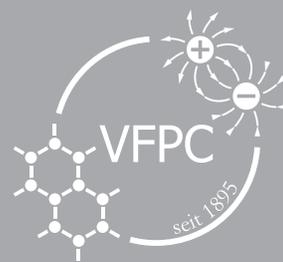


plusLucis

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts



Mahlzeit!

ISSN 1606-3015

Ausgabe 1/2019

Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses Physik & Schule der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft (VZR: 668472729) Erscheint vierteljährlich

Medieninhaber und Herausgeber:

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts
 Adr.: AECC Physik Universität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien
Im Web: <https://www.pluslucis.org>

Verantwortliche Herausgeberin dieser Ausgabe:

Univ. Prof. Dr. Anja Lembens
 AECC Chemie, Universität Wien
 E-mail: anja.lembens@univie.ac.at

Preis des Einzelhefts: € 6,-
 für Mitglieder € 3,- (ist im Mitgliedsbeitrag enthalten)
 Die jährliche Abonnementgebühr für Nichtmitglieder beträgt € 20,-.

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes: Grundlegende Richtung: Fortbildung und fachliche Information für Physik- und ChemielehrerInnen, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Für die Inhalte der Artikel sind ausschließlich die namentlich genannten AutorInnen verantwortlich.

Beiträge werden erbeten an:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
 AECC Physik, Universität Wien
 E-Mail: martin.hopf@univie.ac.at

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens
 AECC Chemie, Universität Wien
 E-Mail: anja.lembens@univie.ac.at

Ass. Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer
 Universität Graz, Physikdidaktik
 E-Mail: claudia.haagen@uni-graz.at

Es wird erbeten, Beiträge nach Möglichkeit per E-Mail einzureichen. Bevorzugtes Dateiformat: MS Word. Bilder im tif- oder jpg-Format.

Titelbild (Umschlag):

Pexels via pixabay.com

Heftkoordination:

Mag. Dr. Thomas Plotz

Layout: DI Maria Wasserburger

Inhalt

| | |
|--|----|
| Kraftquellen..... | 4 |
| <i>Veronika Ebert & Brigitte Koliander</i> | |
| Alltagsbezogener Physikunterricht | 8 |
| <i>Leo Ludick</i> | |
| Zwischen Gesundheitsbewusstsein und Lifestyle..... | 9 |
| <i>Sandra Puddu & Elisabeth Hofer</i> | |
| Warum sind Schifahrer mit mehr Masse schneller?..... | 12 |
| <i>Leo Ludick</i> | |
| „Weil die Mama sagt, es ist wichtig“ | 13 |
| <i>Christian Nosko</i> | |
| Supermarkt Superstar Superfood | 17 |
| <i>Gabriela Leitner</i> | |
| Leinsamen versus Chiasamen..... | 24 |
| <i>Claudia Angele</i> | |
| Die Chemie der Nahrungsergänzungsmittel im Sport als ein relevantes Thema für den Chemieunterricht | 34 |
| <i>Philipp Spitzer</i> | |
| STEVIA & CO..... | 41 |
| <i>Susanne Jaklin-Farcher</i> | |
| Kurkuma als Heilpflanze | 46 |
| <i>Isabel Blahous</i> | |

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

wenn Sie dieses Heft in Händen halten, werden Sie vielleicht denken: „Ernährungstrends – was hat das denn mit naturwissenschaftlichem Unterricht zu tun?“ Wir hoffen, dass Sie diese Frage spätestens am Ende der Lektüre dieses Heftes selbst beantworten können. Mit diesem Themenheft möchten wir einen Beitrag dazu leisten, dass Sie im naturwissenschaftlichen Unterricht Grundlagen für den Aufbau einer angemessenen naturwissenschaftlichen Grundbildung legen können. Denn beim naturwissenschaftlichen Unterricht geht es im Kern darum, Lernende dazu zu befähigen, naturwissenschaftliches Wissen zu nutzen, um naturwissenschaftsbezogene Herausforderungen in Alltag und Beruf angemessen bewältigen zu können. Es geht also darum, Kompetenzen anzubahnen, zu erwerben und zu üben, die es allen Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen, naturwissenschaftliche Fragestellungen als solche zu erkennen, aus naturwissenschaftlichen Daten Schlüsse ziehen zu können und auf dieser Basis verantwortungsbewusste Wahl- und Konsumententscheidungen zu treffen.

Gerade bei der Ernährung sind unzählige Mythen und Diätweisheiten im Umlauf, die sich hartnäckig halten und unter Umständen erheblichen Schaden anrichten können. Diese Mythen entstehen unter anderem deshalb, weil es schwierig ist, die Wirkung bestimmter Lebensmittel oder deren Bestandteile in großen kontrollierten Studien am Menschen zu untersuchen. Zu vielfältig sind die Lebensumstände, Lebensumwelten und genetischen Ausstattungen von Menschen, um hier leicht zu belastbaren Daten und Empfehlungen zu kommen. Umso wichtiger ist es, dass jede/r Einzelne in die Lage versetzt wird, kritisch bei der Beurteilung der vielfältigen Tipps und Trends im Zusammenhang mit unserer Ernährung zu sein. So ist eine der Herausforderungen, zu erkennen, dass eine statistische Korrelation nicht mit einer Kausalität verwechselt werden darf. Wir alle kennen das Beispiel aus den 70er Jahren, als zeitgleich mit dem Rückgang der Storchpopulation ein Rückgang der Geburtenrate beim Menschen zu verzeichnen war – hieraus abzuleiten, dass es nun belegbar sei, dass der Storch die Kinder bringt, erscheint uns ziemlich naiv. Aber ähnliches passiert auch im Zusammenhang mit Statistiken rund um Ernährungs- und Gesundheitsaspekte. So hatte lange Zeit Kaffee einen schlechten Ruf. Aufgrund statistischer Daten brachte man ein erhöhtes Sterblichkeitsrisiko mit einem erhöhten Kaffeekonsum in Zusammenhang. Jahre später fand man heraus, dass Kaffee sogar das Sterblichkeitsrisiko zu senken vermag. Bei den älteren Statistiken war vernachlässigt worden, dass unter den starken Kaffeetrinkerinnen und -trinkern besonders viele starke Raucherinnen und Raucher waren. Wird das Rauchen als Störfaktor herausgerechnet, so zeigt sich, dass Kaffee eine schützende Wirkung hat (vgl. [1]).



Anja Lembens

Mit diesem Heft möchten wir Ihnen sowohl vertiefende Informationen als auch praktische Beispiele an die Hand geben, die Sie für die fachliche Unterfütterung und die Planung Ihres Unterrichts nutzen können. In diesem Heft finden Sie neben einem einführenden Basisartikel von Veronika Ebert und Brigitte Koliander, der Grundlagen zur **Energiebereitstellung aus verschiedenen Nährstoffen** präsentiert, einen Überblick über verschiedene aktuelle **Ernährungstrends** von Sandra Puddu und Elisabeth Hofer. Einen Einblick in die **Vorstellungen von PrimarstufenschülerInnen zu Ernährungsthemen** gibt Christian Nosko. Gabriela Leitner diskutiert in ihrem Beitrag den Begriff des **Superfood** und Claudia Angele vergleicht in diesem Zusammenhang **Leinsamen mit Chiasamen**. **Proteinshakes und Sportnahrung** stehen im Zentrum des Artikels von Philipp Spitzer. Susanne Jaklin-Farcher setzt sich mit Zuckerersatzstoffen wie **Stevia und Co.** auseinander. Am Ende finden Sie einen Beitrag von Isabel Blahous über **Curcuma**, der eine gekürzte Version einer vorwissenschaftlichen Arbeit ist und der online von Rosina Steiniger mit für Lehrerinnen und Lehrer hilfreichen Ergänzungen versehen worden ist.

Hilfreiche **Unterrichtsmaterialien** zu den Artikeln sowie eine **kommentierte Linkliste** rund um das Thema „Ernährungstrends“, die Elke Kneidl zusammengestellt hat, finden Sie online zum Herunterladen auf der Plus Lucis Homepage https://www.pluslucis.org/Plus_Lucis.html. Außerdem finden Sie dort eine kompakte Informationen zur **Kennzeichnung von Lebensmitteln** von Sandra Puddu, Susanne Jaklin-Farcher und Philipp Spitzer.

Wir wünschen Ihnen Freude und hilfreiche Erkenntnisse beim Lesen dieses Heftes.

Anja Lembens

[1] Kast, Bas (2018). Der Ernährungskompass. Das Fazit aller wissenschaftlichen Studien zum Thema Ernährung. München: C. Bertelsmann.

Kraftquellen

Eine kurze Einführung in den Energiestoffwechsel des menschlichen Körpers

Veronika Ebert & Brigitte Koliander

1. Nährstoffe und Energiebereitstellung

Ernährungsempfehlungen gibt es wie Sand am Meer – einmal wird das eine Nahrungsmittel verteufelt, das nächste Mal ein anderes. Es gibt kaum einen Tipp, der sich durch alle Empfehlungen hindurchzieht. Ein Beispiel: Während Eier einige Zeit als cholesterinreich und somit ungesund eingestuft wurden, gelten sie heute wieder als wertvolle Proteinquelle [1].



Abb. 1: Das Ei – ungesund oder wertvoll?

Es gibt nach aktuellem Diskurs nicht „die richtige Ernährung“. Die jeweils passende Ernährung hängt nicht nur von der **Menge** und der **Zusammensetzung** der Nahrung ab, sondern auch vom **Zeitpunkt des Konsums** und der **Art der Nahrungsaufnahme**, von spezifischen **Stoffwechseleigenheiten** der Person und von der **Lebensweise**.

Die österreichische Ernährungspyramide (Abbildung 2) fasst den wissenschaftlichen Konsens bezüglich einer ausgewogenen Ernährung als Empfehlungen für die Allgemeinbevölkerung



Abb. 2: Die österreichische Ernährungspyramide [2]

zusammen. Der empfohlene Anteil des jeweiligen Nahrungsmittels an der Gesamtzufuhr ist für die an der Basis der Pyramide abgebildeten Lebensmittel höher als für jene an der Spitze.

Allgemeine Empfehlungen wie die Ernährungspyramide zielen auf den Durchschnittsbürger, die Durchschnittsbürgerin ab. Empfehlungen für Einzelne können davon deutlich abweichen. Es zeigt sich immer mehr, dass der genetische Hintergrund der einzelnen Personen so unterschiedlich ist, dass allgemeine Ernährungsempfehlungen nur eingeschränkt gültig sind. So kann die Aktivität oder Menge einzelner Verdauungsenzyme von Mensch zu Mensch variieren.

In diesem Artikel werden nur grundlegende biochemische Mechanismen beleuchtet, nicht berücksichtigt werden Stoffwechselbesonderheiten, Stoffwechselerkrankungen oder Unverträglichkeiten. Auch die Effizienz der Energiebereitstellung ist von genetischen Faktoren abhängig [3], d.h. es ist tatsächlich so, dass manche Menschen bei gleicher Nahrungszufuhr stärker zunehmen als andere.

Im folgenden Beitrag wird auf die Bedeutung unterschiedlicher Nährstoffen für die Energiebereitstellung im Körper fokussiert. Welche Nahrungsmittel liefern Energie für sportliche Aktivitäten, wie erfolgt die Speicherung von energieliefernden Stoffen im Körper, welche Stoffe liefern für welche Art von Tätigkeiten Energie im richtigen Ausmaß? Zwei Textboxen bringen wichtige Grundlagen in Erinnerung: ATP als wichtiger Energieüberträger und die Gewinnung von ATP aus Kohlenhydraten, Triacylglyceriden und Proteinen.

Das zentrale Molekül für die Energiebereitstellung ist **ATP (Adenosintri-phosphat)**.

ATP liefert die aus dem Abbau von organischen Stoffen gewonnene chemische Energie an die meisten molekularen Verbraucher. **Enzyme**, die für den Aufbau körpereigener Stoffe verantwortlich sind, verwenden die in ATP gespeicherte Energie genauso wie **Bewegungsproteine** oder **Transportproteine** (z. B. für den Transport von Ionen durch Zellmembranen). Aus ATP entsteht durch Abspaltung einer Phosphatgruppe ADP (Adenosindiphosphat (Abb. 3)).

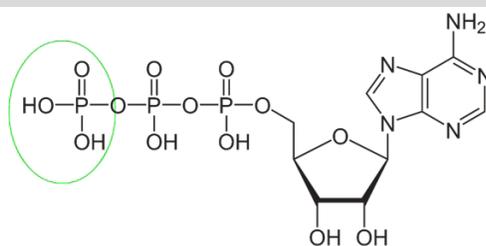


Abb. 3: ADP entsteht aus ATP durch Abspaltung einer Phosphatgruppe (grün).

Beim Start des molekularen Ablaufs wird ATP an das jeweilige Zielprotein gebunden. Durch das Lösen einer Esterbindung zwischen zwei Phosphatgruppen wird Energie frei, die für eine **Form(Konformations)-änderung** des Zielproteins genutzt wird. Konformationsänderungen von Proteinen sind die Basis jeder Katalyse, aber auch die Grundlage von Bewegungen (Abbildung 4).

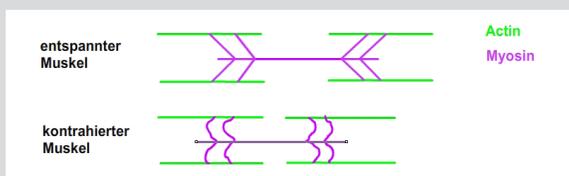


Abb. 4: Die Muskelproteine Actin und Myosin bilden Fasern. ATP liefert Energie für das Zusammenschieben dieser Fasern - der Muskel zieht sich zusammen.

Textbox 1: ATP als Energieüberträger

Die Basis unserer **ATP-Versorgung** sind **Kohlenhydrate**, **Tri(acyl)-glyceride** (aus Fetten) und **Proteine** (Eiweiße). Diese Stoffe sind organische Verbindungen, die im menschlichen Stoffwechsel über viele Schritte oxidiert werden. Dabei kann entweder direkt ATP entstehen (Substratketten-Phosphorylierung) oder es werden andere Verbindungen gebildet, die von den Zellen (in der Atmungskette) zur Gewinnung von ATP genutzt werden können.

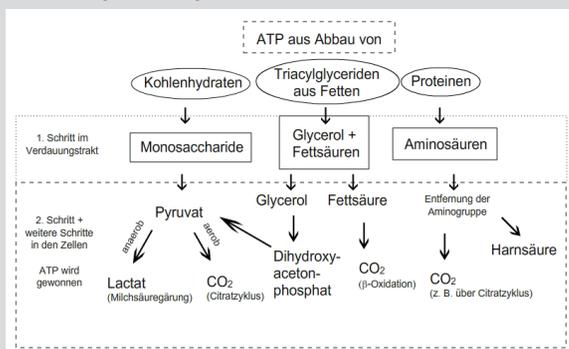


Abb. 5: Katabolismus verschiedener Nährstoffe

Das ATP wird dann im Körper vielfältig genutzt, z. B. zum Aufbau neuer Stoffe oder zum Auslösen von Bewegungen.

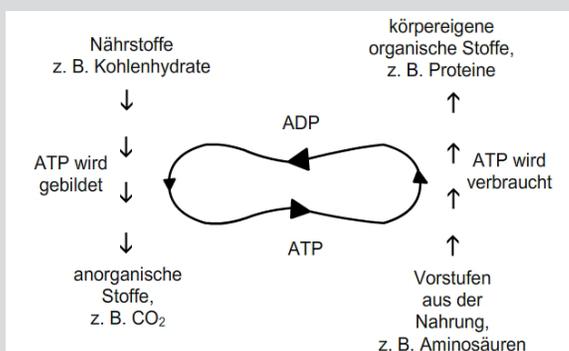


Abb. 6: Katabole Reaktionen führen zur Bildung energie-reicher Moleküle, die z. B. von den Enzymen des Anabolismus verwendet werden können.

Textbox 2: Die Bereitstellung von ATP

2. Speicherstoffe im Körper

Für die Bereitstellung von Energie (ATP) für die Muskeltätigkeit werden vor allem **Speicherstoffe** herangezogen, die bereits in den Muskeln vorliegen. Die drei wichtigsten sind Kreatinphosphat, Glycogen und Triacylglyceride.

Kreatinphosphat entsteht durch Phosphorylierung von Kreatin. Kreatinphosphat kann die Phosphorylgruppe auf ADP übertragen und damit sehr rasch verbrauchtes ATP regenerieren. Der menschliche Körper enthält etwa 120-150g Kreatin, davon etwa 60% als Kreatinphosphat. Kreatin ist in frischem Fisch und Fleisch enthalten, kann aber auch vom Körper synthetisiert werden.

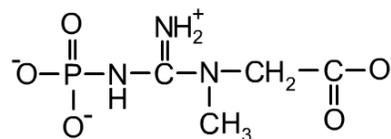


Abb. 7: Strukturformel von Kreatinphosphat

Glycogen ist ein Polymer aus Glucoseeinheiten, und bietet die Möglichkeit, Glucose im Körper schnell abrufbar zu speichern. Glycogen kann in den Zellen der Leber und in Muskelzellen eingelagert werden. Bei hohem Blutglucosespiegel bildet die Bauchspeicheldrüse (Pankreas) **Insulin**, das die Aufnahme von Glucose in z. B. Leber- und Muskelzellen und die Bildung von Glycogen stimuliert. Bei guter Ernährung hat die Leber etwa 20% ihrer Masse an Glycogen eingelagert. Der Vorrat an Glycogen reicht bis zu 48 Stunden, bei starker körperlicher Belastung allerdings nicht viel mehr als eine Stunde.

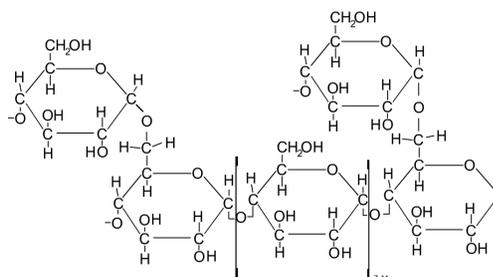


Abb. 8: Strukturformel von Glycogen (Ausschnitt)

Wesentlich größer als der Glycogenspeicher ist der Triacylglyceridspeicher, vulgo Fettspeicher, des menschlichen Körpers. So liegt der Fettanteil bei normalgewichtigen jüngeren Frauen bei 20-30% des Gesamtkörpergewichts. Vor allem im Unterhautfettgewebe, aber auch Bauchraum, in Muskel- und Leberzellen können Triacylglyceride in Tröpfchenform im Zellinneren (Cytoplasma) abgelagert werden.

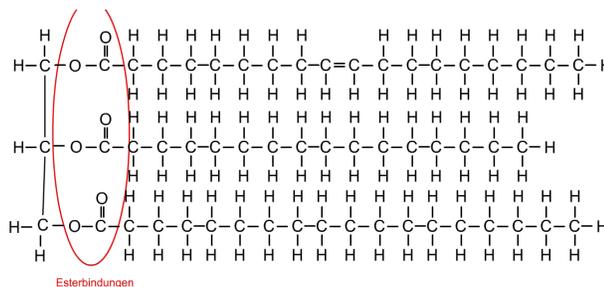


Abb. 9: In Triacylglyceriden sind drei Fettsäuren mit einem Glycerolmolekül verestert

3. ATP-Bereitstellung in verschiedenen Stoffwechselsituationen

Das Gehirn ist fast ausschließlich auf Glucose als Energielieferant angewiesen. Daher ist es für den Körper wichtig, den **Blutglucosespiegel** über einem bestimmten Grenzwert zu halten. Der Normalwert für Glucose im Blut beträgt für Erwachsene 80-110 mg/dL (Nüchternwert).

Bei Aufnahme von Kohlenhydraten **steigt der Blutglucose-spiegel**. Infolgedessen schüttet die Bauchspeicheldrüse **Insulin** ins Blut aus. Insulin stimuliert die Aufnahme von Glucose in verschiedene Zellen des menschlichen Körpers. Leberzellen können Glucose zu Glycogen polymerisieren, oder durch teilweisen Abbau der Glucose über AcetylCoA Triacylglyceride synthetisieren, die dann in verschiedenen Geweben gespeichert werden können.

Sinkt der Blutglucosespiegel, schüttet die Bauchspeicheldrüse statt Insulin das Hormon **Glucagon** aus. Daraufhin wird Glycogen abgebaut, und der Blutglucosespiegel dadurch wieder angehoben. Sind die Glycogenvorräte erschöpft, kann Glucose durch den Abbau körpereigener Proteine nachgeliefert werden [4], [5]. Fettsäuren können vom menschlichen Körper nicht verwendet werden, um Glucose zu bilden und dadurch die Zellen des Gehirns zu versorgen. Bei absolutem **Fasten** werden daher auch körpereigener Proteine abgebaut, so sinkt z. B. der Proteingehalt der Muskulatur.

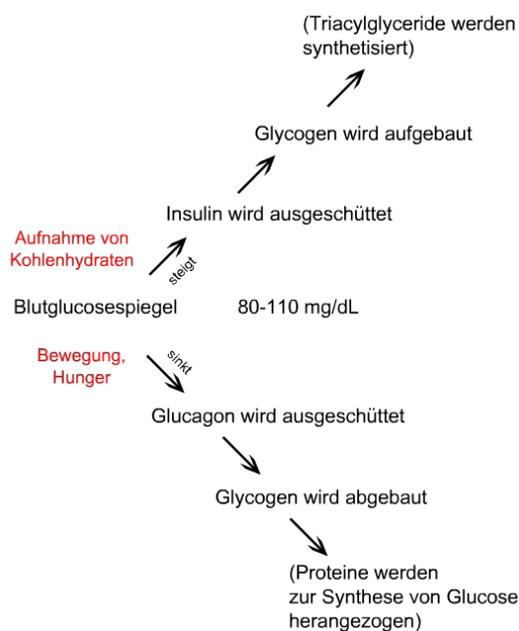


Abb. 10 : Auswirkungen von Veränderungen im Blutglucosespiegel

Im Gegensatz zu den Zellen können andere Zellen ihr ATP auch aus dem Abbau von Fettsäuren beziehen. Das ist die gute Nachricht für Personen, die ihre Fettdepots abbauen wollen.

3.1 ATP-Bereitstellung im Sport

Je nach Art der sportlichen Belastung werden vom Körper unterschiedliche Stoffwechselreaktionen zur Erzeugung von ATP bevorzugt.

Die in den Muskelzellen vorhandene ATP-Menge ist ausgesprochen gering. ATP liegt in Stoffmengenkonzentrationen von nur etwa 4 mmol/L vor. Diese Menge reicht gerade für **1-2 s** Muskelaktivität. Das ist nicht viel, das reicht für **eine** schnelle Bewegung. Es wäre viel zu wenig, um z. B. einen 100m-Lauf zu bestreiten.



Abb. 11: Bereits nach einem Ruderschlag wäre die gesamte Menge an ATP verbraucht, wenn es nicht umgehend nachgebildet werden könnte. Analoges gilt für Sprünge und Würfe in der Leichtathletik. (Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2018-08-08_World_Rowing_Junior_Championships_by_Sandro_Halank%E2%80%9393250.jpg?uselang=de)

Wenn die ATP-Konzentration zu sinken beginnt, startet der Körper sofort mit der ATP-Bildung aus anderen Quellen. Rasch wird der Abbau von Kreatinphosphat, Glycogen (Glucose) und Triacylglyceriden angeworfen. Für Glucose gibt es zwei Abbauewege, einen schnellen anaeroben Weg, der zu Lactat führt, und einen langsamen aeroben Weg, der bis zu CO₂ führt (siehe Abb. 5).

Je größer die Zahl chemischer Reaktionen ist, die zum Abbau des Stoffes und zur Bildung von ATP-Molekülen notwendig ist, desto langsamer erfolgt die Nachproduktion von ATP.

Tab. 1: ATP-Gewinn auf verschiedenen Wegen

| | Sauerstoff-Bedarf | Zahl der Reaktionen im Stoffwechselweg | Geschwindigkeit der ATP-Nachproduktion |
|-------------------------|-------------------|--|--|
| Kreatinphosphat | nein | 1 | sehr rasch |
| Glucose anaerob | nein | 10 | ziemlich rasch |
| Glucose aerob | ja | 26 | mittel |
| Triacylglyceride | ja | 90-100 | langsam |

Für kurze, intensive Aktivitäten wie z. B. einen 100 m-Lauf greift der Körper nur auf ATP und Kreatinphosphat zurück, bei längeren Distanzen wird vermehrt auf den anaeroben und aeroben Abbau von Kohlenhydraten zurückgegriffen. Bei Langstreckenaktivitäten wie Marathonläufen, oder auch beim Wandern stammt der Großteil des bereitgestellten ATP aus dem Abbau von Triacylglyceriden.

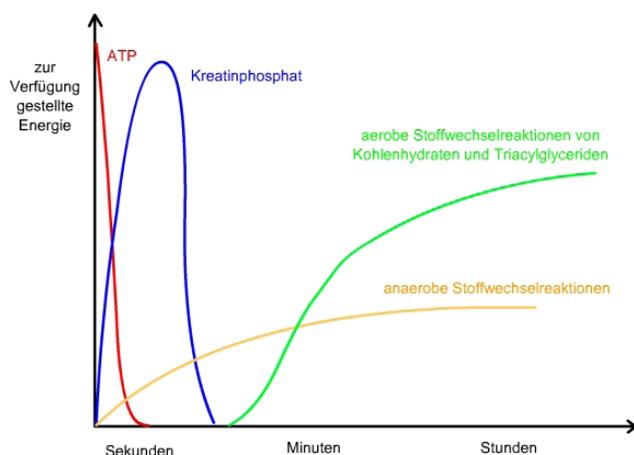


Abb. 12: Nutzung unterschiedlicher Abbauprozesse in Abhängigkeit von der Belastungszeit [6]

Die unterschiedlichen Wege der ATP-Bildung laufen praktisch nie isoliert ab, sondern stets parallel. Die Nutzung von Triglyceriden für die Energiebereitstellung über aerobe Stoffwechselvorgänge erfolgt relativ langsam, daher geht der Anteil bei sehr hohem Energieaufwand im Verlauf einer sportlichen Tätigkeit zurück.

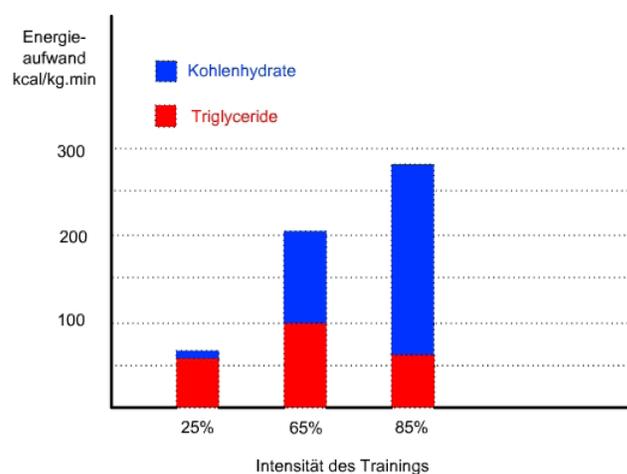


Abb. 13: Einfluss der Intensität von körperlichem Training auf die Nutzung von Kohlenhydraten oder Triglyceriden [7]

Je intensiver eine körperliche Aktivität, desto größer ist der Anteil des Kohlenhydratabbaus gegenüber jenem der Triacylglyceride.

Training beeinflusst nicht nur das Herz-Kreislaufsystem (Kräftigung des Herzmuskels und Erhöhung der Gefäßdichte im Muskel) und die Entwicklung neuer Muskelfasern, sondern auch die Fähigkeit der Muskelzellen, Glycogen bzw. Triacylglyceride vor Ort zu speichern. Marathonläufer benötigen Fettspeicher in den Muskeln. Für 10-15 km lange Läufe ist dagegen vor allem die Glycogenspeicherung relevant. Dies erklärt, warum am Vorabend von Laufevents oft Spaghettipartys abgehalten werden: Die Glycogenspeicher sollen aufgefüllt werden! Die regelmäßige Zufuhr von Kohlenhydraten während einer länger andauernden sportlichen Aktivität verlängert die Zeitspanne, in der intensive Leistungen erbracht werden können.

Lautet das Ziel einer sportlichen Aktivität allerdings „Gewichtsreduktion“, so sollte keine Spaghettiparty gefeiert werden und es sollten mäßige, länger dauernde sportliche Belastungen herangezogen werden, um den Körper zum Abbau seiner Fettreserven anzuregen. Da die Energiebereitstellung aus Triacylglyceriden langsam abläuft, ist es unter diesen Bedingungen nicht möglich, sportliche Höchstleistungen zu erbringen.

4. Was soll ich essen?

Für den Normalverbraucher/die Normalverbraucherin dürfte es ausreichend sein, allgemeinen Ernährungsempfehlungen wie der Ernährungspyramide zu folgen. Sie bezieht sich auf die Durchschnittsbedürfnisse von Menschen in Österreich. Als Grundregel gilt, dass „zu viel“ auch bei wertvollen Nahrungsmitteln auf Dauer zu einer – oft unerwünschten – Gewichtszunahme führen wird und dass „zu wenig“ auf Dauer zu einem Mangelzustand führt. Personen, die sportliche Höchstleistungen erbringen wollen, benötigen naturgemäß eine höhere Nährstoffzufuhr und genauere Informationen über die Art, Menge und den Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme. Für Personen, die ihre Fettpölsterchen loswerden wollen, ist zusammenfassend folgende Information wichtig: Je nach Art der körperlichen Aktivität spielen Glycogenspeicher oder Fette eine wichtige Rolle für die Energiebereitstellung in der Muskulatur. Die Nutzung der Fette geht langsamer vor sich und wird vor allem bei mäßigen, länger andauernden Belastungen wie Wandern aktiviert.

Dipl.-Ing. Dr. Veronika EBERT Höhere Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt für chemische Industrie Wien 17, Rosensteingasse
Dr. Brigitte KOLIANDER Pädagogische Hochschule Niederösterreich

Literatur

- [1] https://m.focus.de/gesundheitspraxistipps/cholesterin-wie-viel-ei-ist-tatsaechlich-gesund_id_6725101.html [2018-09-12]
- [2] <https://www.gesundheit.gv.at/leben/ernaehrung/info/ernaehrungspyramide/ernaehrungspyramide> [2019-01-03]
- [3] D. Demir, D. Türkkahraman, A. A. Samur, G. Lüleci, S. Akçurin, and Ö. M. Alper (2014). Mitochondrial ATPase Subunit 6 and Cytochrome B Gene Variations in Obese Turkish Children. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*, 6(4), 209-215.
- [4] R. R. Wolfe (2006). The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr*, 84, 475–482.
- [5] A. J. Hector and S. M. Phillips (2018). Protein Recommendations for Weight Loss in Elite Athletes: A Focus on Body Composition and Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28, 170-177.
- [6] <http://www.sportunterricht.de/lksport/atp.html> [2019-01-04]
- [7] J.A. Romijn, E.F.Coyle, L.S. Sidossis, A. Gastaldelli, J. F. Horowitz, E. Endert, and R. R. Wolfe (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol*. 265, E380-E391.

Allgemeine biochemische Grundlagen:

J. M. Berg, J. L. Tymoczko, G. J. Gatto, L. Stryer. (2017). *Stryer Biochemie*. Berlin: Springer Spektrum.

Alltagsbezogener Physikunterricht

Leo Ludick

Die Beliebtheit und Akzeptanz der Physik und des schulischen Physikunterrichts sind nicht im von Physikerinnen und Physikern gewünschten Ausmaß in der Gesellschaft vorhanden. Dies, obwohl Physik und Technik unser heutiges Leben durchdringen, ja, dieses ohne die Naturwissenschaften nicht bewältigt werden könnte. Wie Rainer Müller¹ in „Physik in interessanten Kontexten“² feststellt, sieht der Physikunterricht zumeist so aus, dass man dort Dinge sieht, die man sonst nirgendwo sieht, Wörter verwendet, die man sonst nirgendwo benötigt und Dinge tut, die man sonst nirgendwo tut (a.a.O. 13). Dadurch, dass man Kraftmesser, Demonstrationsspulen oder Stativmaterial verwendet, von Hangabtriebskraft oder Strichgitter spricht und eine Kugel an einem Faden aufhängt und die Schwingungen zählt (Beispiele nach Müller) ist man sehr weit weg vom Umfeld der Schülerinnen und Schüler. Zumeist lernen die Schülerinnen und Schüler im Unterricht Gesetzmäßigkeiten, die sie so im täglichen Leben nicht vorfinden. Denken wir nur an Sätze wie: Alle Körper fallen gleich schnell oder die im Schmelzpunkt zugeführte Energie erhöht die Temperatur nicht. Demgegenüber bleiben Alltagsbeobachtungen und Phänomene der täglichen

Anschauung dem Physikunterricht fern. Man darf sich daher nicht wundern, wenn ein Unterricht, der offensichtlich mit dem Leben der Schülerinnen und Schüler nichts gemein hat, auf wenig Interesse stößt. Als Autor einer Rubrik in den Oberösterreichischen Nachrichten habe ich allerdings durch Mails, die mich von Zeitungleserinnen und -leser erreichen, die Erfahrung gemacht, dass Interesse an Erklärungen über Alltagsphänomene besteht. Wäre dies nicht der Fall, gäbe es diese seit zehn Jahren von mir betreute Rubrik in dieser Tageszeitung nicht mehr. In „plus lucis“ soll nun als Anregung für den Physikunterricht jedes Mal über ein Alltagsphänomen berichtet werden, um zu einem Physikunterricht zu führen, der anwendungsorientiert ist. Die Erklärungen sind bewusst so gehalten, dass man sie gleich im Unterricht – auch der Unterstufe – verwenden kann. Zusätzlich gibt es Hinweise auf weiterführende Informationen. Es würde mich freuen, wenn diese Rubrik dazu führte, eine Diskussion bei den Lehrenden der Physik anzuregen.

