

Katharina Groß, Dennis Kurzbach & Claudia Maria Angele

NMR for food profiling – Long Drink, Short Experiment: Ein interdisziplinärer Zugang zur Förderung von Urteilskompetenz

Der vorliegende Beitrag stellt ein interdisziplinäres Projekt der Unterrichtsfächer Chemie und Ernährungs- und Verbraucher*innenbildung vor.¹ Es zielt darauf ab, dass Schülerinnen und Schüler eine wissenschaftsbasierte Urteilskompetenz entwickeln, um in ihrem Alltag reflektierte Entscheidungen für eine nachhaltige Lebensführung zu treffen. Mit Hilfe dieser Urteilskompetenz können sie ein faktenbasiert begründetes Maß zwischen Konsum und Verzicht finden.

Schlüsselwörter: Interdisziplinäres Lernangebot, wissenschaftsbasierte Urteilskompetenz, Chemie und Ernährungs- und Verbraucher*innenbildung, fächerverbindende Fachdidaktik

NMR for food profiling—Long Drink, Short Experiment: An interdisciplinary approach to promoting judgement

This article presents an interdisciplinary project of the subjects chemistry and nutrition and consumer education. It aims to develop a knowledge-based judgement competence for decisions for a sustainable lifestyle in everyday life. With this judgement competence, students can find a fact-based, well-founded measure between consumption and renunciation.

Keywords: interdisciplinary learning opportunities, knowledge-based judgement, chemistry and nutrition and consumer education, interdisciplinary didactics

1 Einleitung

Eine Google-Suchanfrage unter dem Stichwort *Long Drink* erbringt knapp eine Mrd. Ergebnisse (982.000.000, Stand 24.3.2020), darunter eine Vielzahl an Rezepturen für deren Eigenherstellung im privaten Haushalt. Die Recherche vermittelt einen schnellen Eindruck von der kulturellen Beliebtheit dieser alkoholischen Mixgetränke, welche eine Mischung aus einer hochprozentigen Spirituose (Wodka, Gin, Whisky etc.) und Saft oder Soda als sogenannte *Filler* darstellen. Beliebt bei Jugendlichen sind laut einer Studie der *European Food Safety Agency* (Zuconia et al., 2013) insbesondere alkoholische Mixgetränke, die Energydrinks enthalten, aus welchen erhöhte gesundheitliche Risiken für das Herz-Kreislaufsystem resultieren können (BfR, 2019). Eine qualitative Studie mit Jugendlichen und jungen Erwachsenen im Alter von 15 bis 23 Jahren in Deutschland macht deutlich, dass Energydrinks einen we-

sentlichen Teil der jugendlichen Lebenskultur darstellen und somit expliziter Teil deren Lebenswelt sind (Maschkowski, 2016).

Auch wenn das Nichtvorhandensein von alkoholischen Getränken und Energydrinks laut der Leitlinie Schulbuffet (BMG, 2011) explizit zu den Mindestkriterien einer gesundheitsförderlichen Schulverpflegung an österreichischen Schulen zählt, ist deren Konsum in den außerschulischen Lebenswelten doch fester Bestandteil der Jugendkultur. Dies zeigen die Daten der Kinder- und Jugendgesundheitsstudie der Weltgesundheitsorganisation (*Health behaviour in School-aged Children, HSBC*) für Österreich: 42% aller befragten österreichischen Schülerinnen und Schüler (5./7./9. und 11. Schulstufen aller Schultypen) konsumieren Energydrinks, darunter 7% an fünf Tagen pro Woche (Felder-Puig et al., 2019, S. 6). Der Alkoholkonsum ist bei österreichischen Jugendlichen ab 15 Jahren zwar rückläufig, jedoch „mit einer Rate von ca. 30% weiterhin stark verbreitet“ (Felder-Puig et al., 2019, S. 98). Zu den unter österreichischen Schülerinnen und Schülern der Schulstufen 9 und 11 beliebten alkoholischen Getränken, die mindestens einmal wöchentlich konsumiert werden, zählen auch Alcopops, ein Mix aus Spirituosen und in der Regel stark zuckerhaltigen Softdrinks (Felder-Puig et al., 2019, S. 41).

Da alkoholische Mixgetränke im alltäglichen Leben von Jugendlichen eine bedeutende Rolle in deren *peer groups* spielen und diese Getränke gleichzeitig stark beworben werden, ist es für sie schwierig, eine reflektierte und bestenfalls gesundheitsförderliche Entscheidung zu treffen. Aus diesem Grund sind unterrichtliche Angebote im Bildungsbereich erforderlich, die die Urteils- und Entscheidungskompetenz der Jugendlichen diesbezüglich fördern – gerade auch im Hinblick auf Alkohol als Genuss- und Suchtmittel. Allerdings zeigt eine systematische Recherche sowohl in Portalen zur Ernährungs- und Verbraucher*innenbildung (z. B. Schulportal Verbraucherbildung der Bundeszentrale Verbraucherschutz Deutschland oder GIVE Servicestelle für Gesundheitsförderung an Österreichs Schulen) als auch in Portalen zur chemisch-naturwissenschaftlichen Bildung deutlich, dass es bisher nur wenig erprobte und evaluierte Lernangebote bzw. Unterrichtsmaterialien für Jugendliche rund um alkoholische Mixgetränke und Energydrinks gibt (kontakt + co Suchtprävention Jugendrotkreuz, 2020). Zudem fehlt dabei zumeist ein interdisziplinärer und insbesondere ein forschungs- und handlungsorientierter Zugang, der den aktuellen fachdidaktischen Standards entspricht und damit die Grundvoraussetzung für den Erwerb von Urteils- und Entscheidungskompetenzen für eine selbstverantwortliche Lebensführung bildet (Angele, 2020).

Auch im Bereich des Chemieunterrichts und/oder im Rahmen von Chemielehrer*innenfortbildungen beschäftigen sich Projekte zwar mit (alkoholischen) Mixgetränken und Energydrinks, verzichten jedoch häufig gänzlich auf den Einsatz von Experimenten oder stellen einfache, qualitative Experimente zu bestimmten Inhaltsstoffen in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen (PROFILES, 2012; Biedermann & Thiebault, 2020). Unterricht in Ernährungs- und Verbraucher*innenbildung fokus-

siert bei der Analyse von alkoholischen Mixgetränken in der Regel auf eine Analyse und Interpretation der Zutatenliste, z. B. über die Etikettierung der Lebensmittel, ohne jedoch mittels realer Experimente die Inhaltsstoffe qualitativ und quantitativ aufzuschlüsseln, was im Fachunterricht zudem spezifische Anforderungen an Raum und Ausstattung stellt.

