019

Sulfat1 (o.D.) Abgerufen von <http://mineralwasser-check.de/sulfat/> am 13.04.2019

Sulfat2 (o.D.) Abgerufen von <https://www.umwelt.niedersachsen.de/themen/wasser/grundwasser/grundwasserbericht/grundwasserbeschaffenheit/gueteparameter/grundprogramm/sulfat/sulfat-137612.html> am 02.05.2019

Völker, M., Trefzger, T. (2010) Lehr-Lern-Labore zur Stärkung der universitären Lehramtsausbildung. PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG Frühjahrstagung, 1, 1-7.

Wilhelm, M., Messmer, K., Rempfler, A. (2011) Auserschulische Lernorte – Chance oder Herausforderung. In Messmer, K., von Niederhäusern, R., Rempfler, A., Wilhelm, M. (Hrsg.), Auserschulische Lernorte – Positionen aus Geographie, Geschichte und Naturwissenschaften (S.8-24). Berlin: LIT Verlag

Zucker, V., Leuchter, M. (2018) Lehr-lern-Labore als Orte der fachdidaktischen MINT-Lehramtsausbildung. Förderung von Kompetenzen Lehramtsstudierender hinsichtlich des Diagnostizierens und Rückmeldens. MNU Journal, 71(6), 364-369.

8.2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Logo von ELKE^{AUSTRIA} (vgl. Groß & Schumacher, 2017)

Abbildung 2: Konzeption von ELKE (vgl. Groß & Schumacher, 2017)

Abbildung 3: Ablauf des Experimentiertages

Abbildung 4: Kommissarin, Corina, Sabine und Pauline (v.l.n.r.)

Abbildung 5: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu Thema bzw. Inhalt

Abbildung 6: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zur Arbeitsweise

8.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die verschiedenen ELKE-Experimentiertage (vgl. Groß & Schumacher, 2018, S.416)

Tabelle 2: ELKE - didaktische Schwerpunkte (vgl. Groß & Schumacher, 2018, S. 419)

Tabelle 3: Gruppeneinteilung in Laborphase 2

Tabelle 4: erstellte Abbildungen und deren Bedeutungen

Tabelle 5: Formen der Evaluation (vgl. Eckert, 2009)

Tabelle 6: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu Thema bzw. Inhalt

Tabelle 7: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu „Nenne kurz das Wichtigste, was du heute gelernt hast!“

Tabelle 8: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu: „Diese Inhalte des Schülerlabors fand ich besonders interessant:“

Tabelle 9: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zur Arbeitsweise

Tabelle 10: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu „Schreibe auf, was dir noch in Bezug auf das Arbeiten im Schülerlabor gefallen hat:“

Tabelle 11: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zum Gesamteindruck

Tabelle 12: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu „Das fand ich gut...“

Tabelle 13: Ergebnisse der Schüler*innen-Fragebögen zu „Das fand ich nicht gut...“

Tabelle 14: Ergebnisse der Beobachtungen

9. Anhang

9.1. Ermittlungsakte

Die Ermittlungsakte erhalten die Schüler*innen beim Besuch von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“. Notwendige Veränderungen nach der ersten Erprobung sind mittels Kommentarfunktion in der anhängenden Ermittlungsakte festgehalten. Die Versuchsanleitungen der Spezialexperimente und des Zusatzexperiments befinden sich mit Lösungen in der Betreuer*innenmappe in Anhang 9.2..

Ermittlungsakte

Name: _____

SYMBOL

Ablauf:



„CSI – CHEMISCH SPUREN IDENTIFIZIEREN!“

Sicherheit im Labor:

- Schutzbrille tragen!
 - Haare zusammenbinden!
 - Im Labor nicht essen und trinken!
 - Arbeitsblätter genau lesen, dann experimentieren!
 - Ruhig arbeiten und nicht herumlaufen!
 - Ergebnisse nach jedem Versuch aufschreiben!
 - Nach dem Experimentieren den Platz aufräumen!
- Das heißt: Müllimer benutzen und Geräte mit destilliertem Wasser spülen!
- Vor dem Verlassen des Labors: Hände gründlich mit Seife waschen!



6d



Impressum:

Lena Sophie Winkler

Betreuerin: Univ.-Prof. Dr. Katharina Groß

Institut für Didaktik der Chemie, Universität Wien

Sämtliche Inhalte, Fotos, Tests und Graphiken des vorliegenden Materials sind urheberrechtlich geschützt. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Genehmigung weder ganz noch auszugsweise kopiert, verändert, vervielfältigt oder veröffentlicht werden.

Inhalt

Vorstellung des Falls	4
Die Verdächtigen	5
Laborphase 1	6
Nährstoffe	6
Lipide	9
Proteine	12
Kohlenhydrate	15
Zusammenfassung	22
Krisensitzung 1	22
Pause	23
Laborphase 2	24
Spezialexperiment 1	25
Spezialexperiment 2	27
Krisensitzung 2	29
Rätsel und Auflösung	30
Zusatzexperiment	35



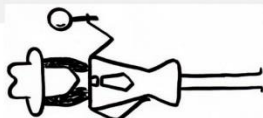
Vorstellung des Falls

Nun gut. Fassen wir noch einmal die Aussage der Kommissarin zusammen. Herr Argon wurde höchstwahrscheinlich von

einer seiner Nachbarinnen vergiftet. Nach der Befragung der drei Hauptverdächtigen wissen wir, was die drei Frauen gestern Abend zu sich genommen haben. Mit dieser Information können wir etwas anfangen liebe Ermittler*innen! Wir haben nämlich von der

Spurensicherung Herrn Argons Mageninhalt bekommen! Nun wollen wir mit Hilfe einer Inhaltsstoffe-Analyse darauf schließen, was Herr Argon gestern Abend zu sich genommen hat. Wenn wir das wissen, wissen wir, wen er besucht hat und somit, wer die Täterin ist!

Werfen wir doch einmal einen Blick auf die drei Verdächtigen und deren Aussagen:



Die Verdächtigen

Corina	Sabine	Pauline
 „Ich habe gestern Abend einen Pina Colada-Cocktail getrunken!“ (Inhaltsstoffe: Ananassaft, Kokosmilch, Schlagobers, Rum, Mandelsplitter)	 „Gestern Abend gab es bei mir griechischen Salat!“ (Inhaltsstoffe: Zwiebel, Tomaten, Oliven, Feta-Käse, Gurke, Paprika, Olivenöl, Balsamico-Essig, Salz, Pfeffer)	 „Was ich am gestrigen Abend gegessen habe? Einen Schinken-Käse-Toast mit Ketchup!“ (Inhaltsstoffe: Toastbrot, Kochschinken, Gouda-Käse, Butter, Ketchup)

Laborphase 1

In der ersten Laborphase untersuchen wir die erhaltene Probe aus dem Magen auf die Hauptnahrungsbestandteile, die Nährstoffe. Um herauszufinden, welche Nährstoffe in der Probe enthalten sind, werden wir Nachweisreaktionen durchführen. (Du bist dir nicht sicher, was das ist? Nutze die Tippkarte!) Dazu arbeite bitte mit einem Ermittler*in deiner Wahl zusammen. Lest euch zunächst gemeinsam den Informationstext zu den Nährstoffen durch.



Nährstoffe

Der Mensch muss ausreichend Nährstoffe aufnehmen, um seine Lebensfähigkeit aufrechtzuerhalten. Eine abwechslungsreiche und ausgewogene Ernährung ist gesund und empfohlen. Unsere Tagesenergiezufuhr sollte in etwa aus 50% Kohlenhydraten, 20% Proteinen und 30% Lipiden bestehen.

Optimale Nährstoffzufuhr

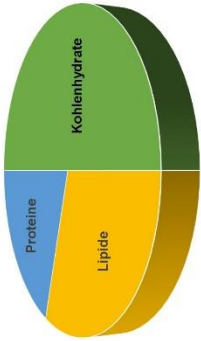


Abbildung 1: Optimale Nährstoffzufuhr

Diese drei Stoffgruppen sind somit die wichtigsten Inhaltsstoffe unserer Nahrung. Gemüse und Obst liefern uns außerdem noch wichtige Ballaststoffe, Vitamine, Mineralstoffe, Antioxidantien und Spurenelemente.
(Gruber-Kalleis et al., 2016, S. 109)

Nun geht es aber mit dem Experimentieren los! Jetzt untersuchen wir den Mageninhalt von Herrn Argon auf Nährstoffe! Um richtige Schlussfolgerungen ziehen zu können, müsst ihr jedes Experiment zuerst mit einer Blindprobe durchführen. (Du weißt nicht was das ist? Dann benutze die Tippkarte!) Lasst euch jedes Experiment einzeln von eurer*euem Betreuer*in auf der nächsten Seite bestätigen! Erst wenn ihr ein Experiment bestätigt bekommen habt, könnt ihr mit dem nächsten beginnen. Eure Ergebnisse aus der ersten Laborphase tragt ihr auf Seite 21 ein. Nun los, damit wir es schaffen, die Täterin zu schnappen!

Kommentiert L1-T1-Selle 22



Lernziel

Du lernst die Hauptnahrungsbestandteile kennen und erfährst, wie man sie nachweisen kann!

Wichtig zu beachten:



- Haltet euch beim Experimentieren an die Versuchsanleitungen und lest euch die Informationen genau durch!
- Lasst euch nach jedem Experiment von der*dem Betreuer*in bestätigen, dass ihr das Experiment absolviert habt!
- Reinigt nach jedem Experiment die Geräte und entsorgt den Abfall in die dafür vorgesehenen Behälter! Erst dann wird eure*uer Betreuer*in das Experiment bestätigen!
- Falls ihr Labormaterialien nicht kennen solltet, schaut in die Tippkarten, sie werden euch weiterhelfen!

Hauptexperimente: Nachweis von ...	Erledigt?
Lipide	☐
Proteinen	☐
Kohlenhydraten	☐
Stärke	☐



Lipide

Lipide ist ein Sammelbegriff für Fette und Öle. Feste Lipide werden als Fette bezeichnet und flüssige Lipide als Öle. Ein Lipid ist eine Verbindung aus drei Carbonsäure-Resten (nennt man in diesem Fall Fettsäure-Reste) und Glycerol (=Glycerin, ein dreiwertiger Alkohol). Um

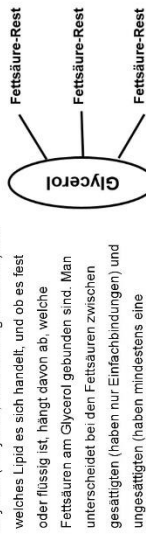


Abbildung 2: Lipid

Sie sind notwendig um die fettlöslichen Vitamine A, D, E und K für uns aufzunehmen zu machen. Außerdem dienen sie in Speisen als Aroma- und Geschmacksstoffträger und bereichern somit jede Küche. Die meisten Mengen an Ölen werden aus Ölfrüchten gewonnen, dazu zählen Kokosnuss, Palmfrucht, Sojabohne, Erdnuss, Sonnenblumenkerne, Oliven und einige mehr. Tierische Fette enthalten Cholesterin. Nehmen wir zu viel Cholesterin auf, kann es zu Ablagerungen in Adern und im schlimmsten Fall sogar zum Verschluss von Arterien kommen. (Hain & Müller, 2017, S. 106, 107; Schmidkunz & Schlagheck, 2001, S. 13)

Lipid-Nachweis durch die Fettfleck-Probe

Materialien:

Nüsse, Filterpapier, Mageninhalt, destilliertes Wasser



Durchführung:

- Starte mit der positiven Blindprobe (Nüsse) und der negativen Blindprobe (destilliertes Wasser)!