Leo Ludick *Physiklehrer an Gymnasien von 1971 bis 2010, Mitarbeiter im Bereich der Fachdidaktik für Physik an der JKU Linz von 1987 bis 2000 und derzeit Pädagogischer Berater des Science Centers Welios in Wels*

¹ Prof. Dr. Rainer Müller, Abteilung Physik und Physikdidaktik am Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften der TU Braunschweig

² <https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ifdn-physik/physik-in-interessanten-kontexten-rmueller.pdf>

Zwischen Gesundheitsbewusstsein und Lifestyle

Ernährungsformen im Überblick

Sandra Puddu & Elisabeth Hofer

Clean Eating, Raw Food, Paleo, Low Carb, Keto, High Protein und *Vegan* bezeichnen nur einige Beispiele spezieller Ernährungsformen, die in den letzten Jahren an Popularität gewonnen haben und zu echten Trends geworden sind. Dabei geht es längst nicht nur mehr darum, sich bewusst und gesund zu ernähren, vielmehr spiegeln sich Lifestyle, Ideologien, Kulte und ganze Lebensphilosophien in diesen Ernährungsformen wider. Abgesehen von der Präferenz oder Vermeidung bestimmter Lebensmittel(gruppen) sind in den letzten Jahren auch die Lebensmittelzubereitung sowie Essen als sozialer und gesellschaftlicher Prozess in den Fokus gerückt – Ernährung ist zum Lifestyle geworden.

Im folgenden Artikel umreißen wir kurz die Ernährungsgewohnheiten der österreichischen Bevölkerung und gehen auf einige spezielle Ernährungsformen sowie deren Auswirkungen auf die Nährstoffversorgung ein. Abschließend besprechen wir Ernährungseinschränkungen aufgrund von Lebensmittelallergien und -intoleranzen.

1. Ernährungsgewohnheiten in Österreich

Der österreichische Ernährungsbericht 2017 [1] zeigt, dass die Ernährungsgewohnheiten der österreichischen Bevölkerung – mit Ausnahme weniger Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente – zu einer ausreichenden Nährstoffzufuhr führen. Insgesamt nehmen österreichische Erwachsene jedoch zu viel Energie, insbesondere zu viel Zucker und Fett, jedoch verhältnismäßig zu wenige Kohlenhydrate und Ballaststoffe zu sich. Verglichen mit den Empfehlungen in der österreichischen Ernährungspyramide [2] (siehe auch Artikel Kraftquellen, S. 4) konsumieren die Österreicherinnen und Österreicher zu wenig Obst, Gemüse, Milch und Milchprodukte, allerdings zu große Mengen zucker- und fettreicher Lebensmittel und Getränke, Eier, Fleisch und Fleischprodukte (insbesondere Männer, siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Lebensmittelkonsum österreichischer Erwachsener laut Ernährungsbericht 2017 (Abdruck der Grafiken mit freundlicher Genehmigung der AutorInnen) [3]

Im Gegensatz zur durchschnittlichen Bevölkerung ernähren sich einer Studie des Markt- und Meinungsforschungsunter-

nehmens Marktagent zufolge etwa 6% der Österreicherinnen und Österreicher ohne Fisch, Fleisch- und Fleischprodukte (vegetarisch), etwa ein Fünftel davon verzichtet vollkommen auf tierische Lebensmittel (vegan) [4] (Schätzung 2017). Der Großteil von vegetarisch bzw. vegan lebender Menschen ist weiblich (76,6%) bzw. unter 40 Jahre alt (60,5%). Von offizieller Seite wird in Österreich eine ausgewogene Mischkost (omnivore Ernährung) empfohlen, um eine optimale Nährstoffzufuhr zu erreichen [5].

2. Ernährungsformen im Überblick

Nicht nur wissenschaftliche Erkenntnisse und darauf basierende offizielle Empfehlungen, sondern vor allem ökologische, ideologische und ökonomische Aspekte sind ausschlaggebende Faktoren für die Ernährungsweise einer Gesellschaft. Wie beispielsweise Mode, Musik, Freizeit oder Technologie ist auch Ernährung stark von Trends abhängig. Nicht nur zum Zwecke von Diäten und Kuren, sondern auch bei der täglichen Nahrungsaufnahme folgen Menschen bestimmten Kriterien und Trends (verwendete Lebensmittel, Art und Weise der Zubereitung, Menge und Häufigkeit des Konsums), sodass sich eine Vielzahl an verschiedenen Ernährungsformen entwickelt hat. Im Folgenden geben wir einen Überblick über auf bestimmte Lebensmittel(gruppen) eingeschränkte Ernährungsformen sowie aktuelle Nährwert- und Zubereitungstrends.

2.1 Von Flexitarismus bis Frutarismus

Je nach konsumierten Lebensmittel(gruppen) wird zwischen drei großen Ernährungsformen unterschieden: Ernährung mit *Mischkost* (pflanzliche und tierische Produkte), *Vegetarismus* (pflanzliche und tierische Produkte mit Ausnahme von Fleisch) und *Veganismus* (ausschließlich pflanzliche Produkte). Sowohl von vegetarischen als auch von veganen Ernährungsformen gibt es wiederum verschiedene Ausprägungen. Abbildung 2 zeigt einen Überblick.

| tierische Lebensmittel | | | | pflanzliche Lebensmittel | | |
|--------------------------|-------|------|-------|--------------------------|--------|------|
| Fleisch | Fisch | Eier | Milch | Getreide | Gemüse | Obst |
| Mischkost, Flexitarismus | | | | | | |
| Pescetarismus | | | | | | |
| Ovo-lacto-Vegetarismus | | | | | | |
| Lacto-Vegetarismus | | | | | | |
| Veganismus, Frutarismus | | | | | | |

Abbildung 2: Einteilung verschiedener Ernährungsformen nach konsumierten Lebensmittel(gruppen)

Bezieht eine Ernährungsform alle Lebensmittel(gruppen) mit ein, so spricht man von einer *Mischkost*. Eine Trendvariante dieser Ernährungsform wird als *Flexitarismus* bezeichnet. Flexitarietät bzw. Flexitarietät sind Personen, die sich überwiegend vegetarisch ernähren, Fisch und Fleisch jedoch nicht kategorisch ablehnen. Eine genaue Richtlinie bezüglich der Menge oder Häufigkeit des Fleisch- und Fischkonsums dieser Gruppe ist nicht zu finden. Personen, die alle Lebensmittel(gruppen) mit Ausnahme von Fleisch konsumieren, werden als Pescetarietätinnen bzw. Pescetarietät bezeichnet.

Die bekannteste und auch häufigste „spezielle“ Ernährungsform ist der *Vegetarismus*. Bei dieser Ernährungsform werden weder Fleisch noch Fisch (*Ovo-lacto-Vegetarismus*) verzehrt. Je nach Ausprägung des Vegetarismus werden zusätzlich Eier (*Lacto-Vegetarismus*) bzw. Milch (*Ovo-Vegetarismus*) und entsprechende Produkte vermieden. Durch den Verzicht von Fleisch (insbesondere rotem Fleisch) wird die Eisenzufuhr eingeschränkt und muss durch den vermehrten Konsum anderer eisenreicher Lebensmittel wie beispielsweise Hülsenfrüchte, Weizenkleie oder Kürbiskerne ausgeglichen werden. Dabei ist zu beachten, dass Eisenionen aus pflanzlichen Lebensmitteln etwa drei Mal schlechter verwertet werden als jene aus Fleisch [6].

Verzichten Personen gänzlich auf Produkte tierischen Ursprungs, so wird von *Veganismus* gesprochen. Dabei wird nach wie vor diskutiert, ob und inwiefern Honig- bzw. Hefeprodukte erlaubt sind oder nicht. Die Vermeidung tierischen Eiweißes kann – zusätzlich zum Eisenmangel – zu einem Mangel an Vitamin B12, hochwertigen Proteinen (Proteine, die einen höheren Anteil an essentiellen Aminosäuren enthalten), Calciumionen und Iodid führen. Dem kann durch einen erhöhten Konsum von Broccoli oder Blattspinat (Calciumionen) bzw. der Verwendung von jodiertem Speisesalz (Iodid) entgegengewirkt werden. Um den Bedarf an Vitamin B12 zu decken, wird die Einnahme entsprechender Nahrungsergänzungspräparate empfohlen [7].

Eine sehr spezielle und eher seltene Form des Veganismus wird als *Frutarismus* bezeichnet. Frutarierinnen bzw. Frutarier nehmen ausschließlich Lebensmittel zu sich, deren Konsum keine Pflanzen beschädigt. Dies umfasst Obst- und Gemüsesorten, die gepflückt werden können, sowie Nüsse und Samen. Knollen und Wurzeln wie beispielsweise Kartoffeln, Rüben, Zwiebeln oder Karotten sowie Salate, diverse Kohlgemüse, Blütengemüse und Kräuter sind verboten. Ob und welche Formen von Ölen und Getreidekörnern verzehrt werden ist individuell unterschiedlich. Durch die sehr eingeschränkte Bandbreite an „erlaubten“ Lebensmitteln sind Menschen, die sich langfristig nach den Regeln des Frutarismus ernähren, besonders anfällig für diverse Mangelerscheinungen. Zusätzlich kommt es durch den großen Anteil an Obst in der Ernährung zu einer deutlich erhöhten Zufuhr von Fructose, was wiederum zu gesundheitlichen Problemen führen kann.

2.2 Clean Eating, Raw food und Paleo

Neben der Einschränkung auf bestimmte Lebensmittel (gruppen) gibt es auch eine Vielzahl an Ernährungsformen, die zusätzliche Aspekte wie die Inhaltsstoffe, die Erzeugung und die Verarbeitung der Lebensmittel miteinbeziehen. Eine solche, momentan im Trend liegende, Ernährungsform ist das sogenannte *Clean Eating*. Bei dieser Ernährungsform werden frische, naturbelassene, saisonale und regionale Lebensmittel in der Küche verwendet. Farb- und Konservierungsstoffe, Süßstoffe, raffinierter Zucker und Alkohol werden – wie auch Fertiggerichte – vermieden. Diese Ernährungsform berücksichtigt Aspekte wie biologischen Landbau und Nachhaltigkeit und ist mit den offiziellen Empfehlungen einer ausgewogenen, vollwertigen Mischkost zu vereinbaren. Als Herausforderung bei Clean Eating wird sowohl die Zeit- als auch Kostenintensität angesehen.

Eine weitere Trend-Ernährungsform wird als Steinzeit-Ernährung oder *Paleo* bezeichnet. Dabei werden ausschließlich Lebensmittel gegessen, die schon in der (Alt-)Steinzeit verfügbar waren: Fleisch, Gemüse, saisonale Früchte und Fisch. Milch, Hülsenfrüchte und Getreide werden abgelehnt. Wie bei der Rohkost-Ernährung (*Raw Food*) ist auch bei Paleo der Verzehr von rohem Fleisch und Fisch vorgesehen. Dies wird insofern als bedenklich angesehen, als dass durch den fehlenden Kochprozess möglicherweise in der Nahrung enthaltene Parasiten, Listerien oder Salmonellen aufgenommen werden können.

3. Nährwerte im Fokus

Zusätzlich zu speziellen Ernährungsformen basierend auf bestimmten Lebensmittel(gruppen) oder Zubereitungsformen steht auch die Art und Menge von Fetten, Kohlenhydraten und Eiweißen immer wieder im Fokus. Während lange Zeit vor allem eine Reduktion von Fett (*low fat*) angestrebt wurde, liegt nun eine kohlenhydratarme (*low carb*) und proteinreiche (*high protein*) Nahrung im Trend. Die Lebensmittelindustrie reagiert auf diesen Trend und stillt die Wünsche der Konsumenten bzw. Konsumentinnen, indem speziell maßgeschneiderte Produkte angeboten werden (siehe Abbildung 3)



Abbildung 3: Drinks entsprechend des Trends zu low fat, low carb und high protein Nahrung

4. Ernährungsformen als Lebenseinstellung

Die Einschränkung bestimmter Lebensmittel- und Produktgruppen bezieht sich bei vielen Menschen nicht nur auf ihre Ernährung, sondern betrifft auch andere Lebensbereiche. So verzichten viele Vegetarierinnen und Vegetarier, Veganerinnen und Veganer sowie Frutarierinnen und Frutarier beispielsweise auch bei Schuhen, Bekleidung und Accessoires auf tierische Produkte wie Leder oder Pelze. Ein anderer Ernährungstrend, der sich ebenfalls auf alle Bereiche des Lebens ausweitet, ist der *Freeganismus*. Hier versuchen Menschen, sich kostenlos aus Lebensmitteln zu ernähren, die andernfalls entsorgt werden würden. Mit dieser ressourcenschonenden Lebensform wollen sich Freeganerinnen und Freeganer der Konsum- und Wegwerfgesellschaft entgegenstellen. Neben diesen eher politisch oder ethisch motivierten Ernährungsformen gibt es auch eine Vielzahl an Ernährungsformen, die religiös (z. B. halal (Islam) oder kosher (Judentum)) oder kulturell begründet sind.

5. Gesundheitlich bedingte Ernährungseinschränkungen

Im Gegensatz zu selbstgewählten, politisch, ethisch, religiös, kulturell oder esoterisch begründeten Einschränkungen der eigenen Ernährung gibt es auch eine Reihe körperlicher Faktoren, die eine gesundheitsbedingte spezielle Ernährungsweise verlangen. Medizinisch wird dabei zwischen Nahrungsmittelintoleranzen und Nahrungsmittelallergien unterschieden [8]. Bei einer *Nahrungsmittelallergie* reagiert der Körper auf ein Allergen, indem er Typ E Antikörper (IgE, Immunglobuline E) freisetzt, welche in weiterer Folge zu einer erhöhten Ausschüttung von Histamin führen [9]. Dadurch können Beschwerden wie Rötungen, Juckreiz oder Schwellungen bis hin zu lebensbedrohlichen anaphylaktischen Schocks auftreten.

Bei einer *Nahrungsmittelintoleranz* kommt es zu keiner immunologischen Reaktion, das Abwehrsystem des Körpers ist nicht an der Reaktion auf bestimmte Lebensmittel beteiligt [8]. Durch das Fehlen bestimmter Enzyme und/oder Transportproteine können bestimmte Bestandteile der Nahrung wie beispielsweise Lactose, Fructose oder Histamin nicht abgebaut werden. Dieser Umstand führt zu Beschwerden wie Blähungen, Bauchschmerzen oder Durchfall.

In Österreich reagieren etwa 5% der Bevölkerung auf bestimmte Lebensmittel allergisch und müssen sich deshalb glutenfrei (Zöliakie), laktose- bzw. fructosefrei (Laktose- bzw. Fructoseintoleranz) oder histaminreduziert (Histaminintoleranz) ernähren. Abgesehen davon tritt noch eine Vielzahl weiterer Intoleranzen oder Allergien wie beispielsweise

gegen Nüsse, Schalenfrüchte, Eier etc. auf. Tatsächlich sind in Österreich relativ wenige Menschen von Einschränkungen wie beispielsweise Zöliakie (1% der Bevölkerung [10]) betroffen. Der Anteil an Personen, der angibt, an einer Nahrungsmittelallergie oder -intoleranz zu leiden, ist allerdings deutlich größer. Dies wird auf den Nocebo-Effekt [11] zurückgeführt, bei dem durch die Erwartung, dass ein Lebensmittel eine negative Auswirkung auf den eigenen Körper haben könnte, die entsprechenden Symptome auftreten.

Neben der verpflichtenden Kennzeichnung von nicht vorverpackten Lebensmitteln entsprechend der 14 Lebensmittelallergene nach EU-Recht [12] (siehe Abbildung 4) werden mittlerweile auch bei verpackten Produkten – teilweise fragwürdige – Deklarationen angewendet. So werden etwa Erfrischungsgetränke speziell als vegan oder Reiswaffeln – die von Natur aus kein Gluten enthalten – speziell als glutenfrei ausgewiesen (siehe Abbildung 5). Diese Kennzeichnungen erleichtern Konsumentinnen und Konsumenten natürlich eine entsprechende Produktwahl, vielfach wird hier jedoch auch ein Trend in eine bestimmte Richtung unterstützt.



Abbildung 4: Überblick über die in der Europäischen Union kennzeichnungspflichtigen Lebensmittelallergene mit Ausweisung der Buchstaben nach österreichischer Regelung [13, 14]



Abbildung 5: Ausweisung von „veganem“ Eistee und „glutenfreien“ Reiswaffeln

Dr. Sandra PUDDU Österr. Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, Universität Wien, PH Wien
Mag. Elisabeth HOFER Österr. Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, Universität Wien

Literatur

- [1] Rust, P., Hasenegger, V. & König, J. (2017). Österreichischer Ernährungsbericht 2017. Wien: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. Abgerufen am 07.01.2019 von https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/9/5/0/CH1048/CMS1509620926290/ernaehrungsbericht2017_web_20171018.pdf
- [2] Bundesministerium für Gesundheit und Frauen (2016). Die österreichische Ernährungspyramide. Abgerufen am 07.01.2019 von https://www.sozialministerium.at/cms/site/attachments/7/3/0/CH4082/CMS1290513144661/folder_ernpyr_web.pdf
- [3] Rust, P., Hasenegger V. & König, J. (2017). Wie isst Österreich? Abgerufen am 07.01.2019 von <https://medienportal.univie.ac.at/uniview/wissenschaft-gesellschaft/detailansicht/artikel/oesterreichischer-ernaehrungsbericht-2017-quantitaet-vor-qualitaet/>
- [4] Marketagent (2017). Veggie-Report. Vegetarische und vegane Ernährung in Österreich. Abgerufen am 07.01.2019 unter <http://www.marketagent.com/webfiles/MarketagentCustomer/pdf/015b2445-19d8-4d70-a812-97ab5d6755d8.pdf>
- [5] Bundesministerium für Gesundheit und Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (2014). Ernährung auf einen Blick. Abgerufen am 07.01.2019 von <https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=620>
- [6] Eisencheck.at (2017). Eisenhaltige Lebensmittel. Abgerufen am 07.01.2019 von <https://www.eisencheck.at/eisen-im-koerper/eisenhaltige-lebensmittel/>
- [7] Verein zur Förderung ganzheitlicher Gesundheit. Vitamin B12: Vegetarier und Veganer. Abgerufen am 07.01.2019 von <https://www.vitaminb12.de/vegetarier-veganer/>
- [8] Medizinische Universität Wien .Was ist der Unterschied zwischen einer Allergie und einer Intoleranz? Abgerufen am 07.01.2019 von <https://www.meduniwien.ac.at/hp/nahrungsmittelallergie/nahrungsmittelallergie/was-ist-der-unterschied-zwischen-einer-allergie-und-einer-intoleranz/>
- [9] Zuberbier, T. (2016). Was passiert bei einer Allergie in meinem Körper? Abgerufen am 07.01.2019 von der Webseite des European Centre for Allergy Research Foundation unter <https://www.ecarf.org/info-portal/allgemeine-allergie-infos/was-passiert-bei-einer-allergie-in-meinem-koerper/>
- [10] Österreichische Arbeitsgemeinschaft Zöliakie. Zöliakie. Abgerufen am 07.01.2019 von http://www.zoeliakie.or.at/zoeliakie/zoeliakie_start.asp
- [11] Baethge, C. (2013). Nocebo: Die dunkle Seite der menschlichen Einbildungskraft. Deutsches Ärzteblatt International, 110(41), 1904-1905.
- [12] Hygiene-Netzwerk (2019). Kennzeichnung. Abgerufen am 07.01.2019 von <http://www.allergenkennzeichnung.eu/kennzeichnung>
- [13] Declaration. Allergen-Symbolik. Abgerufen am 07.01.2019 unter <https://www.declaratio.net/hilfsmittel/allergensymbolik/>
- [14] Bundesministerium für Gesundheit (2014). Empfehlung zur schriftlichen Allergeninformation bei nicht vorverpackten Lebensmitteln. Abgerufen am 07.01.2019 von <https://www.wko.at/branchen/tourismus-freizeitwirtschaft/gastronomie/Empfehlung-schriftliche-AllergenInfo.pdf>

Warum sind Schifahrer mit mehr Masse schneller?

Leo Ludick

Es wird im Unterricht gezeigt, dass alle Körper im Vakuum gleich schnell fallen. Schülerinnen und Schüler wissen aber, dass Schiabfahrtsläufer durchwegs stämmiger sind als die Slalomartisten. Man kann natürlich das Ganze mathematisch sauber ableiten, wie es Dr. Norbert Hermann von der Universität Hannover getan hat¹. Wodurch es allerdings für Schülerinnen und Schüler eher noch undurchsichtiger wird.

Wie kann man das Phänomen alltagssprachlich erklären?

Ein Körper, der in Bewegung ist, besitzt kinetische Energie. Diese ist neben der Geschwindigkeit auch von der Masse abhängig. Ein doppelt so schwerer Körper hat auch eine doppelt so große kinetische Energie (bei gleicher Geschwindigkeit). Will man daher einen doppelt so schweren Körper abbremsen, dann benötigt man auch eine doppelt so große Kraft. Beim Schifahrer ist es der Luftwiderstand, der bremst.

Aber wie ist das nun genau mit dem Luftwiderstand? Der Luftwiderstand ist abhängig von der Geschwindigkeit und

¹ https://www.uni-hannover.de/fileadmin/luh/content/alumni/unimagazin/2008/08_1_2_56_59_herrmann.pdf

von der Angriffsfläche. Eine doppelt so große Angriffsfläche bewirkt auch einen doppelt so großen Luftwiderstand. Jedoch hat ein doppelt so schwerer Mensch nicht eine doppelt so große Angriffsfläche, die er dem Fahrtwind entgegensetzt. Nun haben wir alles für die einfache Erklärung, da die Angriffsfläche für den Fahrtwind nicht im selben Maß zunimmt, wie die Masse. Ein schwerer Schifahrer wird also (im Vergleich) deutlich weniger gebremst als ein leichterer. Man kann hier natürlich auch noch darauf hinweisen, dass eine leichtere Abfahrerin bzw. ein leichterer Abfahrer kurz nach dem Start zwar schneller Geschwindigkeit aufnimmt, jedoch einmal in Fahrt, hält schwerere Skifahrerin bzw. der schwerere Schifahrer das Tempo wesentlich besser bei.

Leo Ludick *Physiklehrer an Gymnasien von 1971 bis 2010, Mitarbeiter im Bereich der Fachdidaktik für Physik an der JKU Linz von 1987 bis 2000 und derzeit Pädagogischer Berater des Science Centers Welios in Wels*

„Weil die Mama sagt, es ist wichtig“

Eine empirische Studie über das Wissen von Grundschulkindern zum Thema „Ernährung“

Christian Nosko

1. Einleitung

Das Thema Ernährung hat im Lehrplan der Volksschule Bedeutung als fächerübergreifende Bildungs- und Erziehungsaufgabe sowie als wesentlicher Inhalt im Sachunterricht. Zur Unterstützung von Lehrerinnen und Lehrern gibt es zahlreiche Materialien, und auch in Schulbüchern für den Sachunterricht der Primarstufe wird gesunde Ernährung thematisiert. Im vorliegenden Artikel soll eine empirische Studie über das Wissen von Grundschulkindern zum Thema „Ernährung“ vorgestellt und diskutiert werden, die im Rahmen einer Lehrveranstaltung an der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule Wien/Krems (KPH) entstanden ist.

2. Schulische Gesundheitsförderung

Im Ministerrat wurden 2012 zehn Gesundheitsziele beschlossen, die als Rahmen für Maßnahmen und als gemeinsamer Leitfaden bis 2032 dienen sollen [1]. Das siebente Ziel befasst sich mit gesunder Ernährung, die einen grundlegenden Einfluss auf die Gesundheit und das Wohlbefinden von Menschen in allen Lebensphasen ausübt. Ernährungskompetenz soll demzufolge vor allem bei Kindern und Jugendlichen gefördert werden.

Im Lehrplan der Volksschule [2] werden die Bildungs- und Erziehungsaufgaben genannt, die auch als „Unterrichtsprinzipien“ bezeichnet werden. Wesentliches Kennzeichen dieser Prinzipien ist, dass sie „nicht einem Unterrichtsgegenstand oder wenigen Unterrichtsgegenständen zugeordnet werden können, sondern nur fächerübergreifend im Zusammenwirken vieler oder aller Unterrichtsgegenstände zu bewältigen sind.“ Das Unterrichtsprinzip „Gesundheits-erziehung“ wird im Rundschreiben Nr. 7/1997 „Grundsatz-erlass Gesundheitserziehung“ [3] ausführlich behandelt. Schulische Gesundheitsförderung umfasst demnach nicht nur „die Information über Gesundheitsthemen und das Einwirken auf das Verhalten des Einzelnen, sondern auch die Gestaltung eines gesundheitsfördernden Lebensraumes.“

Im Unterrichtsgegenstand Sachunterricht, der die Schülerinnen und Schüler „zu bewusstem, eigenständigem und verantwortlichem Handeln“ [2] befähigen soll, ist das Thema „Ernährung“ vor allem im Erfahrungs- und Lernbereich *Natur* verortet. Hier wird im Abschnitt „Verantwortungsbewusstes Verhalten gegenüber der Natur“ der Fokus auf die Beziehung des Menschen zur Natur und das nachhaltige Handeln gesetzt, wobei die Bedeutung von Pflanzen und Tieren für

den Menschen betont wird. Im Abschnitt „Der Mensch: Körper und Gesundheit“ stehen neben Kenntnissen über den menschlichen Körper eine gesunde Ernährung sowie gesundheitsbewusstes Verhalten im Vordergrund.

3. Österreichische Ernährungspyramide

Als Referenz für eine gesunde und abwechslungsreiche Ernährung kann die österreichische Ernährungspyramide angesehen werden; als Basis für die praktische Umsetzung einer vollwertigen Ernährung sind die D-A-CH-Referenzwerte (Der Begriff „D-A-CH“ steht für die drei Länder Deutschland (D), Österreich (A) und Schweiz (CH).) für die Nährstoffzufuhr von grundlegender Bedeutung [4]. „Die österreichische Ernährungspyramide zeigt den Weg zur richtigen und gesunden Ernährung. Sie soll Lust auf gesunde Ernährung machen und kann einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Gesundheit, zur Verminderung der Krankheitslast und zur Steigerung der Lebensqualität der Österreicherinnen und Österreicher leisten. Dank ihrer einfachen bildlichen Darstellung ist sie eine praxisbezogene Hilfe zur Umsetzung einer ausgewogenen Ernährung im Alltag.“ [5]

Die 2010 veröffentlichte österreichische Ernährungspyramide (siehe Abbildung 1) umfasst sieben Stufen, anhand derer abgelesen werden kann, in welchen Mengenverhältnissen bestimmte Lebensmittelgruppen gegessen werden sollten. Die Basis bilden „Alkoholfreie Getränke“, „Gemüse, Hülsenfrüchte und Obst“, „Getreide und Erdäpfel“, „Milch und Milchprodukte“, „Fisch, Fleisch, Wurst und Eier“, „Fette und Öle“ bis hin zu „Fettes, Süßes und Salziges“.

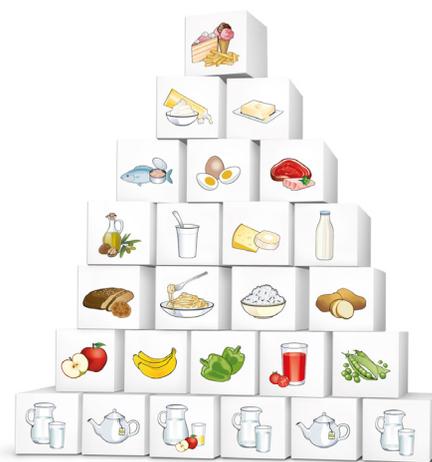


Abbildung 1: Die österreichische Ernährungspyramide

Niederschlag findet die österreichische Ernährungspyramide in den Sachunterrichtsbüchern auf mehreren Schulstufen. Auf der Grundstufe I (1. und 2. Schulstufe) geschieht dies meist in Form einer Dichotomisierung „gesund“ bzw. „ungesund“ oder „soll ich oft essen“ bzw. „soll ich selten essen“. Auf der Grundstufe II (3. und 4. Schulstufe) wird darüber hinaus meist die österreichische Ernährungspyramide selbst behandelt. Dies wird in (wenigen) Sachunterrichtsbüchern genutzt, um darauf aufbauend auf einzelne Nährstoffe näher einzugehen oder deren Bedeutung für den menschlichen Körper aufzuzeigen.

4. Die Studie – Konzeption und Datenerhebung

Die Studie wurde im Rahmen einer Lehrveranstaltung zur fachdidaktischen Praxisforschung konzipiert. Dabei wurden von den 24 Studierenden für das Lehramt an Primarschulen und der Lehrveranstaltungsleitung folgende sieben Teilbereiche des Themenfelds „Ernährung“ ausgewählt und ausführlich behandelt: „Zucker in Getränken“, „Einstellung zu und Bewusstsein von gesunder Ernährung“, „Milch“, „Fette“, „Trockenfrüchte“, „alternative Ernährungsformen“ und „Ernährungspyramide“. Die Auswahl der Themen spiegelt vor allem die Interessen der Studierenden wider, erhebt somit keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder eine erschöpfende Systematik.

Spezifische Forschungsfragen formulierten die Studierenden getrennt jeweils für ihren Teilbereich. Von gemeinsamem Interesse war es herauszufinden, welche Einstellungen und Kenntnisse Schülerinnen und Schüler der 1. Schulstufe im Vergleich zu Schülerinnen und Schülern der 4. Schulstufe besitzen.

Als Methode für die Datenerhebung fiel die Entscheidung auf ein standardisiertes Interview mit vorwiegend geschlossenen Fragen. Im Bewusstsein der Nachteile dieser Verfahren, sollte damit eine höhere Zuverlässigkeit, eine einfachere Durchführung sowie eine Reduktion von Fehlern erreicht werden [6]. Auf der 1. Schulstufe wurden 23, auf der 4. Schulstufe wurden 25 Schülerinnen und Schüler von den Studierenden getrennt befragt.

5. Ergebnisse

Im Folgenden sollen hier ausgewählte Ergebnisse der Datenerhebung zu einzelnen Teilbereichen des Themenfelds „Ernährung“ in aller Kürze dargestellt werden.

5.1 Zucker in Getränken

Wie differenziert die Problematik „Zucker in Getränken“ betrachtet werden muss, beschäftigte Studierende in diesem Teilbereich zu Beginn der Studie. Ein erhöhter Konsum zuckerhaltiger Getränke kann zu einer Erhöhung der Energiebilanz, zu Adipositas sowie Diabetes mellitus Typ II führen [7]. Eine weitere Herausforderung ergab sich durch die zu kurz greifende und dadurch problematische Konnotation, zuckerhaltige Limonaden seien ungesund, Fruchtsäfte gesund [8].

Dabei zeigte sich Folgendes: Schülerinnen und Schüler beider Altersstufen wissen gut darüber Bescheid, welche Getränke Zucker enthalten: Allen voran werden Cola (1. Schulstufe 83 %, 4. Schulstufe 100 %), Eistee (1. Schulstufe 78 %, 4. Schulstufe 96 %), und Apfelsaft (1. Schulstufe 83 %, 4. Schulstufe 96 %) genannt. Auffällig war, dass nur 10 % der Schülerinnen und Schüler wussten, dass auch Milch Zucker enthält.

Ein besonderer Fokus wurde im Rahmen der Studie auf Cola gelegt, um das sich seit jeher zahlreiche Mythen ranken und das eines der beliebtesten „Erfrischungsgetränke“ ist. In ihrem kritischen Report prangert foodwatch [9] nicht nur Inhaltsstoffe, sondern auch die Werbung für das Produkt an: „Nicht bloß mithilfe von Sportstars und Youtube-Influencern zielt Coca-Cola auf Kinder und Jugendliche ab. Auch die alljährliche ‚Weihnachtstruck-Tour‘ dient dazu, junge Zielgruppen anzusprechen.“ Cola ist scheinbar das bekannteste Getränk bei den befragten Schülerinnen und Schülern beider Altersstufen und wurde stets als das Getränk bezeichnet, das den höchsten Zuckergehalt aufweisen könnte.