Mit Blick auf die naturwissenschaftliche Forschung im Bereich der Lebensmittel- und Biochemie bzw. der Ernährungswissenschaften wird allerdings deutlich, dass komplexere und sowohl qualitative als auch quantitative Analysemethoden notwendig sind, um die Inhaltsstoffe der alkoholischen Mixgetränke und deren chemische Strukturen tatsächlich aufklären zu können. Eine tragende Säule solcher Analysen stellt dabei die magnetische Kernresonanzspektroskopie (engl. Nuclear Magnetic Resonance, NMR) dar, die zur Charakterisierung von Nahrungsmittelkomponenten, dem sogenannten *food profiling*, genutzt wird.

2 Das interdisziplinäre Lernangebot

Aufbauend auf den theoretischen Erkenntnissen und systematischen Recherchen, entstand das Projekt „*NMR for food profiling - Long Drink, Short Experiment*“, das sich mit alkoholischen Mixgetränken theoretisch, experimentell, handlungsorientiert und interdisziplinär auseinandersetzt. Durch die Teilnahme an dem Projekt sollen die Jugendlichen systematisch dabei unterstützt werden, die Inhaltsstoffe der alkoholischen Mixgetränke experimentell zu erarbeiten, ihre Wirkung auf den eigenen Körper zu verstehen und auf Grundlage ihres erworbenen Fachwissens Werbeaussagen zu solchen alkoholischen Mixgetränken kritisch zu hinterfragen sowie in Bezug auf ihre eigene Lebensführung zu reflektieren und zu beurteilen. In diesem Sinne steht zu erwarten, dass sie eine wissensbasierte Entscheidungs- bzw. Urteilskompetenz erwerben, die nicht nur ein gemeinsames Ziel von Ernährungs- und Chemieunterricht ist, sondern auch einen wesentlichen Bestandteil von *consumer literacy* und *scientific literacy* darstellt. *Consumer literacy* und *scientific literacy* sind wiederum Grundvoraussetzungen für eine aktive gesellschaftliche Teilhabe und Mitgestaltung von Gesellschaft, auch im Sinne einer nachhaltigen Gesellschaft (Angele, 2017).

Allerdings sind die didaktischen Herausforderungen, die sich in der Entwicklung eines solchen Projekts ergeben, vielfältig: In Anbetracht der Facettenvielfalt des Themas ist eine interdisziplinäre Herangehensweise unabdingbar. Dabei stellt sich auch die Frage, welches Maß an Theorie (im Sinne von naturwissenschaftlichem Basiswissen aus den verschiedenen Fachdisziplinen), wie viel angewandte Theorie (im Sinne des Transfers dieses fachbezogenen und interdisziplinären Wissens in lebensweltbezogene Problemstellungen) und wie viel Praxis (hier verstanden als die Durchführung naturwissenschaftlicher Methoden der Erkenntnisgewinnung, wie beispielsweise der Experimente) im Rahmen eines solchen Lernangebots bedeutsam sind.

Gerade im Hinblick auf ernährungsbezogene Problemstellungen ist es für die Entwicklung einer wissensbasierten Urteilskompetenz zudem wesentlich, das Prinzip der Mehrdimensionalität zu berücksichtigen. Dieses besagt, dass in jeder alltäglichen Esssituation mehrere Dimensionen wirken: der essende Mensch, die Nahrung und das Umfeld, zu der das soziale und das physische Umfeld zählen (Buchner et al., 2011; Angele et al., 2021). Die erste Dimension meint dabei „den essenden Menschen“ „mit seinen bio-psycho-sozialen Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstrukturen“ (Buchner et al., 2011, S. 16), also mit seinem physiologischen System (dem Körper), mit seinem psychischen System und mit seinem sozialen System (Buchner et al., 2011). Die zweite Dimension meint „die Nahrung“ selbst mit ihren jeweiligen quantitativ und qualitativ messbaren Eigenschaften, wie z.B. Energie- und Nährstoffgehalte oder sensorische Eigenschaften. Die dritte und vierte Dimension bezeichnet „das Umfeld“ und umfasst sowohl das soziale Umfeld (Familie, Gruppe, Gesellschaft) als auch das physische Umfeld (geographischer Raum, Klima, Boden, Wasser) (Buchner et al., 2011; Buchner & Leitner, 2018). Das didaktische ‚Maß‘ besteht darin, in einem (interdisziplinären) Lernangebot alle Dimensionen in ihrer Vernetzung zu thematisieren.

2.1 Einbettung in den außerschulischen Lernort ELKE

Für die angemessene didaktische Einbettung des Lernangebots wird der bestehende außerschulische Lernort ELKE^{AUSTRIA} genutzt (Groß, 2020). Der außerschulische Lernort *ELKE* steht für *Experimentieren, Lernen, Kompetenzen Erwerben* und kann sowohl als klassisches Schülerlabor für Schülerinnen und Schüler als auch als Lehr-/Lernlabor für Studierende klassifiziert werden (Groß & Schumacher, 2018). Als Schülerlabor bringt es die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler nicht nur an Orte der Forschung und damit in Kontakt mit Chemikerinnen und Chemikern, sondern erreicht durch seine kompetenzorientierte Gestaltung sowie durch den Einsatz curricular anbindungsfähiger Inhalte eine lernwirksame Vernetzung mit dem regulären Schulunterricht. Die Schülerinnen und Schüler erleben bei ELKE^{AUSTRIA} die Bedeutung der Chemie in und für ihren Alltag, indem sie vielfältige Experimente zu bestimmten aktuellen Themen, z. B. im Kontext von Ernährung und Gesundheit, eigenständig planen, durchführen und reflektieren (Winkler & Groß, 2020). Als Lehr-/Lern-Labor ist ELKE^{AUSTRIA} in die universitäre Lehrer*innenbildung integriert und unterstützt Lehramtsstudierende der Chemie und der Ernährungswissenschaften frühzeitig in ihrer fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzentwicklung. Auf der Grundlage eines fachlich fundierten Wissens erhalten die Studierenden bei ELKE^{AUSTRIA} die Möglichkeit, ihr erworbenes Fachwissen didaktisch angemessen in entsprechende Lerninhalte zu transformieren. Zudem können sie sich in einem vor Leistungsdruck geschützten Raum und mit Konzentration auf wenige Schülerinnen und Schüler in ihrer Lehrer*innenrolle ausprobieren (Groß & Schumacher, 2018).