- o Zerdrücke die Nüsse zwischen zwei Stück Filterpapier. Tropfe daneben ein paar Tropfen destilliertes Wasser.
- Wiederhole den Versuch nun mit dem Mageninhalt! Schüttle ihn und tropfe ein wenig Mageninhalt auf das Filterpapier.
- o Kreise die entstandenen Flecken ein und beschrifte sie. Das sollte nun in etwa so aussehen:

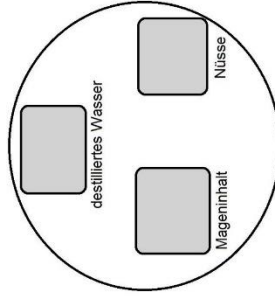


Abbildung 2: Vorlage für das Filterpapier beim Lipid-Nachweis

- o Warte nun einige Minuten bis alles trocknet! Du kannst auch schon mit den nächsten Versuchen beginnen und dann zum Schluss der Laborphase 1 das Filterpapier erneut betrachten!
- o Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert (2): Was kannst du am Filterpapier beobachten?

	Beobachtungen
destilliertes Wasser auf Filterpapier	
zerdrückte Nüsse auf Filterpapier	
Mageninhalt auf Filterpapier	

(Neufingerl & Suppent, 2017, S. 103)

Entsorgung:

Das Filterpapier und die Nüsse werden im Haushaltsmüll entsorgt.



Proteine

Ohne Proteine wäre ein Leben, wie wir es kennen, undenkbar. Man findet Proteine in pflanzlichen und tierischen Zellen, Muskeln, Nerven, Haare und Nägel bestehen daraus. Außerdem transportieren Proteine Stoffe durch unseren Körper, bekämpfen Krankheitserreger, regeln unser Wachstum und vieles mehr. Die vielseitig einsetzbaren Proteine sind lange, kettenförmige Moleküle, deren Bausteine Aminosäuren sind. In der Natur kommen 20 verschiedene Aminosäuren vor. Unser Körper kann aber nur zwölf davon selbst herstellen, die anderen acht müssen wir über Nahrungsmittel zu uns nehmen. Aminosäuren haben alle den gleichen Aufbau, unterscheiden sich aber im Rest R.

Durch die Denaturierung verlieren Proteine ihre Form und Funktion und flocken aus.

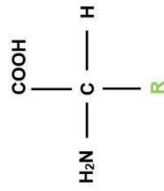


Abbildung 4: Schema der Aminosäuren
(Haim & Müller, 2017, S. 110, 111; Gruber-Kalass et al., 2016, S. 108, 109; Schmidkurz & Schlagheck, 2001, S. 57)

Protein-Nachweis durch Denaturierung

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Reagenzglasclamme, Teclubrenner, Streichhölzer, Salzsäure (HCl, 2M), Ethanol, Aceton, Blindprobe, Mageninhalt



Sicherheitshinweise:

Salzsäure ist ätzend! Ethanol ist leichtentzündlich und reizend! Aceton ist leichtentzündlich und reizend! Vorsicht mit dem Brenner!



Durchführung:

- Starte mit der Blindprobe!
 - Gib zwei Fingerbreit Blindprobe in ein Reagenzglas. Erhitze es anschließend mit dem Teclubrenner.
 - Notiere deine Beobachtungen!
 - Gib zwei Fingerbreit der Blindprobe in ein weiteres Reagenzglas und füge etwas Salzsäure (HCl) hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!
 - Gib zwei Fingerbreit der Blindprobe in ein weiteres Reagenzglas und füge etwas Ethanol hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!
 - Gib zwei Fingerbreit der Blindprobe in ein weiteres Reagenzglas und füge etwas Aceton hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert [3]: Ein Fingerbreit ist jeweils ausreichend!

Blindprobe mit...	Beobachtungen
...Hitze	
...Salzsäure (HCl)	
...Ethanol	
...Aceton	

AUSTRIA



13

- Suche dir nun eine dieser Nachweis-Reaktionen aus und führe sie am Mageninhalt durch. Schüttele dafür den Mageninhalt, gib dann 5 zwei Fingerbreit davon in ein Reagenzglas und gehe gleich vor, wie mit der Blindprobe.

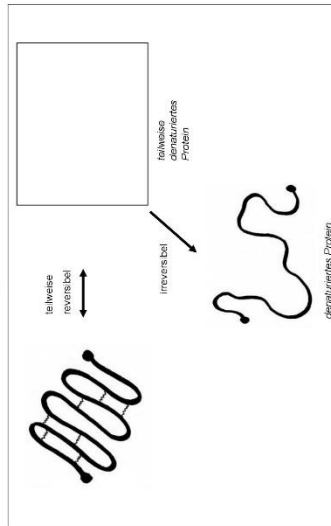
Mageninhalt mit...	Beobachtungen
...	

(Magyar et al., 2014, S. 79)

Entsorgung:

Aceton wird im Lösungsmittel-Abfall entsorgt. Der Rest wird stark verdünnt und bei laufendem Wasser beim Abfluss hinuntergespült.

Vervollständige den Prozess der Denaturierung! (soltest du nicht weiterwissen, wirf einen Blick in die Tippkarten!)



denaturiertes Protein

Abbildung 5: Denaturierung von Proteinen (Schmidkonz & Schlagheck, 2001, S. 56)

AUSTRIA



14



Kohlenhydrate

Kohlenhydrate sind ein Sammelbegriff für verschiedene Verbindungen wie Zucker, Stärke und Cellulose. Sie alle bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die man im Verhältnis 1:2:1 vorfindet. Die chemischen Namen enden fast alle auf „-ose“. In der Natur gibt es Einfachzucker (=Monosaccharide), wie Traubenzucker (=Glucose) und Fruchtzucker (=Fructose), die unsere Früchte, unsere Beeren und unseren Honig süß machen. Dann gibt es Zweifachzucker (=Disaccharide), wie die Saccharose, den wir als Haushaltszucker kennen. Saccharose wird aus Rüben oder Zuckerrohr gewonnen. Zu guter Letzt gibt es Mehrfachzucker (=Polysaccharide) wie Stärke oder Cellulose, die aus mehreren 1000 Grundbausteinen bestehen. Stärke besteht aus vielen Glucose-Einheiten und dient als Energiespeicher für Pflanzen. Cellulose dient als Gerüststoff von Pflanzen und verleiht ihnen ihre Form und Festigkeit.



Abbildung 6: Fructose

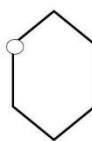


Abbildung 7: Glucose



Abbildung 8: Stärke

(Gruber-Kottels et al., 2016, S. 108, 109; Ham & Möller, 2017, S. 108, 109; Schmidknecht & Schlagheck, 2001, S. 28, 38)

Kohlenhydrat-Nachweis mit Fehling-Lösungen

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Reagenzglaskeklemme, Teclubrenner, Streichhölzer, Fehling 1, Fehling 2, Blindprobe, Mageninhalt



Sicherheitshinweise:

Fehling 1 und Fehling 2 sind ätzend!

Durchführung:



- Starte mit der Blindprobe!
 - Mische jeweils ein Fingerbreit Fehling 1 und Fehling 2 in einem Reagenzglas. Gib dann die Blindprobe hinzu, schwenke etwas und erhitze das Reagenzglas über dem Teclubrenner.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Blindprobe mit...	Beobachtungen
... Fehling 1 & 2	

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Mische jeweils ein Fingerbreit Fehling 1 und Fehling 2 in einem Reagenzglas. Gib dann den Mageninhalt hinzu, schwenke etwas und erhitze das Reagenzglas über dem Teclubrenner.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Mageninhalt mit...	Beobachtungen
... Fehling 1 & 2	

(Magyar et al., 2014, S. 72, 73)

Entsorgung:

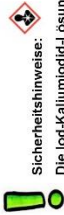
Die Lösungen werden in den Behälter für Schwermetallabfall gekippt. Dann werden die Reagenzgläser einmal mit so wenig destilliertem Wasser wie möglich ausgespült und der Abfall erneut Schwermetallabfall gekippt. Dann können die Reagenzgläser normal gewaschen werden.

Da uns die Fehling-Probe nur anzeigt, ob Kohlenhydrate im Allgemeinen vorhanden sind, wollen wir jetzt noch genauer hinsehen und unsere Magenprobe auf die Anwesenheit von Stärke prüfen.

Stärke-Nachweis mit Iod-Kaliumiodid-Lösung

Materialien:

Reagenzgläser, Reagenzglasgestell, Iod-Kaliumiodid-Lösung, Toastbrot, Erdapfel, Gurke, Ananas, Mageninhalt



Sicherheitshinweise:
Die Iod-Kaliumiodid-Lösung ist gesundheitsschädigend!



Durchführung:

- Starte mit der Blindprobe (in diesem Fall Toastbrot, Erdapfel, etc.)!
- Nimm ein Stück Toastbrot, ein Stück Erdapfel, ein Stück Gurke und ein Stück Ananas. Tropfe Iod-Kaliumiodid-Lösung auf die Lebensmittel.
- Notiere deine Beobachtungen!

Iod-Kaliumiodid-Lösung auf...	Beobachtungen
... Toastbrot	
... Erdapfel	
... Gurke	
... Ananas	

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Gib zwei Fingerbreit Mageninhalt in ein Reagenzglas. Tropfe Iod-Kaliumiodid-Lösung hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Mageninhalt mit...	Beobachtungen
... Iod-Kaliumiodid-Lösung	

(Kaufmann et al., 2014, S. 62)

Entsorgung:

Die Lebensmittel werden im Haushaltsmüll entsorgt. Der Mageninhalt mit Iod-Kaliumiodid-Lösung wird stark verdünnt bei laufendem Wasser im Abfluss entsorgt.

In dieser vereinfachten Nährwertabelle kannst du nachsehen, welche Inhaltsstoffe in welchem Nahrungsmittel enthalten sind. Diese Tabelle wird dir bei den Ermittlungen helfen!

Nährwertabelle (nicht enthalten ☐ / enthalten ☒)

Nahrungsmittel	Proteine	Kohlenhydrate	Stärke	Lipide
Ananassaft	☐	☒	☐	☐
Apfel	☐	☒	☐	☐
Balsamico-Essig	☐	☒	☐	☐
Banane	☐	☒	☒	☐
Butter	☐	☐	☐	☒
Butterkekse	☒	☒	☒	☒
Ei	☒	☐	☐	☒
Erdapfel	☐	☒	☒	☐
Feta-Käse	☒	☐	☐	☒
Gouda-Käse	☒	☐	☐	☒
Gurke	☐	☐	☐	☐
Ketchup	☐	☒	☐	☐
Knoblauch	☒	☒	☒	☐
Kochschinken	☒	☐	☐	☐
Kosmosmilch	☐	☐	☐	☒
Kornspitz	☒	☒	☒	☐

Mandelsplitter	■	□	□	□	■
Olive	□	□	□	□	■
Oliveöl	□	□	□	□	■
Orangensaft	□	■	□	□	□
Paprika, rot	□	■	□	□	□
Pfeffer	□	■	□	□	□
Reis	■	■	■	■	□
Rum	□	□	□	□	□
Salz	□	□	□	□	□
Schinkenspeck	■	□	□	□	■
Schlagobers	□	□	□	□	■
Schokolade, weiß	□	■	□	□	■
Toastbrot	■	■	■	■	□
Tomaten	□	□	□	□	□
Wein, rot	□	□	□	□	□
Zwiebel	□	■	□	□	□

Tabelle 1: Nährwerttabelle

Zusammenfassung

Hauptexperimente

Nachweis von...	positiv oder negativ?	
Proteinen	positiv ☐	negativ ☐
Kohlenhydraten	positiv ☐	negativ ☐
Stärke	positiv ☐	negativ ☐
Lipiden	positiv ☐	negativ ☐



Krisensitzung 1

Vergleicht nun mit der Gruppe eure Ergebnisse! Was konntet ihr bei den einzelnen Experimenten beobachten? Stimmen eure Ergebnisse aus der Laborphase 1 überein?