Eine weitere Frage widmete sich den unterschiedlichen Cola-Sorten: Was ist der Unterschied zwischen Cola, Cola light und Cola life? Dazu wurden den Schülerinnen und Schülern die jeweiligen Produkte vorgelegt. Wie Abbildung 2 zeigt, vermuten Schülerinnen und Schüler der 4. Schulstufe einen stärkeren Zusammenhang mit Zucker und „Zuckerarten“, während

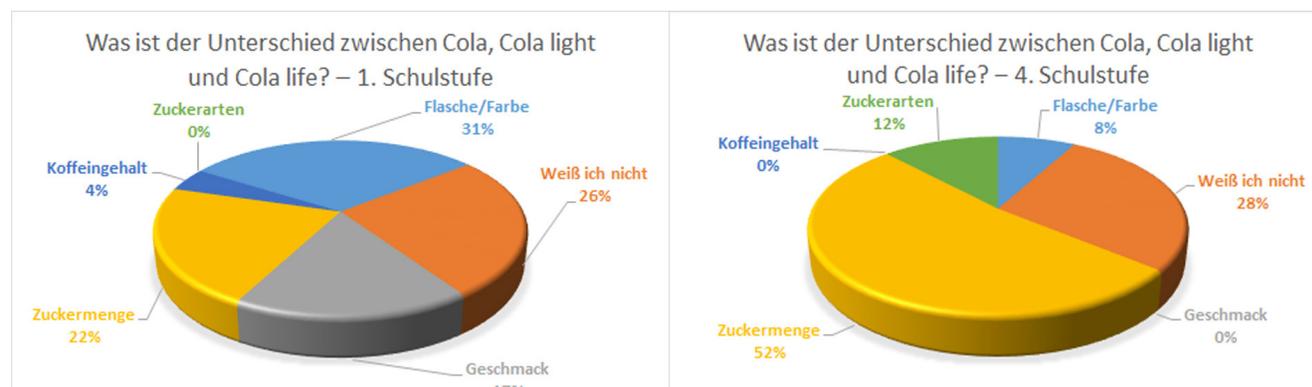


Abbildung 2: Vergleich der Bewertung von Cola-Sorten nach Schulstufe

die Schülerinnen und Schüler der 1. Schulstufe sehr stark die Aufmachung der Flasche und den Geschmack beachten.

5.2 Alternative Ernährungsformen

Im Mittelpunkt der Auseinandersetzung mit dem Teilbereich „alternative Ernährungsformen“ standen Vegetarismus und Veganismus. Fragen nach den Unterschieden in der Nahrungsaufnahme sowie den Bestandteilen einer vegetarischen bzw. veganen Ernährung waren dabei von Interesse.

Die zentralen Ergebnisse sind: 61 % der Schülerinnen und Schüler der 1. Schulstufe und 92 % der Schülerinnen und Schüler der 4. Schulstufe kannten das Wort „vegetarisch“.

Lediglich 9 % der Schülerinnen und Schüler der 1. Schulstufe, aber 60 % der Schülerinnen und Schüler der 4. Schulstufe kannten das Wort „vegan“.

In Folge gelang den Schülerinnen und Schülern beider Schulstufen eine Zuordnung von Lebensmitteln zu den Bereichen „vegetarische“ bzw. „vegane Ernährung“ nur bedingt. Auffällig war jedoch, dass von den Schülerinnen und Schülern nicht nur Fleischprodukte kategorisch ausgeschlossen wurden, sondern auch Cola. Dabei ist Cola zu 100 % vegan [10], was allerdings zeigt, dass vegan per se nicht gesund bedeuten muss.

Soja, als ein Bestandteil einer vegetarisch-veganen Ernährung, war 39 % der Schülerinnen und Schüler der 1. Schulstufe und 72 % der Schülerinnen und Schüler der 4. Schulstufe bekannt.

5.3 Ernährungspyramide

In diesem Teilbereich der Studie wurden Kenntnisse über den Aufbau der Ernährungspyramide sowie Hintergrundwissen zu den einzelnen Lebensmittelgruppen abgefragt.

Beim selbstständigen Zusammensetzen der österreichischen Ernährungspyramide aus Papierstreifen konnten maximal 7 Punkte erreicht werden. Schülerinnen und Schüler der 1. Schulstufe erreichten im Durchschnitt 3,3 Punkte, Schülerinnen und Schüler der 4. Schulstufe 5 Punkte. Abbildung 3 zeigt detailliert die Punkteverteilung.

Das Hintergrundwissen zu den einzelnen Lebensmittelgruppen wurde durch offene Fragen erhoben, beispielsweise: „Warum ist Obst und Gemüse für deinen Körper wichtig?“ oder „Warum solltest du wenig Torten und Eis essen?“.

Auf die Frage nach der Bedeutung von Obst und Gemüse haben 30 % der Schülerinnen und Schüler der 1. Schulstufe und 48 % der Schülerinnen und Schüler der 4. Schulstufe das Wort „Vitamine“ genannt. Weitere Gedanken dazu konnten nicht formuliert werden. Von den meisten Schülerinnen und Schülern wurde auf das Begriffspaar gesund bzw. ungesund,

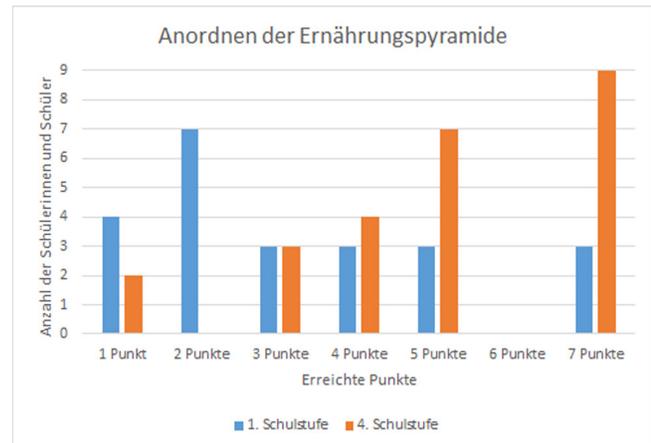


Abbildung 3: Anordnen der Ernährungspyramide

körperliche Folgeerscheinungen („geben Kraft“) oder Erziehungsberechtigte („Weil die Mama sagt, es ist wichtig“) verwiesen.

Etwas besser und stichhaltiger konnte die Frage nach den Torten und Eis beantwortet werden: 39 % der Schülerinnen und Schüler der 1. Schulstufe und 60 % der Schülerinnen und Schüler der 4. Schulstufe konnten den Zusammenhang zwischen Torten und Eis mit **Fett** und/oder **Zucker** herstellen, oftmals wurde auch eine Verbindung zum Körpergewicht sowie dem Gesundheitszustand hergestellt. Von den übrigen Schülerinnen und Schülern wurde auch hier meist der Verweis auf das Begriffspaar gesund bzw. ungesund genutzt und körperliche Folgeerscheinungen („man bekommt Bauchschmerzen“) genannt.

Zusätzlich soll erwähnt werden, dass im Rahmen dieser Fragen ein Kind der 1. Schulstufe das Wort „Cholesterinspiegel“ nannte und vier Kinder der 4. Schulstufe das Wort „Kohlenhydrate“ Nudeln und Brot zuordnen konnten.

6. Schlussbemerkungen

Wie bereits dargestellt, lassen der geringe Stichprobenumfang (23 bzw. 25 Schülerinnen und Schüler) und die Rahmenbedingungen der Studie keine allzu verlässlichen Rückschlüsse zu. Dennoch ist es möglich und sinnvoll, einige Erkenntnisse auf mehreren Ebenen abzuleiten.

Mit dem Fokus auf die **Studierenden** hat sich gezeigt, dass eine erste empirische Studie mit relativ kleinem Stichprobenumfang gut geeignet ist, theoretisches Wissen aus Seminaren zu Forschungsmethoden erstmals anwenden zu können und Erfahrungen in diesem Bereich zu sammeln. Auch in der Reflexion hoben Studierende den Theorie-Praxis-Bezug und die gesteigerte Motivation durch die eigenständige Arbeit hervor. Zusätzlich bietet diese Methode Studierenden Ideen und Anreiz, in der Thematik weiterzuarbeiten, wie etwa die Erhebung von Ernährungseinstellungen und -verhalten.

Mit Blick auf die **Schülerinnen und Schüler** kann festgehalten werden, dass von der 1. auf die 4. Schulstufe ein Wissenszuwachs erfolgte, aber nicht in dem Ausmaß, wie dies zu erwarten gewesen wäre. Dieser Wissenszuwachs liegt hauptsächlich im Faktenwissen, ein begründetes Argumentieren ist zumeist (noch) nicht möglich. Dadurch bleibt die Auseinandersetzung mit der Thematik auch bei vielen Schülerinnen und Schülern der 4. Schulstufe nach wie vor oftmals nur auf der Ebene der Dichotomisierung „gesund“ bzw. „ungesund“ oder dem Verweis auf Erziehungsberechtigte stecken [11]. Große Unterschiede bestehen in dem Wissen zu den einzelnen Lebensmittelbereichen, etwa Zucker und Fett im Gegensatz zu Obst und Gemüse. Diese Erkenntnisse decken sich großteils mit den Ergebnissen einer Evaluation der Verbreitung der österreichischen Ernährungspyramide: „Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die zentralen Botschaften einer gesunden Ernährung durch die Pyramide einleuchtend transportiert werden und der Bevölkerung bekannt sind. Der wichtigere Schritt ist allerdings die Umsetzung des Wissens im Alltag.“ [5]

Die Ergebnisse zeigen, wie wichtig es ist, die Urteilsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in dem Themenfeld „Ernährung“ zu fördern. Dazu bildet die Fähigkeit, Lebensmittel den Gruppen „gesund“ bzw. „ungesund“ zuzuordnen zu können, die Basis, auf der die Vermittlung von tiefergehendem Hintergrundwissen erfolgen kann. Vorwissen, das bei den Schülerinnen und Schülern gegeben ist, kann so aufgenommen und durch biologische sowie chemische Inhalte erweitert werden.

Damit dies gelingen kann, müssen Lehrerinnen und Lehrer die Bedeutung des Themas „Ernährung“ erkennen und es multiperspektivisch im Unterricht aufnehmen. Eine intensive Auseinandersetzung damit im Rahmen der Ausbildung in der aufgezeigten Art hilft nicht nur aus fachwissenschaftlicher, sondern auch aus forschungsbezogener Sicht.

Dr. Christian Nosko *Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/ Krems und Österr. Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, Universität Wien*

Literatur

- [1] Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz (Sozialministerium) (o. J.). Von der Definition zur Umsetzung. Abgerufen am 4.1.2019 von <https://gesundheitsziele-oesterreich.at/entstehung-und-umsetzung/>.
- [2] Lehrplan der Volksschule (BGBl. Nr. 134/1963 in der Fassung BGBl. II Nr. 303/2012 vom 13. September 2012). Abgerufen am 4.1.2019 von https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs.html.
- [3] Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten (BMUK) (1997). Grundsatzlerlass Gesundheitserziehung. GZ 27.909/115-V/3/96 vom 4. März 1997. Rundschreiben Nr. 7/1997. Abgerufen am 4.1.2019 von https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/uek/gesunderl_902.pdf.
- [4] Rust, Petra, Hasenegger, Verena & König, Jürgen (2017). Österreichischer Ernährungsbericht 2017. Erstellt vom Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien, im Auftrag von Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. Abgerufen am 4.1.2019 von <https://www.bmgf.gv.at/home/Ernaehrungsbericht2017>.
- [5] Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz (Sozialministerium) (10.4.2017). Die Österreichische Ernährungspyramide. Im Zeichen der Gesundheit. Abgerufen am 4.1.2019 von https://www.sozialministerium.at/site/Gesundheit/Reiseinfos_VerbraucherGesundheit/Ernaehrung_und_Lebensmittel/Die_Oesterreichische_Ernaehrungspyramide.
- [6] Lamnek, Siegfried (2010). Qualitative Sozialforschung. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- [7] Rabenberg, Martina & Mensink, Gert (2013). Limo, Saft & Co – Konsum zuckerhaltiger Getränke in Deutschland. Herausgegeben vom Robert Koch-Institut Berlin. GBE kompakt 4(1), <http://www.rki.de/gbe-kompakt>, S. 1-9.
- [8] SIPCAN (o. J.). Schlau trinken! Wertvolle Tipps für gesundes Trinken. Abgerufen am 4.1.2019 von https://www.sipcan.at/uploads/2/8/1/4/28145439/schlautrinken_broschuere_schulen.pdf.
- [9] Foodwatch (2018). Der Coca-Cola-Report. Abgerufen am 4.1.2019 von https://www.foodwatch.org/uploads/media/2018-04_Coca-Cola-Report_foodwatch.pdf.
- [10] Coca-Cola Österreich (o. J.). Ist Coca-Cola zu 100 % vegan? Abgerufen am 4.1.2019 von <https://www.coca-cola-oesterreich.at/faq/coca-cola-vegan>.
- [11] Kaiser, Astrid & Albers, Stine (2015). Empirische Wirksamkeitsüberprüfung von Unterrichtseinheiten zum Inhalt „Ernährung“ im Sachunterricht der Grundschule. In: www.widerstreit-sachunterricht.de, Nr. 21, Oktober 2015, S. 1-9.

Supermarkt Superstar Superfood

食べます

Gabriela Leitner

Menschen lieben Superlative, vor allem beim Konsumieren. Die „überoptimale Attrappe“ spricht ein menschliches Bedürfnis nach Ästhetik (in der ursprünglichen Bedeutung von Sinnlichkeit) und In-Besitz-nehmen an, welches der Marketingbegriff „Superfood“ bedient. Nahezu jeder Supermarkt führt mittlerweile ein eigenes Superfood-Regal. Zumindest verbal in aller Munde sind die so bezeichneten Lebensmittel. Sie versprechen mehr als „nur“ Sättigung: „Allgemein gesehen bezieht sich der Begriff ‚Superfood‘ auf natürliche, möglichst unverarbeitete Lebensmittel, denen eine besonders hohe Nährstoffdichte und heilsame Wirkung nachgesagt wird“ [1, S. 6]. Diese Lebensmittel geben ein Gesundheitsversprechen: Wer sie in ausreichender Menge zu sich nimmt, bleibt aufgrund der je besonderen Inhaltsstoffe fit und gesund. Sie sind die perfekten Nahrungsmittel für Menschen, die sich einerseits der Salutogenese und andererseits der Ökonomie mit der zugehörigen Effizienz nahe fühlen. Ihre Produktion bzw. ihr Vertrieb lässt die Kassen ordentlich klingeln. Klingt nach einer erstklassigen „Win-Win-Situation“, oder?

Welche Lebensmittel nun zu den Superfoods zählen und als solche ausgezeichnet werden, und welche in die Banalität der Sättigung abgeschoben werden, ist abhängig vom Zeitgeist und den sie propagierenden Autoren und Autorinnen, die nicht selten als Lobbyistinnen und Lobbyisten fungieren: „Mit Superfoods haben Sie es so viel leichter, Ihr Idealgewicht zu erreichen und zur bestmöglichen Ernährungsform zu finden. Mit Superfoods werden Sie Ihren Körper entschlacken und ohne große Willensanstrengung zu einer gesunden Ernährungsweise wechseln. Und schließlich ersparen die Superfoods Ihnen auch noch die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln aus toten Vitaminen und Mineralien“ [2, S. 12]. Soweit die Versprechungen im rund 400-seitigen Ratgeber von David Wolfe: „Superfoods. Die Medizin der Zukunft.“

Im Folgenden wird versucht, das Phänomen „Superfood“ aus mehreren Blickwinkeln zu betrachten, und daraus eine Konsumorientierung abzuleiten.

1. Historische Perspektive

Schaut man sich die Geschichte der – von unterschiedlichen Autoritäten empfohlenen – Lebensmittel bezüglich ihrer speziellen Gesundheitsversprechen an, so lassen sich von der Antike bis ins Mittelalter und über die Aufklärung bis heute Beispiele dafür finden.

Ein berühmtes Beispiel aus der griechischen Antike ist Pythagoras, der als Erfinder des Vegetarismus gilt und dementsprechend die Heilkraft der pflanzlichen Lebensmittel propagierte und die nachteilige Wirkung von geschlachteten Tieren jeder Art ins Zentrum seiner Ablehnung stellte. Im Sinne von: Wer tötet, wird selbst getötet.

Eine vielzitierte und bemühte Autorität ist die im 14. Jahrhundert tätige Hildegard von Bingen, die von den Naturheilkundlerinnen und Naturheilkundlern (inbes. Gottfried Hertzka) in den 1970er Jahren wieder entdeckt wurde und bis heute mit der zugeschriebenen Heilkraft bestimmter Nahrungsmittel untrennbar verbunden ist. Der Dinkel wirkt in der von ihr zugeordneten Ernährungsweise wie eine innerliche Salbe, die sie für viele Leiden einsetzt. Aber auch andere Lebensmittel, wie Kastanie, Sellerie, rote Beete, und einige andere gelten in der Hildegard-Ernährung als gesundheitsfördernd und damit als mittelalterliches Superfood. „Wer an Milzschmerzen leidet, röste diese Kerne (Kastanie, Anm. d. Verfass.) etwas in Feuer, esse sie oft mäßig warm und seine Milz wird warm und bestrebt sich völliger Gesundheit“ [3, S. 21]. Die Bezeichnung „Hildegard-Medizin“ verweist darauf, dass die Ernährung mit der Heilkunde in engem Zusammenhang steht.

Im 20. Jahrhundert versucht man schließlich die „Heilkraft der Nahrung“ (z. B. bei Kollath, Bircher-Benner, Duke u.v.a.) [4] [5] quasi pharmakologisch zu entschlüsseln, indem die Inhaltsstoffe der Lebensmittel analysiert werden und auf dieser Grundlage ihre physiologische Wirkungsweise erklärt wird. Diese Entwicklung stellt einen Wendepunkt im Umgang mit der täglichen Nahrungsaufnahme dar: Ähnlich wie bei Medikationen wirkt das, was wir essen, aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung. Die Perspektive der Inhaltsstoffanalyse und der zugehörigen Wirkung, von diversen Autoren auch als „Nutritionismus“ bezeichnet [6], besetzt in der Ernährungswissenschaft bis heute einen großen Anteil der Forschungstätigkeit und spielt in der Bewertung von Nahrungsmitteln als Superfoods die Hauptrolle.

Parallel dazu entwickelt sich die Industrialisierung des Essens. Inhaltsstoffe werden den Lebensmitteln hinzugefügt, um ihre Haltbarkeit zu verbessern (z. B. Konservierungsstoffe), um ihre sensorischen Eigenschaften zu verändern (z. B. Maltodextrin, Farbstoffe), um einen gesundheitlichen Nutzen zu erzielen (Vitamine, Ballaststoffe u. Ä.). Eine andere Möglichkeit ist, die Inhaltsstoffe der Lebensmittel durch Züchtung, Auslese und Gentechnik zu verändern, um diese bekömmlicher für die

menschliche Ernährung zu machen (z. B. das Herauszüchten von Bitterstoffen aus Brokkoli, Süßlupinen).

2. Superfood chemisch gesehen (Perspektive der Inhaltsstoffe)

Der Gehalt an wertgebenden Bestandteilen, allen voran Mikronährstoffe und sekundäre Pflanzenstoffe, sowie Ballaststoffe, zeichnen die als Superfood bezeichneten Nahrungsmittel aus. Im Regelfall sind Superfoods pflanzlicher Herkunft und können in „Superfruits“ (Aronia, Acai, Baobab, Goji, uvm), „Superveggies“ (Avocado, Algen, Dinkelgras, Matcha uvm) und „Superseeds“ (Chia, Amaranth, Hanf, Quinoa uvm) unterteilt werden [7].

Die Auflistung der wertgebenden funktionalen Inhaltsstoffe füllt Bücher, Ratgeber und Internetseiten. Vor allem Lebensmittel aus fernen Ländern, um die sich Heilsgeschichten im weitesten Sinn ranken, erfreuen sich besonderer Beliebtheit. „Sie nähren uns im tiefsten Sinne des Wortes und sind deshalb die denkbar beste Ernährung für den heutigen ‚Superhelden‘. Mit Superfoods ist es keine Sache, jeden Tag leicht und locker und zu einem wahren Vergnügen zu machen“ [2, S. 11].

Das Werbeprospekt eines, hauptsächlich mit konventioneller Schweinezucht beschäftigten landwirtschaftlichen Betriebes, verschweigt dies wohlweislich, bewirbt aber ein ebenso dort erzeugtes Nischenprodukt – die Aroniabeere und ihren Saft – mit pharmakologischen, medizinischen und (ernährungs-)physiologischen Argumenten und vermeintlichen Zusammenhängen [8]. Es werden Inhaltsstoffe angeführt, Heilwirkungen gegen allerlei Krankheiten plakativ aufgelistet und „Beweise“ ausgeführt, die nicht belegt oder in ihrer Komplexität dargestellt werden. „Science sells“ ist das vielfach bemühte Werbekonzept für Superfood.

Nachweisbare gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe, s. g. „sekundäre Pflanzenstoffe“ inklusive der möglichen Wirkungsweise und ihres Vorkommens in Nahrungsmitteln sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Sekundäre Pflanzenstoffe und mögliche Wirkungsweisen (nach [1, S. 20])

| Gruppen und Vertreter | antikanzerogen | antimikrobiell | antithrombotisch | immunmodulierend | entzündungshemmend | cholesterinsenkend | antioxydativ | Vorkommen |
|--------------------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------|--|
| Flavonoide Quercetin Catechine | x | x | x | x | | | x | Trauben, schwarze Ribisel, Aronia, Feige, Olive, grüner Tee |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Anthocyane Malvidin Cyanidin | x | | x | | | | x | Brombeere, Zwetschke, Traube, Kirsche |
| Carotinoide α/β Carotin Lycopin Lutein | x | | | x | | | x | Karotte, Marille, Tomate |
| Glucosinolate | x | x | | x | | x | x | Kohl- und Krautarten, Raps |
| Monoterpene | x | | | | | | | Basilikum, Thymian |
| Phenolsäuren Hydroxyzimtsäure Gallussäure Kaffeensäure | x | x | | | | | x | Heidelbeere, Birne, Spinat, Kaffee |
| Phytoöstrogene Isoflavone Lignane | x | | | | | | x | Hülsenfrüchte |
| Phytosterine Stigmasterin B-Sitosterin | x | | | | | x | | Rettich, Gurke, Spinat, Mangold, Kürbiskerne |
| Saponine Glycyrrhizin | x | x | | x | x | x | | Hülsenfrüchte, Kürbis, Gurke, Quinoa |
| Sulfide Alliin Allicin | x | x | x | x | x | x | x | Senf, Knoblauch, Zwiebel |

Tatsächlich kann beispielsweise die antioxydative Kapazität eines Lebensmittels (Total Antioxydant Capacity, TAC) mit dem ORAC-Wert (Oxygen Radical Absorbance Capacity) gemessen und entsprechend angegeben werden. Inwieweit diese Inhaltsstoffe in der menschlichen Physiologie eine angemessene Wirkung entfalten, ist dadurch jedoch nicht nachvollziehbar. Phytochemikalien aus der Nahrung werden metabolisiert, deshalb ist die direkte Übertragung von nachgewiesenen Inhaltsstoffen auf diätetische oder gesundheitliche Effekte nicht zulässig. „Although using TAC may be helpful in comparing different food items, the extrapolation to their contribution of antioxidant defense in vivo and, further, to health issues, should be discouraged, with the possible exception of the gastrointestinal tract. This is of particular importance because dietary phytochemicals and other small molecules have nonantioxidant activities“ [9, S. 1].

Den Wirkungsnachweis auf die menschliche Gesundheit bleibt uns ein Großteil der Literatur schuldig, da lediglich auf Tierversuche [2] bzw. Versuche mit Zellkulturen [10] verwiesen werden kann, Humanexperimente und v. a. Langzeitstudien aber noch fehlen [1].

3. Superfood physikalisch gesehen (Perspektive der Verarbeitung)

Superfoods stammen häufig aus fernen Ländern und müssen den (weiten) Weg in unsere industriegeprägte Ernährungswelt

erst einmal gut überstehen. Dazu ist es in den meisten Fällen notwendig, dass die Nahrungsmittel vor Ort be- und verarbeitet werden. Häufig findet sich Superfood auch in Nahrungsergänzungsmitteln. Ob durch Trocknung, Gefrier-trocknung, Extrakterstellung, Pulverisierung, Schwefelung oder thermische Behandlung; die Ursprünglichkeit oder Naturbelassenheit der Produkte ist damit nicht mehr gegeben. Vor allem Polyphenole und Flavonoide reagieren empfindlich auf Temperatur, Ascorbinsäure verringert sich durch falsche Lagerung und steigende Temperaturen und ähnliches gilt für Tocopherol [1]. Ortsübliche Hygienestandards, lange Transportwege und die Bearbeitung mit Konservierungs-(z. B. Benzoesäure, Sorbat) und anderen Hilfsstoffen (z. B. Verdickungsmittel Xanthan) beeinflussen die sensorischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften des Lebensmittels. Beigaben von verarbeiteten SFs zu Produkten, wie z. B. Algenpulver in Smoothies, zählen in der industrialisierten Esswelt ebenso zur Normalität, wie die Abwertung eines ursprünglich wertvollen Rohstoffes (z. B. Gojibeere) durch die Zugabe von zu viel Zucker in einem vermeintlich gesunden Fruchtriegel.

Auch die (lebensmittel-) rechtliche Situation in den Erzeuger-ländern kann anders sein als hierzulande und zu Miss-verständnissen bei Konsumierenden führen (z. B. aromatisierte und gezuckerte Cranberries). Daraus ergeben sich weitere Forschungsfragen: Welche Lebensmittelsicherheitsstandards gelten im Erzeugerland? Welche Hilfsmittel sind im Herkunfts-land zugelassen?

4. Superfood geografisch gesehen (Perspektive der Herkunft und Aufzucht)

Superfood ist nicht unbedingt Teil der europäischen kulinarischen Tradition, auch dieses Merkmal macht sie zu einem begehrlichen Gut. Drei von zehn Superfoods sind heimischer Herkunft, der Großteil ist exotisch. Lateinamerika (Acai, Avocado, Kakao, Maca, Spirulina, Quinoa u.v.m.) und Asien (Goji, Granatapfel, Kokos, Matcha, Maitake-Pilze, Noni, u.v.m.) sind die Kontinente aus welchen die meisten Superfoods importiert werden.

„Über die Anbau- und Verarbeitungsbedingungen (z. B. Boden-, Wasser-, Luftqualität, ...) ist wenig bekannt, (...). Wurde anfangs noch nach ortsüblicher traditioneller landwirtschaftlicher Praxis gearbeitet, steigt mit zunehmender Professionalisierung auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und anderen Chemikalien, sowie Dünger“ [7, S. 648]. Die vermehrte Nachfrage nach Superfood und Superfood-Produkten zeigt auch Auswirkungen in den Produktionsländern. Wie wir bereits von der Problematik rund um den Anbau der Sojabohne wissen, ist ähnliches bei einer zunehmenden Industrialisierung des Anbaus von Superfood zu erwarten.

Auch Südafrika reiht sich beispielsweise mit dem Schwerpunkt Avocadoproduktion in die Erzeugerländer ein. So hat sich der Avocado-Import nach Europa von 2012 bis 2016 verdoppelt, sie war das beliebteste Nahrungsmittel auf Pinterest 2015 und galt lange Zeit als Superfood. Bedenkt man, dass für 2,5 Stück Avocado 1000 Liter Wasser benötigt werden, relativiert sich die Auszeichnung der Avocado als Superfood dann doch etwas [11].

Inhaltsstoffe sind aber auch abhängig von der Aufzucht (biologisch versus konventionell) und dem Standort, an welchem sie gewachsen sind. Insbesondere den Gehalt an bioaktiven Substanzen betreffend, spielen der Pflanzenbau und die Geografie eine gewichtige Rolle. „Fruits and vegetables cultivated in one geographic location often tend to have a different capacity from fruits and vegetables grown in another. Environmental components largely contribute to TAC, and scientists maintain that such must also be factored into the process of defining the figure for foods before that information is released to the public. Some experts believe that this information should be offered regionally instead of globally to provide a more accurate depiction of a food’s antioxidant benefit to consumers living in a certain area“ [12].

Der Superfood -Trend bietet im Gegensatz zu den exotischen Superfoods auch heimischen Nahrungsmitteln, wie Heidel-beeren, Leinsamen, Hanf, Walnuss, Aronia und Co. neue Absatzmärkte und fördert innovative landwirtschaftliche und kulinarische Ansätze. Kürzere Transportwege, bessere Verfügbarkeit und regionale Wertschöpfung tun ihr übriges, diese Entwicklung voranzutreiben. So gesehen kann das Image von traditionell eher abgewerteten regionalen und saisonalen Nahrungsmitteln, wie Rote Beete oder Kohlgemüse im Winter, oder Sauerkirschen und Sanddorn im Sommer, einmal in Zusammenhang mit Superfood gebracht, aufgewertet werden. Die heimische Holunderbeere beispielsweise zeichnet sich durch einen sehr hohen Gehalt an Antioxydantien (Polyphenole) aus, was ihren Konsum vor allem in Grippezeiten [1] bzw. bei Virusinfektionen empfehlenswert macht. Der Volksmund sagt: „Wenn der Holunder reif ist, kann der Arzt auf Urlaub gehen.“ Allerdings sollte sie nicht roh verzehrt werden, die Früchte enthalten Sambunigrin, einen gering giftigen Stoff, der durch Erhitzen zerstört wird.

5. Superfood ernährungsphysiologisch gesehen (Perspektive des humanphysiologischen Wertes)

Für die ernährungsphysiologische Perspektive von Relevanz sind vor allem folgende Ansatzpunkte:

- der Zusammenhang von Inhaltsstoffen und Bioverfügbarkeit (siehe auch Kapitel 2 oben),
- die Bekömmlichkeit inklusive der küchentechnischen Eigenschaften und
- die (möglichen) Nebenwirkungen von Superfood.

Der erwartete Mehrwert von Superfood für die Humanernährung leitet sich, wie bereits in Kapitel 2, Tabelle 1 dargestellt, in erster Linie von den Inhaltsstoffen und der davon erwarteten Wirkung ab. Vor allem die antioxidativen und die damit in Zusammenhang stehenden antikanzerogenen Eigenschaften der sekundären Pflanzenstoffe spielen für die erwartete gesundheitsfördernde Wirkung eine bedeutende Rolle. Nahrungsmittel, die einen gesundheitlichen Mehrwert aufgrund ihrer Inhaltsstoffe versprechen, werden üblicherweise als „functional food“ bezeichnet und sind zumeist industriell hergestellt. So wirkt die Zugabe von diversen Milchsäurebakterien oder (wasserlöslichen) Ballaststoffen gesundheitsfördernd und begünstigt, wie in den zugehörigen „health claims“ geregelt „(...) eine normale Verdauung“. Viele der (heimischen) Superfoods (siehe Abschnitt 4) können ohne zusätzliche lebensmitteltechnologische Verarbeitung verzehrt werden, wenn die küchentechnischen Eigenschaften und Neben- und Wechselwirkungen bekannt sind und Berücksichtigung finden. So können die als Superfood bezeichneten, und in der asiatischen Küche als Würzmittel verwendeten Shiitake-Pilze, eine Unverträglichkeitsreaktion, die s. g. „Shiitake-Dermatitis“, wahrscheinlich aufgrund des enthaltenen Polysaccharides Lentinan, auslösen [1].

Manche Leguminosen dürfen aufgrund diverser Inhaltsstoffe (z. B. hitzelabiles Phasin – ein Hämagglutinin – in Kichererbsen und Gartenbohne) nicht roh verzehrt, sondern müssen vor dem Verzehr gekocht werden (junge Erbsen ohne Schote bzw. Zuckererbsen bilden die Ausnahme). Einige exotische Hülsenfrüchte enthalten Blausäure (Lima- und Urbohnen), die durch Einweichen (Einweichwasser abschütten) und Kochen abgebaut wird. „Insgesamt reduziert das mehrstündige Einweichen von Hülsenfruchtsamen alle antinutritiven Faktoren, wie Phytinsäure, Tannine, Protease-Inhibitoren und Hämagglutinine. Kochen im Dampfdruckkochtopf vermindert diese Faktoren effektiver als normales Kochen“ [21, S. 268]. Ein Zusatz von Essig nach dem Garen verbessert zu dem die Verdaulichkeit.