Mit dem Projekt „*NMR for food profiling – Long Drink, Short Experiment*“ wird der außerschulische Lernort ELKE^{AUSTRIA} erstmalig in Richtung eines interdisziplinären Lernangebots insbesondere für Oberstufenschülerinnen und -schüler und Lehramtsstudierende ausgeweitet. Darüber hinaus eignet es sich in besonderer Weise für die Umsetzung als interdisziplinärer Projekttag im Schülerlabor ELKE^{AUSTRIA}, da es hier möglich ist, nicht nur qualitative und quantitative Nachweisverfahren, sondern auch vielseitige Experimente, die in einem größeren Problemzusammenhang gestellt werden können, einzusetzen. In diesem Sinne kann ein mehrdimensionaler Zugang zum Thema „Alkoholische Mixgetränke“ geschaffen werden, der Schülerinnen und Schüler in der Entwicklung einer auf multidisziplinärem Wissen basierenden Urteilskompetenz zu unterstützen vermag.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist das gesamte Lernangebot so gestaltet, dass das Prinzip der Mehrdimensionalität bzw. die dort ausgewiesenen vier Dimensionen in den Phasen des Projekttages zwar unterschiedlich gewichtet, aber angemessen berücksichtigt werden.

2.2 Grundlegende Konzeption des interdisziplinären Lernangebots

Das interdisziplinäre, experimentelle Lernangebot ist inhaltlich eingebettet in die Geschichte eines tragischen Unfalls. Die Schülerinnen und Schüler der Oberstufe schlüpfen in die Rolle von Analytikerinnen und Analytikern, die der Polizei dabei helfen sollen, den Sachverhalt aufzuklären. Dabei lernen sie am Beispiel des Long Drinks *Cuba Libre* nicht nur dessen grundlegenden Inhaltsstoffe (Rum, Cola, Limettensaft), deren chemischen Aufbau sowie deren Bedeutung und Auswirkung auf ihre Gesundheit kennen, sondern führen auch qualitative und quantitative Nachweisverfahren durch. Dafür erhalten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn ein Logbuch, das sie durch den gesamten Projekttag führt und das sowohl Experimentieranleitungen und Aufgabenstellungen beinhaltet als auch Möglichkeiten zur Dokumentation und zu weiterführenden (Gruppen-)Diskussionen bietet. Darüber hinaus sind Informationstexte über alkoholische Mixgetränke und die verschiedenen Analysemethoden sowie ernährungswissenschaftliche Informationen über die Inhaltsstoffe des Long Drinks und dessen Wirkung auf den Körper enthalten.

Der gesamte Projekttag ist in verschiedene theoretische und experimentelle Phasen unterteilt (Abbildung 1).

NMR for food profiling – Long Drink, Short Experiment

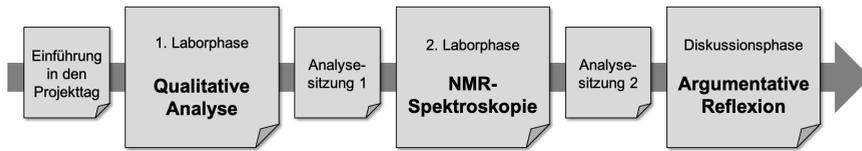


Abb. 1: Ablauf des Projekttages, der sowohl aus einführenden und erarbeitenden Theoriephasen als auch aus praktisch-experimentellen Laborphasen besteht (Quelle: eigene Darstellung)

Zu Beginn des Projekttages werden die Schülerinnen und Schüler zunächst in den Kontext von Ess- und Trinksituationen und der damit einhergehenden vier Dimensionen eingeführt. Ausgangspunkt bildet dabei der essende bzw. trinkende Mensch (Dimension Mensch), der in einer spezifischen Situation Nahrung (Dimension Nahrung) zu sich nimmt, welche Wirkungen unterschiedlichster Art auf den Menschen haben kann (u. a. gesundheitsförderliche, ernährungsmedizinische oder pathogene Wirkung, Wirkung im Hinblick auf sensorische Aspekte, z. B. geschmacksgebend, anregend oder Ekel erregend, sowie Wirkung von Nahrung als Genuss- und Suchtmittel). Zudem erfolgt der Verzehr von Nahrung oder Getränken stets in einer konkreten lebensweltlichen Situation, die geprägt ist vom jeweiligen sozialen Umfeld (wer isst wo und mit wem, zu welchem Anlass, nach welchen unausgesprochenen oder gesellschaftlich definierten Regeln etc.). Schließlich spielt in jeder Esssituation auch das physische Umfeld eine Rolle, welches seinerseits z. B. durch den geographischen Raum die Esssituation mitbestimmt, aber auch selbst durch die Kultur des Essens beeinflusst wird (z. B. über den Verbrauch an Ressourcen durch Nahrungsproduktion, Transport und Lagerung). Mit Hilfe einer fiktiven, lebensweltbezogenen Problemstellung zum Konsum von alkoholischen Mixgetränken und einem daraus resultierenden tragischen Unfall erfolgt die Hinführung in die konkrete Rahmehandlung des Projekttages (*Einführung in den Projekttag*). Aufbauend darauf erhalten die Schülerinnen und Schüler den Auftrag, das polizeiliche Analyselabor zu unterstützen und in einer ersten Laborphase qualitativ-experimentell herauszufinden, welche Inhaltsstoffe in dem vorgestellten alkoholischen Mixgetränk, dem Long Drink *Cuba Libre*, grundsätzlich enthalten sind (*1. Laborphase: Qualitative Analyse*). Mit der Erkenntnis, dass sie zwar nachweisen können, dass jeder *Cuba Libre* Alkohol, Säure und Zucker enthält, aber nicht, um welche Art von Alkohol es sich handelt bzw. welche Cola und ob Limettensaft verwendet wurde oder nicht, werden sie theoretisch in die NMR-Spektroskopie eingeführt (*Analysesitzung 1*). Darauf aufbauend führen sie selbstständig NMR-Messungen durch (*2. Laborphase: NMR-Spektroskopie*) und interpretieren ihre gewonnenen Spektren. Durch das eigenständige Experimentieren und das Interpretieren ihrer gewonnenen Experimentierergebnisse sowie den steten Austausch der Schülerinnen- und Schülergruppen untereinander können sie den tragischen Unfall sukzessive aufklären (*Analysesitzung 2*). Schließlich wird die Diskussion hinsichtlich der zu Beginn thematisierten vier Dimensionen

geweitet, um auf diese Weise eine wissensbasierte Entscheidungs- bzw. Urteilskompetenz im Hinblick auf den Konsum von und/oder den Verzicht auf alkoholische Mixgetränke bei den Schülerinnen und Schülern anzubahnen (*Diskussionsphase: Argumentative Reflexion*). Im Folgenden werden die einzelnen Phasen des Projekttages skizzenhaft vorgestellt.