Jetzt überlegt mal! Können wir mit den bereits erhaltenen Informationen nicht schon eine Verdächtige ausschließen?

Aufgrund der bereits erzielten Ergebnisse können wir _____ als Täterin ausschließen, weil:



Schon fertig, obwohl die anderen noch arbeiten? Dann frag deine*n Betreuer*in nach einer Fingerabdruck-Schulung! Das kannst du bestimmt für deinen nächsten Fall gebrauchen!

Nach erledigter Arbeit darf man sich auch einmal eine Pause genehmigen!

**Pause
Bis in 30 Minuten!**

Laborphase 2

Wir wissen bereits, dass _____ als Täterin nicht in Frage kommt, weil wir _____ in Herr Argons Mageninhalt nicht gefunden haben! Also bleiben jetzt noch zwei Verdächtige übrig! Um die Täterin zu entlarven, müssen wir weitere Beweise finden! Während der Pause wurde der Mageninhalt von Herrn Argon in einem Labor in der Nähe aufgetrennt. Wir werden die aufgetrennte Probe nun noch genauer untersuchen! Finde nun die Person, die das gleiche Symbol in der gleichen Farbe wie du gezogen hat! Mit dieser Person arbeitest du nun im Team! Euer Symbol zeigt euch an, in welcher Abteilung ihr nun arbeitet. Dort findet ihr auch eure beiden Spezialexperimente. Klebt sie auf den folgenden Seiten ein und legt los! Lasst euch nach jedem Experiment wieder von der*dem Betreuer*in bestätigen, dass ihr das Experiment absolviert habt!



Lernziele

- Du lernst weitere Nahrungsmittelbestandteile kennen.
- Du findest mit Hilfe von Versuchsergebnissen eine Lösung.

Abteilung: _____

Spezialexperimente: Nachweis von...	Erledigt?
_____ (Spezialexperiment 1)	☐
_____ (Spezialexperiment 2)	☐

Kommentiert (5): Wir wissen bereits, dass _____ als Täterin nicht in Frage kommt, weil _____

Spezialexperiment 1

Spezialexperiment 1

Spezialexperiment 2

Spezialexperiment 2

Krisensitzung 2



Trefft euch nun mit den anderen zwei Ermittler*innen, die die gleiche Farbe wie ihr haben. Berichtet ihnen, was ihr in Laborphase 2 herausgefunden habt! Erzählt ihnen, auf welche Inhaltsstoffe ihr den Mageninhalt geprüft habt und was eure Ergebnisse waren. Fasst eure Ergebnisse in der Tabelle zusammen!

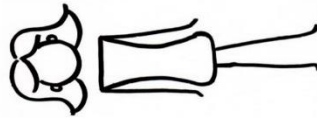
Welche Inhaltsstoffe waren im Mageninhalt enthalten?

Inhaltsstoff	Enthalten?
Ascorbinsäure	
Salicylsäure	
Sulfat	
Calcium	
Ethanol	
Antioxidantien	

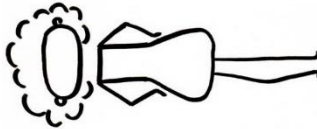
Rätsel und Auflösung

Habt ihr schon eine Vermutung, wer die Täterin sein könnte? (Wenn ja, male sie an!)

Corina



Sabine



Löst nun zusammen das folgende Rätsel! Am Ende werdet ihr sehen, ob ihr mit eurer Vermutung richtig liegt!

1. Welche Endung ist für Kohlenhydrate charakteristisch?
2. Aus welchem Monosaccharid wird Stärke aufgebaut?
3. Was haben ungesättigte Fettsäuren, was gesättigte nicht haben?
4. Wie viele der folgenden Verbindungen sind Aminosäuren?

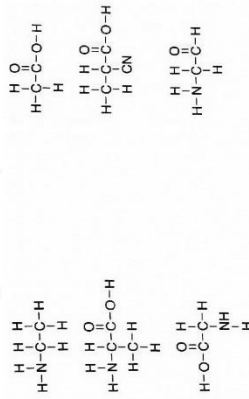


Abbildung 8 Aminosäuren-Quiz (Schmidkunz & Schlagheck, 2001, S. 58)

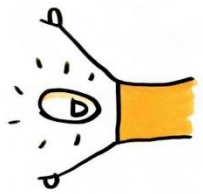
5. In welchen Nahrungsmitteln ist Stärke enthalten: Banane oder Apfel?
6. Welche Elemente sind immer in Kohlenhydraten enthalten? (Nenne sie alphabetisch)
7. Was fangen Antioxidantien?
8. Wo finden wir Sulfate?
9. Was ist ein anderer Name für Ascorbinsäure?
10. Welche Farbe zeigt uns die Anwesenheit von Salicylsäure, beim Nachweis mit Eisen(III)chlorid, an?
11. Welche Endung ist charakteristisch für Alkohole?
12. In welchen Lebensmitteln ist Calcium enthalten?



Abbildung 10 Rätsel-Lösung

Die sechs orange-hinterlegten Buchstaben ergeben in richtiger Reihenfolge den Vornamen der Täterin und bestätigen damit wahrscheinlich eure Vermutung, oder?

Die Täterin ist also: _____



Gratuliere!

Ihr konntet den Fall lösen!
Die Kommissarin ist euch sehr dankbar
für eure Hilfe!

**Platz für das
Zusatzexperiment**

**Platz für das
Zusatzexperiment**

9.2. Betreuer*innenmappe

Die Betreuer*innenmappe besteht aus der Ermittlungsakte sowie allen Versuchsanleitungen. Sie ist mit, für die Betreuer*innen relevanten, Erklärungen, Ergänzungen und Lösungen versehen. Notwendige Änderungen nach der ersten Erprobung sind wieder mittels Kommentarfunktion in der anhängenden Betreuer*innenmappe festgehalten.

Schülerlabor ELKE^{AUSTRIA} zum Thema
„CSI – Chemisch Spuren identifizieren!“

Ermittlungsakte Betreuer*innenmappe

Name: _____

SYMBOL

Ablauf:



„CSI – CHEMISCH SPUREN IDENTIFIZIEREN!“

Sicherheit im Labor:

- Schutzbrille tragen!
- Haare zusammenbinden!
- Im Labor nicht essen und trinken!
- Arbeitsblätter genau lesen, dann experimentieren!
- Ruhig arbeiten und nicht herumlaufen!
- Ergebnisse nach jedem Versuch aufschreiben!
- Nach dem Experimentieren den Platz aufräumen! Das heißt: Mülleimer benutzen und Geräte mit destilliertem Wasser spülen!
- Vor dem Verlassen des Labors: Hände gründlich mit Seife waschen!

Impressum:

Lena Sophie Winkler

Betreuerin: Univ.-Prof. Dr. Katharina Groß

Institut für Didaktik der Chemie, Universität Wien

Sämtliche Inhalte, Fotos, Tests und Graphiken des vorliegenden Materials sind urheberrechtlich geschützt. Sie dürfen ohne vorherige schriftliche Genehmigung weder ganz noch auszugsweise kopiert, verändert, vervielfältigt oder veröffentlicht werden.

Dieses Skript soll aufzeigen, worauf bei Ablauf des Tages zu achten ist. Die Bilder, Lösungen und Anmerkungen befinden sich nicht in der Ermittlungsakte der Schüler*innen. Sollte etwas fehlen oder sollten Unstimmigkeiten auftauchen, dann gerne bei Lena Sophie Winkler melden!

Inhalt

Vorstellung des Falls	5
Die Verdächtigen	6
Laborphase 1	7
Nährstoffe	7
Lipide	11
Proteine	14
Kohlenhydrate	18
Zusammenfassung der Hauptexperimente	26
Krisensitzung 1	26
Zusatzeperiment: Fingerabdrücke	27
Pause	29
Laborphase 2	30
Spezialexperimente nach Abteilungen	31
1. Lupen-Abteilung	31
Sulfat	31
Sulfat-Nachweis mit Bariumchlorid	31
Calcium	34
Calcium-Nachweis mit Natriumcarbonat	34
2. Spuren-Abteilung	36
Salicylsäure	36
Salicylsäure-Nachweis mit Eisenchlorid	36
Ethanol	38
Ethanol-Nachweis durch Brennbarkeit	38
3. Hut-Abteilung	40
Antioxidantien	40
Antioxidantien-Nachweis mit Kalium-Permanganat	40

Ascorbinsäure	42
Ascorbinsäure-Nachweis mit Tillmans-Reagenz	43
Krisensitzung 2	45
Rätsel & Auflösung	46

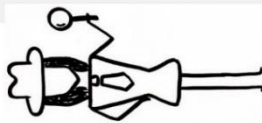


Vorstellung des Falls

Zu Beginn spricht die Kommissarin über einen Lautsprecher und erzählt, was passiert ist.

Nun gut. Fassen wir noch einmal die Aussage der Kommissarin zusammen. Herr Argon wurde höchstwahrscheinlich von einer seiner Nachbarinnen vergiftet. Nach der Befragung der drei Hauptverdächtigen wissen wir, was die drei Frauen gestern Abend zu sich genommen haben. Mit dieser Information können wir etwas anfangen liebe Ermittler*innen! Wir haben nämlich von der Spurensicherung Herrn Argons Mageninhalt bekommen! Nun wollen wir mit Hilfe einer Inhaltsstoffe-Analyse darauf schließen, was Herr Argon gestern Abend zu sich genommen hat. Wenn wir das wissen, wissen wir, wen er besucht hat und somit, wer die Täterin ist!

Werfen wir doch einmal einen Blick auf die drei Verdächtigen und deren Aussagen:



Die Verdächtigen

Corina	Sabine	Pauline
„Ich habe gestern Abend einen Pina Colada-Cocktail getrunken!“ (Inhaltsstoffe: Ananassaft, Kokosmilch, Schlagsobers, Rum, Mandelsplittler)	„Gestern Abend gab es bei mir griechischen Salat!“ (Inhaltsstoffe: Zwiebel, Tomaten, Oliven, Feta-Käse, Gurke, Paprika, Olivenöl, Balsamico-Essig, Salz, Pfeffer)	„Was ich am gestrigen Abend gegessen habe? Einen Schinken-Käse-Toast mit Ketchup!“ (Inhaltsstoffe: Toastbrot, Kochschinken, Gouda-Käse, Butter, Ketchup)

Laborphase 1

In der ersten Laborphase untersuchen wir die erhaltene Probe aus dem Magen auf die Hauptnahrungsbestandteile, die Nährstoffe. Um herauszufinden, welche Nährstoffe in der Probe enthalten sind, werden wir Nachweisreaktionen durchführen. (Du bist dir nicht sicher, was das ist? Nutze die Tippkarte!)