Die Notwendigkeit einer kulinarischen Vernunft zeigt sich auch im Umgang mit Sprossen. Einerseits wirkt sich der Keimungsvorgang positiv auf die Menge und Zusammensetzung der Inhaltsstoffe aus (Gehalt an Vitamin C und B1 nimmt deutlich zu, Proteinstruktur verbessert sich in Richtung mehr essentielle Aminosäuren), andererseits bergen Sprossen bei mangelnder Hygiene in der Produktion deutliche Risiken. Spätestens seit der Erkrankungswelle mit EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia Coli) im Jahr 2011 wird empfohlen, rohe Keimlinge vor dem Verzehr zu blanchieren.

Die zumeist beschriebene hohe Nährstoffdichte von Superfood ruft also auch Begriffe, wie „Dosierung“ oder „Verzehrempfehlung“ auf den Plan, die häufig nicht von öffentlichen Stellen oder medizinischen Einrichtungen, sondern von Herstellern angegeben werden. Hierbei wird deutlich, dass die Grenze zwischen Lebens- und Arzneimittel

in manchen Fällen fließend ist. Superfood kann aufgrund der besonderen Inhaltsstoffe nicht immer in beliebiger Menge oder in beliebiger Kombination verzehrt werden. Es werden teilweise Tagesdosen angegeben (ADI), wie beispielsweise bei Chiasamen mit 15 g, Aroniasaft mit 100 ml, oder Noni-Saft mit 30 ml, bei anderen Produkten wird unspezifisch vor einer Überdosierung gewarnt (z. B. Maca-Pulver als „natürliches“ Mittel, um die männliche Libido und Erektionsfähigkeit zu verbessern) [1].

Ebenso möglich ist eine zu niedrige Dosierung, wobei der erwünschte Effekt aufgrund der geringen Inhaltsstoffe gar nicht auftreten kann, der Preis aber trotzdem entsprechend hoch ist.

Synergistische und additive Effekte von Superfood mit Medikamenten bringen mitunter ein beachtenswertes Risiko für die menschliche Gesundheit mit sich. Grapefruit oder Granatapfelsaft sollten nicht gemeinsam mit diversen Medikamenten eingenommen werden, ähnliches gilt für Ingwer oder Knoblauch [7, S. 650f]. Grund dafür ist wahrscheinlich eine Hemmung des Abbaus des Medikamentes durch das Enzym Cytochrom P450 3A4, welches am Abbau körperfremder Stoffe beteiligt ist (ebd.). Deshalb wirken manche Medikamente (Statine, Calciumkanalblocker u. a.), wenn sie gleichzeitig mit beispielsweise Grapefruits eingenommen werden, doppelt so stark, während die Wirkung anderer Medikamente durch die in der Grapefruit vorhandenen Inhaltsstoffe (wie Furanocoumarin) abgeschwächt wird. Weitere Untersuchungen sind notwendig um diese Zusammenhänge besser zu verstehen. Eine Liste mit Medikamenteninhaltsstoffen, die nicht (gleichzeitig) mit Grapefruits konsumiert werden sollen findet sich unter „Consumer affairs“ im World-Wide-Web [20].

„Gefährliche Wechselwirkungen können bei Goji-Beeren (...) mit bestimmten ‚blutverdünnenden‘ (gerinnungshemmenden) Medikamenten (Vitamin K-Antagonisten), wie Phenprocoumon (Marcumar®) und Warfarin (Coumadin®) auftreten (dies gilt z. B. auch für Ginseng oder Papaya)“ [7, S. 651]. Auch hier verhindert ein Inhaltsstoff der Beere den Abbau der Medikamentenwirkstoffe, was zu einer erhöhten Blutungsneigung und Wirkstoffanreicherung führt. Personen, welche diese Medikamente zu sich nehmen, sollten den Verzehr von Goji-Beeren in jeglicher Darbietungsform unbedingt vermeiden.

Zusammenfassend lassen sich die dargestellten Risiken beschreiben:

- „Toxische Inhaltsstoffe
 - Keimbelastung bei rohen Produkten
 - Pestizid- und Schwermetallbelastung
 - Überempfindlichkeitsreaktionen/Allergien
 - Überschreiten von Tageshöchstmengen
 - Wechselwirkungen mit Medikamenten (...)
- [7, S. 650]

Kasten 1 Risiken von Superfood

Wer sich für die Superstars unter den Lebensmitteln entscheidet, trägt auch das Risiko, nicht nur Wirkungen hervorzurufen, sondern auch Nebenwirkungen.

6. Superfood rechtlich gesehen (Perspektive des gesetzlichen Rahmens)

Die Zulassung von Lebens- und Arzneimitteln unterliegt unterschiedlichen Rechtsgrundlagen, hierbei sind insbesondere Nahrungsergänzungsmittel eine mitunter problematische Produktgruppe. In Österreich ist für Lebensmittel das Lebensmittel- und Verbraucherschutzgesetz (LMVSG) zuständig, für Arzneimittel das Arzneimittelgesetz. Im Zweifelsfall gilt das letztere: „Auf ein Erzeugnis, das sowohl die Voraussetzungen eines Lebensmittels als auch diejenigen eines Arzneimittels erfüllt, sind nur die speziell für Arzneimittel geltenden gemeinschaftsrechtlichen Bestimmungen anzuwenden“ [13].

Ebenso von Bedeutung im Zusammenhang mit der Rechtsgrundlage für Gesundheitsversprechen von Superfood sind die s. g. „Health-Claim-Verordnung“ und die „Novel-Food-Verordnung“. Gesundheitsförderliche Auslobungen sind in der „Health Claim Verordnung“ seit 2007 geregelt, während der Begriff „Superfood“ nicht geschützt ist. Die Bestimmungen gelten für Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel und besagen, dass jede gesundheitsbezogene Aussage oder Darstellung von der Europäischen Kommission genehmigt werden muss (es werden Listen für Produkte und ihre erlaubte Auslobung veröffentlicht) und bestimmten Regeln unterworfen ist. Gesundheitliche Auslobung von Produkten ist nur dann gerechtfertigt, wenn „die angegebene Wirkung allgemein anerkannt wissenschaftlich nachgewiesen ist, die genannte Substanz im Produkt in ausreichender Menge vorhanden (oder nicht vorhanden) ist um die behauptete Wirkung zu erzielen, die genannte Substanz in einer Form vorliegt, die für den Körper verfügbar ist, die übliche Verzehrmenge des Produkts geeignet ist die angegebene Wirkung zu erzielen, die Angabe sich auf das verzehrfertige Lebensmittel bezieht“ [22, S. 3].

Die „Novel-Food-Verordnung“ (neueste Auflage 31.12.2015) regelt das in Verkehr bringen von neuen Lebensmitteln auf dem europäischen Markt. Neuartige Lebensmittel sind solche, die vor dem 15.05.1997 in der EU noch nicht in nennenswertem Umfang für den menschlichen Verzehr verwendet wurden. Sie sollen keine Gefahr für die Verbraucherinnen und Verbraucher darstellen, dürfen keine Irreführung bewirken und werden einer Sicherheitsbewertung unterzogen [23]. Auch diese Lebensmittel werden von der Europäischen Union in Katalogen aufgelistet (Novel Food Catalogue). Dabei wird der lateinische Name von Nahrungsmitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft angeführt und über das Anklicken desselben gelangt man zu Informationen über das Lebensmittel.

„Zu beachten ist, dass die europäischen Behörden bei Novel-Food-Anträgen die Sicherheit der Produkte, nicht aber ihre Wirksamkeit bewerten“ [7, S. 55].

7. Superfood – Kritische Würdigung

Auf manche der superlativen Lebensmittel mit dem bezeichneten gesundheitsbezogenen Mehrwert trifft diese Auszeichnung auch wirklich zu, und zwar dann, wenn zu den wertbestimmenden Inhaltsstoffen auch noch die Bedingungen einer nachhaltigen Ernährung erfüllt werden. Dazu gehört Regionalität und Saisonalität genauso wie die biologische/ökologische Anbaumethode, die sozial verträgliche Ernte und Beschaffung, sowie geringstmögliche Verarbeitung. Treffen diese Kriterien zu, dann leistet Superfood einen wertvollen Beitrag zu einer vielseitigen, gesunden, bunten, nachhaltigen Ernährung.

Aus ökologischer Sicht sind v. a. Überlegungen zu Saatgutmonopolen, Anwendung von chemischen Hilfsmitteln (Spritzmittel, Dünger, Wachstumsstoffe, Reifemittel usw.), Transportwege, Lageraufwand, aber auch soziale Bedingungen bei der Herstellung anzustellen. Auch die Problematik der Landnahme und die politischen Verhältnisse in den Herkunftsländern von Superfood sind sensible Bereiche der ökologischen Verträglichkeit bzw. der Nachhaltigkeit.

Ein ebenso nicht mit einem Schulterzucken abzuweisendes Argument ist die Preisentwicklung von exotischen Superfoods in den Herkunftsländern. Die große Nachfrage für bestimmte Superfoods (v. a. Teff, Chia, Quinoa) [14] auf dem europäischen Markt bewirkt dort einen enormen Preisanstieg. Dieser wiederum macht ein (ehemals) erschwingliches regionales Lebensmittel in den Erzeugerländern zu einem Luxusgut und ist daher für die indigene Bevölkerung nicht mehr leistbar. Dadurch schwindet gleichzeitig die kulturell und regional gewachsene Versorgung mit diversen wertvollen Inhaltsstoffen in Ländern, die ohnehin zumeist keine hohe Ernährungssicherheit aufweisen können.

Aber auch der Verkauf von exotischen Superfoods in Europa bzw. Industrieländern bewirkt soziale Distinktion: Der deutlich höhere Preis schließt bestimmte Bevölkerungsgruppen vom Konsum aus.

Die wissenschaftliche Datenlage betreffend der gesundheitsfördernden Wirkung von Superfood ist immer noch dürftig; in der einschlägigen Literatur werden Studien zitiert, die durch Tierversuche belegt werden, hauptsächlich wird mit den Reaktionen von Mäusen, Ratten und Primaten und sogar mit Regenbogenforellen [2, S. 384] argumentiert, Humanstudien fehlen (noch). Die meisten Publikationen zu diesem Thema schaffen lediglich taxatives Auflisten von Inhaltsstoffen und eine Unzahl von Kochbüchern und Blogs mit wunderschönen fotografischen Kunstwerken und Abbildungen von zugehörigen glücklichen Menschen sorgt für den Verkauf von Gesundheitsversprechen.

8. Fachdidaktisch gesehen (Perspektive der Planung von Lernanlässen)

Um die Thematik der Superfoods fachdidaktisch zu bearbeiten scheint eine mehrperspektivische Herangehensweise (siehe Artikel von Claudia Angele in diesem Heft) naheliegend und unerlässlich. Durch die oben dargestellte Vielfalt an Analysemöglichkeiten und Betrachtungsebenen kann der Inhalt in seiner Komplexität nur durch mehrere Zugänge aufbereitet und schließlich fassbar gemacht werden. Hierzu ist die Aufspaltung in Ebenen bzw. Perspektiven notwendig, um den zunächst massiven Informationsgehalt in verträgliche und inhaltlich logische „Häppchen“ zu unterteilen und zu untersuchen. Um dieser Anforderung didaktisch gerecht zu werden, bietet sich einmal mehr das von diversen Autoren und Autorinnen für komplexe Themen beschriebene mehrperspektivische Konzept der multiplen Modi an.

Zurückgehend auf die von Jürgen Habermas (1981) [15] unterschiedenen fünf Rationalitätsformen beschreiben Baumert (2002) [16] und später Dressler (2006) [17] vier Zugangsweisen zur Welt:

- „kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt“;
- „ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung“;
- „normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft“;
- „Probleme konstitutiver Rationalität“ [18].

Um dem Marketingbegriff „Superfood“ wissens- und erfahrungsbasiert gerecht zu werden, braucht es diese Mehrperspektivität, da unterschiedliche Informationsebenen unterschiedliche Erfahrungen und (menschliche) Bedürfnisse ansprechen.

In die Ebene der kognitiv-instrumentellen Herangehensweise passt vor allem die Analyse der Inhaltsstoffe diverser Superfoods. Unterteilt man diese in „Superveggies“, „Superfruits“ und „Superseeds“, so bietet sich an, jeweils exemplarisch ein Lebensmittel zu bearbeiten, die (wertgebenden) Inhaltsstoffe zu bestimmen und ihre physiologische Wirkungsweise zu recherchieren. Hierbei kann auf die Auszeichnung div. Superfoods als (falls es zutrifft) Beispiel für natürliches bzw. gewachsenes funktionales Lebensmittel im Gegensatz zu technisch erzeugtem, angereichertem „funktional food“ hingewiesen werden.

Auch die im vorliegenden Artikel unterschiedene Perspektive der Verarbeitung („physikalisch gesehen“: Abschnitt 3) kann mit Hilfe des instrumentellen Zugangs erschlossen werden, da die Bearbeitung und Haltbarmachung als Instrumente der Lebensmittelsicherheit und Verfügbarkeit, eingesetzt werden.

Die lebensmitteltechnologische Auseinandersetzung mit diversen Verfahren (z. B. Nachreifung von Avocados) findet hier ebenso Platz, wie die Frage nach der Verträglichkeit von Hilfsstoffen bzw. Zusatzstoffen und lebensmittelrechtlichen Vorgaben.

Durch den ästhetisch-expressiven Zugang kann sowohl die ernährungsphysiologische Perspektive handlungsorientiert vermittelt werden als auch die Ebene der Inhaltsstoffe und der Verarbeitung. Ziele sind hier eine Ausweitung der Geschmacks- und Genusskompetenzen, Kennenlernen neuer Lebens- und Genussmittel und zugehöriger kulinarischer Verarbeitungsmöglichkeiten.

Der normativ-evaluative Modus bietet sich für Bewertung des Lebensmittels in allen Bereichen an, z. B. in Form einer Produktlinienanalyse, wo Transport- und Lagerkosten (oder Nachreifungsaufwand) genauso sichtbar werden, wie gesundheitliche, soziale, ökonomische und ökologische Auswirkungen der Superfoodproduktion und -verarbeitung. Das Abwägen der pro und contra Argumente, die als Folge der Bewertung erarbeitet werden können (auch Dilemmadiskussion oder Debatte könnten geeignete Methoden sein [19]), sollen schließlich der Entwicklung einer kulinarischen Vernunft im Umgang mit Superfood dienen.

Gleichermaßen normativ wie konstitutiv ist die Beschäftigung mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen für Lebens- und Genussmittel auf nationaler und internationaler Ebene (siehe Kapitel 6).

Durch die Auseinandersetzung mit der kulturellen Bedeutung diverser Lebens- und Genussmittel in den Erzeugerländern, die bei uns als Superfood gelten (z. B. die ursprüngliche Bedeutung und Verwendung von Kakaobohnen als Göttergeschenk, Aphrodisiakum und als Zahlungsmittel) können ebenso normative wie konstitutive Elemente sichtbar werden. Nahrungsmittel dienen der Bildung von Identität, Zugehörigkeit und eignen sich für Distinktion. Auch diese sozialen Funktionen können mit Superfood als Mittler entdeckt werden.

Superfoods sind nicht nur Superstars hinsichtlich ihrer besonderen pharmakologischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften, sie eignen sich, wie hoffentlich zu zeigen gelungen ist, auch hervorragend für handlungsorientierten Unterricht! Gutes Gelingen!

Mag. Gabriela Leitner, MA Pädagogische Hochschule Wien

Literatur

- [1] Grach, D., Schlinter, C., Wallner, M., Zöhner, N., (2016). Schwarzbuch Superfood. Heisse Luft und wahre Helden. Graz, Stuttgart: Leopold Stocker Verlag.
- [2] Wolfe, D. (2015). Superfoods. Die Medizin der Zukunft. Wie wir die machtvollsten Heiler unter den Nahrungsmitteln optimal nutzen. 3. Auflage. München: Wilhelm Goldmann Verlag.
- [3] Posch, H. (2003). Was ist Hildegard-Medizin? Bd 1, St. Georgen i.A.: Hitzl.
- [4] Schneider, E. (1985). Nutze die Heilkraft unserer Nahrung. Hamburg: Saatkorn.
- [5] Duke, J., Panster, A. (2010). Heilende Nahrungsmittel: Wie Sie Erkrankungen mit Gemüse, Kräutern und Samen weg-essen. München: Goldmann.
- [6] Pollan, M.(2009). Lebensmittel. Eine Verteidigung gegen die industrielle Nahrung und den Diätenwahn. München: Goldmann.
- [7] Clausen A., Röchter, S. (2016). Superfood: Zwischen Chancen und Risiken. Ernährungsumschau 63. Jhg, November 2016, S. 646-653
- [8] Folder und Infoblatt von „Aronia Gut, OÖ Beerenkraft ab Hof“ oJ.
- [9] Sies, H. (2007). Total Antioyidant Capacity: Appraisal of a Concept. The Journal of Nutrition, Volume 137, Issue 6, 1 June 2007, Pages 1493–1495, <https://doi.org/10.1093/jn/137.6.1493> vom 24.06.2018
- [10] Beliveau, R., Gingras, D. (2010). Krebszellen mögen keine Himbeeren. Nahrungsmittel gegen Krebs. Das Immunsystem stärken und gezielt vorbeugen. München: Goldmann.
- [11] Raether, E. (2016). Superfood: Das Märchen von der guten Avocado. Die Zeit Nr. 43/2016, unter <https://www.zeit.de/2016/43/avocado-superfood-anbau-oekologie-trend>; abgerufen am 10.05.2018
- [12] www.wisegeek.com/what-is-total-antioxidant-capacity.htm, abgerufen am 20.05.2018
- [13] https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/A_1_Judikatur_2.pdf?6i9ffq abgerufen, am 15.06.2018
- [14] Rybak, A. (2015). Äthiopien, Essen oder exportieren? Teff zählt zu den Grundnahrungsmitteln in Äthiopien. Nun aber entdeckt der Westen das glutenfreie Getreide. Zeit Online unter: <https://www.zeit.de/2015/05/teff-aethiopien-getreide> abgerufen, am 05.06.2018
- [15] Habermas, J. (1981). Theorie des kommunikativen Handelns, Band 1 Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- [16] Baumert, J. (2002). Deutschland im internationalen Bildungsvergleich [Vortrag anlässlich des dritten Werkstattgespräches der Initiative McKinsey bildet, im Museum für ostasiatische Kunst, Köln]. Abgerufen am 17. März, 2018, von <http://gaebler.info/pisa/baumert.pdf>
- [17] Dressler, B (2006). Fachdidaktiken im Umbruch. Neue bildungstheoretische Ansätze für die Gestaltung und Erforschung von schulischen Lehr-Lernprozessen - Marburger Perspektiven? [Referat bei der Eröffnung des Zentrums für Lehrerbildung an der Philipps-Universität Marburg]. Abgerufen am 17. März, 2018, von <https://www.uni-marburg.de/de/universitaet/presse/publikationen/rede-fachdidaktik.pdf>
- [18] Buchner, U., Leitner G., Abu Zahra, R., Kernbichler, G., Lenauer, B., Mutz, B., Schöpf, C., Wukowitsch, M. (2018). Der Österreichischen Referenzrahmen für die Ernährungs- und Verbraucherbildung in Austria EVA. Linz: Thematische Netzwerk Ernährung.
- [19] Leitner, G. (2011).Entscheidungen fällen. in: Buchner, U., Kernbichler, G., Leitner, G. (2011). Methodische Leckerbissen. Beiträge zur Didaktik der Ernährungsbildung. Innsbruck Wien Bozen: Studienverlag
- [20] Nelson, D. (2012) <https://www.consumeraffairs.com/news04/2012/11/study-grapefruit-and-prescription-medication-a-hazardous-mix.html> Abgerufen am 08.08.2018
- [21] Körber, K, Leitzmann, C. , Männle, T. (2006). Vollwerternährung: Konzeption einer zeitgemäßen und nachhaltigen Ernährung. 10. Aufl., Stuttgart: MSV Medizinverlage
- [22] Wirtschaftskammer Österreich https://www.wko.at/branchen/handel/lebensmittelhandel/Informationen_Gesundheitsbezogene_Angaben_Stand_Oktober_2013.pdf Abgerufen am 08.08.2018
- [23] AGES <https://www.ages.at/themen/lebensmittelsicherheit/neuartige-lebensmittel/> Abgerufen am 08.08.2018

Leinsamen versus Chiasamen

zwischen regionalem Superfood und Novel Food

Claudia Angele

1. Einleitung „Gut für mich, schlecht für die Welt“ [1]

So titelt die Hannoversche Allgemeine Zeitung in einem Online-Beitrag vom 04.07.2017, in dem der „Superfood-Hype“ als ein großer Marketing-Boom in der „Welt der Verwöhnten und Bewussten“ erörtert wird, der für die Herkunftsländer dieser Lebensmittel große ökologische und ökonomische Risiken birgt [1].

Laut Marktforschungsergebnissen sind sowohl die Transparenz über die Herkunft und die Herstellung von Lebensmitteln als auch deren erwarteter gesundheitlicher Wert bzw. deren gesundheitlicher Zusatznutzen auch künftig zentrale Kaufmotive von Konsumentinnen und Konsumenten [2].

Von vielen Konsumentinnen und Konsumenten wird dabei in einer österreichischen Marktforschungsstudie aus dem Jahr 2017 der Aspekt der Regionalität stark mit dem Kauf von Bio-Lebensmitteln konnotiert, ebenso wie auch der gesundheitliche Wert eines Lebensmittels. Im direkten Vergleich wird jedoch das Kriterium der Regionalität stärker gewichtet (66% der Befragten sprechen sich dafür aus) als das Kriterium der ökologischen Erzeugung eines Lebensmittels (18% sprechen sich für dieses Kriterium aus) [3, S. 15].

Zuweilen können die Kaufmotive (hier: Regionalität und gesundheitlicher Wert) auch miteinander konkurrieren, wie dies etwa bei den im Jahre 2009 von der Europäischen Union als Novel Food zugelassenen Chiasamen der Fall ist. Die hauptsächlich in Mittel- und Südamerika angebauten Chiasamen sind als Ölsaat und so genanntes Pseudogetreide – sowohl als separates ‚Trendlebensmittel‘ als auch als Lebensmittelzutat – mittlerweile in vielfältigen Lebensmittelprodukten zu finden. Sie können zur lebensmittelrechtlich nicht eigens definierten Gruppe der Superfoods gezählt werden [4], gleichzeitig sind sie seit 2009 in der Europäischen Union als Novel Food gemäß der Novel Food Verordnung als neuartiges Lebensmittel bzw. als neuartige Lebensmittelzutat zugelassen [5].

Leinsamen können als regionales Superfood betrachtet werden. Lein wurde im August 2017 von der österreichischen Agentur für Ernährungssicherheit (AGES) zudem zur Pflanze des Monats gewählt [6]. Hauptanbaugebiete für Lein in Österreich sind Niederösterreich und das Burgenland [7, S. 1].

Der vorliegende Beitrag lotet in drei Schritten die Bedeutung beider Ölsaaten aus verschiedenen Perspektiven aus. Im ersten Teil des Artikels geht es um die Klärung der begrifflichen Kategorien, denen sie zugeordnet werden: Superfood und



Abbildung 1: Leinsamen und Chiasamen (Quelle: www.pixabay.com)

Novel Food. Im zweiten Teil werden Leinsamen und Chiasamen unter verschiedenen fachlichen Aspekten erörtert, die im Wesentlichen den Dimensionen von nachhaltiger Ernährung entsprechen (ernährungsphysiologische und gesundheitsrelevante Eigenschaften, ökonomische, ökologische, soziale und kulturelle Aspekte). Der dritte Teil schließlich zeigt didaktisch-methodische Zugänge für die Sekundarstufe aus ernährungsdidaktischer Perspektive auf, auf deren Hintergrund in Folge des Artikels Lerngelegenheiten und Aufgabenstellungen zur Anbahnung einer Kriterien geleiteten und transferfähigen Bewertungskompetenz entwickelt werden können. Mögliche, exemplarische interdisziplinäre Bezugnahmen zu den Unterrichtsfächern Chemie und Biologie werden benannt.

2. Begriffliche Klärungen: Superfood und Novel Food

Leinsamen und Chiasamen werden häufig als Superfood bezeichnet. Chiasamen gelten zudem nach der europäischen Novel-Food-Verordnung als Novel Food. Wie sind die Begrifflichkeiten ‚Superfood‘ und ‚Novel Food‘ zu verstehen?

2.1 Was kann als Superfood bezeichnet werden?

Laut einer Umfrage aus dem Jahre 2016 probierten etwa 10% der in Deutschland lebenden Bevölkerung Ernährungstrends wie etwa Lebensmittel aus der Gruppe der Superfoods aus [8]. Die aus den USA stammende Bezeichnung ‚Superfoods‘ meint in der Regel natürlich vorkommende Lebensmittel mit einem hohen Gehalt an einzelnen Vitaminen, Mineralstoffen und sekundären Pflanzenstoffen [9], sprich Lebensmittel mit hohen Nährstoffdichten im Bereich von – je nach Lebensmittel spezifischen – Makro- oder Mikronährstoffen oder sekundären Pflanzenstoffen. Gemäß der Einteilung von Nährstoffen nach Elmadfa (2015) werden unter Makronährstoffen alle „energieliefernden Nahrungsbestandteile“ verstanden, wozu

Proteine, Fette und Fettbegleitstoffe, verwertbare Kohlenhydrate und Alkohol zählen [10, S. 11 und 63]. Mikronährstoffe, zu denen die Nährstoffgruppen der Vitamine und Mineralstoffe gehören, sind „nicht energieliefernde Nahrungsbestandteile“, welche unterschiedliche physiologische Funktionen besitzen [10, S. 11 und 117]. Sekundäre Pflanzenstoffe, zu denen z. B. die Carotinoide oder die Phytosterine gehören, sind eine chemisch sehr heterogene Gruppe von Pflanzeninhaltsstoffen, welche Elmadfa (2015) unter „Sonstige[n] Nahrungsinhaltsstoffe[n]“ aufführt [10, S. 177].

Im Oxford English Dictionary ist unter dem Begriff 'superfood' zu lesen: „a nutrient-rich food considered to be especially beneficial for health and well-being“ [11]. Genau aber dieser gesundheitliche Zusatznutzen ist für die Superfoods bisher wissenschaftlich kaum belegt. Selbst wenn sich in vitro, wie beispielsweise bei den Acai-Beeren, aufgrund des hohen Gehalts an sekundären Pflanzenstoffen wie Polyphenole und Anthocyane, positive Effekte auf die antioxidativen Systeme nachweisen lassen, so sind diese Effekte in vivo bisher nicht nachweisbar [13, S. 7].

Im Lebensmittelhandel sind sogenannte Superfoods in unterschiedlichen Produktgruppen zu finden: z. B. unter den Ölsaaten wie Chiasamen oder den Früchten wie Goji-beeren, Acai-beeren, Acerolakirschen oder Noni-Früchte, die teils getrocknet, teils flüssig oder pulverisiert als Lebensmittel/ Lebensmittelzutat oder in Kapselform als Nahrungsergänzungsmittel angeboten werden [13]. Mehr und mehr in den Mittelpunkt des Interesses rückt jedoch auch sogenanntes heimisches oder regionales Superfood wie etwa Leinsamen, Johannisbeeren, Heidelbeeren u. a. [14].

Im Hinblick auf den Versuch einer begrifflichen Klärung ist vor allem eines festzuhalten: Da der Begriff ‚Superfood‘ lebensmittelrechtlich in der Europäischen Union nicht eigens definiert und geschützt ist und keine fachwissenschaftlich verbindliche Definition vorliegt, kann im Grunde jedes Lebensmittel mit einer im Vergleich zu anderen Lebensmitteln höheren Nährstoffdichte bei einem oder mehreren Makro- oder Mikronährstoffen oder im Bereich sekundärer Pflanzenstoffe letztlich als Superfood bezeichnet werden [14] – oder keines. Die Verwendung des Begriffes ‚Superfood‘ zeigt, dass er insbesondere als Marketinginstrument eingesetzt wird, um Kaufanreize zu setzen.

Selbstverständlich fallen auch Superfoods unter die üblichen Regelungen des europäischen Lebensmittelrechts, welches beispielsweise in der EU-Lebensmittel-Basis-Verordnung Nr. 178/2002 festsetzt, was unter Lebensmitteln im rechtlichen Sinne verstanden wird [15]. Manche Superfoods – so z. B. Chiasamen oder Noni-Früchte – fallen zudem unter die Novel-Food-Verordnung und gelten als Novel Food, was im folgenden Abschnitt dargelegt wird.

2.2 Was ist unter Novel Food zu verstehen?

Chiasamen gelten nach der seit 1. Januar 2018 in den Mitgliedstaaten der EU verbindlichen, adaptierten Novel-Food-Verordnung (EU 2015/2283, Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 25. November 2015 über neuartige Lebensmittel) als sogenannte ‚neuartige Lebensmittel‘ [16].

Die adaptierte Novel-Food-Verordnung (NFVO) wurde im Jahr 2015 verabschiedet und trat am 1. Januar 2018 verbindlich in allen EU-Mitgliedsstaaten in Kraft. Sie löst die vorhergehende Novel-Food-Verordnung aus dem Jahr 1997 ab [17]. Die Regelungen zu neuartigen Lebensmitteln unterliegen den beiden grundlegenden lebensmittelrechtlichen Zielsetzungen des Gesundheitsschutzes (gesundheitliche Unbedenklichkeit des Produktes) und des Verbraucherschutzes (Schutz der Konsumentinnen und Konsumenten vor Täuschung und Irreführung) [17].

Tabelle 1: Rechtliche Definition und Kategorisierung von Novel Food nach der NFVO

| Definition von Novel Food | Kategorien von Novel Food nach der NFVO | Beispiele von Novel Food in der jeweiligen Kategorie |
|--|--|--|
| Kapitel I, Artikel 3, NFVO: Novel Foods „[...] alle Lebensmittel, die vor dem 15. Mai 1997 unabhängig von den Zeitpunkten der Beitritte von Mitgliedstaaten zur Union nicht in nennenswertem Umfang in der Union für den menschlichen Verzehr verwendet wurden und in mindestens eine der folgenden Kategorien fallen [...]“ [15, o. S.] | „Lebensmittel mit neuer oder gezielt veränderter Molekularstruktur [...]“ [16, o. S.] | Fettersatzstoffe |
| | „Lebensmittel, die aus Mikroorganismen, Pilzen oder Algen bestehen oder daraus isoliert oder erzeugt wurden“ [16, o. S.] | Omega-3-reiche Algenöle aus den Mikroalgen Schizochytrium und Ulkenia |
| | „Lebensmittel, die aus Mineralien mineralischen Ursprungs bestehen oder daraus isoliert oder erzeugt wurden“ [16, o. S.] | in der Diskussion: Klinoptilolith (ein Vulkanmineral): bisher nicht als neuartige Lebensmittelzutat in Nahrungsergänzungsmitteln zugelassen |
| | „Lebensmittel, die aus Pflanzen oder Pflanzenteilen bestehen oder daraus isoliert oder erzeugt wurden [...]“ [16, o. S.] | Chiasamen, die Früchte des Noni-Baumes, mit Phytosterinen angereicherte Produkte, aus Steviakraut extrahierte Steviolglycoside als Süßungsmittel |
| | „Lebensmittel, die aus Tieren oder deren Teilen bestehen oder daraus isoliert oder erzeugt wurden [...]“ [16, o. S.] | Insekten |

| | | |
|--|---|---|
| | „Lebensmittel, die aus von Tieren, Pflanzen, Mikroorganismen, Pilzen oder Algen gewonnenen Zell- oder Gewebekulturen bestehen oder daraus isoliert oder erzeugt wurden“ [16, o. S.] | neue Mikroorganismenkulturen probiotischer Bakterien [17] |
| | „Lebensmittel, bei deren Herstellung ein vor dem 15. Mai 1997 in der Union für die Herstellung von Lebensmitteln nicht übliches Verfahren angewandt worden ist [...]“ [16, o. S.] | hochdruckpasteurisierte Fruchtzubereitungen, UV-behandelte Milch |
| | „Lebensmittel, die aus technisch hergestellten Nanomaterialien [...] bestehen“ [16, o. S.] | nanoformuliertes Lycopin, das z. B. in Getränken Anwendung findet [18] |
| | „Vitamine, Mineralstoffe und andere Stoffe [...]“ [16, o. S.], bei denen ein neuartiges Herstellungsverfahren angewendet wird oder die technisch hergestellte Nanomaterialien enthalten | Nahrungsergänzungsmittel wie Eisenpräparate, bei denen der Einsatz von Nanostrukturen die Bioverfügbarkeit von Biowirkstoffen erhöht [18] |
| | „Lebensmittel, die vor dem 15. Mai 1997 in der Union ausschließlich in Nahrungsergänzungsmitteln verwendet wurden, sofern sie in anderen Lebensmitteln als in Nahrungsergänzungsmitteln [...] verwendet werden sollen;“ [16, o. S.] | |

Die European Food Safety Agency (EFSA) führt einen Online-Katalog, in dem alle derzeit zugelassenen neuartigen Lebensmittel und Lebensmittelzutaten alphabetisch aufgelistet sind und recherchiert werden können [19].