2.2.1 Einführung in den Projekttag

Problemaufriss:

Der 18-Jährige Fabian ist in der Nacht mit schweren Nierenbeschwerden in die Uniklinik eingeliefert worden. Seine Freunde, die mit ihm gefeiert haben, wurden von der Polizei verhört. Ein Polizist fasst die Aussagen aus der Befragung noch einmal zusammen:

„Nun gut. Fabian war mit drei guten Freunden auf einer Gartenparty, bei der ein angesehener Barkeeper seine Variationen des Long Drinks *Cuba Libre* angeboten hat. Für seine zum Teil recht ausgefallenen Kreationen nutzt der Barkeeper nicht nur Rum, sondern auch ein Rum-Destillat, variiert die Cola Marke (Coca-Cola oder Red Bull Cola) und gibt entweder viel, wenig oder gar keinen Limettensaft hinzu. Um die ganze Bandbreite seines Könnens zu präsentieren, macht er den vier Freunden das Angebot, vier verschiedene *Cuba Libre* zu mixen. Alle vier Freunde sind unter der Bedingung einverstanden, dass Fabian einen *Cuba Libre* erhält, der nicht mit Coca-Cola gemixt wurde. Da Fabian an einer Hyperphosphatämie leidet, d. h. sein Phosphatspiegel im Blut zu hoch ist, wäre es fatal, wenn er die in der Coca-Cola enthaltene Phosphorsäure zu sich nehmen würde. Der Barkeeper beginnt mit seiner Arbeit, wird aber während der Zubereitung mehrmals unterbrochen. Als er fertig ist, übergibt er den vier Freunden die vier durchnummerierten Long Drinks (CL1, CL2, CL3, CL4). Auf die Nachfrage von Fabian, welcher *Cuba Libre* der ohne Coca-Cola sei, antwortet der Barkeeper, der sichtlich gestresst ist: ‚Nimm CL 1! Der müsste ohne Coca-Cola sein‘. Obwohl Fabian misstrauisch wird, drängen ihn seine Freunde sich zu entscheiden, damit sie endlich gemeinsam anstoßen können. Kurze Zeit später geht es Fabian plötzlich schlecht. Er hat Muskelkrämpfe und fühlt sich unwohl. Die Freunde rufen einen Krankenwagen, der Fabian zur Sicherheit ins Krankenhaus bringt. Auch die Polizei kommt mit. Höchstwahrscheinlich hat Fabian doch einen *Cuba Libre* getrunken, der mit Coca-Cola gemixt wurde. Der Barkeeper gibt aber an, dass er extra darauf geachtet hat, dass das Mixgetränk CL1 mit Red Bull Cola zubereitet wurde. Um zu überprüfen, ob der Barkeeper die Wahrheit sagt, nimmt die Polizei Proben von allen vier *Cuba Libre* mit und bringt sie ins Analyselabor.“

Die Rahmenhandlung verdeutlicht bezüglich der vier Dimensionen folgende Aspekte: Der essende bzw. trinkende Mensch ist im Fallbeispiel einerseits durch die Person Fabians vertreten, der aufgrund einer Erkrankung (Hyperphosphatämie) spezifischen Ernährungsanforderungen (u. a. Einschränkung der Phosphataufnahme)

| NMR for food profiling – Long Drink, Short Experiment

unterliegt. Zur Dimension Mensch gehören in der Rahmenhandlung aber auch die Gruppe der Freunde, die mit Fabian gemeinsam die Gartenparty besuchen, sowie der Barkeeper. Die Dimension der Nahrung wird im gewählten Beispiel durch die alkoholischen Mixgetränke repräsentiert (Long Drink, *Cuba Libre*, die Inhaltsstoffe und die Methoden zur qualitativen und quantitativen Analyse). Das soziale Umfeld ist gekennzeichnet durch die Situation gemeinsamen Feierns auf einer Gartenparty. Es wird mitbestimmt durch Rücksichtnahme auf die spezifische Situation der Person einerseits, aber auch klaren Erwartungen der *peer group* andererseits sowie durch die im gesellschaftlichen Kontext gültigen Regelungen bezüglich des Alkoholkonsums von Jugendlichen und jungen Erwachsenen (z. B. Jugendschutzgesetz). Zum physischen Umfeld gehören etwa die Ressourcen, die für Herstellung, Transport, Lagerung von und Handel mit alkoholischen und nicht-alkoholischen Getränken benötigt werden.

2.2.2 Laborphase 1: Qualitative Analyse

Leitfragen in der 1. Laborphase:

- Aus welchen Hauptbestandteilen besteht ein *Cuba Libre*? Finde anhand der Fallbeschreibung heraus, welche Inhaltsstoffe in den vier *Cuba Libre* enthalten sein können!
- Kann man die Inhaltsstoffe analytisch nachweisen?
- Können die Unterschiede zwischen den verschiedenen *Cuba Libre* (CL1 – CL4) festgestellt werden?

Auf der Grundlage der Ergebnisse kann der Ablauf der Situation bei der Gartenparty rekonstruiert werden.

Inhaltliches Vorgehen:

Die Schülerinnen und Schüler erhalten die in Tabelle 1 dargestellten Proben.

Tab. 1: Proben und Inhaltsstoffe der *Cuba Libre*

<i>Cuba Libre</i> Variationen	Rum (4 cL)	Cola (15 cL)	Limettensaft (4 cL)
CL1	Inländer - Rum	Coca-Cola	ja
CL2	Inländer - Rum	Coca-Cola	Nein
CL3	Rum Destillat	Red Bull Cola	ja
CL4	Rum Destillat	Coca-Cola	ja

Die Schülerinnen und Schüler führen qualitative Experimente (Nachweisreaktionen) zu allen vier verschiedenen *Cuba Libre* durch: Zuckernachweis, Säurenachweis, Alkoholnachweis und Herstellung von Rum-Destillat.

Methodisches Vorgehen:

Die erste Laborphase sowie der erste Teil der sich anschließenden Analysesitzung 1 ist in Form eines Gruppenpuzzles aufgebaut: Die Schülerinnen und Schüler werden in Stammgruppen eingeteilt und untersuchen in dieser je einen *Cuba Libre* hinsichtlich aller Inhaltsstoffe. Im ersten Teil der Analysesitzung werden sie in Expertengruppen eingeteilt und stellen sich so die Ergebnisse aller Mixgetränke (CL1 – CL4) vor.