Tippkarte: Chemiker*innen führen Nachweisreaktionen durch, um herauszufinden, ob ein bestimmter Stoff in der Probe vorhanden ist. Dabei reagiert die Probe, mit einem Nachweisreagenz auf charakteristische Weise (Farbveränderung, Niederschlag) und zeigt so die Anwesenheit des Stoffes an. Dazu arbeite bitte mit einer*em Ermittler*in deiner Wahl zusammen. Lest euch zunächst gemeinsam den Informationstext zu den Nährstoffen durch.



Nährstoffe

Der Mensch muss ausreichend Nährstoffe aufnehmen, um seine Lebensfähigkeit aufrechtzuerhalten. Eine abwechslungsreiche und ausgewogene Ernährung ist gesund und empfohlen. Unsere Tagesenergiezufuhr sollte in etwa aus 50% Kohlenhydraten, 20% Proteinen und 30% Lipiden bestehen.

Optimale Nährstoffzufuhr

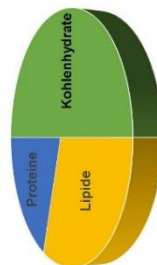


Abbildung 1. Optimale Nährstoffzufuhr

Diese drei Stoffgruppen sind somit die wichtigsten Inhaltsstoffe unserer Nahrung. Gemüse und Obst liefern uns außerdem noch wichtige Ballaststoffe, Vitamine, Mineralstoffe, Antioxidantien und Spurenelemente.

(Gruber-Kalts et al., 2016, S. 108)

Nun geht es aber mit dem Experimentieren los! Jetzt untersuchen wir den Mageninhalt von Herrn Argon auf Nährstoffe! Um richtige Schlussfolgerungen ziehen zu können, müsst ihr jedes Experiment zuerst mit einer Blindprobe durchführen. (Du weißt nicht was das ist? Dann benutze die Tippkarte!)

Tippkarte: Wenn Chemiker*innen wissen möchten, wie das Nachweisreagenz mit dem Stoff reagiert – also woran man einen positiven Nachweis erkennt – führen sie eine positive Blindprobe durch. Dabei nutzen sie das Nachweisreagenz und eine Probe, von der sie wissen, dass der Stoff darin enthalten ist. Bei einer negativen Blindprobe ist der nachzuweisende Stoff nicht enthalten! Lasst euch jedes Experiment einzeln von eurer*em Betreuer*in auf der nächsten Seite bestätigen! Erst wenn ihr ein Experiment bestätigt bekommen habt, könnt ihr mit dem nächsten beginnen. Eure Ergebnisse aus der ersten Laborphase tragt ihr auf Seite 21 ein. Nun los, damit wir es schaffen, die Täterin zu schnappen!

Rezept für Mageninhalt:

- 1 Eiweiß
- 50 mL Sirup
- 50 mL Öl
- Senf



Lernziel

Du lernst die Hauptnahrungsbestandteile kennen und erfährst, wie man sie nachweisen kann!

Wichtig zu beachten:



- Haltet euch beim Experimentieren an die Versuchsanleitungen und lest euch die Informationen genau durch!
- Lasst euch nach jedem Experiment von der*dem Betreuer*in bestätigen, dass ihr das Experiment absolviert habt!
- Reinigt nach jedem Experiment die Geräte und entsorgt den Abfall in die dafür vorgesehenen Behälter! Erst dann wird eure*uer Betreuer*in das Experiment bestätigen!

Im Abzug werden Behälter für die Entsorgung bereitgestellt:

1. Lösungsmittelabfälle
2. Schwermetallabfälle

- Falls ihr Labormaterialien nicht kennen solltet, schaut in die Tippkarten, sie werden euch weiterhelfen!

Reagenzglas	
Reagenzglasklemme	
Reagenzglasgestell	
Uhrglas	
Filterpapier	

Tabelle 1: Tippkarte – Labormaterial (Hain et al., 2017, S. 6)

Hauptexperimente: Nachweis von...	Erledigt?
Lipide	☐
Proteinen	☐
Kohlenhydraten	☐
Stärke	☐



Lipide

Lipide ist ein Sammelbegriff für Fette und Öle. Feste Lipide werden als Fette bezeichnet und flüssige Lipide als Öle. Ein Lipid ist eine Verbindung aus drei Carbonsäure-Resten (nennt man in diesem Fall Fettsäure-Reste) und Glycerol (=Glycerin, ein dreiwertiger Alkohol). Um

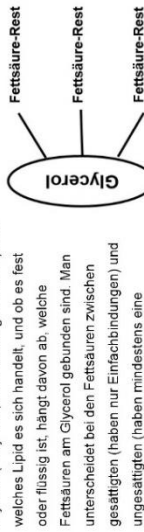


Abbildung 2 Lipid

Sie sind notwendig um die fettlöslichen Vitamine A, D, E und K für uns aufzunehmen zu machen. Außerdem dienen sie in Speisen als Aroma- und Geschmacksstoffträger und bereichern somit jede Küche. Die meisten Mengen an Ölen werden aus Ölfrüchten gewonnen, dazu zählen Kokosnuss, Palmfrucht, Sojabohne, Erdnuss, Sonnenblumenkerne, Oliven und einige mehr. Tierische Fette enthalten Cholesterin. Nehmen wir zu viel Cholesterin auf, kann es zu Ablagerungen in Adern und im schlimmsten Fall sogar zum Verschluss von Arterien kommen. (Halm & Müller, 2017, S. 106, 107; Schmidknecht & Schlagheck, 2001, S. 13)

Lipid-Nachweis durch die Fettfleck-Probe

Materialien:

Nüsse, Filterpapier, Mageninhalt, destilliertes Wasser



Durchführung:

- Starte mit der positiven Blindprobe (Nüsse) und der negativen Blindprobe (destilliertes Wasser)!

- o Zerdreibe die Nüsse zwischen zwei Stück Filterpapier. Tropfe daneben ein paar Tropfen destilliertes Wasser.
- Wiederhole den Versuch nun mit dem Mageninhalt! Schüttle ihn und tropfe ein wenig Mageninhalt auf das Filterpapier.
- o Kreise die entstandenen Flecken ein und beschrifte sie. Das sollte nun in etwa so aussehen:

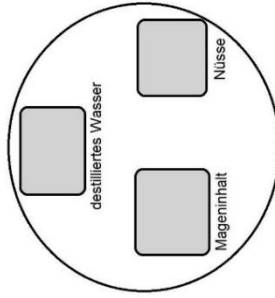


Abbildung 3: Vorlage für das Filterpapier beim Lipid-Nachweis

- o Warte nun einige Minuten bis alles trocknet! Du kannst auch schon mit den nächsten Versuchen beginnen und dann zum Schluss der Laborphase 1 das Filterpapier erneut betrachten!
- o Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert (L2): Was kannst du am Filterpapier beobachten?

	Beobachtungen
destilliertes Wasser auf Filterpapier	Hinterlässt keine Spuren auf dem Filterpapier
zerdrückte Nüsse auf Filterpapier	Hinterlassen Fettflecken
Mageninhalt auf Filterpapier	Hinterlässt auch Flecken

(Neufingerl & Suppert, 2017, S. 103)



Abbildung 4: Ergebnis Lipid-Nachweis

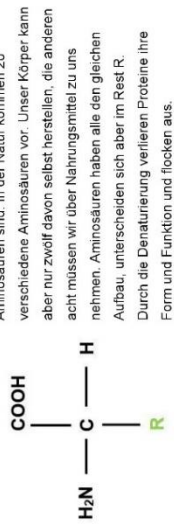
Entsorgung:

Das Filterpapier und die Nüsse werden im Hausabfallmüll entsorgt.



Proteine

Ohne Proteine wäre ein Leben, wie wir es kennen, undenkbar. Man findet Proteine in pflanzlichen und tierischen Zellen, Muskeln, Nerven, Haare und Nägel bestehen daraus. Außerdem transportieren Proteine Stoffe durch unseren Körper, bekämpfen Krankheitserreger, regeln unser Wachstum und vieles mehr. Die vielseitig einsetzbaren Proteine sind lange, kettenförmige Moleküle, deren Bausteine Aminosäuren sind. In der Natur kommen 20



verschiedene Aminosäuren vor. Unser Körper kann aber nur zwölf davon selbst herstellen, die anderen acht müssen wir über Nahrungsmittel zu uns nehmen. Aminosäuren haben alle den gleichen Aufbau, unterscheiden sich aber im Rest R. Durch die Denaturierung verlieren Proteine ihre Form und Funktion und flocken aus.

Abbildung 5: Schema der Aminosäuren

(Haim & Müller, 2017, S. 110, 111; Gruber-Kalies et al., 2016, S. 108, 109; Schmiedeknecht & Schlagheck, 2001, S. 57)

Protein-Nachweis durch Denaturierung

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Reagenzglaskekse, Teclubrenner, Streichhölzer, Salzsäure (HCl, 2M), Ethanol, Aceton, Blindprobe, Mageninhalt

Als Blindprobe dient hier Eiweiß!



Sicherheitshinweise:

Salzsäure ist ätzend! Ethanol ist leichtentzündlich und reizend! Aceton ist leichtentzündlich und reizend! Vorsicht mit dem Brenner!



Durchführung:

- Starte mit der Blindprobe!
 - Gib zwei Fingerbreit Blindprobe in ein Reagenzglas. Erhitze es anschließend mit dem Teclubrenner.
 - Notiere deine Beobachtungen!
 - Gib zwei Fingerbreit der Blindprobe in ein weiteres Reagenzglas und füge etwas Salzsäure (HCl) hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!
 - Gib zwei Fingerbreit der Blindprobe in ein weiteres Reagenzglas und füge etwas Ethanol hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!
 - Gib zwei Fingerbreit der Blindprobe in ein weiteres Reagenzglas und füge etwas Aceton hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert [L3]: Ein Fingerbreit ist jeweils genug

Blindprobe mit...	Beobachtungen
...Hitze	Denaturierung
...Salzsäure (HCl)	Denaturierung
...Ethanol	Denaturierung

...Aceton	Denaturierung
-----------	---------------

- Suche dir nun eine dieser Nachweis-Reaktionen aus und führe sie am Mageninhalt durch. Schüttle dafür den Mageninhalt, gib dann zwei Fingerbreit davon in ein Reagenzglas und gehe gleich vor, wie mit der Blindprobe.

Mageninhalt mit...	Beobachtungen
...	Denaturierung

(Magyar et al., 2014, S. 79)



Abbildung 6: Ergebnisse Protein-Nachweis

Entsorgung:

Aceton wird im Lösungsmittel-Abfall entsorgt. Der Rest wird stark verdünnt und bei laufendem Wasser beim Abfluss hinuntergespült.

Vervollständige den Prozess der Denaturierung! (Solltest du nicht weiterwissen, wirf einen Blick in die Tippkarten!)