Die Zulassung eines Lebensmittels oder einer Lebensmittelzutat als Novel Food unterliegt einem strengen Prüf- und Genehmigungsverfahren, in dessen Verlauf der Hersteller oder Vertreiber eines Produktes dessen gesundheitliche Unbedenklichkeit nachweisen muss [20]. Die bis zur Adaptierung der Novel Food Verordnung (NFVO) dezentral in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten durchgeführte Bewertung von Zulassungsanträgen wird mit der neuen NFVO durch ein zentrales Bewertungs- und Zulassungsverfahren ersetzt: EU-Risikomanager entscheiden über die Marktzulassung der Lebensmittel und ersuchen hierzu die EFSA (European Food Safety Agency, Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit) vorab um eine wissenschaftliche Risikobewertung. Wenn die

Zulassung erteilt wird, erhält diese nicht nur der Antragssteller, sondern es werden generische Zulassungen erteilt, die für alle Inverkehrbringer vergleichbarer Produkte wirksam werden [21]. Da die Genehmigungsverfahren langwierig sowie die seitens der Hersteller zu erbringenden Tests aufwändig und teuer sind, lohnen sie sich letztlich vor allem für Produkte, die sich gut vermarkten und verkaufen lassen.

3. Leinsamen versus Chiasamen? – Annäherungen an einen Vergleich

Leinsamen und Chiasamen werden im Folgenden unter verschiedenen fachlichen Aspekten erörtert und verglichen. Dabei kommen gemäß dem Ansatz einer gesunderhaltenden und nachhaltigen Ernährung, wie ihn etwa von Koerber (2014) vorstellt, sowohl ernährungsphysiologische und gesundheitsbezogene Aspekte als auch Überlegungen in weiteren, im Kontext nachhaltiger Ernährung relevanten Dimensionen zum Tragen, wie etwa ökonomische, ökologische, soziale oder kulturelle Aspekte [22].

3.1 Leinsamen – regionales Superfood?

Die Gattung Lein, die zur Familie der Leingewächse (Linacea) gehört, stellt nachgewiesenermaßen einen Teil der ältesten Kulturpflanzen der Menschheit: Die ältesten Leinengewebefunde etwa sind datierbar auf 10.000 - 8000 v. Chr. im Neolithikum, anhand von Funden im Quellgebiet des Flusses Tigris [23]. Verwendet wurden Leinarten als Faserpflanze zur Herstellung von Leinengeweben und als Nahrungs- bzw. Heilmittel: Der griechische Arzt Hippokrates beispielsweise (um 460 - 370 v. Chr.) empfahl Leinsamen als Heilmittel gegen entzündliche Erkrankungen der Schleimhäute (Katarrhe) und bei Sonnenbrandflecken [24].



Abbildung 2: Gemeiner Lein (Quelle: www.pixabay.com)

Bei der Pflanze des Gemeinen Lein (*linum usitatissimum*, lateinisch: „der äußerst nützliche Lein“), synonym als Flachspflanze bezeichnet, werden mit Blick auf die Nutzung zwei Züchtungen unterschieden: Langfaserflachs und Kurzfaserflachs [25]. Die langen, wenig verzweigten Stängel des Langfaserflaches, der nur kleine Samenkörner trägt, werden

für die Gewinnung der Flachsfaser verwendet und deshalb auch als Faserlein bezeichnet. Die Flachsfasern sind durch eine sehr hohe Trocken- und Nassreißfestigkeit gekennzeichnet. Sie werden in einem aufwändigen Verfahren gewonnen und zu Leinengarnen und Leinengeweben verarbeitet [26, S. 102-108 und S. 112].

Sorten mit kürzeren Stängeln und größeren Samen werden als Kurzfaserflachs oder Öllein bezeichnet, wobei zwischen gelbkörnigem und braunkörnigem Öllein unterschieden wird [7, S. 2].

Lein ist im Hinblick auf Klima und Bodenansprüche wenig anspruchsvoll und gedeiht auch in Mitteleuropa gut: „Er gedeiht auf allen getreidefähigen Kulturböden. Die günstigste Bodenreaktion liegt bei einem pH-Wert von 6,2 bis 7. Gut dosierte Feuchtigkeit bis zur Blüte ist wichtig. Nach der Blüte (ab Juni/Juli) bevorzugt Öllein eher trockenes Wetter“ [6]. Lein wird in allen Erdteilen kultiviert, von den weltweit rund 200 Leinarten werden etwa 36 in Europa und etwa 10 in Österreich angebaut [6]. Im Jahresbericht der Agrarmarkt Austria (2018) ist anhand der Statistik zu den Ackerbauflächen erkennbar, dass die Ackerbaufläche bei Öllein gesamt (umfasst konventionelle Anbaufläche und Bioanbaufläche) im Jahr 2016 eine Fläche von 1278 ha umfasste und im Jahr 2017 auf eine Fläche von 1614 ha anstieg (Anstieg um 28%). Der in diesen Daten separat ausgewiesene, ebenfalls ansteigende Anteil an Bioanbauflächen bei Öllein (Anstieg um 23%) wird an folgendem Tabellenauszug deutlich:

Tabelle 2: Anteil an Bioanbauflächen in Österreich (Quellenverweis Tabellenauszug: [27, S. 8 und 9])

| | Ackerbauflächen Österreich gesamt (incl. Bioanbaufläche) Stand: 14.6.2017 | | Bioackerbauflächen Österreich Stand: 14.6.2017 | |
|--------|---|---------|--|---------|
| | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 |
| Öllein | 1278 ha | 1614 ha | 911 ha | 1116 ha |

Niederösterreich, Burgenland und Oberösterreich sind dabei laut der Statistik der Agrarmarkt Austria (2018) die Hauptanbaubereiche für Öllein (konventionelle Anbauflächen und Bioanbauflächen) [27, S. 8 und 9].

Innerhalb Österreichs, so in einer Anbau- und Kulturanleitung der Landwirtschaftskammer Oberösterreich, sei der Bedarf an Leinsamen stark steigend. Er sei insbesondere in der Brotindustrie, der Keks- und Schokoladenproduktion und in der Ölproduktion (Leinöl) groß. Auch als Tierfutter seien Leinsamen beliebt. [7, S. 1]. Das in der Ölproduktion hergestellte Leinöl findet Verwendung als Speiseöl (je nach Herstellungsverfahren kalt- oder warmgepresst) oder in der technischen Industrie für die Herstellung von Firnis, Ölfarbe, Seife, Druckerschwärze oder Linoleum [24]. Bemerkenswert – unter ökologischer wie auch ökonomischer Perspektive – ist die Versorgungsbilanz für Ölsaaten in Österreich: Der

Versorgungsgrad für ‚Sonstige Ölsaaten‘ (zu ihnen gehören neben Ölkürbis, Mohn und Senf auch Lein) liegt laut Statistik Austria bei 58% [28]. Der Versorgungsgrad bei Lein wird hier ebenfalls nicht separat ausgewiesen.

Im Zuge des Lebensmitteltrends Superfoods und der beinahe schon inflationären Verwendung des Begriffes werden oftmals auch Leinsamen als Superfood bezeichnet. Wenn überhaupt von Lebensmitteln als Superfood gesprochen werden kann, dann ist dies insofern für Leinsamen ebenfalls zutreffend, als sie ein ähnliches Nährwertprofil aufweisen wie andere als ‚Supergrains‘ gehandelte Lebensmittel.

Tabelle 3: Ausgewählte Nährwertangaben von Leinsamen und Chiasamen im Vergleich [62]

| Nährwerte pro 100g | Leinsamen | Chiasamen |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Energiegehalt | 473 kcal (1979 kJ) | 459 kcal (1920 kJ) |
| Protein | 28,8 g | 22 g |
| Fett | 30,9 g | 33 g |
| Kohlenhydrate (verwertbar) | (0) g | 3,5 g |
| Ballaststoffe | 38,6 g | 33 g |
| Omega-3-Fettsäuren | 16,7 g Alpha-Linolensäure | 21 g Omega-3-Fettsäuren |
| Omega-6-Fettsäuren | 4,2 g Linolsäure | ca. 7g Omega-6-Fettsäuren |

Ernährungsphysiologisch ist der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (die essenzielle Omega-6-Fettsäure Linolsäure und die essenzielle Omega-3-Fettsäure Alpha-Linolensäure) in Leinsamen und in Chiasamen aus den nachfolgenden Gründen bedeutsam. Was den Fettstoffwechsel im menschlichen Körper anbelangt, so gibt es „drei Hauptgruppen ungesättigter Fettsäuren im menschlichen Körper“ [10, S. 105], aus deren initialen Fettsäuren wesentliche weitere körpereigene Stoffe synthetisiert werden: die Ölsäurereihe mit der Ölsäure als initialer Fettsäure (eine Omega-9-Fettsäure), die Linolsäurereihe mit der initialen Fettsäure Linolsäure (eine Omega-6-Fettsäure) und die Alpha-Linolensäurereihe mit der initialen Fettsäure Alpha-Linolensäure (eine Omega-3-Fettsäure). Im Zuge der Alpha-Linolensäurereihe entstehen Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA), die u. a. am Aufbau von Zellmembranen beteiligt sind [31, S. 71]. Eine Hauptfunktion von EPA ist zudem die Steuerung von Entzündungsreaktionen (Entzündungshemmung) [31, S. 71].

Die essenzielle Omega-6-Fettsäure Linolsäure und die essenzielle Omega-3-Fettsäure Alpha-Linolensäure können vom menschlichen Körper nicht selbst synthetisiert werden und müssen deshalb mit der Nahrung zugeführt werden. Da eine zu hohe Zufuhr an Linolsäure wiederum die Entstehung von EPA aus Alpha-Linolensäure hemmen kann [10, S. 107], ist das Mengenverhältnis von Linolsäure zu Alpha-Linolensäure in der Nahrungszufuhr entscheidend: Für eine gesundheitsförderliche Ernährung wird von den DACH-Fachgesellschaften (DGE, ÖGE, SGE) empfohlen, dass das

Mengenverhältnis von Linolsäure zu Alpha-Linolensäure kleiner/ gleich 5:1 beträgt [32]. In Deutschland beispielsweise liegt das Verhältnis derzeit jedoch bei 10:1 bis 15:1 [31, S. 73]. Auf Grund des Fettsäuremusters in Leinsamen ($n6:n3 = 1:4$) und Chiasamen ($n6:n3 = 1:3$) kann der Verzehr der beiden Ölsaaten einen wesentlichen Beitrag zu einer erhöhten Zufuhr von Omega-3 Fettsäuren leisten (vgl. hierzu auch die Ausführungen im Abschnitt zu Chiasamen).

Bedeutung der Bezeichnung Omega-3 (n-3) bzw. Omega-6 (n-6)

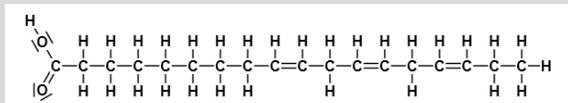
Omega-3 (n-3) bzw. Omega-6 (n-6) gibt Auskunft über die Position der ersten C=C-Doppelbindung im Fettsäuremolekül:

n-3: „erste Doppelbindung nach dem dritten C-Atom vom Methyl-Ende gezählt“ [10, S. 100]

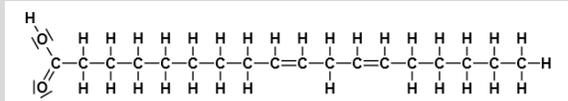
n-6: „erste Doppelbindung nach dem sechsten C-Atom vom Methyl-Ende her gezählt“ [10, S. 100]

Beispiele

essenzielle Omega-3-Fettsäure Alpha-Linolensäure:



essenzielle Omega-6-Fettsäure Linolsäure:



Kasten 1: Zur Nomenklatur von Fettsäuren

3.2 Chiasamen – Novel Food und Superfood?

Die Pflanze Chia (botanischer Name ‚salvia hispanica‘) gehört zu den Lippenblütlern und ist eine Salbeiart, die ursprünglich aus Mexiko und Guatemala stammt [33, S. 168]. Die Samen der einjährigen Pflanze dienten bereits in der Kultur der Mayas als Grundnahrungsmittel und Heilmittel, ‚Chia‘ bedeutet übersetzt ‚stark‘ [34, S. 36]. Heutige Anbaugeländer liegen vor allem in Mittel- und Südamerika sowie in Südostasien und Australien [4]. Im Kommen sind aber auch afrikanische Länder als Produzenten von Chiasamen wie etwa Ägypten, Äthiopien und Uganda [35].

Da Chia eine „frost-sensitive Kurztagespflanze“ ist, ist ihr Anbau in den gemäßigten Zonen bisher nicht möglich. Das Institut für Kulturpflanzenwissenschaften der Universität Hohenheim (Deutschland) führt seit Jahren Anbauversuche mit Chia durch [36, S. 26/27].

Der hohe Ölgehalt der Samen, der ca. ein Drittel ihrer Masse ausmacht, begründet, dass sie lebensmittelwarekundlich zu den Ölsaaten gezählt werden [33]. Besonders hoch ist dabei der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren), der bei rund 80% bezogen auf den Gesamtfettgehalt liegt [34, S. 36]. Dabei liegt das Verhältnis von Omega-6- Fettsäuren zu Omega-3-Fettsäuren bei 1:3 [34,

S. 36/37]. Damit kann der Verzehr von Chiasamen – wie der von Leinsamen auch – einen Beitrag dazu leisten, dass das empfohlene Verhältnis der Aufnahme von Omega-6-Fettsäuren zu Omega-3-Fettsäuren von kleiner/ gleich 5:1 besser erreicht werden kann (vgl. hierzu auch die entsprechenden Ausführungen bei Leinsamen). Derzeit liegt es im Schnitt bei der Bevölkerung in Deutschland bei etwa 10:1 [37].

Außerdem sind die 1-2 Millimeter großen Samen reich an Vitamin B1, Niacin, Vitamin E, Kalzium, Magnesium und Zink [34, S. 37]. Sie können damit, wie andere Ölsaaten und Nüsse mit hohen Gehalten an den benannten Nährstoffen auch zur Sicherung der Nährstoffzufuhr in diesen Bereichen beitragen [34, S. 37]. Zur Bioverfügbarkeit liegen keine Studien vor, wissenschaftliche Studien zur Wirksamkeit von Chiasamen als Nahrungsergänzungsmittel im Kontext von Herz-Kreislauferkrankungen, Bluthochdruck, Übergewicht, Diabetes und Krebs sind am Laufen [34, S. 37].

Eine weitere Nährstoffgruppe, die ernährungsphysiologisch und im Hinblick auf die küchentechnischen Eigenschaften (v. a. die Quellfähigkeit) bei Chiasamen und Leinsamen bedeutsam ist, sind die Ballaststoffe [38]. Ballaststoffe können vom Körper nicht verdaut werden und entfalten ihre Wirkung, indem sie (viel) Wasser aufnehmen und quellen. Durch den hohen Gehalt an Schleim- und Ballaststoffen sind sowohl Chia- als auch Leinsamen bewährte Quellstoffe.

Durch die hohe Quellfähigkeit der Chiasamen (sie können das 25-fache des Eigengewichts an Wasser aufnehmen) können sie als ganze Samen z. B. zur Herstellung veganer (ungekochter) Puddings oder Smoothies oder als Ei-Ersatz beim Backen dienen und sind deshalb unter Veganerinnen und Veganern beliebt [39]. Leinsamen, die als ganze oder aufgebrochene Samen oder geschrotet im Handel erhältlich sind, quellen um etwa das Vierfache. Sie können in Müslis, Getränke oder deftige Speisen eingestreut oder verbacken werden oder als Schleim zubereitet werden. Bei Obstipation wird die Verabreichung von Leinsamen empfohlen [40]. Auf Grund des nussigen Geschmacks können gemahlene Leinsamen, ebenso wie Chiasamen, vor allem bei Vollkorngebäck gut als Ei-Ersatz eingesetzt werden [41].

Bedenkenswert, kritische Aspekte im Bereich von Umwelt- und Sozialverträglichkeit im Chiasamenanbau werden u. a. auf dem Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung, Sektion Baden-Württemberg im März 2018 thematisiert. Kritisch gesehen werden insbesondere der CO₂-Fußabdruck (weite Transportwege, alle derzeitigen Anbaugeländer liegen in Übersee) sowie die Entwicklung in den Anbauländern, dass aufgrund der steigenden Nachfrage zwar Anbau und Verkauf in den Anbauländern steigen, dies gleichzeitig aber teils zu einer Verdrängung anderer traditioneller Lebensmittel führt, die für den Verzehr in der einheimischen Bevölkerung von zentraler Bedeutung sind [42].

Clausen und Röchter betonen zudem, dass mit zunehmender Professionalisierung im Anbau von Superfoods in den Anbauländern der Einsatz von Herbiziden, Pestiziden und Düngemitteln steigend ist [43, S. M650]. So hat etwa das Verbrauchermagazin Öko-Test in einer Testung von Bio-Chiasamen verschiedener Supermarktketten Pestizidrückstände festgestellt, die über den gesetzlich festgelegten Rückstandshöchstmenge lagen [44].

Ökonomisch zu bedenken ist seitens der Konsumentinnen und Konsumenten im deutschsprachigen Raum, dass der Preis von Chiasamen im Lebensmitteleinzelhandel zwischen 10 bis 40 Euro pro Kilogramm und damit ca. vier- bis fünfmal höher als der von Leinsamen liegt [4].

Chiasamen sind des weiteren ein markantes Beispiel für eine sukzessive Erweiterung der Zulassung als neuartige Lebensmittelzutat bzw. als neuartiges Lebensmittel nach der europäischen Novel-Food-Verordnung. Die Ölsaart wurde erstmals 2009 in der Europäischen Union als neuartige Lebensmittelzutat zugelassen zur Verwendung in Broterzeugnissen [45]. Dabei darf ein Anteil von 5% Chiasamen bzw. gemahlene Chiasamen im Gesamterzeugnis nicht überschritten werden [46].

Im Jahre 2013 wurde die Zulassung erweitert im Hinblick auf die Verwendung von Chiasamen als neuartige Lebensmittelzutat in Backwaren, in Frühstückscerealien, in Mischungen aus Nüssen/Früchten und Samen, jeweils mit einem Anteil von nicht mehr als 10%. Zudem wurde die Zulassung zum Inverkehrbringen von Chiasamen als verpacktes Lebensmittel erteilt, wobei die Verpackung den Kennzeichnungshinweis tragen muss, dass nicht mehr als 15g Chiasamen täglich verzehrt werden dürfen [47].

In 2014 erfolgte die Zulassung von Chiaöl als neuartige Lebensmittelzutat, gewonnen aus Kaltpressung von Chiasamen [48], und in 2017 schließlich die Zulassung der Verwendung von Chiasamen in Joghurt, wobei maximal 1,3g pro 100g Joghurt zugesetzt werden dürfen [33, o. S.].

3.3 Zusammenfassung: Chiasamen oder Leinsamen?

Diese Frage ist in wenigen Sätzen und in einem eindeutigen Votum kaum zu beantworten. Dies zeigen die facettenreichen

Aspekte in den vorangegangenen fachlichen Überlegungen, die die Komplexität der einzelnen Dimensionen gesundheitsförderlicher und nachhaltiger Ernährung ausschnittshaft und exemplarisch eröffnet haben.

Da regionaler Anbau von Öllein in Österreich, Deutschland und der Schweiz möglich und in den Marktanteilen weiterhin steigend ist, sind Leinsamen aus diesen Anbauländern für Konsumentinnen und Konsumenten dieser Anbauländer durchaus ein regionales, ernährungsphysiologisch mit Ölsaaten aus Übersee (z. B. Chiasamen) vergleichbares Produkt, wenn eben auf die Herkunft der Leinsamen geachtet wird. Wichtig erscheinen in diesem Zusammenhang dann aber auch Fragen der Lebensmittelkennzeichnung, die im Rahmen der europäischen Lebensmittelinformationsverordnung von 2011 [49] nicht in jeder Hinsicht Transparenz über eine mögliche ‚regionale‘ Herkunft schafft – zumal der Begriff ‚regional‘ nicht (rechtlich) definiert ist und letztlich immer eine relative Größe darstellt.

Initiativen, wie das in Deutschland im Jahre 2014 vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft als freiwilliges Kennzeichnungselement eingeführte Regionalfenster, sollen für Verbraucherinnen und Verbraucher mehr Transparenz in der Ernährungskommunikation schaffen helfen. Durchgesetzt hat sich das freiwillige Siegel dort allerdings bisher nicht [50].

Auf Grund des derzeitigen Forschungsstands kann eine abschließende evidenzbasierte Beurteilung von Chia- und Leinsamen in Bezug auf alle fünf Dimensionen einer nachhaltigen Ernährung in den zahlreichen Facetten der Dimensionen (noch) nicht hinreichend vorgenommen werden. Erforderlich ist hierzu letztlich eine spezifische Produktlinienanalyse zu den beiden Ölsaaten Leinsamen und Chiasamen, die so in der wissenschaftlichen Literatur für diese Lebensmittel bisher nicht vorliegt. Eine solche Produktlinienanalyse könnte einen Mehr-, Gleich- oder Minderwert von Chiasamen gegenüber Leinsamen unter Berücksichtigung der vielfältigen, komplexen Faktoren entlang der Wertschöpfungskette (ökologische, ökonomische, soziale, kulturelle Faktoren) und der gesundheitsförderlichen Wirkung wissenschaftlich belegen. Empfehlungen, etwa über den gesundheitlichen Mehrwert von Chiasamen gegenüber Leinsamen, wie sie auf einigen Internetseiten und in diversen anderen Medien zu finden sind (vgl. zum Beispiel <https://www.projekt-gesund-leben.de/2014/01/chia-samen-und->

Tabelle 4: Preisvergleich: Kosten von Chiasamen und Leinsamen für Konsumentinnen und Konsumenten

| Chiasamen | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|------------------|-----------|---------------------|-----------|--------------|---------|
| Marke | dm Bio | Alnatura | Govinda | Borchers | Clasen Bio | my bakery | KClassic Bio | Ø Preis |
| Preis/kg | 9,17 € | 9,95 € | 18,64 € | 14,06 € | 10,04 € | 14,80 € | 9,16 € | 14,30 € |
| Leinsamen | | | | | | | | |
| Marke | dm Bio | Alnatura | Erfurter Ölmühle | NaturWert | dm Das gesunde Plus | my bakery | KClassic Bio | Ø Preis |
| Preis/kg | 2,50 € | 2,70 € | 3,80 € | 2,70 € | 3,00 € | 8,70 € | 4,12 € | 4,59 € |

(Anmerkung: Die recherchierten Preise beziehen sich auf Deutschland: Stand 13.10.2018)

leinsamen-im-vergleich/ oder <https://www.chia-samen.one/chia-samen-oder-leinsamen/> 12.10.2018), sollten in jedem Falle kritisch hinterfragt werden. Kritische Aspekte der Umweltverträglichkeit und der Sozialverträglichkeit sind zwingend mit zu reflektieren.

4. Didaktische Überlegungen zum Themenfeld

Wie die fachlichen Ausführungen zeigen, eröffnet das Themenfeld vielfältige, auch interdisziplinäre, Zugänge für den Unterricht in der Sekundarstufe, die in diesem Teil des Beitrags aus der Perspektive der Ernährungsdidaktik eröffnet werden. Ein zentrales Ziel von Ernährungsbildung ist auf dem Hintergrund internationaler wie nationaler Konzeptionen der Erwerb von ‚nutrition literacy‘ als Ernährungskompetenz [51] [52] [53]. Diese kann als die Fähigkeit verstanden werden, theoretische Kenntnisse und praktische Fertigkeiten im Ernährungsalltag in ein angemessenes Handeln umzusetzen, zum Beispiel im Sinne einer gesundheitsförderlichen, genussvollen und nachhaltigen Ernährung [54]. Hierbei spielt auch die kritisch-konstruktive Auseinandersetzung mit Ernährungstrends und mit Entwicklungen im Lebensmittelsektor eine wichtige Rolle, die exemplarisch am Thema „Leinsamen versus Chiasamen – zwischen regionalem Superfood und Novel Food“ angegangen werden kann. Eine besondere Herausforderung im Zuge der Anbahnung einer Bewertungskompetenz für begründete Konsumententscheidungen stellt dabei – nicht nur bei dieser Thematik – der Umgang mit Komplexität und Ambiguität in den Informationen zum Themenfeld dar.

4.1 Exemplarische Lehrplanbezüge

Auch wenn die Lebensmitteltrends Superfoods und Novel Foods im Lehrplan für die Neue Mittelschule (NMS) (2012) als Begrifflichkeiten nicht explizit benannt werden, so lassen sich doch inhaltlich adäquate Bezugnahmen hierzu herstellen. Das Themenfeld lässt sich im Unterrichtsfach „Ernährung und Haushalt“ im Themenbereich „Ernährung und Gesundheit“ verorten, dessen übergeordnetes Ziel es ist, dass „[...] Schülerinnen und Schüler befähigt werden, sich für eine der Gesundheit dienliche Ernährungsweise entscheiden zu können“ [55, S. 106]. Im Blick auf das Beispielthema stellt sich also hier insbesondere die Frage, inwiefern Superfoods bzw. Novel Foods wie Chiasamen für eine bedarfsgerechte Ernährung erforderlich sind bzw. welchen Beitrag sie leisten oder auch nicht leisten können und welche Lebensmittel aus ernährungsphysiologischer Sicht vergleichbar sind. Im Lehrstoff des Kernbereichs heißt es zudem im Themenbereich „Verbraucherbildung und Gesundheit“, dass Schülerinnen und Schüler „[...] Einflüsse auf die Kaufentscheidung anhand eines Beispiels kennen lernen“ sollen und der „[...] Prozess von der Informationsbeschaffung zur Kaufentscheidung anhand eines Produkts [...]“ nachvollzogen werden solle [55, S. 109]. Anhand des Beispielthemas Leinsamen vs. Chiasamen können sowohl ernährungsphysiologische und gesundheitsbezogene

als auch ökonomische und ökologische sowie soziale Aspekte, die eine Kaufentscheidung beeinflussen können, thematisiert werden.

Im Lehrplan der Oberstufe der allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) finden sich mehrere Anknüpfungspunkte im Lehrplan des Unterrichtsfaches Haushaltsökonomie und Ernährung in den „übergeordneten semesterübergreifenden Kompetenzbereichen“ [56]. Exemplarisch benannt sei hier zum Beispiel der übergeordnete Kompetenzbereich „Bewusstsein über das eigene Konsumverhalten entwickeln, konsumspezifische Informationen beschaffen und nach Qualitätskriterien bewerten“ [56]. Für diesen übergeordneten Kompetenzbereich wird beispielsweise für die 5. Klasse u. a. folgende Teilkompetenz formuliert: „Qualitätskriterien für Nachhaltigkeit und Gesundheit von Produkten und Dienstleistungen nennen und beurteilen [...]“ [56]. Am Beispiel der Lebensmittel Chiasamen und Leinsamen können Kriterien der Gesundheitsförderlichkeit und Nachhaltigkeit von Produkten exemplarisch kritisch erörtert und reflektiert werden. Insbesondere im Hinblick auf die ernährungsphysiologischen Inhaltsaspekte sind Vorkenntnisse in grundlegenden Inhalten zu Bedeutung und Qualität von Nahrungsfetten, zum Aufbau von Fetten, (einschließlich der unterschiedlichen Arten von Fettsäuren) und zum Fettstoffwechsel erforderlich.

Unter anderem im Hinblick auf die chemische Zusammensetzung und die Nährwertprofile der ausgewählten Lebensmittel können relevante Bezugnahmen zum Unterrichtsfach Chemie hergestellt werden. Hier wird im Lehrplan der NMS und der AHS Unterstufe unter dem Themenbereich „Biochemie und Gesundheitserziehung“ im Kernbereich des Lehrstoffs formuliert, dass die Schülerinnen und Schüler „Einsicht gewinnen in die für die Lebensvorgänge wichtigsten Stoffklassen“ [55, S. 78] und ihre „[...] Entscheidungsfähigkeit betreffend Nahrungs- und Genussmittel [...]“ [55, S. 78] gefördert werden solle.

Für das Unterrichtsfach „Biologie und Umweltkunde“ zeigen sich im Lehrplan der NMS und der AHS Unterstufe inhaltliche Anknüpfungspunkte im Lehrstoff im Kernbereich (3. Klasse) z. B. im Themenbereich „Ökologie und Umwelt“: „Anhand des Ökosystems Boden und eines landwirtschaftlich genutzten Ökosystems (z. B. Acker, Wiese) sind ökologische Grundbegriffe (biologisches Gleichgewicht, Nahrungsbeziehungen, ökologische Nische, Produzent – Konsument – Destruent, Stoffkreisläufe) zu erarbeiten und zu vertiefen“ [55, S. 75].

4.2 Didaktisch-methodische Zugänge aus der Perspektive der Ernährungsdidaktik

Um die umfassenden Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten, die Ernährungskompetenz im Alltag ausmachen, durch unterrichtliche Lernangebote anbahnen zu können, folgen aktuelle Ansätze der Ernährungsdidaktik u. a. dem didaktischen Prinzip der „Mehrdimensionalität“ [57, S. 7]. Das Lernfeld

Ernährung ist als mehrdimensionales Lernfeld zu betrachten, da mehrere Dimensionen in jeder Ernährungssituation wirken: „der essende Mensch“ selbst, „die Nahrung“ (einschließlich der „Kultur und Technik der handwerklichen und industriellen Nahrungsproduktion“) und die „Mitwelt“, zu der sowohl das „soziale Umfeld“ als auch das „natürliche Umfeld“ gehören [57, S. 7].

Die folgende Auflistung didaktisch-methodischer Zugänge gibt skizzenartig didaktisch-methodische Anregungen für die Unterrichtsgestaltung zum Themenfeld „Leinsamen versus Chiasamen – zwischen regionalem Superfood und Novel Food“, wobei die verschiedenen Dimensionen des didaktischen Prinzips der Mehrdimensionalität innerhalb dieser Anregungen inhaltlich zum Tragen kommen: der MENSCH (v. a. unter den Aspekten Gesundheit und sensorische Wahrnehmung), die NAHRUNG (ein ausgewähltes Novel-Food-Produkt kennenlernen, hier Chiasamen, seine ernährungsphysiologische Zusammensetzung und Herkunft bzw. Herstellungsweise sowie Leinsamen als aus ernährungsphysiologischer Perspektive vergleichbares Lebensmittel), das NATÜRLICHE UMFELD (hier der Raum: z. B. geographische Räume: Herkunft der Lebensmittel, Anbaugelände, Transportwege von Chiasamen und Leinsamen etc.) sowie das SOZIALE UMFELD (z. B. gesellschaftliche und ökonomische Auswirkungen des Chia-Anbaus in den Anbauländern):

- a) Erkunden und recherchieren, sich informieren: das Angebot und Vorkommen von Chiasamen und Leinsamen im Lebensmittelwarenangebot im Lebensmittel-einzelhandel, in der Werbung und im Online-Handel recherchieren. Hierbei sind auch Erkundungen an außerschulischen Lernorten denkbar.
- b) ein SinnExperiment durchführen [58] [59]: Chiasamen und Leinsamen durch SinnExperimente sinnlich wahrnehmen und so einen Beitrag zur Sinnesbildung und zur Verbraucherbildung leisten: Die Lebensmittel werden verkostet und zunächst hinsichtlich verschiedener Kategorien (Aussehen, Geschmack, Geruch, Mundgefühl beim Probieren, Konsistenz, ggf. Geräusche beim Essen) beschrieben. Die Sinnesindrücke werden in Sprache gefasst und schließlich subjektiv bewertet (Wie schmeckt mir das jeweilige Lebensmittel? Warum schmeckt es mir sehr gut/ gut/ nicht so gut/ gar nicht?) [58].
- c) Analysieren: Das Novel Food Produkt Chiasamen und die heimischen Leinsamen mit Blick auf ihre Nährwertprofile und Inhaltsstoffe (z. B. Fettsäuren, Quellstoffe), auf Anbauweisen und Herkunftsländer, etwaigen gesundheitlichen Zusatznutzen, Preis, Marktanteile und die lebensmittelrechtlich relevanten Aspekte hin analysieren.
- d) Vergleichen und bewerten: Das Novel Food Produkt Chiasamen mit dem Lebensmittel Leinsamen z. B. im Hinblick auf

Herkunft und Transportwege/ Anbauweisen/ Nährwertprofil/ Preis/ Geschmack/ küchentechnische Verwendungsmöglichkeiten und Eigenschaften etc. vergleichen und begründete Bewertungen formulieren.