2.2.3 Analysesitzung 1

1. Teil: Ergebnisse aus Laborphase 1

Mit Hilfe der Experimentiererergebnisse erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass jeder *Cuba Libre* – unabhängig davon, welches Mixgetränk sie untersucht haben – Alkohol, Zucker und Säure enthält. Zudem werden die Ergebnisse aus der Rum-Destillation besprochen. Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Rum ein Alkohol-Wasser-Gemisch ist und dass Ethanol durch Destillation gewonnen werden kann. Darüber hinaus kann insbesondere mit leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler fachlich vertieft werden, dass sich Alkohol beim Sieden wie ein azeotropes Gemisch verhält, wenn etwa 96%iges Ethanol durch die Destillation gewonnen wurde: Auch beim mehrfachen Destillieren eines Ethanol-Wasser-Gemisches (Rum) erhält man ein Azeotrop aus 95,58 % Ethanol und 4,42 % Wasser. Dieses Gemisch lässt sich nicht weiter durch Destillieren trennen, da es einen konstanten Siedepunkt von 78,2°C aufweist. Dieser ist niedriger als die Siedepunkte der beiden Reinstoffe (100°C bei Wasser bzw. 78,32°C bei reinem Ethanol).

Zentrale Erkenntnis: Die Hauptbestandteile des *Cuba Libre* können mit Hilfe der Experimente nachgewiesen werden. Allerdings reicht der qualitative Nachweis nicht aus, um die vier verschiedenen *Cuba Libre* eindeutig voneinander zu unterscheiden. Für eine eindeutige Unterscheidung werden deshalb andere Nachweismethoden benötigt. Mit leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler kann zusätzlich die grundlegende Aussagekraft qualitativer Nachweise vertiefend diskutiert werden.

2. Teil: Hinführung zur NMR-Spektroskopie

Um eindeutig aufzuklären, welche Inhaltsstoffe in den jeweiligen *Cuba Libre* enthalten sind, werden die Schülerinnen und Schüler in die NMR-Spektroskopie theoretisch (u. a. grundlegende Funktionsweise der NMR, Interpretation von Spektren) und praxisorientiert unter Beachtung der notwendigen Sicherheitskriterien (Labordemonstration) eingeführt.

2.2.4 Laborphase 2 – NMR-Spektroskopie

1. Teil: Vorbereitung für die Interpretation der NMR-Spektren der vier *Cuba Libre*

Aus der polizeilichen Zusammenfassung der Befragung wissen die Schülerinnen und Schüler, welche Bestandteile der Barkeeper in seinen Kreationen des *Cuba Libre* nutzt: „Für seine zum Teil recht ausgefallenen Kreationen nutzt der Barkeeper nicht nur Rum, sondern auch ein Rum-Destillat, variiert die Cola Marke (Coca-Cola oder Red Bull Cola) und gibt entweder viel, wenig oder gar keinen Limettensaft hinzu.“ (vgl. Problemaufriss). Die Schülerinnen und Schüler messen zunächst die einzelnen Bestandteile der *Cuba Libre* arbeitsteilig im ^1H -NMR. Diese dienen als Blindproben.

2. Teil: NMR-Spektroskopie der vier *Cuba Libre*

Die Schülerinnen und Schüler erhalten erneut die Proben der vier *Cuba Libre* (Tabelle 1). In ihren Stammgruppen aus Laborphase 1 bereiten sie ihre Probe für die ^1H -Spektroskopie vor und messen diese.

2.2.5 Analysesitzung 2

Ergebnis ^1H -Spektroskopie der einzelnen Bestandteile eines *Cuba Libre* (Blindproben)

Mit Hilfe der Spektren der einzelnen Bestandteile können Schülerinnen und Schüler erkennen, wie diese Spektren grundsätzlich aussehen (Abbildung 2). Diese dienen im Folgenden als Vergleich, um die Inhaltsstoffe der eigenen Probe (CL1 – CL4) eindeutig zu identifizieren.

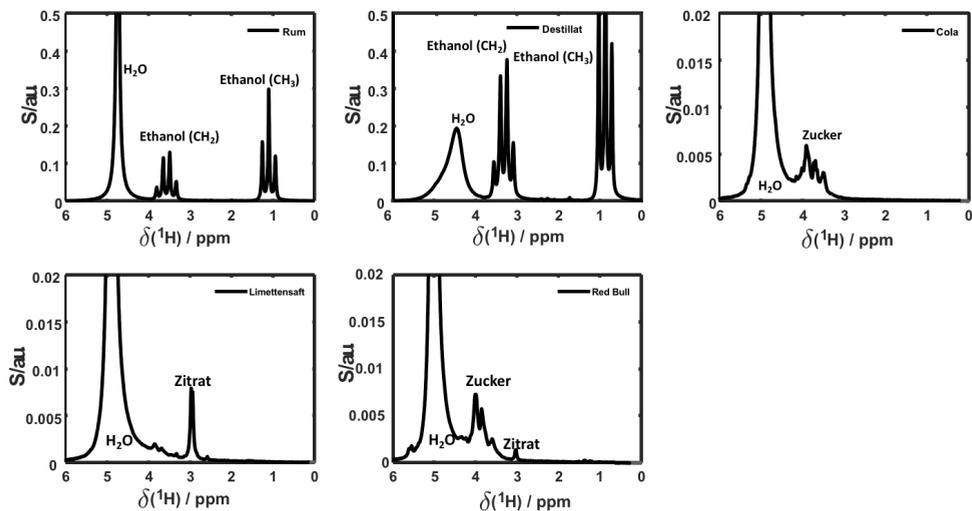


Abb. 2: ^1H Spektren der einzelnen Bestandteile eines *Cuba Libre* (Blindproben)

Ergebnis ^1H -Spektroskopie der vier *Cuba Libre*

Die Schülerinnen und Schüler interpretieren jeweils das gewonnene Spektrum ihrer Probe (Abbildung 3), indem sie dieses mit den Spektren der einzelnen Bestandteile (Abbildung 2) vergleichen. Die Ergebnisse der verschiedenen Proben werden zusammengetragen.