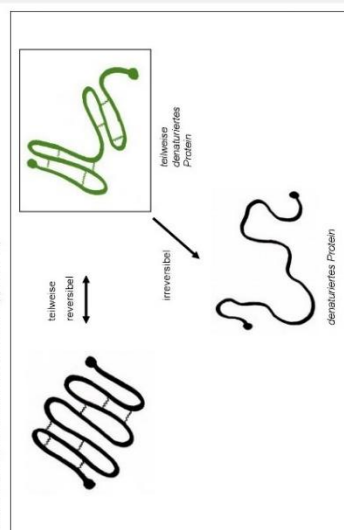


Abbildung 7. Denaturierung von Proteinen (Schmidkunz & Schlagheck, 2001, S. 56)



Kohlenhydrate

Kohlenhydrate sind ein Sammelbegriff für verschiedene Verbindungen wie Zucker, Stärke und Cellulose. Sie alle bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die man im Verhältnis 1:2:1 vorfindet. Die chemischen Namen enden fast alle auf „-ose“. In der Natur gibt es Einfachzucker (=Monosaccharide), wie Traubenzucker (=Glucose) und Fruchtzucker (=Fructose), die unsere Früchte, unsere Beeren und unseren Honig süß machen. Dann gibt es Zweifachzucker (=Disaccharide), wie die Saccharose, den wir als Haushaltszucker kennen. Saccharose wird aus Rüben oder Zuckerrohr gewonnen. Zu guter Letzt gibt es Mehrfachzucker (=Polysaccharide) wie Stärke oder Cellulose, die aus mehreren 1000 Grundbausteinen bestehen. Stärke besteht aus vielen Glucose-Einheiten und dient als Energiespeicher für Pflanzen. Cellulose dient als Gerüststoff von Pflanzen und verleiht ihnen ihre Form und Festigkeit.

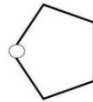


Abbildung 8. Fructose

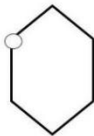


Abbildung 9. Glucose



Abbildung 10. Stärke

(Gruber-Kalleis et al., 2016, S. 108, 109; Haim & Müller, 2017, S. 108, 109; Schmidkunz & Schlagheck, 2001, S. 28, 38)

Kohlenhydrat-Nachweis mit Fehling-Lösungen

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Reagenzglasclenme, Teclubrenner, Streichhölzer, Fehling 1, Fehling 2, Blindprobe, Mageninhalt
 Als Blindprobe dient hier Sirup (1:1 verdünnt mit Wasser)



Sicherheitshinweise:
 Fehling 1 und Fehling 2 sind ätzend!

Herstellung der Fehling-Lösungen (Selbstsch., s.D.):

- Fehling I: 7 g Kupfersulfat Pentahydrat in 100 ml Wasser lösen
- Fehling II: 35 g Kaliumnatriumtartrat und 10 g Natriumhydroxid in 100 ml Wasser lösen.



Durchführung:

- Starte mit der Blindprobe!
 - Mische jeweils ein Fingerbreit Fehling 1 und Fehling 2 in einem Reagenzglas. Gib dann die Blindprobe hinzu, schwenke etwas und erhitze das Reagenzglas über dem Teclubrenner.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Blindprobe mit...	Beobachtungen
... Fehling 1 & 2	Zuerst blau. Bei Zugabe der Blindprobe grünlich, nach dem Erhitzen rot-orange.

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Mische jeweils ein Fingerbreit Fehling 1 und Fehling 2 in einem Reagenzglas. Gib dann den Mageninhalt hinzu, schwenke etwas und erhitze das Reagenzglas über dem Teclubrenner.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Mageninhalt mit...	Beobachtungen
... Fehling 1 & 2	Bei Zugabe der Blindprobe grünlich, nach dem Erhitzen rot-orange.

(Magyar et al., 2014, S. 72, 73)



Abbildung 11: Ergebnis Kohlenhydrat-Nachweis

Entsorgung:

Die Lösungen werden in den Behälter für Schwermetallabfall gekippt. Dann werden die Reagenzgläser einmal mit so wenig destilliertem Wasser wie möglich ausgespült und der Abfall erneut Schwermetallabfall gekippt. Dann können die Reagenzgläser normal gewaschen werden.

Da uns die Fehling-Probe nur anzeigt, ob Kohlenhydrate im Allgemeinen vorhanden sind, wollen wir jetzt noch genauer hinsehen und unsere Magenprobe auf die Anwesenheit von Stärke prüfen.

Stärke-Nachweis mit Iod-Kaliumiodid-Lösung

Materialien:

Reagenzgläser, Reagenzglasgestell, Iod-Kaliumiodid-Lösung, Toastbrot, Erdapfel, Gurke, Ananas, Mageninhalt



Sicherheitshinweise:

Die Iod-Kaliumiodid-Lösung ist gesundheitsschädigend!

Herstellung der Iod-Kaliumiodid-Lösung (Gelbacht, o.D.):
2 g Kaliumiodid in 10 ml Wasser lösen und mit 1 g Iod versetzen. mit Wasser auf 100 ml auffüllen. (In brauner Glasflasche lagern!)



Durchführung:

- Starte mit der Blindprobe (in diesem Fall Toastbrot, Erdapfel, etc.)!
- Nimm ein Stück Toastbrot, ein Stück Erdapfel, ein Stück Gurke und ein Stück Ananas. Tropfe Iod-Kaliumiodid-Lösung auf die Lebensmittel.
- Notiere deine Beobachtungen!

Iod-Kaliumiodid-Lösung auf...	Beobachtungen
... Toastbrot	Es kommt zu einer Schwarzfärbung.
... Erdapfel	Es kommt zu einer Schwarzfärbung.
... Gurke	Es kommt zu keiner Schwarzfärbung.
... Ananas	Es kommt zu keiner Schwarzfärbung.

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Gib zwei Fingerbreit Mageninhalt in ein Reagenzglas. Tropfe Iod-Kaliumiodid-Lösung hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Mageninhalt mit...	Beobachtungen
... Iod-Kaliumiodid-Lösung	Es kommt zu keiner Schwarzfärbung.

(Kaufmann et al., 2014, S. 62)



Abbildung 12: Ergebnis Stärke-Nachweis

Entsorgung:

Die Lebensmittel werden im Haushaltsmüll entsorgt. Der Mageninhalt mit Iod-Kaliumiodid-Lösung wird stark verdünnt bei laufendem Wasser im Abfluss

entsorgt.

In dieser vereinfachten Nährwerttabelle kannst du nachsehen, welche Inhaltsstoffe in welchem Nahrungsmittel enthalten sind. Diese Tabelle wird dir bei den Ermittlungen helfen!

In dieser Tabelle sind zur Verwirrung zusätzliche Lebensmittel angeführt!

Nährwerttabelle (nicht enthalten ☐ / enthalten ☒)

Nahrungsmittel	Proteine	Kohlenhydrate	Stärke	Lipide
Ananassaft	☐	☒	☐	☐
Apfel	☐	☒	☐	☐
Balsamico-Essig	☐	☒	☐	☐
Banane	☐	☒	☒	☐
Butter	☐	☐	☐	☒
Butterkekse	☒	☒	☒	☒
Ei	☒	☐	☐	☒
Erdapfel	☐	☒	☒	☐
Feta-Käse	☒	☐	☐	☒
Gouda-Käse	☒	☐	☐	☒
Gurke	☐	☐	☐	☐
Ketchup	☐	☒	☐	☐
Knoblauch	☒	☒	☒	☐
Kochschinken	☒	☐	☐	☐
Kokosmilch	☐	☐	☐	☒

AUSTRIA

Kornspitz	■	■	■	■	□
Mandelsplitter	■	□	□	□	■
Oliven	□	□	□	□	■
Olivendöl	□	□	□	□	■
Orangensaft	□	■	□	□	□
Paprika, rot	□	■	□	□	□
Pfeffer	□	■	□	□	□
Reis	■	■	■	□	□
Rum	□	□	□	□	□
Salz	□	□	□	□	□
Schinkenspeck	■	□	□	□	■
Schlagobers	□	□	□	□	■
Schokolade, weiß	□	■	□	□	■
Toastbrot	■	■	■	□	□
Tomaten	□	□	□	□	□
Wein, rot	□	□	□	□	□
Zwiebel	□	■	□	□	□

Tabelle 2: Antworttabelle

Zusammenfassung der Hauptexperimente

Nachweis von...	positiv oder negativ?
Proteinen	positiv ☒ negativ ☐
Kohlenhydraten	positiv ☒ negativ ☐
Stärke	positiv ☐ negativ ☒
Lipide	positiv ☒ negativ ☐



Krisensitzung 1

Vergleicht nun mit der Gruppe eure Ergebnisse! Was konntet ihr bei den einzelnen Experimenten beobachten? Stimmen eure Ergebnisse aus der Laborphase 1 überein?

Jetzt überlegt mal! Können wir mit den bereits erhaltenen Informationen nicht schon eine Verdächtige ausschließen?

Aufgrund der bereits erzielten Ergebnisse können wir Pauline als Täterin ausschließen, weil:

In der Probe keine Stärke war, in Toastbrot aber schon!



Schon fertig, obwohl die anderen noch arbeiten? Dann frag deine*n Betreuer*in nach einer Fingerabdruck-Schulung! Das kannst du bestimmt für deinen nächsten Fall gebrauchen!

Das Zusatzexperiment kann von den Schüler*innen auch im zweiten Teil durchgeführt werden, sollten sie dabei schneller sein! Es trägt nicht zur Falllösung bei, sondern soll dazu dienen, dass den schnell-arbeitenden Schüler*innen nicht langweilig wird.

Zusatzexperiment: Fingerabdrücke

Materialien:

Filterpapier, Ninhydrin-Lösung, Föhn, Klebstoff

Herstellung der Ninhydrin-Lösung: 1 g Ninhydrin auf 100 ml Ethanol



Sicherheitshinweise:

Ninhydrin-Lösung ist leicht entzündlich!

Durchführung:

- Nimm ein Stück Filterpapier fest zwischen zwei Finger. Dadurch soll ein kräftiger, aber unsichtbarer Fingerabdruck entstehen. Besprühe dann das Filterpapier mit der Ninhydrin-Lösung. Anschließend erwärme das Filterpapier mit einem Föhn!
- Was kannst du beobachten?

Fingerabdruck...	Beobachtungen
... auf Filterpapier	Man kann nichts erkennen.
... nach dem Föhnen	Das Filterpapier wird lila und man erkennt einen schönen Fingerabdruck.

(Stundenbild „Fingerabdrücke“, o.D.: Ninhydrin – Sichtbarmachung von Fingerabdrücken, o.D.: Magyar et al. 2014, S. 77, Rothwell & Bader, 2004, S. 16)

AUSTRIA



Wie wir heute schon erfahren haben, findet man Proteine in pflanzlichen und tierischen Zellen. Also auch unsere Haut und unser Schweiß wird aus Aminosäuren aufgebaut. Ninhydrin wird in der Spurensicherung oft verwendet, um Fingerabdrücke, die hauptsächlich aus Schweiß bestehen, sichtbar zu machen. Ninhydrin reagiert mit den Aminosäuren im Schweiß unter Bildung eines violetten Farbstoffes. So können die Fingerabdrücke anschließend gesehen und identifiziert werden. Die Wissenschaft von den Fingerabdrücken nennt man Daktyloskopie. Jeder Mensch hat einen anderen Fingerabdruck. Was beim Fingerabdruck sichtbar wird sind die sogenannten Papillarielinien. Diese bleiben vom vierten Embryonalmonat bis zu Verwesung unverändert. Obwohl die Anordnung der Papillarielinien einmalig ist, lassen sich übergeordnete Muster erkennen.