- e) Zubereiten:
 - o Zubereitung einer Speise mit Chiasamen oder mit Leinsamen und die zubereiteten Speisen vergleichend bewerten, z. B. hinsichtlich der eingesetzten Arbeits- und Sachmittel (Zeit, erforderliche küchentechnische Fertigkeiten, Geld, Energie etc.) (z. B. Nachspeisen mit Leinsamen oder mit Chiasamen zubereitet, anhand derer die Quellfähigkeit beider Ölsaaten küchentechnisch vergleichend erprobt werden kann)
 - o eigene Rezeptrecherche unter der Perspektive unterschiedlicher küchentechnischer Verwendungsmöglichkeiten von Chiasamen und Leinsamen sowie deren (vergleichende) Erprobung in der Küchenpraxis (z. B. als Ei-Ersatz)



Abbildung 3 Verkostung (Foto: C. Angele)

Für den konkreten schulischen Einsatz bedürfen die vorgeschlagenen didaktisch-methodischen Zugänge a) bis e) der methodischen und unterrichtsplanerischen Ausdifferenzierung in verschiedene lerngruppenspezifische Lerngelegenheiten und Aufgabenstellungen. Da für Menschen im Essalltag die Erstbegegnung mit einem Lebensmittel häufig über den sensorischen Zugang erfolgt (Wie sieht das Lebensmittel aus? Wie schmeckt es? Wie riecht es? Wie schmeckt es mir? Warum schmeckt es mir bzw. schmeckt es mir nicht? etc.), welcher eine erste subjektive Einschätzung zur Folge hat, wird im Rahmen dieses Beitrags zunächst eine Aufgabe zur Sinnesbildung (siehe Material 1 online unter <https://aecc.univie.ac.at/>) beispielhaft ausgeführt. Die sensorische und subjektive Bewertung eines Lebensmittels stellt dabei nur einen, hier ersten Zugang dar. Dieser ästhetisch-expressive Zugang stellt in der Ernährungsdidaktik neben dem kognitiv-instrumentellen und dem evaluativ-normativen einen Zugang zum Lernfeld dar [57, S. 13]. Um in die Bewertung weitere Aspekte mit einzubeziehen, die sachbezogene Informationen zu den ausgewählten Lebensmitteln zugrunde legen, sind

insbesondere die didaktisch-methodischen Zugänge c) und d) erforderlich. Die Entwicklung von Aufgabenstellungen und Materialien für den schulischen Unterricht für diese Zugänge muss im Rahmen dieses Beitrags als Desiderat verbleiben.

Zum didaktischen Zugang unter d) (vergleichen und bewerten) und e) (zubereiten) findet sich exemplarisches Unterrichtsmaterial (Material 2a/b/c) online unter <https://aecc.univie.ac.at/>. Das SinnExperiment (Material 1) bezieht neben Chiasamen und Leinsamen auch Sonnenblumenkerne mit ein, was jedoch lerngruppenspezifisch und je nach inhaltlicher, unterrichtlicher Schwerpunktsetzung adaptiert werden kann. Zum didaktischen Begriff des SinnExperiments in der Ernährungsbildung ist zu sagen, dass er als Teil des Ansatzes des SchmeXperiments betrachtet werden kann, wobei das „[...] Kunst-Wort, ‚SchmeXperiment‘ [...] Elemente für ein Unterrichtskonzept charakterisiert, in dem natur- und kulturwissenschaftliche Inhalte in der Ernährungs- und Verbraucherbildung verknüpft werden. [...] Anders als im naturwissenschaftlichen Unterricht ist das ‚Experimentiergut‘ nicht nur Anschauungsmaterial, sondern wird durch den gemeinsamen Verzehr noch einmal in seiner Bedeutung als Lebensmittel erfahren

und leistet damit einen Beitrag zur ästhetisch-kulinarischen Bildung“ [60]. Nach Oepping (2005) beschreibt SchmeXperimentieren „[...] verschiedene unterrichtliche Aktivitäten zur Sinnesbildung, zum experimentellen Arbeiten, zur Nahrungszubereitung und zum Verkosten/ Verzehren von Nahrung“ [61, S. 9].

Die Rezeptvorschläge (Material 2a/b/c) sind dazu geeignet, die Eigenschaft der Quellfähigkeit beider Ölsaaten (geschroteter Leinsamen, nicht geschrotete Chiasamen) küchentechnisch zu erproben. Rezeptblatt 2c ist eine Gegenüberstellung der beiden Rezepte (2a Leinsamendessert und 2b Chiasamendessert), aus der ersichtlich wird, dass die Menge der Leinsamen und der Chiasamen sowie die Menge der Quellflüssigkeit in den beiden Rezepten nahezu identisch sind, die Quellzeit bei Chiasamen aber deutlich geringer ist.

Ass.-Prof. Dr. Claudia ANGELE Department für Ernährungswissenschaften / Zentrum für LehrerInnenbildung, Universität Wien

Literatur

- [1] <http://www.haz.de/Sonntag/Top-Thema/Gut-fuer-mich-schlecht-fuer-die-Welt>, Online-Bertrag zu Superfoods vom 07.04.2017 [17.10.2018]
- [2] <https://lebensmittelpraxis.de/industrie-aktuell/19634-marktforschung-fuenf-trends-bei-lebensmitteln-und-getraenken-2017-11-15-09-28-22.html> [18.06.2018]
- [3] Das österreichische Gallup Institut (2017): Einkauf von Bio-Lebensmitteln in Österreich: Eine quantitative Untersuchung. http://www.gallup.at/fileadmin/documents/PDF/Bio-Lebensmittel_in_Oesterreich.pdf [22.05.2018]
- [4] <https://www.bzfe.de/inhalt/chiasamen-554.html> [07.06.2018]
- [5] http://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/chia-7781.html [07.06.2018]
- [6] <https://www.apotheker.or.at/internet/oeak/NewsPresse.nsf/e02b-9cd11265691ec1256a7d005209ee/8b9ef7e7158b78e5c1257d-31003d96ce?OpenDocument> [07.06.2018]
- [7] Köppl, P. (2015/2016): Öllein (Linum usitatissimum L): Anbau- und Kulturanleitung. https://www.lko.at/media.php?filename=download%3D%2F2016.04.21%2F1461219499430722.pdf&rn=Nordalpinen%20Gebiet%20D6llein_.pdf [07.06.2018]
- [8] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/657173/umfrage/einstellung-zu-ernaehrungstrends-wie-superfood-in-deutschland/> [15.06.2018].
- [9] Seitz, H. (2015): Der neue Trend: Superfoods. aid Infodienst Hörfunkbeitrag unter: https://www.bzfe.de/_data/files/2015_06_superfoods.pdf [15.06.2018]
- [10] Elmadfa, I. (2015): Ernährungslehre. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 3. Auflage
- [11] <https://en.oxforddictionaries.com/definition/superfood> [15.06.2018]
- [12] Bub A. (2018): Superfood – Fiktion oder Fakten. Vortrag beim 17. DGE-BW Forum am 15. März 2018, Stuttgart-Hohenheim. Zitiert nach einer Zusammenfassung in: Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Sektion Baden-Württemberg-BW, Dokumentationsband zum 17.DGE Forum, März 2018. Pdf unter: https://www.dge-bw.de/files/dge-bw/uploads-files/PDFs-DGE/Dokumentationsband_Superfood_2018.pdf [17.06.2018]
- [13] <https://www.bzfe.de/inhalt/trendbeeren-und-fruechte-553.html> [17.06.2018]
- [14] <https://www.bzfe.de/inhalt/leinsamen-statt-chia-30315.html> [17.06.2018]
- [15] http://www.bfr.bund.de/cm/343/2002_178_de_efs.pdf [17.06.2018]
- [16] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32015R2283> [07.06.2018]
- [17] <https://www.ages.at/themen/lebensmittelsicherheit/neuartige-lebensmittel/> [07.06.2018]
- [18] Oehlke, K./ Greiner, R. (2013): Nanomaterialien in Lebensmitteln und Lebensmittelverpackungen. In: aid Infodienst (Hrsg.): Ernährung im Fokus. Zeitschrift für Fach-, Lehr- und Beratungskräfte. Heft 03-04/2013, 74-79
- [19] http://ec.europa.eu/food/safety/novel_food/catalogue/search/public/index.cfm# [07.06.2018]
- [20] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin (2018): https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/novel_foods-4187.html [18.10.2018]
- [21] AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH: <https://www.ages.at/themen/lebensmittelsicherheit/neuartige-lebensmittel/> [20.10.2018]
- [22] Von Koerber, K. (2014): Fünf Dimensionen der Nachhaltigen Ernährung und weiterentwickelte Grundsätze – Ein Update. In: aid Infodienst (Hrsg.): Ernährung im Fokus. Zeitschrift für Fach-, Lehr- und Beratungskräfte. Heft 09-10/2014, 260-266
- [23] Kozasowski, R.M./ Mackiewicz-Talarczyk, M./ Allam, A.M. (2012): Handbook of natural fibres, Elsevier Ltd
- [24] Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus Österreich <https://www.bmnt.gv.at/land/lebensmittel/trad-lebensmittel/oel/leinoel.html> [13.10.2018]
- [25] Schüle, A. (2011): Leinsamen kleine Nährstoffwunder. UGB-Forum 5/2011 unter <https://www.fairberaten.net/lebensmittel-zubereitung/leinsamen-kleine-naehrstoffwunder/druckansicht.pdf> [12.10.2018]
- [26] Hofer, A. (2000): Stoffe 1. Rohstoffe: Fasern, Garne und Effekte. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag
- [27] Agrarmarkt Austria 2018, Jahresbericht unter https://www.ama.at/getattachment/22b80a2d-3e17-4d1c-9a94-e8aa43f38a25/Jahresbericht_Getreide_2017-18.pdf [12.10.2018]

- [28] Statistik Austria unter https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html [15.10.2018]
- [29] Manthey, Ch. (2018): Der Markt für Superfood am Beispiel von Supergrains und Superseeds. Abstract zum Vortrag in: Abstractband zum 17. DGE-BW Forum Superfood. Kurzfassungen. Universität Hohenheim 15. März 2018 unter: <https://www.dge-bw.de/files/dge-bw/uploads-files/PDFs-DGE/Abstractband%20Superfood.pdf> [07.06.2018]
- [30] Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie Freising (2011): Lebensmitteltablette für die Praxis. Stuttgart: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 5. Auflage
- [31] Hoffmann, L. (2017): Update Fette: Bedeutung für Ernährung und Gesundheit, Ernährung im Fokus 03-04-/2017, S.68-77
- [32] Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (DACH) (Hrsg.) (2015): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bonn, 2. Auflage, 1. Ausgabe
- [33] Rexroth, A. (2018): Chiasamen nun auch in Joghurt zulässig. In: aid Infodienst (Hrsg.): Ernährung im Fokus. Zeitschrift für Fach-, Lehr- und Beratungskräfte. Heft 05-06/2018, 168. Unter: https://www.bzfe.de/_data/files/EiF_Chiasamen_in_Joghurt_zulaessig.pdf [07.06.2018]
- [34] Auge, M. (2015): Chiasamen in der Ernährungsberatung. In: aid Infodienst (Hrsg.): Ernährung im Fokus. Zeitschrift für Fach-, Lehr- und Beratungskräfte. Heft 01-02/2015, 36-37. Unter: https://www.bzfe.de/_data/files/eif_2015_01-02_chiasamen_ernaehrungsberatung.pdf [07.06.2018]
- [35] <https://www.n-tv.de/wirtschaft/Chia-Importe-kommen-zunehmend-aus-Afrika-article19975005.html> [14.10.2018]
- [36] Graeff-Höninger, S. (2018): Südamerikanisches Superfood – Anbau in Deutschland. Abstract zum Vortrag in: Abstractband zum 17. DGE-BW Forum Superfood. Kurzfassungen. Universität Hohenheim 15. März 2018 unter: <https://www.dge-bw.de/files/dge-bw/uploads-files/PDFs-DGE/Abstractband%20Superfood.pdf> [07.06.2018]
- [37] Bundeszentrum für Ernährung in Deutschland (BZfE) unter <https://www.bzfe.de/inhalt/chiasamen-554.html> [14.10.2018]
- [38] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz unter https://vis.bayern.de/ernaehrung/ernaehrung/ernaehrung_allgemein/flohsamen.html [20.10.2018]
- [39] Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen unter <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/chiasamen-wie-gesund-ist-das-angebliche-superfood-wirklich-11792> [13.10.2018]
- [40] Höfler, E. und Sprengart, P. (2012): Praktische Diätetik. Grundlagen, Ziele und Umsetzung der Ernährungstherapie. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft
- [41] ProVeg Deutschland unter <https://vebu.de/essen-genuss/pflanzliche-alternativen/eiersatz-die-besten-ei-alternativen/> [20.10.2018]
- [42] Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Sektion Baden-Württemberg-BW, Dokumentationsband zum 17. DGE Forum, März 2018. Pdf unter: https://www.dge-bw.de/files/dge-bw/uploads-files/PDFs-DGE/Dokumentationsband_Superfood_2018.pdf [17.06.2018]
- [43] Clausen, A. und Röchter, S. (2016): Superfoods – zwischen Chancen und Risiken. In: Ernährungsumschau. Forschung und Praxis, Heft 11/2016, S. M646-M653
- [44] <https://www.ernaehrungs-umschau.de/news/01-04-2016-pestizide-und-blei-in-superfood/> [13.10.2018]
- [45] https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/technologien/funktionelle_lebensmittel/ue_2006_funktionelle_lm.htm [07.06.2018]
- [46] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1528387989919&uri=CELEX:32009D0827> [07.06.2018]
- [47] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1528387989919&uri=CELEX:32013D0050> [07.06.2018]
- [48] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1528387989919&uri=CELEX:32014D0890> [07.06.2018]
- [49] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1169> [07.06.2018]
- [50] Maschkowski, G./ Klein, B. (2016): Regional einkaufen. Praxistext zur Verbesserung der Ernährungskommunikation. In: aid Infodienst (Hrsg.): Ernährung im Fokus. Zeitschrift für Fach-, Lehr- und Beratungskräfte. Heft 07-08/2016, 228-231
- [51] Heindl, I. (2003): Studienbuch Ernährungsberatung: Ein europäisches Konzept zur schulischen Gesundheitsförderung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag
- [52] Hesecker, H. u. a. (2005): Schlussbericht REVIS Modellprojekt. Reform der Ernährungs- und Verbraucherbildung in Schulen 2003- 2005. Universität Paderborn in Kooperation mit der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und der Universität Flensburg. pdf-Download unter: http://www.evb-online.de/docs/schlussbericht/REVIS-Schlussbericht-mit_Anhang-mit.pdf [18.06.2018]
- [53] Thematisches Netzwerk Ernährung e.V. (2015): Poster zum Österreichischen Referenzrahmen für die Ernährungs- und Verbraucherbildung. Pdf unter http://www.thematischesnetzwerkernaehrung.at/?Berichte%2CPublikationen_und_Downloads___Publikationen_TNE [18.06.2018]
- [54] Büning-Fesel, M. (2009): Ernährungskompetenz ist Lebenskompetenz. In: aid Infodienst Special (2009): Du isst, wie du bist? Ernährungskompetenz ist Lebenskompetenz. Bonn, Heft 3975/2009, 6-10
- [55] RIS (Rechtsinformationssystem des Bundes): Lehrplan neue Mittelschule in der Fassung von 2012 <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40201120/NOR40201120.pdf> [15.01.2019]
- [56] RIS (Rechtsinformationssystem des Bundes): Lehrplan Allgemein bildende höhere Schulen in der Fassung von 1. September 2018. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&FassungVom=2018-09-01> [15.02.2019]
- [57] Thematisches Netzwerk Ernährung (Hrsg.), Autorinnen: Buchner, Ursula/ Leitner, Gabriela (2018): Referenzrahmen für die Ernährungs- und Verbraucher_innenbildung Austria – EVA. Handreichung zur überarbeiteten Neuauflage - Poster 2015. Pdf unter: http://www.thematischesnetzwerkernaehrung.at/?Berichte%2CPublikationen_und_Downloads___Publikationen_TNE [18.6.2018]
- [58] Braukmann/ Kaufmann (2017): Obstvielfalt entdecken. Bausteine zur Ernährungsberatung für die Sekundarstufe I. aid Infodienst Bonn, Heft 3896/2017
- [59] aid Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. unter Projektleitung von Kaiser, B. (2015) (Hrsg.): SchmExperten in der Lernküche. Ernährungsberatung in den Klassen 6 bis 8. Bonn
- [60] Portal im Rahmen des Forschungsprojektes REVIS (Reform der Ernährungs- und Verbraucherbildung an allgemein bildenden Schulen, Universität Paderborn/ Universität Flensburg/ PH Heidelberg) http://www.evb-online.de/schule_praxis_schmexperiment.php, [14.10.18]
- [61] Oepping, A. (2005): Das SchmeXperiment. Ein Konzept zum fachpraktischen Arbeiten im Unterricht im Rahmen der Ernährungs- und Verbraucherbildung. Pdf-Download unter: http://www.evb-online.de/docs/SchmeXperiment-Druckfassung_280205.pdf [30.10.18]
- [62] Die Zahlenwerte für Energiegehalt/ Protein/ Fett/ Kohlenhydrate/ Ballaststoffe und Omega-3-Fettsäuren entstammen aus: [29, S. 8]. Der Wert für den Gehalt an Linolsäure in Leinsamen entstammt aus: [30]. Der Wert für den Gehalt an Linolsäure in Chiasamen wurde errechnet aus den Angaben in [34], nach denen das Verhältnis von Omega-6-Fettsäuren zu Omega-3-Fettsäuren in Chiasamen bei 1:3 liegt.

Die Chemie der Nahrungsergänzungsmittel im Sport als ein relevantes Thema für den Chemieunterricht

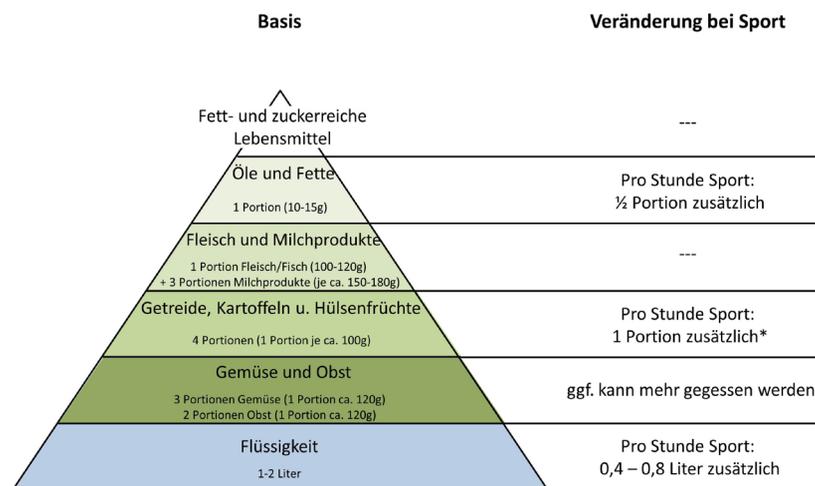
Philipp Spitzer

Sport ist modern und insbesondere Kraftsport erfreut sich einer starken Beliebtheit. Schaut man sich die YouTube-Kanäle männlicher oder weiblicher Fitnessyoutuber an, geht es vor allem darum den Körper zu formen und hierfür möglichst viele Muskeln aufzubauen. Dieses wird von ihnen als „Bodyshaping“ bezeichnet. Fit sein ist in und ein athletischer Körper steht für viele für Erfolg und Willensstärke. Auch bei Jugendlichen ist dieser Trend angekommen und viele Jungen und Mädchen versuchen ihren Vorbildern auf Instagram und YouTube nachzueifern. Ein großer Anteil der Schülerinnen und Schülern treiben mehrmals wöchentlich Sport. Kraftsport zählt zu einer der beliebtesten Sportarten bei Burschen [1]. Einschlägige Medien wie Fitnessmagazine und YouTube-Videos machen den SchülerInnen immer wieder deutlich, dass zum Aufbau des gewünschten Körpers die normale Nahrung nicht ausreicht und stattdessen auf Proteinsakes, Aminosäuren und Co. zurückgegriffen werden muss. All diese Substanzen zählen zu den Nahrungsergänzungsmitteln. Die Einnahme dieser ist im Breitensport weit verbreitet [2-4]. Insbesondere in Sportvereinen und Fitnessclubs greifen viele Nutzerinnen und Nutzer auf Nahrungsergänzungsmittel zurück. Auch bei Kindern und Jugendlichen ist dieser Trend längst angekommen [5]. So gaben 49,5 Prozent der Schülerinnen und Schüler der sechsten Schulstufe sportbetonter Gymnasien in Nordrhein-Westfalen (Deutschland) an, Nahrungsergänzungsmittel zu verwenden. Dies ist jedoch nicht nur ein Phänomen sportlich orientierter Schulen, sondern auch an nicht sportbetonten Gymnasien konsumieren 47 Prozent der im Schnitt 17-18 Jahre alten Schülerinnen und Schüler Nahrungsergänzungsmittel [5]. Auch

die Analyse von Suchanfragen bei Google zeigt die zunehmende Relevanz des Themas [6]. Mit diesem Beitrag möchte ich einen Einblick in das Themenfeld der Nahrungsergänzungsmittel im Bereich des Sports geben und Möglichkeiten aufzeigen, dieses Thema im Chemieunterricht zu behandeln. Als Basis dient hierzu zunächst eine kurze fachliche Auseinandersetzung mit dem Feld der Nahrungsergänzungsmittel im Allgemeinen und dann den Proteinsakes im Speziellen. Im Anschluss daran werde ich Möglichkeiten für eine Umsetzung des Themas im Chemieunterricht ableiten.

1. Nahrungsergänzungsmittel als kontroverses Thema

Bei der Recherche zum Artikel bin ich auf viele unterschiedliche Studien zur Wirksamkeit von Nahrungsergänzungsmitteln gestoßen. Die Ergebnisse sind vielfältig und lassen oftmals keinen eindeutigen Schluss zu, ob der Rückgriff auf Nahrungsergänzungsmittel sinnvoll ist (vgl. z. B. [7]). Nach Sichtung der Literatur sprechen Pasiakos, et al. [8] der Supplementation von Proteinen eine gewisse Wirkung zu, machen jedoch auch deutlich, dass diese für Anfänger keine Wirkung haben. Maughan, et al. [9] sehen für Athletinnen und Athleten vor allem eine Wirkung in der Supplementation von Kreatin und Koffein. Einigkeit besteht jedoch meist darin, dass die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln eine ausgewogene Ernährung voraussetzt und eine solche nicht durch den Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln ersetzt werden kann. Zudem erfordert der Konsum eine eingehende



*: Bei mehr als 2 Stunden Training pro Tag können (!) auch Sportnahrungsprodukte eingesetzt werden.

Verändert nach NADA-Austria, 2015, S.34f

Abbildung 1: Deckung eines erhöhten Nährstoffbedarfs am Beispiel der Lebensmittelpyramide (eigene Darstellung basierend auf [10])

und intensive Beschäftigung mit der Thematik Ernährung, Physiologie und Sport.

Unstrittig ist, dass durch Sport der Nährstoffbedarf des Körpers steigt. Allerdings ist bei Hobbysportlerinnen und -sportlern der Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln meistens nicht sinnvoll [10], da der erhöhte Nährstoffbedarf durch eine bewusste Ernährung leicht ausgeglichen werden kann. Abbildung 1 zeigt den durch Sport erhöhten Bedarf von Nährstoffen und veranschaulicht, wie dieser durch eine normale Ernährung gedeckt werden kann.

Entschließen sich Jugendliche dennoch dazu Nahrungsergänzungsmittel zu verwenden, so ist es wichtig ihnen Möglichkeiten in die Hand zu geben, eine fachlich begründete Entscheidung zu fällen. Beschäftigt man sich mit der Thematik der Nahrungsergänzungsmittel, so ist auch eine Abgrenzung zum Doping wichtig. Die NADA-Austria [10] berichtet zum Beispiel, dass in bis zu 25 Prozent aller Nahrungsergänzungsmittel im Sinne von Doping verbotenen Substanzen gefunden wurden (S. 28). Dabei könne die Verunreinigung entweder unabsichtlich durch mangelnde Sorgfalt bei der Produktion als auch absichtlich herbeigeführt werden, um eine bessere Wirkung der Präparate zu demonstrieren. Informationen über als unbedenklich getestete Nahrungsergänzungsmittel gibt beispielsweise die KölnerListe®. Der bekannteste Dopingfall aufgrund verunreinigter Nahrungsergänzungsmittel ist der des olympischen Freistilringers Alexander Leipold. Sein olympisches Gold in Sidney wurde ihm aufgrund von Dopings aberkannt. Im Gerichtsprozess fanden WissenschaftlerInnen Verunreinigungen der Kreatintabletten mit Nandrolon (vgl. [11]). Untersuchung des Landwirtschaftsministeriums Baden-Württemberg deckten Verunreinigungen zwischen 0,2 und 0,7 Mikrogramm Nandrolon je Kautablette in einem deutschen Produkt auf [12].

Aufgrund des relativ einfachen Bezugs von illegalen Hormonpräparaten über das Internet greifen Jugendliche vermehrt darauf zurück [28]. Die Jugendlichen verwenden diese in sogenannten „Kuren“ und glauben so, die Nebenwirkungen und Risiken beherrschen zu können. In diesem Artikel möchte ich jedoch den Blick auf legal erhältlichen Nahrungsergänzungsmittel richten und hier insbesondere Eiweiß- und Proteinprodukte in den Fokus nehmen.

2. Übersicht über Nahrungsergänzungsmittel

Schek beschreibt Nahrungsergänzungsmittel (NEM) in Anlehnung an die Nahrungsergänzungsmittel-Verordnung der Europäischen Union als

„ein Lebensmittel, das 1. dazu bestimmt ist, die allgemeine Ernährung zu ergänzen, 2. ein Konzentrat von Nährstoffen oder sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung allein oder in Zusammensetzung darstellt und 3. in dosierter Form – insbesondere in Form von Kapseln, Pastillen, Tabletten, Pillen und anderen ähnlichen

Darreichungsformen, Pulverbeuteln, Flüssigampullen, Flaschen mit Tropfeinsätzen und ähnlichen Darreichungsformen von Flüssigkeiten und Pulvern – zur Aufnahme in abgemessenen kleinen Mengen in den Verkehr gebracht wird.“ [2].

Bei der Einnahme von Nahrungsergänzungsmittel wird zwischen *Substitution*, also der Zufuhr von nicht ausreichend zur Verfügung stehenden Stoffen und *Supplementation*, der vorsorglichen Zufuhr von Nahrung, beispielsweise zur Leistungsverbesserung, unterschieden [2].

Die vielleicht populärsten Nahrungsergänzungsmittel sind Vitamin- und Mineralstoffpräparate. Angefangen bei den typischen Brausetabletten bis hin zu Tabletten und Kapseln zur Deckung eines „mangelhaften Mineral- und Vitaminhaushaltes“ können sie leicht in Supermärkten und Drogerien erworben werden. Schon längst gehören Sie zum Alltag vieler Menschen dazu. Neben den Vitamin- und Mineralstoffpräparaten haben mit dem steigenden Sport- und Fitnesstrend Proteinshakes und Aminosäurepräparate sowie weitere sportspezifische Ergänzungsmittel an Marktmacht gewonnen. Eine Übersicht über populäre Nahrungsergänzungsmittel im Sport und deren prognostizierte Wirkung gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Populäre Nahrungsergänzungsmittel im Sport ([3]; ergänzt nach [7])

| | Beispiele | Prognostizierte Wirkung |
|---|---|--|
| Körpereigene Wirkstoffe und Stoffwechselprodukte | Kreatin, Pyruvat, L-Carnitin, Hydroxymethylbutyrat (HMB), Hydroxycitrat (HCA), Coenzym Q10, Inosin, Cholin, Inositol, α -Liponsäure, Orotsäure | Effizienterer Energiestoffwechsel |
| Eiweiß und Proteine | Kreatin, Molkenprotein (whey) | Proteinquelle für den Muskelaufbau |
| Fette | Konjugierte Linolsäure (CLA), mittelkettige Triglyceride (MCT) | Abbau von Körperfett |
| Aminosäuren | verzweigt-kettige Aminosäuren (BCAA), Tryptophan, Taurin, Asparaginsäure, Arginin, Ornithin | Aufbau neuer Muskeln und Schutz vor Muskelabbau |
| Vitamine | Vitamine A, C und E, Vitamin B12, Folsäure | Unterschiedlich. Oftmals wichtig im Zellstoffwechsel. |
| Mineralstoffe | Magnesium, Calcium, Kalium, Phosphor, Eisen, Zink, Selen, Kupfer, Chrom | Unterschiedlich. Hauptsächlich zur Regeneration der Muskeln, Vorbeugung vor Ermüdung |
| Alkaloide | Koffein | Förderung der Ausdauer und Leistungsbereitschaft |

Für eine gute fachliche Übersicht über die Chemie der verschiedenen Nahrungsbestandteile kann ich Proske, et al. [13] sowie die schon etwas ältere Reihe „Handbuch der Lebensmittelchemie“ [hier besonders: 14] empfehlen. Einige der in Tabelle 1 genannten Substanzen, beispielsweise Vitamine,

werden bereits im Unterricht thematisiert und wurden auch schon im chemiedidaktischen Kontext beleuchtet [z. B. 11, 15]. Eine Aufstellung deutschsprachiger chemiedidaktischer Beiträge zu Nahrungsergänzungsmitteln kann auf den Seiten des AECC Chemie abgerufen werden. Im Bereich des Fitnesssports sind Proteinshakes besonders populär und gelten bei einigen Sportlerinnen und Sportler als unbedingte Basis für Muskelaufbau. Im Folgenden möchte ich daher diese in den Vordergrund rücken und mögliche Anknüpfungspunkte im Chemieunterricht aufzeigen.

3. Die Bedeutung von Proteinen für den menschlichen Körper

Proteine sind biologische Makromoleküle und bestehen aus Aminosäuren, die über Peptidbindungen zu langen Ketten verknüpft sind. Dabei kann die Struktur in vier Ebenen betrachtet werden: Die Primärstruktur beschreibt die Sequenz der enthaltenen Aminosäuren, die Sekundärstruktur beschreibt einzelne räumliche Strukturen des Makromoleküls, wie beispielsweise die α -Helix oder das β -Faltblatt. Die Tertiärstruktur stellt das Protein als Gesamtmolekül dar. Die räumliche Anordnung zu Proteinkomplexen wird in der Quartärstruktur beschrieben (siehe Abbildung 2).

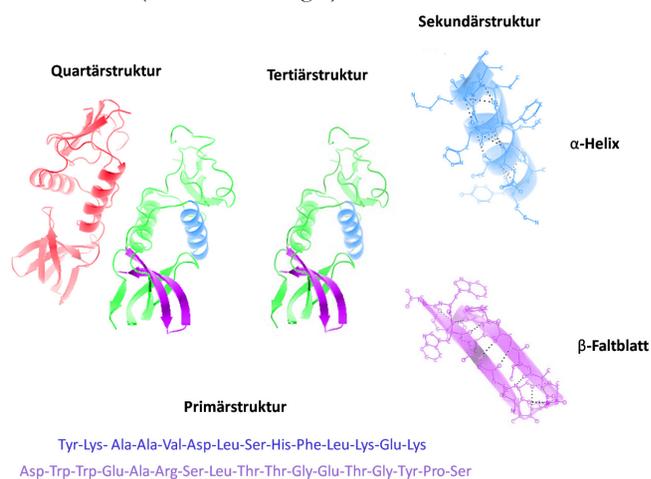


Abbildung 2: Proteinstrukturen am Beispiel des Protein 1EFN (Bildquelle: Holger87, Wikimedia Commons, lizenziert unter CC BY-SA 3.0, <https://de.wikipedia.org/wiki/Proteinstruktur#/media/File:Protein-Struktur.png>)

Proteine finden im menschlichen Körper vielseitige Verwendung. Einen Überblick über die verschiedenen Funktionen im Körper gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Übersicht über verschiedene Proteine (Kollagen, Molkenprotein, Casein, ...) und ihre Verwendung im Körper

| | Proteinsorte | Beispielproteine | Funktion im Körper |
|----------------|------------------------------------|--------------------------------|---|
| Abwehr | Antikörper | Immunglobulin M | Für Erstkontakt mit Antigenen, wird zu Beginn einer Infektion gebildet |
| | Kollagene | | Haut, Bindegewebe, Knochen |
| Körperstruktur | Myosine | | Wesentlicher Bestandteil des Muskels, Wichtig bei der Umwandlung von Energie in Muskelkraft |
| | Aktine | | Stabilität im Muskel |
| | Kreatinstrukturen | | Haare, Nägel |
| Stoffumsatz | Enzyme | α -Amylase | Biokatalysatoren: hier Stärkespaltung (Stärkehydrolyse) |
| | Ionenkanäle (Transmembranproteine) | | Regulation der Ionenkonzentration in Zellen |
| | Transportproteine | Hämoglobin | Sauerstofftransport im Blut |
| | | Transferrin | Eisentransport im Blut |
| | Membranrezeptoren | Multiprotein-komplexe | Ausbildung von Rezeptoren. Wichtig im Schlüssel-Schloss-Prinzip des Körpers. |
| | Peptidhormone | Erythropoietin (EPO) | Wachstumsfaktor bei der Bildung roter Blutkörperchen |
| | | Glucagon | Erhöhung des Blutzuckerspiegels |
| Insulin | | Senkung des Blutzuckerspiegels | |
| Blutgerinnung | Fibrinogen | | |
| Speicher | Reservestoff | Ferritin | Speicherprotein für Eisen |

Für den Muskelaufbau sind vor allem Proteine aus dem Bereich der Strukturbildung für die Supplementation wichtig. Im Rahmen der Forschung zur Ernährung im Sport sind sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler darüber einig, dass Proteine den Muskelzuwachs positiv beeinflussen können [29], wohingegen andere Begünstigungen bei zusätzlicher Einnahme von Proteinen bisher nicht ausreichend nachgewiesen werden können. Damit die Bedeutung von Proteinen für den menschlichen Körper und für den Muskelaufbau deutlich werden, ist zunächst ein Blick in den Verdauungstrakt notwendig, in dem Proteine zu Aminosäuren abgebaut werden. Abbildung 3 zeigt diesen Prozess stark vereinfacht und schematisiert. Doch bereits in dieser Übersicht wird die Komplexität des Vorgangs deutlich. Bei dem Abbau der Proteine im Körper sind viele verschiedene Enzyme notwendig. Diese spalten die Proteine nach der Denaturierung durch den salzsäurehaltigen Magensaft.