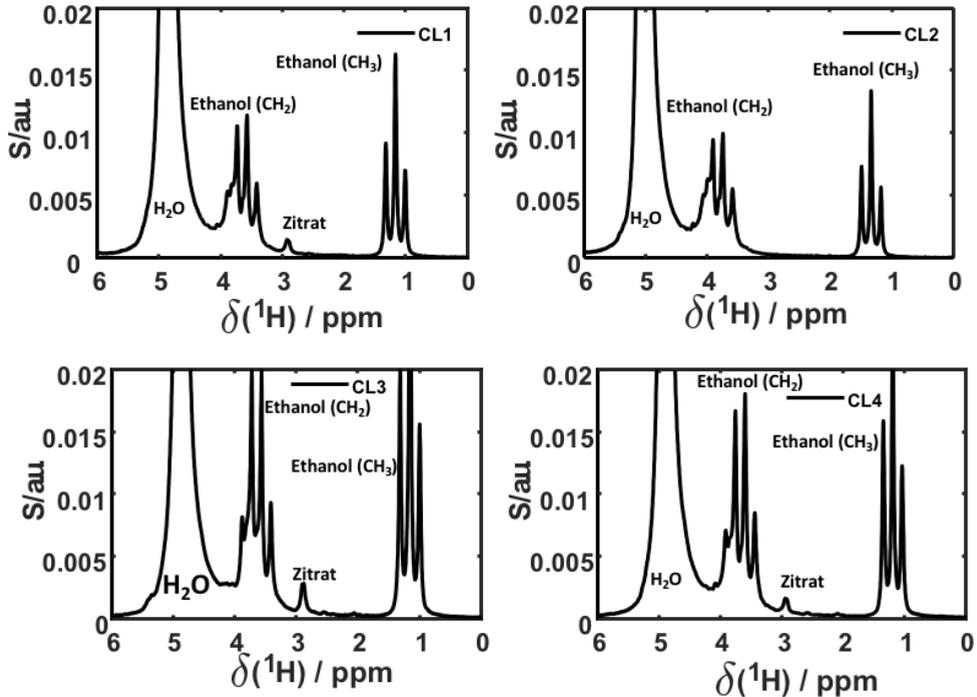


Abb. 3: ^1H Spektren der vier *Cuba Libre*

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass alle *Cuba Libre* Ethanol (Alkohol) enthalten. Zudem enthalten mit Ausnahme von CL2 alle Proben Zitrat (Tab. 2).

Tab. 2: Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der ^1H -NMR

<i>Cuba Libre</i> Variationen	NMR Signale
CL1	Ethanol, Zitrat
CL2	Ethanol
CL3	Ethanol (stark), Zitrat
CL4	Ethanol (stark), Zitrat

Die Stärke des Ethanolsignals interpretieren

Die Schülerinnen und Schüler erkennen an den Spektren weiterhin, dass sich die Stärke des Ethanolsignals in CL1 und CL2 von dem Ethanolsignal in CL3 und CL4 deutlich unterscheiden (Tabelle 3).

Tab. 3: Verhältnis der Signalstärken

<i>Cuba Libre</i> Variationen	$S(\text{H}_2\text{O})/S(\text{EtOH}, \text{CH}_3)$
CL1	0,03
CL2	0,03
CL3	0,06
CL4	0,05

In CL3 und CL4 ist das Ethanolsignal wesentlich stärker als das Wassersignal. In CL1 und CL2 ist dies nicht der Fall. CL3 und CL4 enthalten also ca. doppelt so viel Alkohol (Ethanol), $2/3 \cdot 5\text{-}6\%$, als CL1 und CL2, $2/3 \cdot 3\%$.

Erste Schlussfolgerungen (Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse):

- Auf Grund der Signalstärke von Ethanol in den vier Spektren lässt sich ableiten, dass CL1 und CL2 Rum enthalten. CL3 und CL4 haben ein stärkeres Ethanol-signal und enthalten deshalb Rum-Destillat.
- Bei CL2 ist auf Grundlage der Ergebnisse eine eindeutige Zuordnung möglich: CL2 enthält Rum, kein Rum-Destillat. Zudem fehlt ein Zitratsignal, sodass Red Bull Cola und Limettensaft ausgeschlossen werden kann (Abbildung 2). CL2 enthält demnach Coca-Cola.
- CL3 und CL4 können von CL1 nur bezüglich des Alkohols (Rum oder Rum-Destillat) voneinander unterschieden werden. Eine genaue Zuordnung wie bei CL2 ist noch nicht eindeutig möglich.

³¹P-Spektroskopie – Unterscheidung der verwendeten Cola

Um auch die Bestandteile der anderen drei Variationen des *Cuba Libre* (CL1, CL3, CL4) eindeutig bestimmen zu können, muss im Folgenden das Augenmerk auf die Cola gerichtet werden. Der Hauptunterschied zwischen den beiden Cola Marken besteht darin, dass Coca-Cola Phosphorsäure bzw. Phosphat enthält, während Red Bull Cola Zitrat verwendet. Durch die Phosphorkernmessung (³¹P-Spektroskopie) kann dieser Unterschied sichtbar gemacht werden.

NMR for food profiling – Long Drink, Short Experiment |

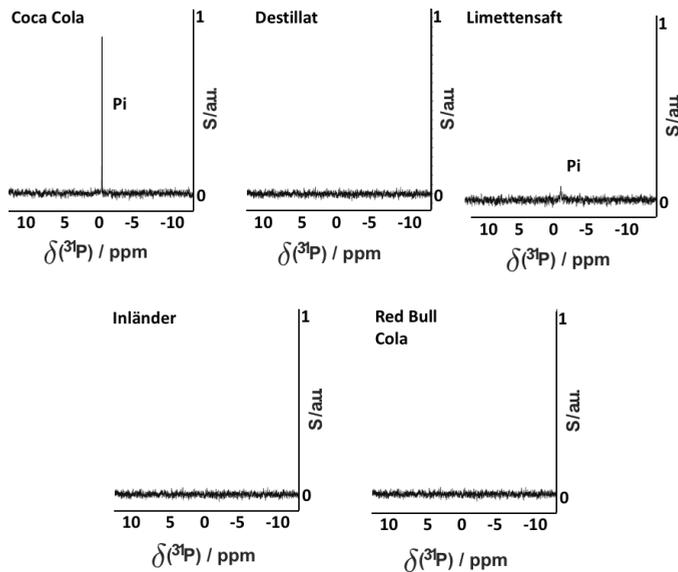


Abb. 4: ^{31}P Spektren der einzelnen Bestandteile eines *Cuba Libre*

Aus diesem Grund müssen die Spektren der ^{31}P -NMR herangezogen werden (Abbildung 4, Tabelle 4), die bei ausreichend Zeit und/oder bei leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler von ihnen selbst gemessen werden können.

Tab. 4: Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der ^{31}P -NMR

Bestandteile eines <i>Cuba Libre</i>	NMR Signale
Coca-Cola	Pi
Rum-Destillat	-
Limettensaft	Pi (extrem schwach, wird in CL1, CL3, CL4 nicht sichtbar sein)
Inländer - Rum	-
Red Bull Cola	-

Im Vergleich der ^{31}P Spektren der einzelnen Bestandteile eines *Cuba Libre* mit den Spektren der Proben CL1, CL3 und CL4 (Abbildung 3) können die Schülerinnen und Schüler nun genau erkennen, in welchen Proben Coca-Cola und in welchen Proben Red Bull Cola verwendet wurde.