Bogen		Welchem Muster lässt sich dein Fingerabdruck zuordnen? Kleben ihn hier ein! Abbildung 13: Ergabene Fingerabdruck Tabelle 2: Papillarielinien-Muster
Zeibogen		
Wirbel		
Linke Schleife		
Rechte Schleife		

AUSTRIA



Nach erledigter Arbeit darf man sich auch einmal eine Pause genehmigen!

Pause
Bis in 30 Minuten!

Laborphase 2

Wir wissen bereits, dass Pauline als Täterin nicht in Frage kommt, weil wir Stärke in Herr Argons Mageninhalt nicht gefunden haben!

Also bleiben jetzt noch zwei Verdächtige übrig! (Corina und Sabine!) Um die Täterin zu entlarven, müssen wir weitere Beweise finden! Während der Pause wurde der Mageninhalt von Herrn Argon in einem Labor in der Nähe aufgetrennt. Wir werden die aufgetrennte Probe nun noch genauer untersuchen! Alle Schüler*innen ziehen nun ein Symbol! Finde nun die Person,

die das gleiche Symbol in der gleichen Farbe wie du gezogen hast! Euer Symbol zeigt euch an, in welcher Abteilung ihr nun arbeitet. Dort findet ihr auch eure beiden Spezialexperimente. Klebt sie auf den folgenden Seiten ein und legt los! (Darauf achten, dass sie die Experimente einkleben!) Lasst euch nach jedem Experiment wieder von der*dem Betreuer*in bestätigen, dass ihr das Experiment absolviert habt!



Lernziele

- Du lernst weitere Nahrungsmittelbestandteile kennen.
- Du findest mit Hilfe von Versuchsergebnissen eine Lösung.

Abteilung: _____

Spezialexperimente: Nachweis von ...	Erledigt?
_____ (Spezialexperiment 1)	☐
_____ (Spezialexperiment 2)	☐

Kommentiert (LT): Auf
... weil
Verändert!

Spezialexperimente nach Abteilungen

1. Lupen-Abteilung

Als Mageninhalt dient in dieser Abteilung eine Calciumchlorid-Lösung. Dazu werden 2 g CaCl_2 in 80 ml destilliertem Wasser gelöst.



Sulfat

Sulfate regen unseren Stoffwechsel an und spielen eine Rolle bei Knochenaufbau und Nagelbildung. Es gibt sie auf der ganzen Welt, da sie ein Bestandteil von verschiedenen Mineralien sind. Weil das so ist, finden wir Sulfate in Mineralwasser oder Speisesalz. Hohe Sulfat-Werte wirken sich geschmacklich auf das Trinkwasser aus. Haben wir zu viel Sulfat zu uns genommen, kann das abführend wirken.

(Sulfat, o.D., Sulfat o.D.)

Sulfat-Nachweis mit Bariumchlorid

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Salzsäure, Bariumchlorid-Lösung, Mageninhalt, Blindprobe

Als Blindprobe dient hier Natriumsulfat-Lösung. Dafür werden 5g Na_2SO_4 in 100 ml destilliertem Wasser gelöst. Für die Bariumchlorid-Lösung löst man 2,44g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in 100 ml destilliertem Wasser.



Sicherheitshinweise:
Salzsäure ist ätzend! Vorsicht mit dem Mageninhalt!



Durchführung:



- Starte mit der Blindprobe!
 - Gib in ein Reagenzglas zwei Fingerbreit der Blindprobe, füge dann 5 Tropfen Salzsäure hinzu, um die Blindprobe anzusäuern und schwenke das Reagenzglas. Tropfe nun einige Tropfen Bariumchlorid hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert [L8]: Ein Fingerbreit ist ausreichend!

Kommentiert [L9]: Dann hier auch nur 3 Tropfen.

Blindprobe...	Beobachtungen
... mit Bariumchlorid	Es entsteht ein weißer Niederschlag im oberen Teil der Probe.

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Gib in ein Reagenzglas zwei Fingerbreit des Mageninhalts, füge dann 5 Tropfen Salzsäure hinzu, um den Mageninhalt anzusäuern und schwenke das Reagenzglas. Tropfe nun einige Tropfen Bariumchlorid hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert [L10]: Ein Fingerbreit ist ausreichend!

Kommentiert [L11]: Dann hier auch nur 3 Tropfen.

Mageninhalt...	Beobachtungen
... mit Bariumchlorid	Keine Reaktion.

(Seilnacht, o.D.)

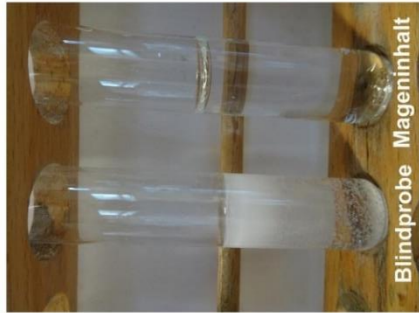


Abbildung 14: Ergebnis Sulfid-Nachweis

Entsorgung:

Die Lösungen können mit viel Wasser im Abfluss entsorgt werden.



Calcium

Calcium ist in Knochen und Zähnen enthalten und stabilisiert die Wände unserer Zellen. Es ist auch an der Reizweiterleitung zwischen unseren Nerven beteiligt. Geben wir unserem Körper zu wenig Calcium, wird Knochenmasse abgebaut und somit werden die Knochen instabil. Calcium ist in Milch und Milchprodukten, wie Emmentaler, Parmesan, Gouda, Buttermilch und Joghurt sowie in Gemüsearten wie Brokkoli, Grünkohl, Rucola, Spinat und Nüssen, wie Hasel- oder Paranüsse, enthalten.

(Ausgewählte Fragen und Antworten zu Calcium¹, 2013)

Calcium-Nachweis mit Natriumcarbonat

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Spatel, Natriumcarbonat, Blindprobe, Mageninhalt

Als Blindprobe dient hier Calciumchlorid-Lösung.



Sicherheitshinweise:

Natriumcarbonat ist gesundheitsschädlich! Vorsicht mit dem Mageninhalt und der Blindprobe!



Durchführung:

- Starte mit der Blindprobe!
 - Gib zwei Fingerbreit Blindprobe in ein Reagenzglas und gib eine Spatelspitze Natriumcarbonat hinzu und schwenke das Reagenzglas.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert (12): Ein Fingerbreit ist ausreichend!

Blindprobe...	Beobachtungen
... mit Natriumcarbonat	Weißer Niederschlag, zunächst wie bei einer Schneekugel.

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Gib zwei Fingerbreit Mageninhalt in ein Reagenzglas und gib eine Spatelspitze Natriumcarbonat hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Mageninhalt...	Beobachtungen
... mit Natriumcarbonat	Weißer Niederschlag, zunächst wie bei einer Schneekugel. (Blindprobe ist hier gleich dem Mageninhalt!)

(Schweitz, 2009, S. 35)



Entsorgung:

Die Lösungen können mit viel Wasser im Abfluss entsorgt werden.

Abbildung 18 Ergebnis Calcium-Nachweis

2. Spuren-Abteilung

Als Mageninhalt dient in dieser Abteilung Salicylsäure gelöst in Ethanol. Dazu gibt man 2 g Salicylsäure in 10 ml Ethanol.



Salicylsäure

Salicylsäure wurde früher als Konservierungsstoff für Marmeladen verwendet, weil sie antimikrobiell wirkt. Wegen dieser Wirkung schützen auch viele Pflanzen Salicylsäure aus. Salicylsäure ist in Himbeeren, Johannisbeeren, Curry, Zimt, Pfeffer, Basilikum, Oregano, Rosinen, Kirschen, Trauben, Pflaumen, Wein, Pfefferminze, Mandeln, Champignons, Orangen, Ananas, Rum, schwarzem Tee, Tomaten und Oliven enthalten. Manche Menschen haben eine Salicylsäure-Intoleranz und reagieren mit Unverträglichkeits-Symptomen.
(Eichhorn, o.D., Baines & Mattisek, 2011, S. 221, 510, 516)

Salicylsäure-Nachweis mit Eisenchlorid

Die Blindprobe ist hier gleich dem Mageninhalt, also Salicylsäure gelöst in Ethanol.

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Eisen(III)chlorid-Lösung, Blindprobe, Mageninhalt



Sicherheitshinweise:

Eisen(III)chlorid-Lösung ist reizend und gesundheitsschädlich! Vorsicht mit Mageninhalt und Blindprobe!

Durchführung:



- Starte mit der Blindprobe!
 - Gib zwei Fingerbreit Blindprobe in ein Reagenzglas und füge dann ein paar Tropfen Eisen(III)chlorid-Lösung hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert [L14]: Ein Fingerbreit ist ausreichend

Blindprobe...	Beobachtungen
... mit Eisenchlorid	Die Lösung wird violett.

Kommentiert [L13]: Eisen(II)chlorid

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!

- Gib zwei Fingerbreit Mageninhalt in ein Reagenzglas und füge dann ein paar Tropfen Eisen(III)chlorid-Lösung hinzu.
- Notiere deine Beobachtungen!

Kommentiert [L16]: Ein Fingerbreit ist ausreichend

Mageninhalt...	Beobachtungen
... mit Eisenchlorid	Die Lösung wird violett. (Weil die Blindprobe gleich der Mageninhalt ist!)

Kommentiert [L17]: Eisen(II)chlorid

(http://scienceacademy.de/archiv/SABX/2005/06_Doku_Pharmazie.pdf)



Entsorgung:

Die Lösungen können mit viel Wasser im Abfluss entsorgt werden.

Abbildung 16: Ergebnis Salicylsäure-Nachweis



Ethanol

Alkohole sind organische Kohlenwasserstoffe, an die mindestens eine OH-Gruppe gebunden ist. Die Namen der Alkohole enden immer mit der Silbe „-ol“. Der einzige trinkbare Alkohol, den wir in Getränken wie Bier, Wein, Rum und Wodka finden, ist Ethanol. Alkohole sind brennbar und verbrennen mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. In der Küche wird die Brennbarkeit von Ethanol zum Beispiel zum Flammbieren genutzt, da dabei kaum Ruß entsteht.

(Ham & Müller, 2017, S. 98, 99)

Ethanol-Nachweis durch Brennbarkeit

Als Blindprobe dient hier Ethanol.

Materialien:

Uhrglas, Streichholz, Ethanol, Mageninhalt



Sicherheitshinweise:

Ethanol ist leicht entzündlich und gesundheitsschädlich! Vorsicht mit dem Mageninhalt!



Durchführung:

- Starte mit der Blindprobe (=Ethanol)!
 - Gib etwas Blindprobe in das Uhrglas und entzünde sie mit dem Streichholz.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Blindprobe...	Beobachtungen
... wird angezündet	Verbrennt mit blauer Flamme.

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Gib etwas Mageninhalt in das Uhrglas und entzünde ihn mit dem Streichholz.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Mageninhalt...	Beobachtungen
... wird angezündet.	Verbrennt mit blauer Flamme und hinterlässt weißen Rand. (Salicylsäure)

(Schweid, 2009, S. 97)

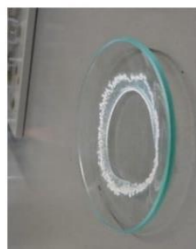


Abbildung 17: Ergebnis Ethanol-Nachweis

Entsorgung:

Die Proben einfach abbrennen lassen.