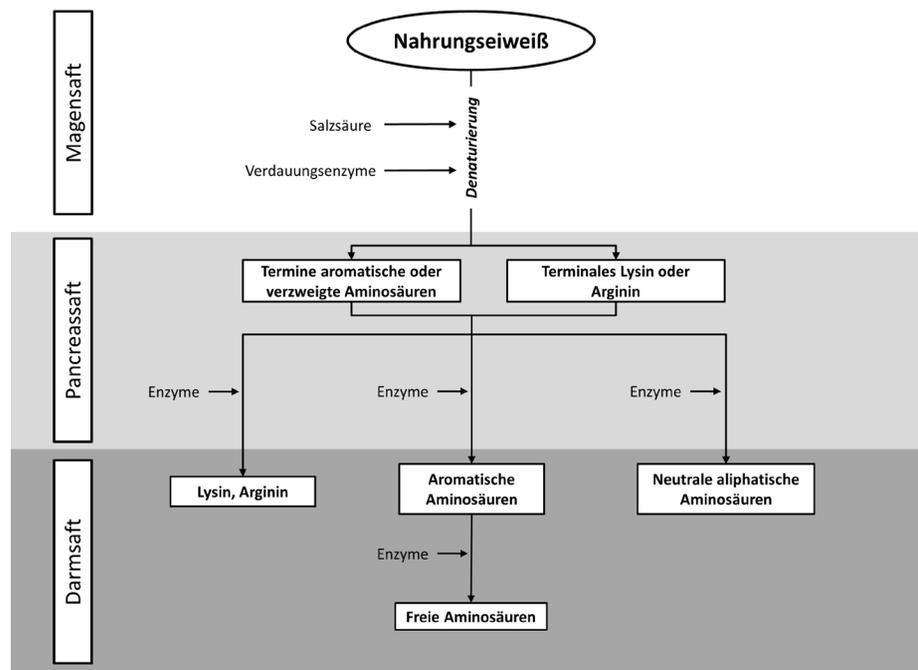


Abbildung 3: Schematische Übersicht über Spaltung der Nahrungsproteine im Körper (stark vereinfacht nach [16]).

Anhand der Abbildung kann die Bedeutung der biologischen Wertigkeit für die Bewertung von Proteinen einfach verdeutlicht werden. Je körperähnlicher die Aminosäurezusammensetzung der Nahrungsproteine ist, desto besser können sie verwertet werden und desto höher ist ihre biologische Wertigkeit. Als Referenzwert wird das Vollei genommen und ihm der Wert 100 zugewiesen. Bei der Bewertung von Proteinen als Nahrungsergänzungsmitteln im Sport kommt es somit auch auf die Art der Proteine und deren Aminosäurezusammensetzung an.

4. Protein-Supplements und ihre Herstellung

Zurzeit kommen neben den klassischen Proteinpulvern zur Herstellung von Proteinshakes auch immer mehr „normale“ Lebensmittel mit deutlich erhöhtem Proteingehalt auf den Markt. So werden beispielsweise Joghurts und Topfen, aber auch klassische Schokoriegel in einer neuen proteinangereicherten Version angeboten. Auch das traditionelle isländische Milchprodukt „Skyr“ erfreut sich dank eines höheren Proteinanteils bei gleichzeitig geringem Fettanteil großer Beliebtheit.

Glaubt man den Werbeaussagen, sind für einen durch Sport angeregten Muskelzuwachs insbesondere Shakes mit einem hohen Anteil von „whey-Proteinen“ nötig. Anders als zu vermuten ist, bezeichnet dieser Anglizismus dabei kein besonderes Produkt, sondern ist lediglich ein moderner klingender Begriff für Molkenproteine, abgeleitet von dem englischen Begriff „whey“ (engl. für Molke). Proteine in der Milch werden in zwei Klassen unterschieden: Kaseine und Molkenproteine. Bei der Herstellung von Topfen werden die Kaseine durch Hinzugabe von Lab ausgeflockt und als Topfen abgeschöpft. Die übrigbleibende Flüssigkeit ist Molke, welche die Molkenproteine enthält. Da die Molke beim Topfen nicht

vollständig abgetrennt wird, enthält dieser einen im Vergleich zu anderen Milchprodukten hohen Anteil an Molkenproteinen. Normale Kuhmilch beispielsweise, enthält circa 78% Kasein und rund 20% Molkenproteine sowie rund 2% sogenannter Minorproteine wozu auch Fettkügelchenhüllenproteine und Enzyme zählen [17].

Die für einen Proteinshake benötigten Protein- oder Eiweißpulver können grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten hergestellt werden. Die meisten Proteinpulver werden durch Filtration und Mikrofiltration und daran anschließende Sprühtrocknung aus Milch gewonnen. Die Filtration erfolgt dabei meistens unter Verwendung der Cross-Flow-Mikrofiltration (CFM) oder auch Tangentialflussfiltration. Hierbei wird das zu filtrierende Gemisch mit hohem Druck und großer Geschwindigkeit waagrecht durch eine Filteranlage geschickt und das Filtrat vertikal durch einen Filter gefiltert, so dass der Filterkuchen am anderen Ende der Anlage übrigbleibt (siehe Abbildung 4). Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass der Filter nicht durch die relativ großen Proteinmoleküle verstopft werden kann. Bei der eigenen Filtration im Rahmen der Experimente zu diesem Artikel ist das Zusetzen des Filters durch die großen Proteinmoleküle ein Problem und sorgt letztendlich für eine lange Dauer der Filtration.

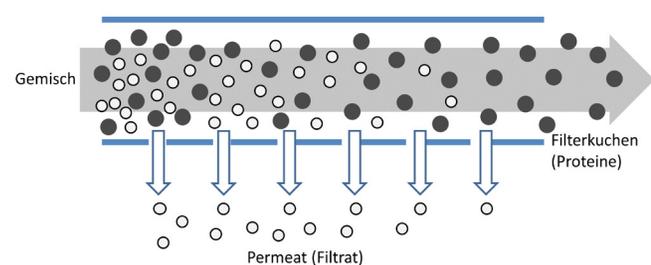


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Cross-Flow Mikrofiltration

Dabei wird zwischen dem Konzentrat und dem Isolat unterschieden. Letztlich unterscheiden sich diese beiden Produktarten in der Reinheit des jeweiligen Proteins. Beim Konzentrat wird der Proteinanteil durch Konzentration erhöht, während bei der Isolation das Protein im Herstellungsprozess isoliert wird. Beim Isolat können auch chemische Verfahren zur Gewinnung des Proteins genutzt werden. So enthält das Isolat weniger Nebenprodukte als das Konzentrat.

Durch den Einsatz von Proteasen können Eiweiße hydrolytisch gespalten werden. Je nachdem welches Enzym bei der Hydrolyse verwendet wird und welche Reaktionsbedingungen herrschen, kann die Kettenlänge der entstehenden Proteine variiert werden.

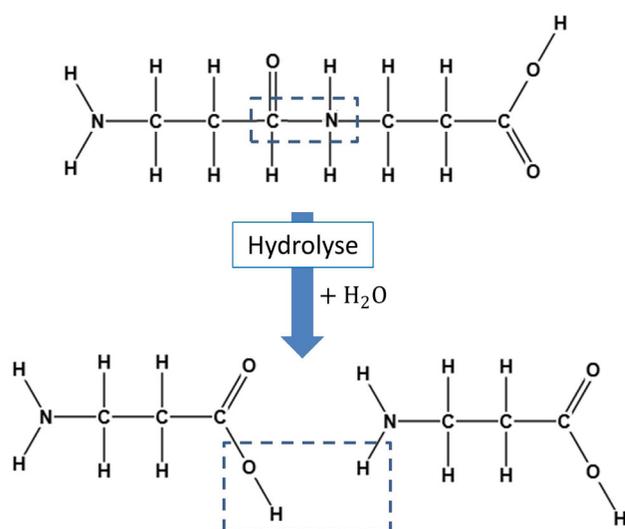


Abbildung 5: Vereinfachte Darstellung der Hydrolyse eines Peptid(β -Alanyl- β -Alanin) zu zwei β -Alaninen

5. Bewertung von Proteinshakes im Chemieunterricht

Die Thematik der Proteinshakes bietet sich für einen Unterricht angelehnt an das Konzept der Chemie im Kontext 18]

oder des gesellschaftskritisch-problemorientiertes Unterrichts verfahren [19] an. Ziel einer Beschäftigung im Chemieunterricht mit der Thematik sollte nicht die Tradierung einer vorgegebenen Meinung sein, sondern eine fundierte und reflektierte Einstellung zur Supplementation von Proteinen. Wie Abbildung 6 zeigt, lassen sich etliche Themengebiete im Bereich der Ernährung und der organischen Chemie mit dem Themenfeld der Proteinshakes verknüpfen. Das Thema der Proteinshakes bietet die Möglichkeit diesen Themen eine neue, spannende Rahmung zu geben und gleichzeitig die Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zu schulen. Das Thema lässt sich unter verschiedenen Gesichtspunkten beleuchten. Beispielsweise ist auch eine Betrachtung im Rahmen der Nährwerttabelle und der Zusammensetzung einer ausgewogenen Ernährung möglich. Hierzu kann der Artikel „Interessante chemische Aspekte der Nährwerttabelle“ auf der Homepage von Plus Lucis weitere Impulse geben.

Ein Chemieunterricht zum Feld der Proteine sollte neben den allgemeinen Informationen zur Beschaffenheit und zum Aufbau der Proteine und ihre Relevanz für den menschlichen Körper auch die biologische Wertigkeit verschiedener Proteine beinhalten. Hier bietet sich auch die Thematisierung der Aminosäurezusammensetzung an, ist sie doch maßgeblich für die biologische Wertigkeit verantwortlich. Unter dem Gesichtspunkt einer proteinreichen Ernährung ohne Nahrungsergänzungsmittel sollte auch der Eiweißgehalt verschiedener Lebensmittel besprochen werden. Im Sinne eines Verzichts auf Proteinpulver kann so beispielsweise eine proteinreichere Ernährung mit klassischen Lebensmitteln exemplarisch zusammengestellt werden. Mit Hilfe des Biuret-Nachweises können alltägliche Lebensmittel auf ihren Proteingehalt getestet werden (siehe Infobox).

Auch die Bewertung einzelner Proteinpulver ist wichtig. Ein Blick auf die Inhaltsstoffe mancher Proteinpulver offenbart hohe Anteile an Zuckern, Zuckerersatzstoffen, Aromen und anderen Substanzen. Viele beinhalten eine Mischung verschiedener Eiweiße wie zum Beispiel Casein und Molkenprotein. Casein ist

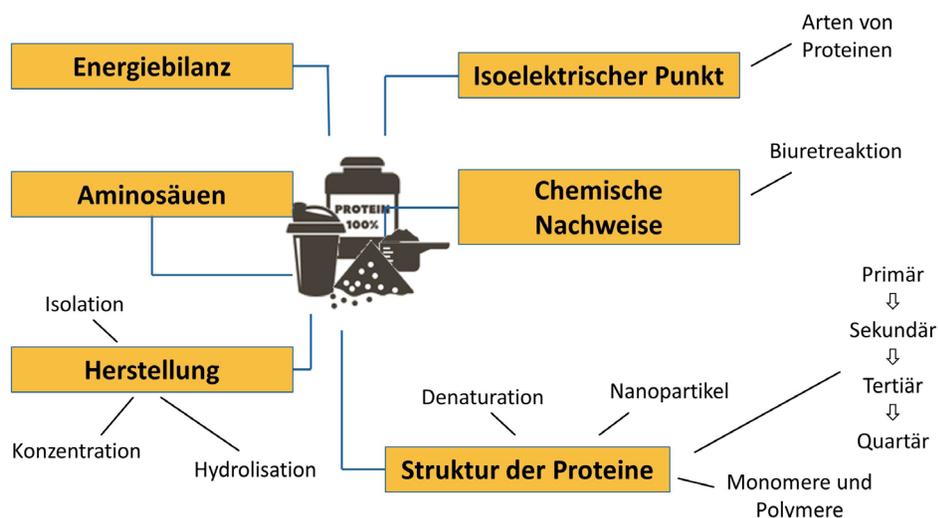


Abbildung 6: Beispielhafte Anknüpfungspunkte des Themas „Proteinshakes“ im Chemieunterricht [6]

jedoch ein Eiweiß, dass auch durch Topfen oder Magertopfen, also durch ein klassisches Lebensmittel, aufgenommen werden kann. Die Verwendung eines Proteinpulvers mit einem hohen Caseinanteil erscheint somit wenig sinnvoll. Anhand des Beispiels des Caseins kann eine halbquantitative Untersuchung ausgewählter Proteinpulver erfolgen. So ist die Trennung von Casein und Molkenprotein möglich und ihre jeweiligen Anteile können halbquantitativ bestimmt werden [30]. Beide Proteine sind für den Aufbau des Muskels wichtig, jedoch mit teilweise unterschiedlicher Funktion.

In vielen Internetforen und Videos wird auch die Herstellung als Qualitätsmerkmal diskutiert. Dies kann als Ansatzpunkt dienen, die drei Herstellungsverfahren zu behandeln. Die Cross-Flow-Filtrationstechnik ist eine gängige Filtrationstechnik und findet auch bei der Filtration von Wein Anwendung. Im Zuge einer Förderung der Berufsorientierung im Chemieunterricht können die Berufe der Lebensmittelchemikerin bzw. des

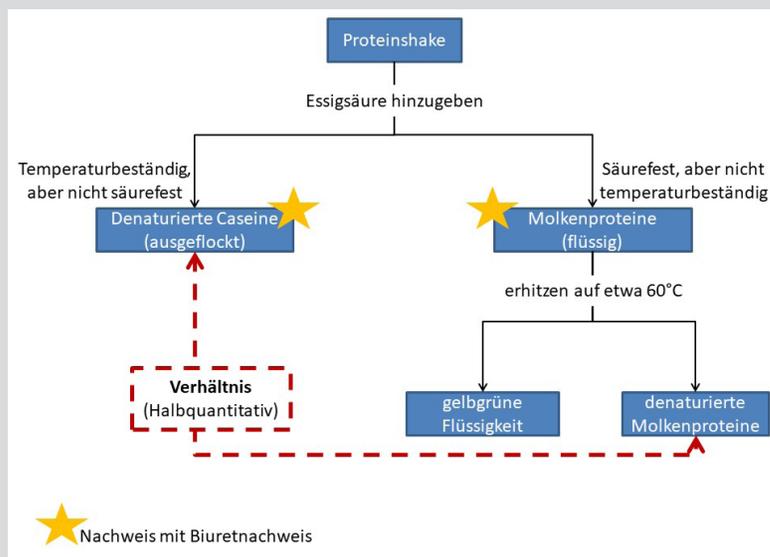
Lebensmittelchemikers oder der analytischen Chemikerin bzw. des analytischen Chemikers beleuchtet werden.

In diesem Artikel habe ich aufgezeigt, dass das Thema Nahrungsergänzungsmittel im Sport vielfache Anknüpfungsmöglichkeiten für den Chemieunterricht bietet und auch eine fachübergreifende Betrachtung ermöglicht. Am Beispiel der Proteinshakes habe ich versucht die chemischen Aspekte aufzuzeigen und Ansätze für eine Thematisierung im Chemieunterricht aufzuzeigen. Eigene Erfahrungen haben gezeigt, dass SchülerInnen diese Thematik freudig aufgreifen und viele eigene Fragen stellen sowie mit ihrem Wissen zum Unterricht beitragen. Sie haben so die Möglichkeit einen alltagsnahen Unterricht mit einer hohen Beteiligung der SchülerInnen zu gestalten.

Dr. Philipp SPITZER *Österr. Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, Universität Wien*

Unterrichtsbeispiel für einen halbquantitativen Proteinnachweis in Proteinshakes

Der Ablauf der halbquantitativen Analyse eines Proteinshakes ist in Abbildung 7 dargestellt.



Mit Hilfe von Essig kann Casein im Proteinshake denaturiert werden und somit von der Molke getrennt werden. Die Analyse nutzt den amphoter Charakter der Proteine. „Am isoelektrischen Punkt eines Proteins ist der pH-Wert der Lösung gerade so groß, dass das Makromolekül keine Nettoladung trägt“ [20]. Caseine sind im leicht sauren Bereich bei Raumtemperatur (pH = 4,6; 20°C) unlöslich [21]. Die Molkenweiße sind unter diesen Bedingungen noch löslich, die sich nun in der flüssigen Phase befinden [21]. Erhitzt man die Molke, denaturieren die Molkenproteine bereits ab einer Temperatur von über 25°C und flocken aus. Beste Ergebnisse erhält man bei einer Temperatur von etwa 60°C [21]. Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Gallertenkonsistenz und Denaturierungsrate [22] kann der Fortschritt überprüft werden: in der Nähe des isoelektrischen Punktes sind zunehmend feste Bestandteile erkennbar (wie bei der Herstellung von Topfen). Isoelektrische Punkte einiger im Zusammenhang mit Sportnahrungsmitteln wichtiger Proteine sind in Tabelle 3 aufgeführt. Weiters wird auf das Onlinematerial auf der Homepage von Plus Lucis verwiesen.

Abbildung 7: Ablauf der halbquantitativen Untersuchung eines Proteinshakes

Tabelle 3: Isoelektrische Punkte einiger ausgewählter Proteine

| Protein | Isoelektrischer Punkt | Quelle |
|----------------|--|--------------|
| Kaseine | 4,6 | [21] |
| Kollagen | 4,9 (Gelatine) 7,7 (natürliches Kollagen) | [23] [24] |
| Molkenproteine | 4,5 (+ Temperatur über 60°C) | [25] |
| Insulin | 5,5 | [26] |
| Keratin | 3,7-5,0 | [27] |
| Pepsin | 1,0 | [27] |

Literatur

- [1] Burrmann, U., & Mutz, M. (2017): Sport- und Bewegungsaktivitäten von Jugendlichen in Deutschland. Ein aktueller Überblick im Spannungsfeld von „Versportung“ und „Bewegungsmangel“. Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, (4-2017), S. 385-401.
- [2] Schek, A. (2015): Nahrungsergänzungsmittel im Sport. Ernährung im Fokus(07-08).
- [3] Schek, A. (2002): Sport und Ernährung. Deutsche Apotheker Zeitung, 1(31), S. 142.
- [4] arr, M. K., Schmidtsdorff, S., & Kollmeier, A. S. (2017): Nahrungsergänzungsmittel im Sport – Sinn, Unsinn oder Gefahr? Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 60(3), S. 314-322.
- [5] Clausen, A., von Nida, K., & Semmler, C. (2011): Marktcheck – Internethandel mit Nahrungsergänzungsmitteln - Abschlussbericht eines vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen geförderten Projekts. Abrufbar unter: <http://docplayer.org/25920335-Marktcheck-internethandel-mit-nahrungsergaenzungsmitteln.html> (zuletzt abgerufen am: 07.01.2019).
- [6] Spitzer, P., & Lembens, A. (2018): Protein shakes - a relevant topic for chemistry!? In I. Eilks, S. Markic, & B. Ralle (Eds.), Building Bridges Across Disciplines for Transformative Education and a Sustainable Future: A collection of invited papers inspired by the 24th Symposium on Chemistry and Science Education held at the University of Bremen, June 1-3, 2018 (S. 315-320). Bremen: Shaker.
- [7] uhn, M. S. (2003): Popular Sports Supplements and Ergogenic Aids. Sports Medicine, 33(12), S. 921-939.
- [8] Pasiakos, S. M., McLellan, T. M., & Lieberman, H. R. (2015): The Effects of Protein Supplements on Muscle Mass, Strength, and Aerobic and Anaerobic Power in Healthy Adults: A Systematic Review. Sports Medicine, 45(1), S. 111-131.
- [9] Maughan, R. J., Depiesse, F., & Geyer, H. (2007): The use of dietary supplements by athletes. Journal of Sports Sciences, 25(1), S. 103-113.
- [10] NADA-Austria. (2015): Handbuch für Nachwuchs-, Breiten- und Freizeitsportler. Abrufbar unter: https://www.nada.at/files/doc/Info-Material/Handbuch-fuer-Nachwuchs-Breiten-und-Freizeitsport_Online.pdf (zuletzt abgerufen am 07.01.2019).
- [11] Holfeld, M. (2002): Chemie und Sport. Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule, 51(5), S. 17-22.
- [12] FAZ. (2000, 22.11.2000): Nandrolon in deutschem Kreatin-Produkt. Frankfurter Allgemeine Sport. Abrufbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/sport/doping-nandrolon-in-deutschem-kreatin-produkt-111871.html> (zuletzt abgerufen am: 07.01.2019).
- [13] Proske, W., Röder, J., & Wiskamp, V. (2002): Chemische Aspekte einer Ernährungsberatung. Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule, 51(5), S. 23-26.
- [14] Schormüller, J., Bayer, E., Belitz, H.-D., & Acker, L. (1965): Handbuch der Lebensmittelchemie, Bd. 1: Die Bestandteile der Lebensmittel. Berlin [u. a.].
- [15] Holfeld, M., Gebelein, H., & Wiskamp, V. (2005): Chemie und Sport. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- [16] Lang, K. (1979): Biochemie der Ernährung: mit 310 Tabellen. Darmstadt.
- [17] Töpel, A. (2004): Chemie und Physik der Milch - Naturstoff, Rohstoff, Lebensmittel. Hamburg: Behr's.
- [18] Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I., & Ralle, B. (Eds.). (2008): Chemie im Kontext: Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts. Münster; New York; München; Berlin: Waxmann.
- [19] Marks, R., Burmeister, M., Lippel, M., & Eilks, I. (2012): Bewerten lernen. Gefilterte Information und die Imitierung gesellschaftlicher Praktiken im gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie, 23(127), S. 32-35.
- [20] Atkins, P. W., Trapp, C. A., De Paula, J., & Giunta, C. (2013): Physikalische Chemie, [Hauptbd.] Physical chemistry [dt.]. Weinheim [u. a.].
- [21] Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2008): Lehrbuch der Lebensmittelchemie (6., vollst. überarb. Aufl. ed.). Berlin [u. a.]: Springer.
- [22] Dannenberg, F., & Kessler, H.-G. (1987): Untersuchungen zur Reaktionskinetik der Molkenprotein-Denaturierung und deren technologischer Bedeutung. Chemie Ingenieur Technik, 59(7), S. 575-577.
- [23] Dulitzkaja, R. A., & Sokoloff, S. I. (1935): Zur Frage über den isoelektrischen Punkt der Gelatine. Kolloid-Zeitschrift, 72(2), S. 205-211.
- [24] Highberger, J. H. (1939): The Isoelectric Point of Collagen. Journal of the American Chemical Society, 61(9), S. 2302-2303.
- [25] Pelegrine, D. H. G., & Gasparetto, C. A. (2005): Whey proteins solubility as function of temperature and pH. LWT - Food Science and Technology, 38(1), S. 77-80.
- [26] Belitz, H.-D., & Schormüller, J. (1965): Aminosäuren, Peptide, Proteine und andere Stickstoffverbindungen. In E. Bayer, H.-D. Belitz, G. B. Brubacher, W. Diemair, H. Endres, W. Grosch, R. Hamm, E. Hanssen, W. Hausheer, K. Herrmann, O. Högl, G. Huschke, A. Klemer, R. König, H. Langendorf, E. Mergenthaler, H. Mohler, K. Myrbäck, W. Postel, L. Riedel, J. Schormüller, H. Sommer, S. W. Souci, W. Voelter, W. Wachs, W. Wendt, & O. Wiss (Eds.), Die Bestandteile der Lebensmittel (S. 167-307). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- [27] Nuhn, P. (2006). Naturstoffchemie: mikrobielle, pflanzliche und tierische Naturstoffe. Stuttgart.
- [28] Bei einer Umfrage unter Jugendlichen in Jugendzentren gaben 7% der Befragten an in den letzten 12 Monaten Anabolika zu sich genommen zu haben. Die Forscherinnen stellen auch einen Zusammenhang zwischen dem Konsum von Marihuana und einer höheren Bereitschaft zur Einnahme von Anabolika und Steroiden her [5].
- [29] Eine anschauliche Übersicht unter Angabe der Quellen gibt die (zugegeben populäre) Webseite: <https://examine.com/supplements/whey-protein/#effect-matrix> (zuletzt abgerufen am 06.12.2017).
- [30] Eine entsprechende Versuchsanleitung finden Sie im Onlinebereich dieser Ausgabe.

STEVIA & CO

Susanne Jaklin-Farcher

„Vorsicht Zucker: Die verborgene Gefahr“, „Zucker im Alltag reduzieren“ - so oder so ähnlich lauten aktuelle Schlagzeilen in diversen Medien. In Supermärkten werden vermehrt Produkte wie „Birkenzucker“, „Zukka“, ja zum Marmeladekochen sogar „Geliermittel ohne Zucker“ angeboten. Außerdem werden auch „zuckerarme“ oder „zuckerreduzierte“ Lebensmittel beworben.

Im Rahmen von Präventionsmaßnahmen, insbesondere in Bezug auf Kinder, werden in einigen Ländern „Zuckersteuern“ eingehoben. So wird seit April 2018 in Großbritannien für Getränke mit einem Zuckergehalt über 5 Gramm Zucker pro 100 mL eine Abgabe von 18 Pence pro Liter und für Getränke mit einem Zuckergehalt über 8 g/100 mL eine Abgabe von 24 Pence pro Liter eingehoben [1]. Dies führte dazu, dass namhafte Getränkefirmen den Zuckergehalt ihrer Getränke für den britischen Markt reduzierten, da diese Maßnahme bereits im Budget 2016 [2] angekündigt worden war.

2015 wurde von der Weltgesundheitsbehörde eine Richtlinie [3] veröffentlicht, die auf der Auswertung verschiedener Studien basiert, die einen Zusammenhang zwischen dem Konsum von Zucker und dem Risiko einer Gewichtszunahme bzw. der Entstehung von Karies belegen [4]. Die WHO empfiehlt die Aufnahme an freiem Zucker in sämtlichen Lebensphasen auf unter 10 Energieprozent (entspricht ca. 10 Teelöffel) zu reduzieren, was bei einer durchschnittlichen Kalorienzufuhr von 2000 kcal bei einem erwachsenen Menschen nicht mehr als 50 Gramm Zucker pro Tag entspricht. Zusätzlich wird eine weitere Reduktion der Aufnahme freien Zuckers auf unter 5 Energieprozent (täglich nicht mehr als 5 Teelöffel Zucker) als sinnvoll erachtet.

Die WHO-Richtlinie bezieht sich nicht auf in natürlichem, frischem Obst oder in Milch vorhandene Zucker. Unter „freiem Zucker“ werden verschiedene Zuckerarten verstanden, die einerseits von Konsumentinnen und Konsumenten bei der Zubereitung ihrer Nahrungsmittel, andererseits industriell verarbeiteten Lebensmitteln, zugesetzt werden. Zu „freiem Zucker“ zählen Glukose, Fruktose, Saccharose, Maltose aber auch in Honig, Sirupen, Fruchtsäften oder Fruchtsaftkonzentraten enthaltene Zucker.

Um also weniger „freien Zucker“ zu sich zu nehmen, kann einerseits die selbst zugefügte Zuckermenge reduziert werden oder es werden Produkte verwendet, die keine(n) oder weniger Zucker enthalten. Solche Lebensmittel werden angeboten und entsprechend ausgelobt, wobei die Begriffe „zuckerfrei“, „zuckerarm“, „zuckerreduziert“ und „ohne Zuckersatz“

verwendet werden. In Tabelle 1 ist dargestellt, wie diese Begriffe laut einer EU-Verordnung [5] zu verwenden sind.

Tabelle 1: Definition der Begriffe „zuckerarm“, „zuckerfrei“ und „ohne Zuckerzusatz“ [5]

| | |
|--------------------------|--|
| zuckerarm | Die Angabe, ein Lebensmittel sei zuckerarm, sowie jegliche Angabe, die für den Verbraucher voraussichtlich dieselbe Bedeutung hat, ist nur zulässig, wenn das Produkt im Fall von festen Lebensmitteln nicht mehr als 5 g Zucker pro 100 g oder im Fall von flüssigen Lebensmitteln 2,5 g Zucker pro 100 ml enthält. |
| zuckerfrei | Die Angabe, ein Lebensmittel sei zuckerfrei, sowie jegliche Angabe, die für den Verbraucher voraussichtlich dieselbe Bedeutung hat, ist nur zulässig, wenn das Produkt nicht mehr als 0,5 g Zucker pro 100 g bzw. 100 ml enthält. |
| ohne Zuckerzusatz | Die Angabe, einem Lebensmittel sei kein Zucker zugesetzt worden, sowie jegliche Angabe, die für den Verbraucher voraussichtlich dieselbe Bedeutung hat, ist nur zulässig, wenn das Produkt keine zugesetzten Mono- oder Disaccharide oder irgendein anderes wegen seiner süßenden Wirkung verwendetes Lebensmittel enthält. Wenn das Lebensmittel von Natur aus Zucker enthält, sollte das Etikett auch den folgenden Hinweis enthalten: „ENTHÄLT VON NATUR AUS ZUCKER“. |

1. Süßungsmittel: Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe

Zucker kann durch Süßungsmittel ersetzt werden, wobei zwischen Süßstoffen und Zuckeraustauschstoffen unterschieden wird, die als Zusatzstoffe jeweils laut Lebensmittelkennzeichnungsverordnung auf dem Etikett eines Produktes angeführt werden müssen. Das Lebensmittel muss mit dem Hinweis „mit Süßungsmittel(n)“ bzw. „mit Zucker(n) und Süßungsmittel(n)“ versehen sein und in der Zutatenliste muss das Süßungsmittel mit dem Namen der Substanz oder der E-Nummer angegeben werden. Technologisch werden Zuckeraustauschstoffe, die Lebensmitteln in größeren Mengen zugesetzt werden, als „bulk sweeteners“ bezeichnet, was so viel wie „Füllsüßstoff“ bedeutet. Bei Süßstoffen wird auch von Intensivsüßungsmitteln gesprochen, da sie Lebensmitteln aufgrund der hohen Süßkraft nur in geringen Mengen zugesetzt werden.

In Tabelle 2 werden Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe bezüglich der Süßkraft und des Energiegehaltes verglichen, in Tabelle 3 sind die neunzehn in der EU zugelassenen Süßungsmittel, elf Süßstoffe und acht Zuckeraustauschstoffe, aufgelistet. Seit 2009 wurden drei neue Stoffe (Neotam, Steviolglycoside und Advantam) zugelassen, bei Aspartam erfolgte eine Neubewertung [6, S 37/38].

Tabelle 2: Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe im Vergleich

| Süßungsmittel | | |
|------------------|------------------------------------|---|
| | Süßstoffe | Zuckeraustauschstoffe |
| Süßkraft | 30 bis 3000 x höher als Saccharose | ähnlich wie Saccharose |
| Energie | liefern (praktisch) keine Energie | etwa gleich (2,4 kcal/g) wie Saccharose bzw. sehr gering (Erythrit) |
| ADI-Werte | festgelegt | keine festgelegt |

Zuckeraustauschstoffe sind chemisch betrachtet Zuckeralkohole, sie werden insulinunabhängig verstoffwechselt und wirken nicht kariogen (d.h. sie fördern Karies nicht). Zuckeralkohole werden im Darm durch Diffusion resorbiert, wobei nicht aufgenommene Anteile im Dickdarm von Bakterien abgebaut werden. Die Darmflora gewöhnt sich bei regelmäßiger Aufnahme an das Substrat und verändert dabei auch ihre Zusammensetzung, bei zu hohen Aufnahmemengen (20 bis 50 g) können osmotische Durchfälle auftreten [7]. Daher muss bei einem Produktanteil von mehr als 10 % Zuckeraustauschstoffen der Warnhinweis „Kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken“ angebracht sein.