Aufklärung des tragischen Unfalls

Mit Hilfe der NMR-Spektroskopie können die Schülerinnen und Schüler nun eindeutig feststellen, welche Zusammensetzung die unterschiedlichen vier Longdrinks

| NMR for food profiling – Long Drink, Short Experiment

(CL1 – CL4) besitzen. Damit können sie auch der Polizei den wichtigen Hinweis geben, der den tragischen Unfall aufklärt: Der Barkeeper hat Fabian den falschen *Cuba Libre* gegeben, da CL1 Coca-Cola enthält (Tabelle 5)

Tab. 5: Identifizierung der vier Proben *Cuba Libre*

<i>Cuba Libre</i> Variationen	Rum (4 cL)	Cola (15 cL)	Limettensaft (4 cL)	NMR Signale
CL1	Inländer - Rum	Coca-Cola	ja	EtOH, Pi, Zitrat
CL2	Inländer - Rum	Coca-Cola	Nein	EtOH, Pi
CL3	Rum Destillat	Red Bull Cola	ja	EtOH (stark), Zitrat
CL4	Rum Destillat	Coca-Cola	ja	EtOH (stark), Pi, Zitrat

2.2.6 Diskussionsphase: Argumentative Reflexion

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Schülerinnen und Schüler aus den Labor- und Analysephasen sowie dem damit erworbenen Fachwissen zielt die letzte Phase der Diskussion darauf ab, die fiktive, lebensweltbezogene Problemstellung in einem mehrdimensionalen Zusammenhang zu argumentativ zu reflektieren. Dadurch wird bei den Schülerinnen und Schüler ein Reflexionsprozess angeregt, der schließlich für den Aufbau einer wissensbasierten Urteilskompetenz grundlegend ist.

Mit Hilfe des Logbuchs, das für diese Phase an die Methode des Entscheidungstagebuchs angelehnt ist (Schmitz & Reiners, 2019), können folgende Reflexionsfragen entlang der vier Dimensionen gemeinsam mit den Schülerinnen und Schüler diskutiert werden:

Dimension Nahrung:

- Welche Inhaltsstoffe finden sich in einem Cuba Libre?
 - Welche Variationen an Inhaltsstoffen sind möglich?
 - Welche Variationen im Mengenverhältnis der Inhaltsstoffe gibt es?
- Erläutere, welche naturwissenschaftlichen Verfahren angewandt werden können, um die Inhaltsstoffe qualitativ zu identifizieren und quantitativ zu analysieren!

Dimension Mensch:

- Notiere, was Du über die gesundheitlichen Wirkungen der Inhaltsstoffe eines *Cuba Libre* weißt (v.a. der Bestandteile Rum, Coca-Cola und Red Bull Cola)!

- Recherchiere im Internet die gesundheitlichen Auswirkungen von (übermäßigem) Alkoholkonsum (Stichwort: Alkohol als Genussmittel und/oder als Suchtmittel)!
- Beurteile die Aussagekraft deiner Rechercheergebnisse: Bei welchen Quellen handelt es sich um wissenschaftliche Aussagen und bei welchen Quellen um pseudowissenschaftliche Informationen?

Dimension soziales Umfeld:

- In welcher Alltagssituation kann das Trinken von Long Drinks Bedeutung haben? Warum? Welche Bedeutung haben Long Drinks als Genussmittel?
- Wie sind die rechtlichen Regelungen für Jugendliche und junge Erwachsene im Hinblick auf das Konsumieren von Alkohol definiert?

Dimension physisches Umfeld:

- Welche Ressourcen sind für Produktion, Transport, Lagerung von und Handel mit alkoholischen und nicht-alkoholischen Getränken erforderlich?

Abschließende Diskussion:

- Nimm zu folgender Aussage Stellung: „Cuba Libre – ein Getränk für einen schönen Sommerabend?“
- Überlege dir, welche antialkoholischen Alternativen sich für einen schönen Sommerabend ebenfalls anbieten!

3 Fazit und Ausblick

Mit der vorgestellten Konzeption dieses interdisziplinären Projekts ist ein Lernangebot insbesondere für Oberstufenschülerinnen und -schüler geschaffen, das darauf zielt, sie in der Entwicklung einer wissensbasierten Entscheidungs- bzw. Urteilskompetenz lebensweltbezogen und umfassend zu fördern. Allerdings wird erst die konkrete Durchführung und eine begleitende Evaluation des Projekttages zeigen, ob der intendierte Kompetenzerwerb tatsächlich erfolgt.

Da es sich bei dem Projekttag um eine inhaltliche und methodische Neukonzeption im Bereich der fächerverbindenden Fachdidaktik handelt, wird die Evaluation des Projekttages vorrangig in ein qualitatives Untersuchungsdesign mit verschiedenen methodischen Zugängen eingebettet. Ziel der begleitenden fachdidaktischen Forschung ist es, zum einen tiefergehende Einblicke in den fachlichen Wissenszuwachs aus Perspektive der beteiligten Fächer Chemie und Ernährungswissenschaften und damit in die tatsächliche (Lern-)Wirksamkeit des Projektes für die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler zu erhalten. Zum anderen soll erhoben werden, welche Auswirkung die Teilnahme an dem Projekt auf die Entwicklung einer wissensbasierten Urteilskompetenz der Schülerinnen und Schüler hat.

Um die (Lern-)Wirksamkeit umfassend zu erheben, werden die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler nach dem Projekttag mit Hilfe eines halbstrukturierten Fragebogens um ihre Einschätzung bezüglich des Lernertrages und der Art und Weise des Lernens befragt. Gleichzeitig wird die Sicht der teilnehmenden Lehrerinnen und Lehrer unter Einsatz leitfadengestützter Interviews in die Untersuchung zur (Lern-)Wirksamkeit miteinbezogen. Die Aussagen der Lehrerinnen und Lehrer können darüber hinaus dazu genutzt werden, um entsprechendes Vor- und Nachbereitungsmaterial für den regulären Unterricht in Anlehnung an den Prozess der partizipativen Aktionsforschung zu entwickeln.

Um Einblicke in die Entwicklung und Veränderung einer wissensbasierten Urteilskompetenz der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler zu erhalten, wird im Sinne eines Prätest-Posttest-Designs sowohl vor als auch nach der Projektteilnahme mit den Schülerinnen und Schülern eine Gruppendiskussion durchgeführt und video-graphiert (Woltran & Angele, 2020). Mit Hilfe der gewonnenen Daten ist es möglich, Veränderungen in den Argumentationslinien der Schülerinnen und Schüler herauszuarbeiten und zu erforschen, inwiefern eine stark emotional geprägte Argumentation durch fachlich-kognitive Aspekte erweitert, verändert oder gar ersetzt werden kann.

Durch den steten Wechsel zwischen praktischer Erprobung und erkenntnisgeleiteter Reflexion kann das interdisziplinäre Lernangebot langfristig weiterentwickelt werden, welches schließlich die angestrebte Urteils- und Entscheidungskompetenz der Schülerinnen und Schüler für ein gesundes und nachhaltiges Leben optimal zu unterstützen vermag. Gerade im Hinblick auf die aktuellen komplexen und dynamischen gesellschaftlichen Herausforderungen stellt eine wissensbasierte Urteilskompetenz von Schülerinnen und Schülern im Hinblick auf ernährungsbezogene Problemstellungen eine lebenslange Bildungsaufgabe dar, um Menschen dazu zu befähigen, ein begründetes und faktenbasiertes Maß zwischen Konsum und Verzicht von alkoholischen Mixgetränken zu halten.

Anmerkung

1 Das interdisziplinäre Projekt wird aus Mitteln des Hochschuljubiläumsfonds der Stadt Wien gefördert.

Literatur

Angele, C. (2017). Nutrition and consumer education as a constituent part of global education in the light of the new education framework in state schools in southern Germany: The case of Baden-Württemberg. *International Journal of Development Education and Global Learning*, 9 (2), 16-28.
<https://doi.org/10.18546/IJDEGL.09.2.03>

- Angele, C. (2020; in Druck). Reflexions-, Bewertungs- und Entscheidungskompetenzen anbahnen. In K. Schlegel-Matthies & C. Wespi (Hrsg.), *Wirksamer Fachunterricht* (S. 27-37). Schneider Verlag Hohengehren.
- Biedermann, K & Thiebault, E. (2020). *Getränke mit Kick. Unterrichtsmaterialien bei Science on Stage*. https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/istage3_de_getranke-mit-kick.pdf.
- Buchner, U., Kernbichler, G. & Leitner, G. (Hrsg.) (2011). *Methodische Leckerbissen. Beiträge zur Didaktik der Ernährungsbildung*. StudienVerlag.
- Buchner, U. & Leitner, G. (2018). *Referenzrahmen für die Ernährungs- und Verbraucher_innenbildung Austria EVA. Handreichung zur überarbeiteten Neuauflage*. Wir machen DRUCK GmbH. www.thematischesnetzwerkernaehrung.at
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2019). *Kinder und Jugendliche: Übermäßiger Konsum von Energy Drinks erhöht Gesundheitsrisiko für Herz und Kreislauf*. Stellungnahme Nr. 018/2019. DOI 10.17590/20190527-103615
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (2011). *Leitlinie Schulbuffet. Empfehlungen für ein gesundheitsförderliches Speisen- und Getränkeangebot an österreichischen Schulbuffets*. <https://d.pr/cTYQbs+>
- Felder-Puig, R., Teutsch, F., Ramelow, D. & Maier, G. (2019). *Gesundheit und Gesundheitsverhalten von österreichischen Schülerinnen und Schülern: Ergebnisse des WHO-HBSC-Survey 2018 (Stand: Mai 19. ed.)*. BMASGK.
- Felder-Puig, R., Teutsch, F., Ramelow, D. & Maier, G. (2019). *Gesundheit und Gesundheitsverhalten von österreichischen Schülerinnen und Schülern: Ergebnisse des WHO-HBSC-Survey 2018*. BMASGK.
- GIVE. (o.D.) <http://www.give.or.at>
- Groß, K. (2020). ELKE^{AUSTRIA}. <https://chemiedidaktik.univie.ac.at/forschung/elke-austria/>
- Groß, K. & Schumacher, A. (2018). ELKE – Eine Möglichkeit der systematischen Vernetzung eines außerschulischen Lernortes mit dem Chemieunterricht. *MNU-Journal*, 71(6), 414–420.
- kontakt + co Suchtprävention Jugendrotkreuz (2020). [feel-ok.at. Alkohol. https://www.feel-ok.at/de_AT/jugendliche/themen/alkohol/alkohol.cfm](https://www.feel-ok.at/de_AT/jugendliche/themen/alkohol/alkohol.cfm)
- Maschkowski, G. (2016). Energydrinks: Motive, Verzehr und Risikowahrnehmung bei Jugendlichen. *Ernährung im Fokus*. 2016 (Online Spezial 03), 1–6. https://www.bzfe.de/_data/files/eifonline_energydrinks.pdf
- PROFILES (2012). *Kleinmethoden zur Förderung der Bewertungskompetenz durch Energydrinks*. <https://d.pr/L0VW6S+>
- Schmitz, L. & Reiners, C.S. (2019). Das Entscheidungstagebuch. Alltägliche Entscheidungen von Lernenden im Chemieunterricht erkennen. *MNU-Journal*, (4), 320-324.
- Schulportal Verbraucherbildung der Bundeszentrale Verbraucherschutz. <https://www.verbraucherbildung.de>

| NMR for food profiling – Long Drink, Short Experiment

- Winkler, L.S. & Groß, K. (2020). „CSI – Chemisch Spuren Identifizieren!“ – Ein Experimentiertag im Schülerlabor ELKE^{AUSTRIA}. *Chemie & Schule*, 35(1), 14-17.
- Woltran, F. & Angele, C. (2020). Entwicklung von Urteilskompetenz: eine qualitative Studie zur Dilemmadiskussion im Fachunterricht zum Themenfeld, Ernährung und Nachhaltigkeit'. *Exposé zur Masterarbeit im Master Lehramt Haushaltsökonomie und Ernährung*, Universität Wien (unveröffentlicht).
- Zucconia, S., Volpato, C., Adinolfi, F., Gandini, E., Gentile, E., Loi, A. & Fioriti, L. (2013). *Gathering consumption data on specific consumer groups of energy drinks*. European Food Safety Authority. 2013 (EN-394). European Food Safety Agency. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2013.EN-394>

Verfasser/innen

Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Katharina Groß
Universität Wien, Fakultät für Chemie/Zentrum für LehrerInnenbildung, Institut für Didaktik der Chemie

Sensengasse 8/7
A-1090 Wien

E-Mail: katharina.gross@univie.ac.at
Internet: <https://chemiedidaktik.univie.ac.at>

Assoz.-Prof. Dr. Dennis Kurzbach
Universität Wien, Fakultät für Chemie, Institut für biologische Chemie

Währinger Str. 38
A-1090 Wien

E-Mail: dennis.kurzbach@univie.ac.at
Internet: www.Vienna-DNP.at

Ass.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ habil. Claudia Maria Angele
Universität Wien, Department für Ernährungswissenschaften/Zentrum für Lehrer*innenbildung

Althanstraße 14, UZA II
A-1090 Wien

E-Mail: claudia.angele@univie.ac.at
Internet: <https://nutrition.univie.ac.at/forschung/>