3. Hut-Abteilung

Als Mageninhalt dient hierbei eine aufgelöste Vitamin C-Tablette in 200 ml Wasser.

Antioxidantien

In unserem Körper befinden sich freie Radikale, die unsere Körperzellen angreifen. Durch Alkohol, Rauchen, ungesunde Ernährung oder Medikamente erhöht sich die Anzahl dieser freien Radikale. Antioxidantien fangen die freien Radikale auf und schützen somit unseren Körper vor Viren und Bakterien. Antioxidantien ist ein Überbegriff für viele Vitamine, Mineralien oder Spurenelemente. Wir finden sie in frischem Obst, Gemüse, Nüssen, Getreide und Kräutern.

(Frank, 2017)

Antioxidantien-Nachweis mit Kalium-

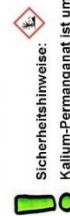
Permanganat

Die Blindprobe ist hier gleich dem Mageninhalt: eine aufgelöste Vitamin C-Tablette.

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Kalium-Permanganat-Lösung, Blindprobe, Mageninhalt

Für die Kalium-Permanganat-Lösung löst man 0,32 g KMnO_4 in 100 ml destilliertem Wasser.



Sicherheitshinweise:

Kalium-Permanganat ist umweltschädlich!



Durchführung:

- Starte mit der Blindprobe!
 - Gib in ein Reagenzglas etwa ein Fingerbreit Kalium-Permanganat-Lösung. Füge anschließend doppelt so viel Blindprobe hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Blindprobe...	Beobachtungen
... mit Kalium-Permanganat	Die Kalium-Permanganat-Lösung ist dunkelviolettfarbig und entfärbt sich nach Zugabe der Blindprobe.

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Gib in ein Reagenzglas etwa ein Fingerbreit Kalium-Permanganat-Lösung. Füge anschließend doppelt so viel Mageninhalt hinzu.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Mageninhalt...	Beobachtungen
... mit Kalium-Permanganat	Die Kalium-Permanganat-Lösung ist dunkelviolettfarbig und entfärbt sich nach Zugabe des Mageninhalts.

(Schwedt, 2009, S. 188)



Entsorgung:

Die Lösungen werden in den Schwermetallabfall gekippt. Dann werden die Reagenzgläser einmal mit so wenig destilliertem Wasser wie möglich ausgespült und der Abfall erneut in den Schwermetallabfall geleert. Dann können die Reagenzgläser normal gewaschen werden.

Abbildung 18: Ergebnis Anionennachweis



Ascorbinsäure

Ascorbinsäure heißt auch Vitamin C und ist ein wasserlösliches Vitamin, das in jeder tierischen und pflanzlichen Zelle enthalten ist. Lebensmittel mit besonders viel Vitamin C sind Hagebutten, Johannisbeeren, Erdbeeren, Petersilie, Orangen, Zitronen, Grapefruits, Paprika, verschiedene Kohlrarten und Erdäpfel. Ascorbinsäure schützt uns vor Infektionen, regt den Stoffwechsel an und wirkt für unser Bindegewebe. Geben wir unserem Körper zu wenig Vitamin C, steigt die Anfälligkeit gegenüber Infekten, es kann zu Wundheilungsstörungen und zur Krankheit Skorbut kommen. Skorbut äußert sich einerseits durch Müdigkeit und andererseits durch Haut- und Zahnfleischbluten, wobei es schlussendlich auch zu Zahnausfall kommen kann.

(Bellitz et al., 2008, S. 428; Moritz, 2016, S. 180; Schmidkunz & Schlagheck, 2001, S. 82)

Ascorbinsäure-Nachweis mit Tillmans-Reagenz

Die Blindprobe ist hier gleich dem Mageninhalt: eine aufgelöste Vitamin C-Tablette.

Materialien:

Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Tillmans-Reagenz, Blindprobe, Mageninhalt, destilliertes Wasser

Für die Lösung des Tillmans-Reagenz werden 0,3 g davon in 100 ml destilliertem Wasser gelöst.



Durchführung:

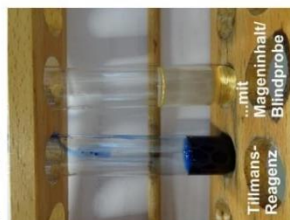
- Starte mit der Blindprobe!
 - Gib in ein Reagenzglas ein Fingerbreit destilliertes Wasser, füge dann 3 Tropfen Tillmans-Reagenz hinzu und schwenke das Reagenzglas. Das destillierte Wasser soll nun blau gefärbt sein. Gib nun einige Tropfen der Blindprobe in das Reagenzglas.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Blindprobe...	Beobachtungen
... mit Tillmans-Reagenz	Die Lösung ist zuerst dunkelblau gefärbt und entfärbt sich nach Zugabe der Blindprobe.

- Wiederhole nun den Versuch mit dem Mageninhalt!
 - Gib in ein Reagenzglas ein Fingerbreit destilliertes Wasser, füge dann 3 Tropfen Tillmans-Reagenz hinzu und schwenke das Reagenzglas. Das destillierte Wasser soll nun blau gefärbt sein. Gib nun einige Tropfen des Mageninhalts in das Reagenzglas.
 - Notiere deine Beobachtungen!

Mageninhalt...	Beobachtungen
... mit Tillmans-Reagenz	Die Lösung ist zuerst dunkelblau gefärbt und entfärbt sich nach Zugabe des Mageninhalts.

(Seilnacht, o.D.)



Entsorgung:

Die Lösungen können im Abfluss entsorgt werden.

Abbildung 19: Ergebnis Ascorbinsäure-Nachweis

Krisensitzung 2



Trefft euch nun mit den anderen zwei Ermittler*innen, die die gleiche Farbe wie ihr haben. Berichtet ihnen, was ihr in Laborphase 2 herausgefunden habt! Erzählt ihnen, auf welche Inhaltsstoffe ihr den Mageninhalt geprüft habt und was eure Ergebnisse waren. Fasst eure Ergebnisse in der Tabelle zusammen!

Welche Inhaltsstoffe waren im Mageninhalt enthalten?

Inhaltsstoff	Enthalten?
Ascorbinsäure	Ja (Paprika)
Salicylsäure	Ja (Tomaten, Oliven)
Sulfat	Nein
Calcium	Ja (Feta)
Ethanol	Ja (Rum)
Antioxidantien	Ja (Gemüse)

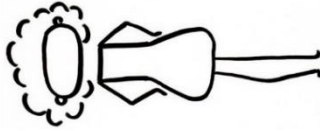
Rätsel & Auflösung

Habt ihr schon eine Vermutung, wer die Täterin sein könnte? (Wenn ja, male sie an!)

Corina



Sabine



Löst nun zusammen das folgende Rätsel! Am Ende werdet ihr sehen, ob ihr mit eurer Vermutung richtig liegt!

1. Welche Endung ist für Kohlenhydrate charakteristisch? **OSE**
2. Aus welchem Monosaccharid wird Stärke aufgebaut? **GLUCOSE**
3. Was haben ungesättigte Fettsäuren, was gesättigte nicht haben?
DOPPELBINDUNGEN
4. Wie viele der folgenden Verbindungen sind Aminosäuren? **ZWEI**

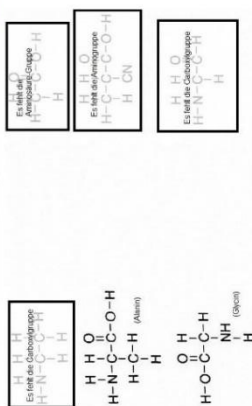


Abbildung 20: Aminosäuren-Quiz (Schmidknecht & Schlagheck, 2001, S. 59)

5. In welchen Nahrungsmitteln ist Stärke enthalten: Banane oder Apfel?
BANANE
6. Welche Elemente sind immer in Kohlenhydraten enthalten? (Nenne sie alphabetisch) **CHO**
7. Was fangen Antioxidanten? **RADIKALE**
8. Wo finden wir Sulfate? **MINERALIEN**
9. Was ist ein anderer Name für Ascorbinsäure? **VITAMIN C**
10. Welche Farbe zeigt uns die Anwesenheit von Salicylsäure, beim Nachweis mit Eisen(III)chlorid, an? **VIOLETT**
11. Welche Endung ist charakteristisch für Alkohole? **OL**
12. In welchen Lebensmitteln ist Calcium enthalten? **MILCHPRODUKTE**



Abbildung 21: Rätsel-Lösung

Die sechs orange-hinterlegten Buchstaben ergeben in richtiger Reihenfolge den Vornamen der Täterin und bestätigen damit wahrscheinlich eure Vermutung, oder?

Die Täterin ist also: CORINA



Gratuliere!

Ihr konntet den Fall lösen!

**Die Kommissarin ist euch sehr dankbar
für eure Hilfe!**

9.3. PowerPoint-Präsentation von der Erprobung

CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!



universität
wien

Herzlich Willkommen an der Universität Wien

Schülerlabor ELKE „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“

AUSTRIA
ELKE

CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!



universität
wien

Kriminalfall

Eine Tragödie ist passiert...



AUSTRIA
ELKE

CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!



universität
wien

Ablauf des heutigen Labortages

Start	Labor- phase 1	Krisen- sitzung	Pause	Labor- phase 2	Krisen- sitzung
-------	-------------------	--------------------	-------	-------------------	--------------------

AUSTRIA
ELKE

Laborregeln



Schutzbrille tragen!



Haare zusammenbinden!



Im Labor nicht essen und trinken!



Ruhig arbeiten und nicht herumlaufen!

Laborregeln

• Außerdem:

- Arbeitsblätter genau lesen, dann experimentieren!
- Ergebnisse nach jedem Versuch aufschreiben!
- Nach dem Experimentieren den Platz aufräumen! Das heißt: Mülleimer benutzen und Geräte mit destilliertem Wasser spülen!



Vor dem Verlassen des Labors: Hände gründlich mit Seife waschen!

Laborphase 1

- Freiwillige Partner*innen-Wahl!
- Such dir eine*n Zweite*n zum Zusammenarbeiten!
- Lasst euch jedes Experiment nach der Absolvierung von eurer Betreuerin bestätigen!

Krisensitzung

- Was habt ihr bis jetzt herausgefunden?

Nachweis von...	positiv oder negativ?
Lipiden	positiv
Proteinen	positiv
Kohlenhydraten	positiv
Stärke	negativ

Krisensitzung

- Wen können wir jetzt ausschließen?



Pauline!

Pause

Bis in 30 Minuten!

Laborphase 2

- Welche Verdächtigen sind noch übrig?
- Wir haben aufgetrennte Magenprobe erhalten!
- Zieht nun ein buntes Symbol!

Laborphase 2

Neue Partner*innen!

Symbol		Symbol
	... arbeitet mit ...	
	... arbeitet mit ...	
	... arbeitet mit ...	

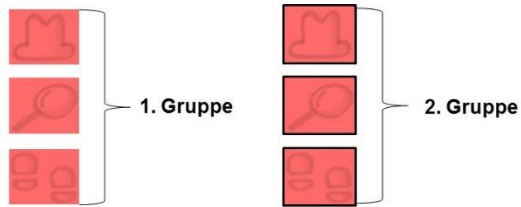
Laborphase 2

Neue Partner*innen!



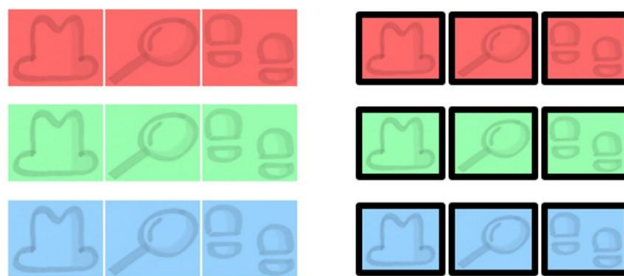
Krisensitzung

Setzt euch in eurem Krisenteam zusammen!



Krisensitzung

Setzt euch in eurem Krisenteam zusammen!



Krisensitzung

- Welche Nachweise waren positiv? Welche negativ?
- Habt ihr schon eine Vermutung, wer die Täterin sein könnte? (Besprecht es ganz leise mit eurem Team!)

Krisensitzung

Löst nun gemeinsam das Rätsel!

Die Täterin ist...



Corina!!!

Ihr konntet den Fall lösen!

Gratulation!



Fragen?

- Gibt es noch Fragen?
- Feedback: Daumenabfrage
- Fragebögen!

Auf Wiedersehen!

Und bis zum nächsten Fall!



9.4. Fragebögen

- I. Lehrer*innen-Fragebogen
- II. Schüler*innen-Fragebogen
- III. Teilnehmende Beobachtungen

Liebe*r Chemielehrer*in,

Sie haben heute mit Ihrer Klasse den Experimentiertag im Schülerlabor ELKE zum Thema „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ durchgeführt. Im Folgenden würden wir Ihnen gerne einige Fragen zur Anbindungsfähigkeit des Themas, zur Einbettung in Ihren Chemieunterricht und zur Vor- und Nachbereitung Ihres Besuches stellen, um das Schülerlabor ELKE stets weiterentwickeln zu können.

Alle Daten sind anonymisiert und werden an keine dritten Personen weitergegeben.

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Allgemeine Informationen

Schulform: ☐ AHS ☐ NMS

Berufsjahre: ☐ 1-5 ☐ 6-10 ☐ 11-20 ☐ >20

Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich ☐ sonstiges

Anbindungsfähigkeit des Experimentiertages

Der Experimentiertag „CSI“ ist inhaltlich im Themengebiet „Biochemie und Gesundheitserziehung“ verortet und adressiert insbesondere den Kompetenzbereich „Inhaltsstoffe der Nahrung“.

Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen.

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft voll zu
Durch die Teilnahme an „CSI“ können die Schüler*innen...				
... benennen, welche Inhaltsstoffe in unserer Nahrung enthalten sind.				
... qualitative Nachweise durchführen und protokollieren.				
... im Chemie-Labor, unter Beachtung von Sicherheitsaspekten, arbeiten.				
... die Experimente und Ergebnisse auswerten.				
Sind Sie der Meinung, dass die oben genannten Kompetenzen bei Ihren Schüler*innen tatsächlich gefördert wurden?				
Bitte erläutern Sie stichpunktartig den Kompetenzgewinn für Ihre Schüler*innen!				
Sind Sie der Meinung, dass über die genannten Kompetenzen hinaus weitere Kompetenzen bei Ihren Schüler*innen gefördert wurden?				

Bewertung des Ablaufs und Materials

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft voll zu
Das Arbeitsmaterial ist anschaulich und altergerecht gestaltet.				
Das Arbeitsmaterial unterstützt die Schüler*innen zielführend beim Experimentieren.				
Die Arbeitsaufträge sind verständlich und altersgemäß formuliert.				
Die Experimente sind altergerecht gewählt und selbständig von den Schüler*innen durchführbar.				
Der Ablauf des Labortages war für die Schüler*innen angemessen.				
Haben Sie Verbesserungsvorschläge für Arbeitsmaterialien, Experimente oder Ablauf?				

Einbettung in den Chemieunterricht

Der Experimentiertag „CSI“ kann aus unserer Sicht sowohl als Einstieg als auch als Schnellform der Unterrichtsreihe „Wichtige Inhaltsstoffe der Nahrung“ dienen.

Bitte skizzieren Sie stichwortartig die Einbindung Ihres Besuchs in Ihren Chemieunterricht.

Vorherige Stunde(n):

Nachfolgende Stunde(n):

Vor- und Nachbereitung des Besuchs

Bevor Sie zu uns kommen, erhalten Sie zur Vorbereitung eine E-Mail mit den Informationen zu dem Schülerlabor und dessen Ablauf. Nach dem Besuch nehmen die Schüler*innen ihre (ausgefüllte) Ermittlungsmappe mit nach Hause. Diese kann als Nachbereitungsmaterial dienen.

Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen.

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft voll zu
Die Informationen im Vorfeld sind ausreichend				
a) für die organisatorische Vorbereitung der Schüler*innen.				
b) für die inhaltliche Vorbereitung der Schüler*innen.				
Ich wünsche mir mehr Vorbereitungsmaterial.				
Die Ermittlungsmappe reicht zur inhaltlichen Nachbereitung des Besuchs aus.				
Ich wünsche mir mehr Nachbereitungsmaterial.				
Anmerkungen:				

Liebe*r Schüler*in,

du hast heute den Experimentiertag im Schülerlabor ELKE zum Thema „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ durchgeführt. Im Folgenden würden wir dir gerne einige Fragen zu den Inhalten und zu der Art und Weise des Lernens an diesem Tag stellen.

Achte beim Ausfüllen des Fragebogens bitte auf Folgendes:

- Es geht um deine eigene Meinung, deshalb gibt es keine richtigen oder falschen Antworten.
- Bei Fragen zum Ankreuzen: Bitte nur ein Kreuz pro Frage setzen!

Für die interne Auswertung benötigen wir deinen Namen, allerdings werden später alle Daten anonymisiert und an keine dritten Personen weitergegeben.

Vielen Dank für deine Mitarbeit!

Thema bzw. Inhalt des Schülerlabors ELKE „CSI“

Bitte bewerte mit Hilfe der folgenden Aussagen den Inhalt des heutigen Experimentiertages

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft voll zu
Mir war klar, was ich heute lernen sollte.				
Ich habe den Inhalt des heutigen Schülerlabors leicht verstanden.				
Ich habe im heutigen Schülerlabor etwas dazu gelernt...				
a) für meinen Alltag				
b) für meinen Chemieunterricht				
Ich fand das heutige Schülerlabor thematisch interessant.				
Nenne kurz das Wichtigste, was du heute gelernt hast!				
Diese Inhalte des Schülerlabors fand ich besonders interessant:				

Die Arbeitsweise bzw. die Art und Weise des Lernens im Schülerlabor „CSI“

Bitte bewerte mit Hilfe der folgenden Aussagen die Arbeitsweise im heutigen Schülerlabor

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft eher zu	trifft voll zu
Ich habe mich im heutigen Schülerlabor wohl gefühlt.				
Mir war klar, wie ich im Schülerlabor arbeiten sollte.				
Mir hat gefallen, dass...				
a) wir in Laborphase 1 die gleichen Experimente bearbeitet haben.				
b) wir in Laborphase 2 verschiedene Experimente bearbeitet haben.				
c) wir uns mit anderen Gruppen über unser Vorgehen und die Ergebnisse austauschen konnten.				
d) wir mit Hilfe unserer Ergebnisse den Fall lösen konnten.				
Schreibe auf, was dir noch in Bezug auf das Arbeiten im Schülerlabor gefallen hat:				
Mehr Unterstützung/Anleitung hätte ich mir gewünscht bei ...				

Gesamteindruck

	1	2	3	4	5
Das Thema des Schülerlabors bewerte ich mit der Schulnote					
Die Arbeitsweise im Schülerlabor bewerte ich mit der Schulnote					
Was ich noch sagen wollte...					
Das fand ich gut...	Das fand ich nicht gut...				

Teilnehmende Beobachtung

Liebe*r Student*in!

Du hast heute den Experimentiertag „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ betreut. Im Folgenden würden wir gerne erfahren, wie dir der Labortag gefallen hat, was dir aufgefallen ist und was verändert werden sollte. Das Antwortformat ist offen, die Überschriften sollen dir aber beim Ausfüllen des Fragebogens helfen.

Organisatorischer Ablauf

Besonderheiten bei der Durchführung der Experimente

Besonderheiten bei der Bearbeitung des Arbeitsmaterials

Sonstiges

Danke für deine Hilfe!

9.5. Abstract

With "CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!" a competence-oriented experimental day for ELKE^{AUSTRIA} was developed. Embedded in a crime story, the students have the possibility to learn about food ingredients in an interactive way. In teams of two, they carry out tests for lipids, proteins, carbohydrates and other food ingredients and thus solve the murder case. The place of extracurricular learning, ELKE^{AUSTRIA}, offers pupils an access to a university chemical laboratory where they can experiment independently and in a protected environment. But not only the pupils, but also students who are training to be teachers can gain practical experience in a supervised setting.

At the beginning of this work, the theoretical foundations of the concept were worked out, then the framework plot and the experiments were explained and didactic considerations were given. After the preparations, "CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!" was tested on the 29th of May, 2019 with the 4A class of the „Neue Mittelschule Neulengbach“ accompanied by their teachers. On this day, the pupils were looked after by five students and a retired teacher. Immediately after the first tryout, the new experimental day was evaluated by all participating persons. The results (see Chapter 6) can be used to answer the two research questions formulated in Chapter 5. On the one hand, the questionnaires show that the testing was very successful and on the other hand, they show the positive feedback of pupils, students and teachers.

9.6. Zusammenfassung

Mit „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ ist ein kompetenzorientierter Experimentiertag für ELKE^{AUSTRIA} konzipiert worden. Eingebettet in eine Kriminalgeschichte, lernen die Schüler*innen die Inhaltsstoffe unserer Nahrung kennen. Sie führen in Zweierteams Nachweise zu Lipiden, Proteinen, Kohlenhydraten und weiteren Nahrungsmittelinhaltsstoffen durch und lösen so den Mordfall. Der außerschulische Lernort ELKE^{AUSTRIA} ermöglicht Schüler*innen den Zugang zu einem chemischen Labor der Universität, in dem sie, selbständig und im geschützten Rahmen, experimentieren können. Aber nicht nur die Schüler*innen, sondern auch die Lehramtsstudierenden, die den Experimentiertag betreuen, können sich im geschützten Rahmen erproben.

Zu Beginn dieser Arbeit, werden die theoretischen Grundlagen für die Konzeption erarbeitet, anschließend werden die Rahmenhandlung und die Experimente des Experimentiertages erläutert und didaktische Überlegungen angeführt. Nach den Vorbereitungen kommt es dann am 29.05.2019 zur Erprobung von „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ mit der 4A Klasse der Neuen Mittelschule Neulengbach in Begleitung ihrer Lehrerinnen. Betreut werden die Schüler*innen an diesem Tag von fünf Studierenden. Außerdem ist eine weitere Lehrkraft anwesend, die den Experimentiertag beobachtet hat. Direkt nach der Erprobung wird der konzipierte Tag von allen teilnehmenden Personen evaluiert. Mit den Ergebnissen (vgl. Kapitel 6) können die zwei Untersuchungsfragen, die vor der Erprobung in Kapitel 5 formuliert wurden, beantwortet werden. Zum einen wird durch die ausgewerteten Fragebögen ersichtlich, dass der Experimentiertag gelungen umgesetzt werden konnte und zum anderen wird dieser von den Schüler*innen, Lehrer*innen sowie Betreuer*innen sehr positiv bewertet.