Für Süßstoffe, die sehr unterschiedliche chemische Strukturen aufweisen, sind ADI-Werte festgelegt. Der ADI (Acceptable Daily Intake)-Wert gibt an, welche maximale Aufnahmemenge pro Tag und Kilogramm Körpergewicht mit größter Wahrscheinlichkeit als gesundheitlich unbedenklich zu betrachten ist. Süßstoffe werden daher als Zusatz nur für bestimmte Lebensmittel und nur mit einer gewissen erlaubten Maximalmenge zugelassen. Die genauen Angaben, welche Süßungsmittel für welche Lebensmittel, in welchen Mengen, zugelassen sind, können unter <https://www.zusatzstoffe-online.de/zusatzstoffe/> nachgelesen werden.

Im Rahmen der modernen Ernährung werden immer mehr Süßstoffe aufgenommen und so kann es, vor allem auch für Kinder aufgrund ihres geringeren Körpergewichts, durchaus zur Überschreitung der empfohlenen Menge kommen [8].

Tabelle 3: In der EU zugelassene Süßungsmittel (bei Süßstoffen inklusive Angabe des ADI-Wertes und der Süßkraft)

| Süßstoffe | ADI (mg/kg Körpergewicht) | Süßkraft (bezogen auf Saccharose: ca ... fach) | Zuckeraustauschstoffe |
|---------------------|---------------------------|--|-----------------------|
| Acesulfam K (E 950) | 9 | 200 | Sorbit (E 420) |
| Aspartam (E 951) | 40 | 150 - 200 | Mannit (E 421) |
| Cyclamat (E 952) | 7 | 35 | Isomalt (E 953) |
| Saccharin (E 954) | 5 | 300 - 500 | Maltit (E 965) |
| Sucralose (E955) | 0-15 | 600 | Lactit (E 966) |

| | | | |
|---------------------------------|----|---------------|---------------------------|
| Thaumatococin (E957) | | 2000 - 2500 | Xylit (E967) |
| Neohesperidin (E 959) | 5 | 400 - 600 | Erythrit (E 968) |
| Steviolglycoside (E960) | 4 | 200 - 300 | Polyglycitolsirup (E 964) |
| Neotam (E961) | 2 | 7000 - 13 000 | |
| Aspartam-Acesulfam-Salz (E 962) | 20 | 350 | |
| Advantam (E 969) | 5 | 37 000 | |

Da Süßstoffe meist einen ausgeprägten Eigengeschmack haben, werden meist Mischungen mehrerer Süßstoffe verwendet, um einen angenehmen Geschmack zu erzeugen. Klassische Süßstoffmischungen für den Haushalt enthalten meist Cyclamat und Saccharin, teilweise auch Thaumatocin. Die Stevia-Versionen enthalten Steviolglycoside.

Aufgrund der hohen Süßkraft und daher geringen Einsatzmenge haben Süßstoffe keine Wirkung als Konsistenzgeber. Für den Haushalt werden Süßstoffe in Tablettenform, in flüssiger Form aber auch in Form von Streusüße angeboten, wobei Streusüßen einen Füllstoff bzw. Konsistenzgeber (Maltodextrin, Erythrit, Isomalt) enthalten, weshalb Streusüßen in gleicher Dosierung wie Saccharose in Rezepten eingesetzt werden können. Eine Süßstofftablette entspricht meist der „Süßkraft von etwa 1 Teelöffel Zucker“, je nach Hersteller sind dies 4 g bzw. 6 g Saccharose. Süßstofftabletten werden meist zum Süßen von Kaffee oder Tee eingesetzt. Flüssige Süßstoffe werden zum Süßen von Joghurt, Früchten, Puddings und Desserts empfohlen. Sie enthalten zwecks der Haltbarkeit Konservierungsmittel, manche ein Säuerungsmittel und auch Fructose.

2. Süßungsmittelporraits

Hier folgen nun einige Portraits von häufig eingesetzten bzw. stark beworbenen Süßungsmitteln. Wie schon erwähnt, wird zusätzlich zu den klassischen Versionen von Süßstoffen seit einiger Zeit im Handel auch eine „Stevia-Variante“ (mit Süßstoff Steviolglycoside) sowie „zuckerersetzende Produkte“ unter unterschiedlichen Bezeichnungen angeboten.

Steviolglycoside (E 960) sind pflanzliche Inhaltsstoffe der subtropischen Pflanze *Stevia rebaudiana Bertoni*. Diese Pflanze (Abbildung 1) ist eine mehrjährige, ursprünglich in Südamerika vorkommende Pflanze. Die Pflanze wurde nach Ovidio Rebaudi, einem paraguayischen Chemiker, der um 1900 erstmals die im Süßkraut enthaltenen Süßstoffe, unter anderem das später nach ihm benannte Rebaudiosid A, beschrieb.

Die Pflanzenblätter haben eine etwa 30-fache Süßkraft, die der Steviolglycoside kann je nach Herstellung und Zusammensetzung die bis zu 300-fache Süßkraft von Saccharose betragen.



Abbildung 1: Steviapflanze (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Das_Süßkraut%2C_lat._Stevia_rebaudiana_03.jpg)

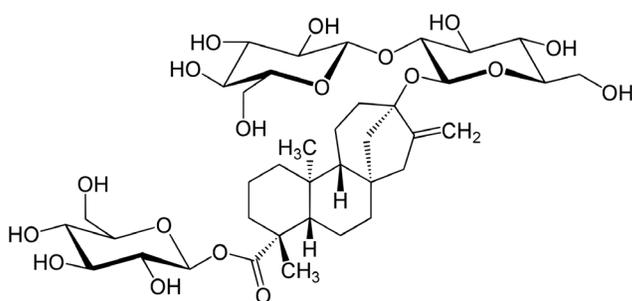


Abbildung 2: Steviosid

Steviapflanzen enthalten je nach Sorte unterschiedliche Steviolglycoside, wobei die Hauptsüßkraft von Rebaudiosid A und Steviosid stammt. Steviosid (Abbildung 2) ist das Glycosid des Diterpens Steviol (Abbildung 3) und weist ein tetracyclisches *ent*-Kauran-Diterpen-Grundgerüst auf, dessen Carboxy-Gruppe an C18 mit dem 1 β -OH eines D-Glucopyranose-Moleküls verestert ist; die Hydroxy-Gruppe an C13 ist glycosidisch mit dem Disaccharid Sophorose verknüpft. Neben der Hauptkomponente Steviosid sind acht weitere Steviol-Glycoside aus Steviablättern beschrieben, die sich durch ihre Gruppen an C18 und C13 unterscheiden: Rebaudiosid A–F, Dulcosid A sowie Steviolbiosid [9]. Zur Berechnung des Gesamtglucosidgehaltes für den ADI-Wert und beim Einsatz im Lebensmittel wurde der Begriff der Stevioläquivalente eingeführt, wobei als Berechnungsbasis Steviol dient [6, S 40].

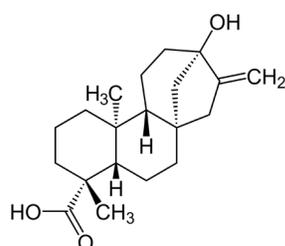


Abbildung 3: Steviol (Aglycon von Steviosid)

Die Herstellung des Zusatzstoffes E 960 erfolgt in zwei Hauptphasen: Zunächst die wässrige Extraktion aus den Blättern von *Stevia rebaudiana* Bertoni mit Reinigung des Extrakts durch Ionenaustauschchromatografie; zweitens die Rekristallisation der Steviolglycoside aus Methanol oder wässrigem Ethanol mit

einem Endprodukt, das mindestens zu 75 % aus Steviosid und/oder Rebaudiosid A besteht und mindestens 95 % Steviosid, Rebaudiosid A-F, Steviolbiosid, Rubusosid und Dulcosid in der Trockenmasse enthält [10, S 257].

Nicht nur die Süßkraft, auch der Geschmack, die Sensorik hängen vom Herstellungsprozess ab [11]. Besonders ein hoher Gehalt an Rebaudiosid A kann zu einem bitteren Geschmack führen.

Prinzipiell können Steviolglycoside wie andere sekundäre Pflanzenstoffe auch mittels Zellkulturen hergestellt werden bzw. können Steviapflanzen durch konventionelle züchterische oder gentechnische Maßnahmen genetisch modifiziert werden [6, S 48]. Eine weitere Möglichkeit der Herstellung auf biotechnologischem Weg mittels gentechnisch veränderter Mikroorganismen wird schon großtechnisch umgesetzt: In den USA wurde im März 2018 [12] mit der Herstellung eines neuen Süßstoffes namens EverSweet™ [13] begonnen, der nur mehr die geschmacklich besten Steviolglycoside (Reb M und Reb D) enthält. Diese, im Steviablatt nur in sehr geringen Mengen vorkommenden Stoffe, werden durch Fermentation mittels gentechnisch veränderter Hefe aus einfachen Zuckern hergestellt.

Der Süßstoff E 960 ist zur Verwendung in bestimmten Lebensmitteln (u. a. in aromatisierten Getränken, Süßwaren, Dessertspeisen, Knabbersnacks, Tafelsüßen, Nahrungsergänzungsmitteln) mit spezifischen Verwendungshöchstmengen zugelassen [14].

Im Zusammenhang mit Verwendung von Steviolglycosiden finden sich oft Angaben, die sich auf die „Natürlichkeit“ des Zusatzstoffes bzw. die den Eindruck erwecken, dass die Steviapflanze oder Pflanzenteile zum Süßen verwendet wurden. Gemäß Österreichischem Lebensmittelbuch [14] sind folgende Aussagen, als „zur Täuschung geeignet“ zu betrachten: „natürlich gesüßt“, „mit natürlicher Süße“, „mit natürlichem Süßungsmittel“, „mit der natürlichen Süße aus der Steviapflanze“, „mit Stevia/extrakt“ (Steviaextrakt ist kein Synonym für Steviolglycoside), „Süße aus Stevia“ sowie bildliche Darstellungen oder Symbole der Steviapflanze oder des Steviablattes, mit welchen der irriige Eindruck erweckt wird, die Pflanze selbst werde zum Süßen verwendet – ausgenommen ein Hinweis auf die Süßung durch den Zusatzstoff Steviolglycoside – ist mit gleichem Auffälligkeitsgrad in unmittelbarer Nähe und für den Verbraucher mit demselben Blick erfassbar angebracht.

Seit Juni 2017 dürfen nach erfolgter Genehmigung durch die Europäischen Kommission Stevia-Blätter in Früchte- und Kräutertees verwendet werden [15].

Weitere Informationen zu Steviolglycoside können unter <https://stevia.uni-hohenheim.de> abgerufen werden, vor allem was die geschichtliche Entwicklung zur Zulassung als Süßstoff

betrifft. Es findet sich dort auch eine Präsentation zum Thema „Welche Alternativen zu Zucker gibt es? [16]“

Der vor allem in zuckerfreien bzw. zuckerreduzierten Getränken häufig eingesetzte Süßstoff **Aspartam (E951)** besteht aus den Aminosäuren Asparaginsäure und Phenylalanin, weshalb bei Verwendung dieses Süßstoffes (bzw. des Aspartam-Acesulfam-Salzes E 962) darauf hingewiesen werden muss, dass das Produkt eine „Phenylalaninquelle“ enthält. Für Menschen mit der Stoffwechselerkrankung „Phenylketonurie“ ist eine Aufnahme dieses Süßstoffes durch die damit verbundene Anhäufung der Aminosäure Phenylalanin im Körper gesundheitsschädlich. Für Aspartam erfolgte im Jahr 2013 aufgrund zahlreicher Vorbehalte eine neuerliche Bewertung durch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit, die dazu führte, dass der ADI-Wert von 40 mg/kg Körpergewicht / Tag beibehalten wurde [6, S 38].

Zunehmend wird auch die geschmacksverstärkende Wirkung von Süßstoffen beachtet. Aspartam hat so wie auch der Süßstoff **Neotam (E961)** eine geschmacksverstärkende Wirkung, vor allem auf Zitrus- und Fruchtaromen. Neotam (Aspartam-Dimethylbutylamid) weist eine etwa 60-mal höhere Süßkraft als Aspartam auf, was dazu führt, dass dieser Süßstoff in sehr geringen Mengen eingesetzt werden kann. Der seit 2014 in der EU zugelassene Süßstoff **Advantam (E 969)** hat ebenfalls eine wesentlich höhere Süßkraft als Saccharose (bis zu 13.000-mal) und Aspartam (30- bis 60-mal) und wirkt auch als Geschmacksverstärker, indem Aromen von Zitrone und anderen Früchten, von Vanille, Minze und Schokolade verstärkt werden. Geschmacklich ähnelt dieser Süßstoff Aspartam, kann aber auch bei höheren Temperaturen, z. B. für Backwaren, eingesetzt werden [6, S 41]. Auch **Thaumatococcus daniellii** (Katemfe-Strauch) stammt, weist eine geschmacksverstärkende Wirkung auf. Außerdem besitzt Thaumatococcus „Umami“-Eigenschaften. Thaumatococcus kann durch Extraktion aus der Pflanze oder auf biotechnologischem Weg hergestellt werden [17].

Das Süßungsmittel **Xylit (E967)**, das im Handel unter dem Namen Birkenzucker erhältlich ist, ist ein fünfwertiger Alkohol (xylo-1,2,3,4,5-Pentanpentol). Xylit (Xylitol) besitzt die gleiche Süßkraft wie Saccharose und bewirkt aufgrund seiner hohen Lösungswärme von 23,27 kJ/mol (Saccharose 6,21 kJ/mol) beim Lösen in der Mundhöhle einen kühlenden Effekt, der für manche Süßwaren ausgenutzt wird (z. B. Eiskonfekt). Xylit wird als Zuckeraustauschstoff und als Feuchthaltemittel eingesetzt [18].

Xylit wird durch katalytische Hydrierung von Xylose (D-Xylose, Holzzucker) gewonnen. Xylose entsteht bei der Holzverzuckerung, kann auch aus Abfällen der Cellulose-

erzeugung oder durch saure Hydrolyse aus Maiskolben erzeugt werden [19]. Es existieren bereits Verfahren, um Xylit mit Hilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen aus landwirtschaftlichen Restprodukten zu erzeugen.

Im Zusammenhang von Birkenzucker und Gesundheit dürfen laut EU-Verordnung [20] (S 37/38) nur folgende Angaben gemacht werden: „Der Verzehr von Lebensmitteln/Getränken, die anstelle von Zucker Xylit enthalten, trägt zur Erhaltung der Zahnmineralisierung bei“ und „Der Verzehr von Lebensmitteln/Getränken, die anstelle von Zucker Xylit enthalten, bewirkt, dass der Blutzuckerspiegel nach ihrem Verzehr weniger stark ansteigt als beim Verzehr von zuckerhaltigen Lebensmitteln/Getränken“.

Xylit führt bei manchen Tieren zu Vergiftungen, so kommt es bei Hunden schon nach Aufnahme geringer Mengen von Xylit zu einer Ausschüttung von Insulin und anschließendem Absinken des Blutzuckerspiegels [21].

Ein weiterer im Handel für den Haushalt erhältlicher Zuckeraustauschstoff ist **Erythrit (E968)** (Erythritol, meso-Butan-1,2,3,4-tetrol). Großtechnisch wird Erythritol aus Glucose bzw. Saccharose mithilfe von Pilzen gewonnen. Die Süßkraft beträgt etwa 60 - 80 % der von Saccharose, eingesetzt wird Erythrit als Süßungsmittel, Geschmacksverstärker und Trägerstoff. Erythrit darf nicht für die Zubereitung von Fruchtsaftgetränken verwendet werden [22, 9].

Ob die Nutzung von Süßstoffen tatsächlich zu der erwünschten reduzierten Energieaufnahme durch verringerte Aufnahme von verdaubaren, niedermolekularen Kohlenhydraten führt, ist nicht eindeutig belegt. Einerseits zeigen Studien, dass künstliche Süßstoffe zur Gewichtsreduktion beitragen, andererseits weisen Studien nach, dass es zu keiner Gewichtsreduktion, ja sogar zur Gewichtszunahme kommt [6, S 52]. Im Sinne der Prävention sollte ein gesunder Lebensstil mit ausgewogener Ernährung und regelmäßiger Bewegung geführt werden.

Eine Problematik, die derzeit bei den Zulassungsverfahren nicht berücksichtigt wird, ist die Tatsache, dass Süßstoffe im Menschen bzw. durch das Darmmikrobiom nicht bzw. nur teilweise abgebaut werden und daher in die Kläranlagen gelangen. Es wurde bis jetzt kaum untersucht, was mit diesen Stoffen weiter passiert. Inzwischen kann die Sucralosekonzentration in Trinkwasser als Indikatorwert für die Belastung mit anderen anthropogenen Substanzen betrachtet werden [6, S 53].

Dr. Susanne Jaklin-Farcher Österr. Kompetenzzentrum für
Didaktik der Chemie, Universität Wien, PH Wien

Literatur

- [1] GOV.UK. (05. 04 2018). Soft Drinks Industry Levy comes into effect. Abgerufen am 23. 09 2018 von <https://www.gov.uk/government/news/soft-drinks-industry-levy-comes-into-effect>
- [2] Gauke, D. (2016). HM Treasury - Budget 2016. Abgerufen am 20. 09 2018 von https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/508193/HMT_Budget_2016_Web_Accessible.pdf
- [3] WHO. (2015). Guideline: Sugars intake for adults and children. Abgerufen am 06. 09 2018 von AGES: WHO Zucker Empfehlungen: https://www.ages.at/download/0/0/d5caf21e89583a1d8da9e383569a272905750dcc/fileadmin/AGES2015/Themen/Ernaehrung_Dateien/9789241549028_eng.pdf
- [4] WHO. (2015). Guideline: Sugars intake for adults and children. Abgerufen am 06. 09 2018 von AGES: WHO Zucker Empfehlungen: https://www.ages.at/download/0/0/d5caf21e89583a1d8da9e383569a272905750dcc/fileadmin/AGES2015/Themen/Ernaehrung_Dateien/9789241549028_eng.pdf
- [5] EU-Verordnung 1924/2006. (2006). Nr. 1924/2006. Abgerufen am 20. 09 2018 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1942&from=EN>
- [6] Berghofer, E., Schönlechner, R., & Schmidt, J. (2016). Entwicklung im Bereich von Zusatzstoffen, Aromen und Enzymen. Abgerufen am 28. 12 2018 von https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/0/5/0/CH1176/CMS1435845259856/lebensmittelherstellung_teil2.pdf
- [7] Lang, C. (2011). Zuckeraustauschstoffe. Abgerufen am 28. 12 2018 von Römpp Online.
- [8] ÖGE. (2014). Ernährung von A-Z: Süßungsmittel. Abgerufen am 13. 09 2018 von Österreichische Gesellschaft für Ernährung: <https://www.oege.at/index.php/bildung-information/ernaehrung-von-a-z>
- [9] Lang, C. (2012). Steviosid. Abgerufen am 28. 12 2018 von RÖMPP online.
- [10] EU Verordnung 231/2012. (2012). Abgerufen am 28. 12 2018 von <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a42dd9b2-b63f-438b-a790-1fa5995b7d41/language-de>
- [11] Universität Hohenheim. (20. 09 2017). Sensorik der Steviolglycoside. Abgerufen am 13. 09 2018 von <https://stevia.uni-hohenheim.de/sensorik>
- [12] EVOLVA. (2018). Cargill beginnt offiziell mit der Produktion von EverSweet, seinem Stevia-Süsstoff der nächsten Generation . Abgerufen am 03. 09 2018 von <https://www.evolve.com/wp-content/uploads/2018/03/Cargill-Evolve-EverSweet-Status-release-3-20-18-DE-final.pdf>
- [13] Cargill. (2018). EverSweet™ Zero-calorie Sweetener. Abgerufen am 13. 09 2018 von <https://www.cargill.com/food-bev/na/eversweet-sweetener>
- [14] Österreichisches Lebensmittelbuch. (2017). Anhang 10: Richtlinie über die täuschungsfreie Verwendung von Lebensmitteln, die mit dem Zusatzstoff Steviolglycoside (E 960) gesüßt sind. Abgerufen am 13. 09 2018 von https://www.verbrauchergesundheits.at/lebensmittel/buch/codex/A_5_Kennzeichnung_Aufmachung.pdf?6352y6
- [15] Barsch, D., & Klebs, F. (29. 06 2017). Stevia-Blätter im Tee. Abgerufen am 20. 09 2018 von https://www.uni-hohenheim.de/uploads/tx_newspmf/pm_Steviablätter_in_Tee_2017-06-29_status_10.pdf
- [16] Kienle, U. (2014). Welche Alternativen zu Zucker gibt es? Abgerufen am 2018 von Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim: https://go4stevia.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/stevia/Welche_Alternativen_zu_Zucker_gibt_es.pdf
- [17] Lang, C. (2009). Thaumatin. Abgerufen am 04. 01 2019 von Römpp Online.
- [18] Kulling, S. (2006). Xylitol. Abgerufen am 28. 12 2018 von Römpp Online.
- [19] Peter, M. G., & Seibel, J. (2014). Xylose. Abgerufen am 28. 09 2018 von Römpp Online.
- [20] EU Verordnung 231/2012. (2012). Abgerufen am 28. 12 2018 von <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a42dd9b2-b63f-438b-a790-1fa5995b7d41/language-de>
- [21] Handl, S., & Iben, C. (2008). Für Kleintiere giftige Nahrungsmittel - eine Literaturübersicht. Abgerufen am 28. 12 2018 von https://center.ssiat/smart_users/uni/user94/explorer/43/WTM/Archiv/2008/WTM_09-10-2008_Artikel_4.pdf
- [22] Lang, C. (2011). Erythritol. Abgerufen am 28. 12 2018 von Römpp Online.

Kurkuma als Heilpflanze

Kurzfassung einer Vorwissenschaftlichen Arbeit

Isabel Blahous

Meine vorwissenschaftliche Arbeit beschäftigt sich mit Kurkuma als Heilpflanze, sowie ihrer Anwendung und Wirkung. Ich habe sie im Zuge meiner mündlichen Reifeprüfung im Sommersemester 2018 am Bundesrealgymnasium 18 Schopenhauerstraße in Wien vorgestellt. Betreut wurde ich von Frau Mag. Breiner. Aufgrund der immer größer werdenden Beliebtheit von Kurkuma im Alltag wurde mir angeboten, einen Artikel zu meinem Thema im vorliegenden Heft zu schreiben. Der Schwerpunkt meiner Arbeit lag auf den Anwendungsmöglichkeiten von Kurkuma in der Medizin.

Die Pflanze Kurkuma hat ihren Ursprung in Südostasien. Auch heute noch stammen ca. drei Viertel der Weltproduktion an Kurkuma aus Indien. Davon wird nur ein kleiner Teil exportiert. Am häufigsten wird Kurkuma in Gewürzen verwendet, vor allem in Currypulver, wo es für die kräftige gelbe Farbe verantwortlich ist. Auch als günstige Alternative zu Safran ist der Erdspross sehr beliebt. Kurkuma gilt im asiatischen Raum seit über 3000 Jahren als eine der wichtigsten Heilpflanzen der Ayurveda-Medizin. Kurkuma gilt hierbei als entzündungshemmend und stärkend für den ganzen Körper und wird deshalb auch bei Erschöpfungszuständen angewandt. In Europa hingegen wurde Kurkuma bis zur Renaissance nur als Färbemittel für Stoffe und Leder genutzt. Die heilende Wirkung von Kurkuma ist erst seit kurzem in der „westlichen Welt“ anerkannt. In den letzten Jahren wurden diverse Naturheilverfahren für die moderne Medizin immer interessanter. Vor allem bei Zivilisationskrankheiten ist das Interesse an Alternativen zu starken Medikamenten stärker ausgeprägt. Deshalb erfreut sich Kurkuma auch bei uns hier immer größerer Beliebtheit. Man findet Kurkuma mittlerweile nicht nur als Gewürz, sondern auch in Form von Tabletten, Tees und Heißgetränken, wie Kurkuma Latte.

Der medizinisch relevanteste Wirkstoff von Kurkuma ist das Curcumin. Dieses reagiert im Körper als Radikalfänger und übernimmt daher eine Schutzfunktion. Radikale schädigen durch ihr reaktives Verhalten Fette, Proteine, und andere wichtige Stoffe im Körper und rufen so Stress und Schäden in den Zellen hervor. Es entstehen dadurch kleine Entzündungen,

die oft lange anhalten, und Auslöser für chronische Zivilisationskrankheiten, wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Typ-2-Diabetes sein können. Mittlerweile wird Kurkuma häufig bei der Behandlung chronischer Krankheiten eingesetzt; bisher meist nur als Nahrungsergänzungsmittel zur zusätzlichen Stärkung bzw. Unterstützung bei anderen Therapien und noch nicht als eigener Wirkstoff.

Beispielsweise wird Curcumin bei Krebserkrankungen bisher nur unterstützend bei Chemo- und Strahlentherapien angewandt. Curcumin besitzt jedoch laut mehrerer Studien eine hemmende Wirkung auf die Transkription von mutierten Genen und die Kanzerogenese. Allerdings gibt es noch keine Studien, die diese Wirkung beim Menschen bestätigen. Ähnlich ist es bei der Alzheimer-Erkrankung: Bei Mäusen mit Alzheimer verbesserten sich deren kognitive Fähigkeiten durch die kontinuierliche Gabe von Curcumin wieder. Beim Menschen wurde dieser Effekt noch nicht näher erforscht. Die Anzahl der auftretenden Fälle von Krebs und Alzheimer ist in Nationen, in denen mehr Kurkuma konsumiert wird, deutlich geringer. Ob hier nicht noch andere Faktoren eine Rolle spielen, bleibt dahingestellt.

Trotz mangelnder Studien an Menschen, sind sich die AutorInnen der Tierversuche einig, dass Kurkuma auch im menschlichen Körper seine entzündungshemmende Wirkung freisetzt. Hier wird eine Tagesdosis von 1,5 bis 3 Gramm des getrockneten Erdsprosses empfohlen, eine Überdosierung ist zu vermeiden. Die Wirkung und vor allem die Effektivität des Wirkstoffes hängen von der Einnahmeform der Kurkumawurzel ab. Beispielsweise begünstigt die Einnahme von schwarzem Pfeffer die Resorption von Curcumin, daher empfiehlt es sich, diesen zu Currymischungen beizumengen. Es ist bestimmt sinnvoll, weiter an der Wirkung im menschlichen Körper zu forschen, da Kurkuma und seine Wirkungsweise viel Potential beinhalten.

Isabel Blahous ehemals Bundesrealgymnasium Wien 18,
Schopenhauerstraße

Literatur

- [1] Ande, M. (2016, März 14). Curcuma longa. Von der traditionellen Volksmedizin bis zu klinischen Studien der modernen Medizin. Berlin: GRIN Verlag.
- [2] Oberbeil, K. (2012). Kurkuma Die heilende Kraft der Zauberknolle (6. Auflage.). München: Wilhelm Heyne Verlag.
- [3] Steins, S. (2012). Bioaktive Inhaltsstoffe der Gattung Curcuma L. Wien: Universität Wien. Verfügbar unter: http://othes.univie.ac.at/23465/1/2012-10-25_0407617.pdf

Gemeinsam besser lernen mit ...

AHS-Unterstufe / NMS



MEHRfach Physik und **MEHRfach Chemie** stellen den Erwerb von **Methodenkompetenzen**, **fachspezifischen Kompetenzen** sowie der **Lesekompetenz** in den Mittelpunkt. Um Sie und Ihre SchülerInnen dabei bestmöglich zu unterstützen, wurde die Reihe **MEHRfach** – ein besonders **sprachsensibles** Lehrwerk – entwickelt.

- **Viele Versuche** erleichtern das Verständnis physikalischer Vorgänge
- **Physikalische/chemische Fachbegriffe** werden in der Randspalte erklärt
- **Versuche werden bildlich dargestellt** und sind somit besser nachvollziehbar
- **Kompetenzen** sind bei jeder Arbeitsaufgabe gekennzeichnet



Physik heute/**Chemie heute** ist ein schülerzentriertes und auf **Wissens- und Kompetenzerwerb** ausgerichtetes Lehrwerk.

- Die linken Seiten vermitteln physikalische Inhalte, wobei Lesekompetenz und selbstständige Wissensaneignung ermöglicht werden. Auf der rechten Seite stehen Arbeitsaufgaben aus der **Lebenswelt der SchülerInnen** sowie Experimente.
- Bei allen Aufgaben sind die Kompetenzen angegeben. Die vielfältigen Arbeitsaufträge decken die unterschiedlichen **Kompetenzbereiche** ab.
- **Physik heute** legt Wert auf Ergebnisorientierung und alternative Unterrichtsformen. Es vermittelt **Methoden**, die als Grundwerkzeuge für das effektive Arbeiten hilfreich sind.

AHS-Oberstufe



Faszination Physik wurde nach dem neuen **Lehrplan 2017** überarbeitet:

- Beibehalten wurde der **Doppelband** im kleineren Format, umfangreiches Zusatzmaterial (z. B. Kurzfilme) befindet sich im E-Book.
- Neu sind die deutlich hervorgehobenen **Arbeitsaufgaben** und **Formelkästen**. Bei allen Arbeitsaufgaben sind nun die **Kompetenzen** ausgewiesen, **Seitenkategorien** (Wissen & Verstehen – grün, Forschen & Anwenden – rot, Thema – blau) wurden eingeführt, um eine optimale Orientierung zu ermöglichen.
- **Faszination Physik** ermöglicht das Anwenden und Vertiefen des Wissens durch eine Vielzahl an Aufgaben unter besonderer Berücksichtigung der Lebenswelt von Mädchen und Burschen.
- Inhalte des inkludierten E-Books: **Filme von Versuchen**, **Arbeitsblätter** und weiterführende Inhalte.

Erhältlich direkt beim **VERITAS-Verlag** oder bei Ihrem **Buchhändler**

Bestellen Sie online, rufen Sie an oder schicken Sie ein Fax oder E-Mail:
Tel.: +43 732 776451-2280 · Fax: +43 732 776451-2239 · E-Mail: kundenberatung@veritas.at

www.veritas.at



Neues aus dem Verein

Plus Lucis Online

Nachdem unsere Homepage schon länger im neuen Gewand erstrahlt, war es dem Vorstand ein Anliegen, alle bisherigen Ausgaben von Plus Lucis wieder online zugänglich zu machen. Dazu wurden alle alten Ausgaben gescannt und mit großer Unterstützung von Martin Wienauer die Einzeltitel der Artikel und die jeweiligen Autorinnen und Autoren herausgeschrieben.

Das Ergebnis ist ein gesamter Überblick über mehr als 25 Jahre der Zeitschrift auf der Homepage. Sie finden zu jeder Ausgabe das Titelbild, einen Link um das Heft herunterzuladen und eine Aufstellung der Artikel und der Autoren. So ist es für Sie möglich mit Hilfe der Suchfunktion gezielt nach Stichwörtern oder Autorinnen bzw. Autoren zu suchen.

Die Ausgaben werden immer Jahrgangsweise online zugänglich gemacht. Das heißt, dass immer im März alle vier Ausgaben des vorangegangenen Jahres online gehen. Wir hoffen, dass wir so zur noch größeren Verbreitung der Zeitschrift beitragen können.

Neue Rubrik

Mit dem ersten Heft im neuen Jahr startet auch eine neue Rubrik. Wir konnten den pädagogischen Leiter des Science Centers Welios in Wels gewinnen kurze Artikel über alltägliche Phänomene zu schreiben. Leo Ludick schreibt seit 2008 eine Rubrik „Alltagsrätsel“ in den OÖ Nachrichten. Sehr viele der physikalischen Alltagsrätsel sind in den beiden Büchern „leologisch“ und „leologisch-2“ erschienen. Diese können unter www.leologisch.at, im Welios, dem Science Center in Wels oder im Buchfachhandel erworben werden.

Herr Ludik stellt in diesem Heft die Idee dieser kurzen Artikel vor und hat, passend zum Winter, einen über das Skifahren verfasst. Wir hoffen, dass auch Sie Gefallen an den kurzen Artikel finden werden.



Österreichische Post AG
SP 17Z041123 S

Verein zur Förderung des physikalischen
und chemischen Unterrichts,
Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien

DVR 0558567
VRN 668472729

Impressum: Medieninhaber (Verleger) und Hrsg.: Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. Druck: Fa. Wograndl GmbH, Mattersburg

Retouren an: AECC Physik Universität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien.